

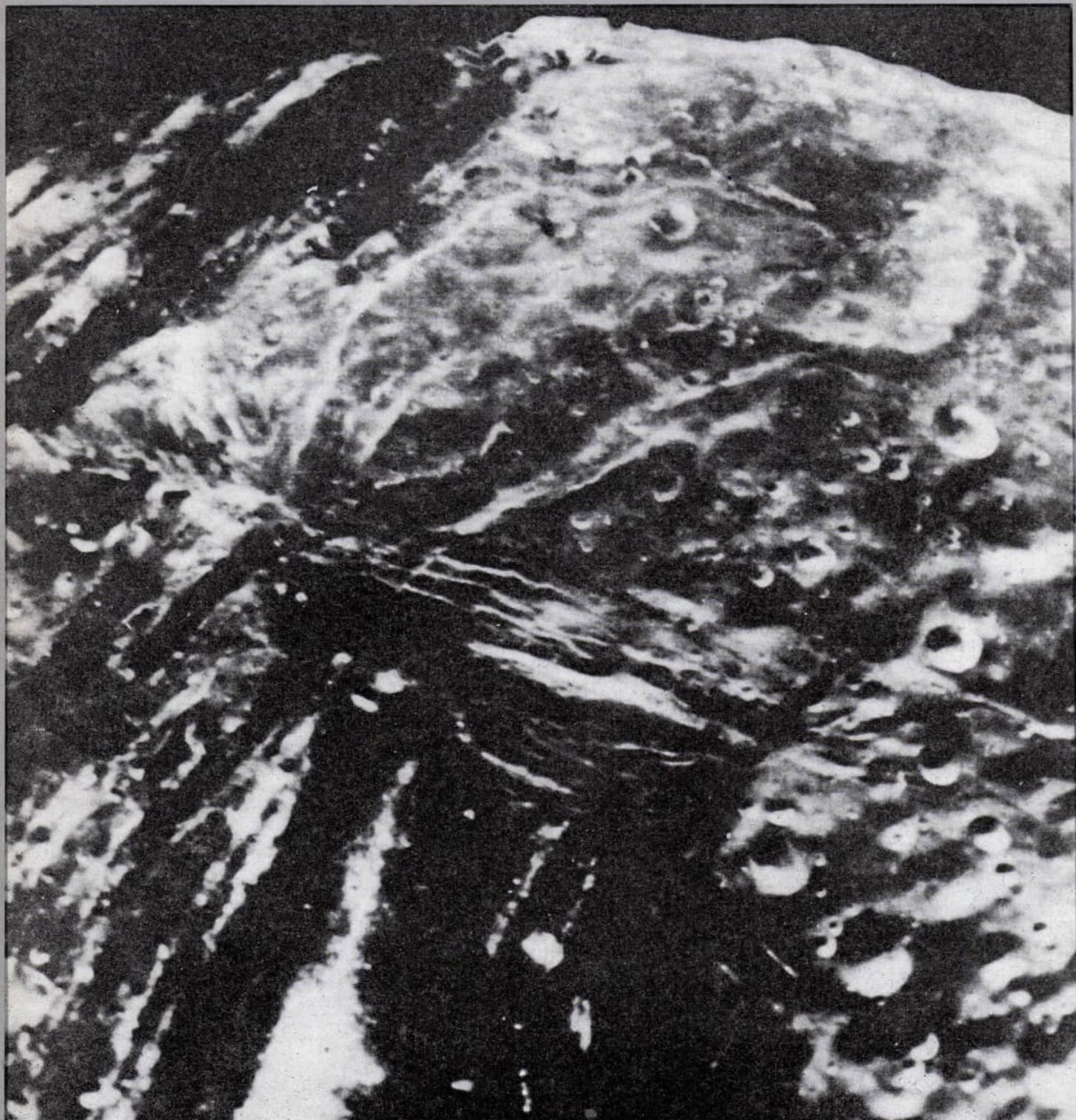
Krana

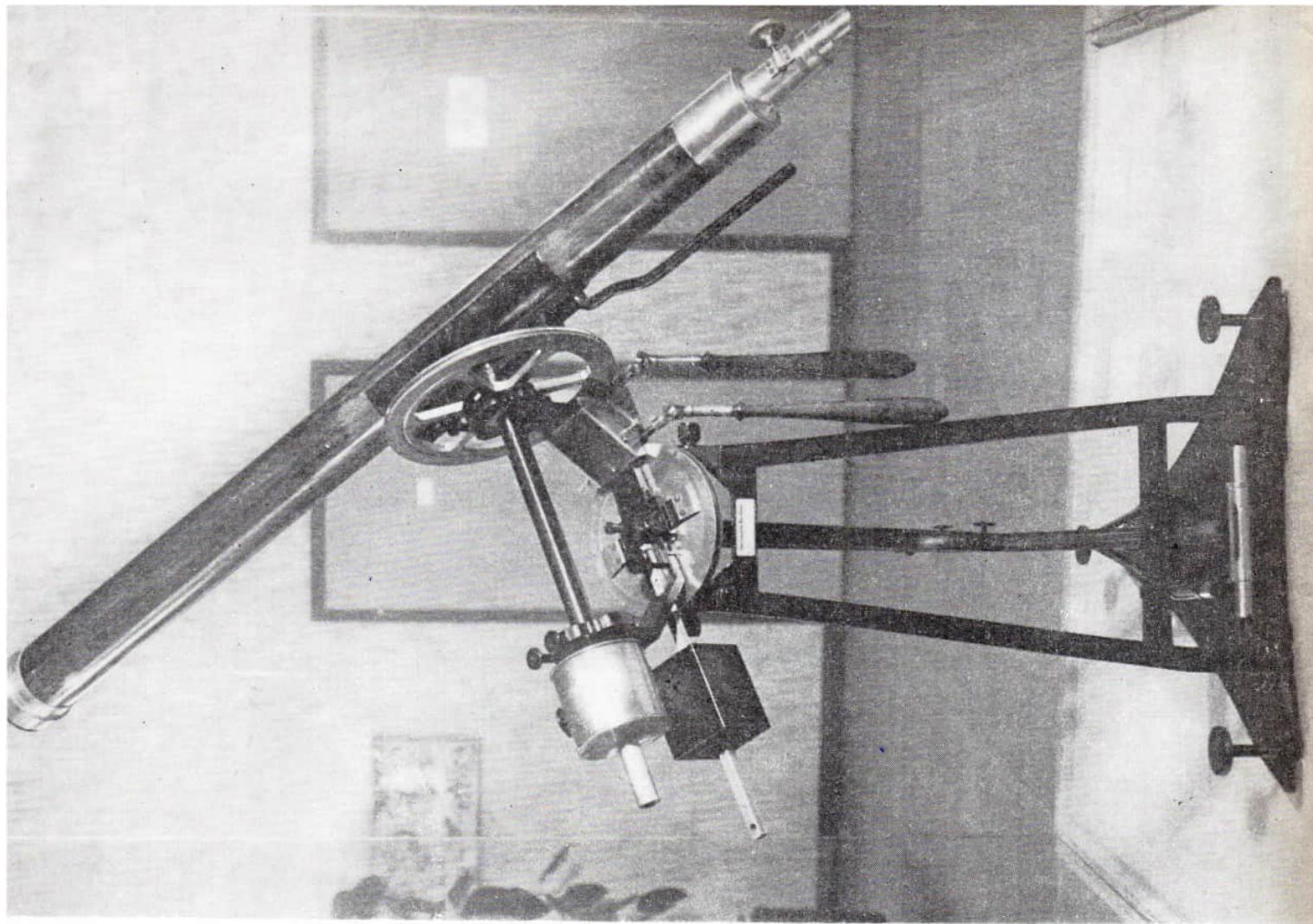
ASTRONOMIE IN DER SCHULE

1

Jahrgang 1987
ISSN 0004-6310
Preis 0,60 M

Volk und Wissen
Volkseigener Verlag
Berlin





Inhalt

ASTRONOMIE IN DER SCHULE

● Das aktuelle Thema

K. SCHMIDT: Zur Vorbereitung der Lehrer auf die Arbeit mit dem neuen Lehrplan

2

● Astronomie

D. B. HERRMANN: Berlin — Stadt der Astronomie

3

M. REICHSTEIN: Das Satellitensystem des Uranus (II)

5

D. FÜRST: Joseph Fraunhofer (1787–1826)

8

● Unterricht

U. WALTHER: Orientierung und Beobachtung

10

G. ZIMMERMANN: Gute Koordinierung der Inhalte, zweckmäßige Organisation

16

E. REDERSBORG: Territoriale Aspekte beachten

18

● Beobachtung

K. LINDNER: Offene Sternhaufen am Abendhimmel

19

● Kurz berichtet

Wissenswertes

20

Schülerfragen

22

Vorbilder

23

Zeitschriftenschau

24

● Abbildungen

Umschlagseiten

24

● Jahresinhaltsverzeichnis 1986 (A. MUSTER)

● Karteikarte

J. LICHTENFELD: Aufgaben für fakultative Kurse 7

Redaktionsschluß: 10. 12. 1986

Auslieferung an den Postzeitungsvertrieb: 16. 2. 1987

Из содержания

К ШМИДТ: О подготовке учителей на работу с новой учебной программой

2

Д. Б. ХЕРРМАНН: Берлин — город астрономии

3

М. РЕЙХШТЕИН: Система спутников Урана (II)

5

У. ВАЛЬТЕР: Ориентировка и наблюдение

10

From the Contents

K. SCHMIDT: Teachers' Preparation for Working with the New Curriculum

2

D. B. HERRMANN: Berlin as an 'Astronomy Town'

3

M. REICHSTEIN: Uranus' Satellite System (II)

5

U. WALTHER: Orientation and Observation

10

En Résumé

K. SCHMIDT: La préparation du personnel scolaire au nouveau programme des études

2

D. B. HERRMANN: Berlin — la ville de l'astronomie

3

M. REICHSTEIN: Le système satellite de l'Uranus (II)

5

U. WALTHER: De l'orientation et de l'observation

10

Del Continido

K. SCHMIDT: La preparación de los profesores al trabajo con el nuevo programa de enseñanza

2

D. B. HERRMANN: Berlín, ciudad de la astronomía

3

M. REICHSTEIN: El sistema de los satélites del Urano (II)

5

U. WALTHER: Orientación observación

10

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:

Friedrich-List-Straße 8 (Sorbisches Institut für Lehrerbildung „Karl Jannack“), Postfach 440, Bautzen, DDR-8600, Telefon 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-4-9-2440-4,9 Liz. 1488

Erscheinungshinweise:

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, Volks-eigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 7010 Leipzig, Leninstraße 16.

Artikelnummer (EDV 427)
ISSN 0004-6310

Zur Vorbereitung der Lehrer auf die Arbeit mit dem neuen Lehrplan

Der Autor, Fachberater im Kreis Herzberg (Elster), berichtet, wie er seiner schulpolitischen Verantwortung bei der Vorbereitung der Astronomielehrer auf die Arbeit mit dem Lehrplan gerecht wird.

Der XI. Parteitag der SED fordert von jedem Lehrer, „alle schöpferischen Fähigkeiten und Begabungen zu fördern“ und „massenhaft allseitig gebildete, talentierte Persönlichkeiten entwickeln zu helfen...“ Der neue Lehrplan im Fach Astronomie bietet für diese anspruchsvolle Aufgabe eine gute Grundlage. Um seine Ziele und Inhalte tiefgründig erschließen und erziehungswirksam umsetzen zu können, bedarf es jedoch einer hohen Leistungsbereitschaft aller Lehrer. Durch geeignete Formen der Weiterbildung gilt es derzeit, bei allen Kollegen die notwendige Vertiefung und Erweiterung ihres Wissens und Könnens zu sichern, damit sie die durch den neuen Lehrplan gesetzten Ansprüche an die Bildung und Erziehung im Astronomieunterricht auf hohem Niveau erfüllen. Hierbei spielt der Fachberater eine große Rolle.

Im Kreis Herzberg (Elster) erteilen zur Zeit neun Kollegen für elf polytechnische Oberschulen Astronomie. Seit zehn Jahren gibt es einen Kreisfachzirkel, in dem fachliche und methodische Probleme behandelt werden. Grundlage für die Themenauswahl bilden die Ergebnisse der Hospitationsanalysen sowie persönliche Qualifizierungswünsche von Kollegen. Ständig bin ich bemüht, meinen Kollegen vielfältige Hilfe und Anleitung für einen erfolgreichen Unterricht zu geben. Neben der von mir gesteuerten Weiterbildung im Fachzirkel geschieht dies über regelmäßiges Hospitieren und individuelles Auswerten oder durch schriftliche Handreichungen. Aber auch gemeinsam durchgeführte und ausgewertete Leistungskontrollen oder eine Unterrichtsstunde des Fachberaters in der Klasse eines erst im Fach Astronomie beginnenden Kollegen können sehr hilfreich sein. Der Vorabdruck des neuen Lehrplanes sowie mehrere Begleitartikel gaben Gelegenheit, die schulpraktische Umsetzung langfristig durch Studienhinweise sowie Fachzirkelveranstaltungen vorzubereiten. Grundlage für alle Aktivitäten des Fachberaters bildet der Arbeitsauftrag, der mit dem Direktor des PKK jeweils am Schuljahresende nach Abschluß der analytischen Arbeit beraten und danach vom Kreisschulrat bestätigt wird.

Alle Kollegen Astronomielehrer nehmen an den Fachzirkelveranstaltungen teil; jeder erhielt zur

langfristigen Vorbereitung das Jahresprogramm des Kreisfachzirkels. Es enthält sechs Seminare zu wichtigen fachlichen und methodischen Fragen unter Berücksichtigung von Analyseergebnissen aus dem vergangenen Schuljahr, ergänzt durch Literaturhinweise, vor allem aus der Fachzeitschrift; außerdem nutzen einige Kollegen Vorlesungen und Seminare des Cottbuser Fachkurses.

Um bei allen Kollegen das schulpolitische Verständnis für die Einführung des neuen Lehrplans zu wecken, werden die Ziele und Aufgaben des Astronomieunterrichts bei der Entwicklung der Gesamtpersönlichkeit der Schüler sowie die Haupttendenzen der Weiterentwicklung des Faches herausgearbeitet. Dabei ordnen wir die Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts in die sich gegenwärtig vollziehenden Prozesse der inhaltlichen Ausgestaltung unseres Bildungswesens ein. An Beispielen erörtern wir, welche neuen Möglichkeiten der Umsetzung sich uns im Unterricht infolge des weiterentwickelten inhaltlichen und didaktisch-methodischen Konzepts ergeben. Folgende Fachthemen wurden unter Berücksichtigung der recht unterschiedlichen fachlichen Qualifikation unserer Kollegen für die Vorbereitung im Kreisfachzirkel ausgewählt:

- Neue Erkenntnisse zur Evolution der Planetenatmosphären,
- Der Kampf der UdSSR gegen die Weltraummilitarisierung durch die USA und ihre Haltung zur internationalen Raumfahrtkooperation,
- Vorstellungen zur Sternentstehung von KANT und HERSCHEL; gegenwärtige Erkenntnisse hierzu; Stadien der Sternentwicklung;
- Sternsysteme und Metagalaxis.

Da alle Kollegen an der Weiterbildung teilnehmen, erhält der Fachberater Einblick in ihre individuelle Vorbereitung auf den neuen Lehrplan.

Am Ende des vergangenen Schuljahres fand ein Seminar statt, in dem einfache physikalische Experimente vorgeführt wurden, die den Astronomieunterricht unterstützen.

Astronomische Beobachtungen für Lehrer – organisiert von der Schulsternwarte – sowie die Möglichkeit der Teilnahme an zentralen Veranstaltungen, z. B. URANIA-Referentenkonferenzen, runden das Programm für die individuelle Weiterbildung unserer Kollegen ab.

Den vorläufigen Abschluß der Vorbereitung auf die Arbeit mit dem neuen Lehrplan wird ein Erfahrungsaustausch bilden, in dem zu beraten ist, wie die mit den Bildungsschwerpunkten des dritten Stoffgebietes verknüpften Beiträge zur Persönlichkeitsentwicklung im Sinne unserer materialistischen Weltanschauung realisiert werden können.

Alle bisher genannten Maßnahmen zur Vorbereitung jedes Kollegen auf die Arbeit mit dem neuen Lehrplan werden durch individuelle Gespräche ergänzt. Ich nutze dafür auch Treffs mit solchen Astronomielehrern, denen ich bei ihrer Unterrichts-

vorbereitung behilflich bin, weil sie noch zu wenig Fachkenntnisse oder methodische Erfahrungen haben. Zur operativen Arbeit an den Schulen gehört auch die Auswertung mit dem Direktor, jeweils nach Beendigung einer Hospitationsperiode. Hier teile ich ihm meine Erkenntnisse über den Astronomieunterricht an seiner Schule mit, beziehe darin Auswertungsergebnisse mit den Kollegen ein, berate auf dieser Grundlage mit ihm Kontrollpositionen und gebe Leitungshinweise zur Weiterentwicklung der Arbeit im Fach. Diese Gelegenheit nutze ich gegenwärtig auch dafür, um dem Direktor wesentliche Aspekte des neuen Lehrplanes zu erläutern. Ständige Aufmerksamkeit richte ich auf die Sicherung der *materiell-technischen Bedingungen* für einen erfolgreichen Unterricht an jeder Schule. So kann ich den Fachlehrern und Direktoren Hinweise geben, welche Ergänzungsbeschaffungen notwendig sind. Wo es zur Gewährleistung eines anschaulichen, die geistigen und praktischen Schülertätigkeiten fördernden Unterrichts notwendig ist, wird die gegenseitige Hilfe organisiert, zum Beispiel durch die zeitlich begrenzte Ausleihe von Fernrohren, Modellen, Sternkarten, die Übernahme geeigneter Arbeitsblätter und Folien oder die Nutzung des ZEISS-Kleinplanetariums oder der Sternwarte in unserer Kreisstadt. Wesentlich für die erfolgreiche Einführung und Realisierung des neuen Planes ist die *langfristige Absicherung* des erforderlichen *Lehreinsatzes*, an der auch der Fachberater beratend beteiligt sein muß. Am Schuljahresende erwartet der 1. Stellvertreter des Kreisschulrates Vorschläge für erforderliche Neubesetzungen, bevor seine entsprechenden Konsultationen mit den Direktoren beginnen. Erste Erfolge dieser Zusammenarbeit zeichnen sich hierin ab. So konnte die Fluktuation in unserem Fach wesentlich begrenzt werden. Nur drei der neun Fachlehrer unterrichten weniger als 2 Jahre, alle anderen dagegen schon mindestens drei und mehr Jahre Astronomie. Zur Zeit besitzen 44 Prozent der Kollegen eine abgeschlossene Ausbildung als Astronomielehrer. Viel Mühe und Geduld erfordert derzeit die rechtzeitige Gewinnung junger Kollegen, die für ausscheidende erfahrene Astronomielehrer eingesetzt werden sollen. Doch in kameradschaftlicher Zusammenarbeit mit der Abteilung Volksbildung und den Direktoren wird auch dieses Problem gelöst. So wollen wir noch wirksamer zur weiteren Erhöhung der Effektivität unseres Faches bei der Bildung und Erziehung der Schüler zu allseitig entwickelten Persönlichkeiten beitragen.

Anschrift des Verfassers:
OL KLAUS SCHMIDT
Schulsternwarte und Kleinplanetarium
„Alexej Leonow“
Herzberg/Elster
DDR - 7930

Berlin – Stadt der Astronomie

1987 jährt sich zum 750. Mal die erste urkundliche Erwähnung Berlins. Von Berlin gingen von jeher bedeutende Impulse für die Entwicklung von Kultur, Bildung und Wissenschaft aus. Insbesondere ist die Hauptstadt der DDR politisches, wissenschaftliches, ökonomisches und geistig-kulturelles Zentrum unseres Landes mit hoher internationaler Ausstrahlungskraft. Deshalb begehen wir das Berlin-Jubiläum als ein Ereignis von nationaler und internationaler Bedeutung, als einen Höhepunkt im gesellschaftlichen Leben der DDR.

Es ist Anliegen von „Astronomie in der Schule“, dieses Jubiläum aus fachspezifischer Sicht zu würdigen. So wird über die Eröffnung des Großplanetariums vom VEB Carl Zeiss im Thälmann-Park berichtet und aufgezeigt, wie diese Einrichtung zur weiteren Entfaltung des geistig-kulturellen Lebens in unserer Hauptstadt beitragen wird. Ferner wird dargelegt, wie sich in Berlin die Fachastronomie und die populäre Astronomie entwickelten und warum die Hauptstadt der DDR Heimstätte für die Wissenschaft und für die Verbreitung von wissenschaftlichen Erkenntnissen unter den Werktägern ist.

Die Redaktion

Unsere Hauptstadt Berlin, deren 750jähriges Bestehen 1987 mit einem umfangreichen und vielseitigen Festprogramm feierlich begangen wird, ist „auf vielfältige Weise verknüpft mit der Entwicklung von Europa und in der Welt“ (1). Diese Aussage betrifft auch den Rang Berlins als eine Weltstadt der Wissenschaft.

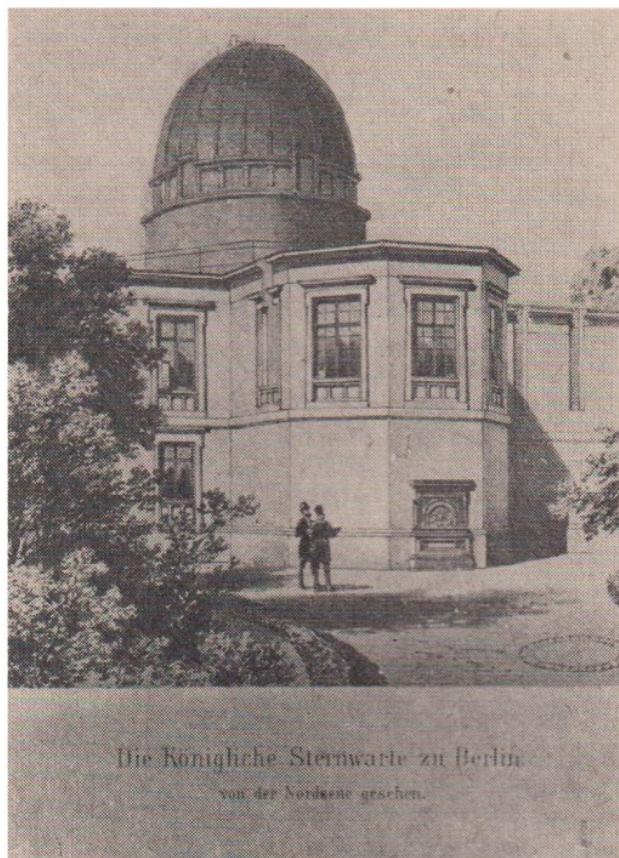
Auf dem Gebiet der Astronomie verfügt Berlin – von sporadischen Anfängen im 16. und 17. Jahrhundert, die vor allem durch den Astrologen und Medicus JOHANN CARION (1499–1537) und den Kalenderverfasser LEONHARD THURNEISER (1530–1596?) repräsentiert werden, einmal abgesehen – ab 1700 über eine lange und bedeutsame Tradition. Am 1. Juli 1700 wurde nämlich durch GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ (1646–1716) die „Brandenburgische Societät der Wissenschaften“ gegründet, der Vorläufer der heutigen Akademie der Wissenschaften der DDR. Bereits wenige Monate darauf wurde GOTTFRIED KIRCH (1639 bis 1710) als erster akademischer Astronom berufen, der im Jahre 1680 einen Kometen entdeckt und 1682 den Kometen Halley als einer der ersten Astronomen beobachtet hatte. Ab 1711 stand für astronomische Beobachtungen die erste Berliner Sternwarte zur Verfügung, die sich am Ort der heutigen Universitätsbibliothek der Humboldt-Universität befand. Zu den wichtigsten Aufgaben der Societät zählte übrigens die Herausgabe amtlicher Kalender nach der Gregorianischen Kalenderreform, die anfangs KIRCH zu berechnen hatte und die für die Societät eine beträchtliche Einnahmequelle darstellten. Nach J. H. HOF(F?)MANN (1669–1716) wurde CHRISTFRIED KIRCH Nachfolger im Amt des Direktors der Sternwarte,

wobei ihn seine Mutter MARIA MARGARETHA tatkräftig unterstützte. Eine Periode kurzzeitiger Direktorate schloß sich an; immerhin finden sich aber unter den Leitern Träger so bekannter Namen wie J. J. LALANDE (1732–1807) und F. U. Th. AEPINUS (1724–1798). JOHANN BERNOULLI III (1744–1807) blieb dann von 1764 bis 1786 im Amt. Zu seinen vielseitigen Arbeiten zählt auch die Herausgabe einer mathematischen Fachzeitschrift gemeinsam mit HINDENBURG.

An der Berliner Akademie wirkten übrigens um jene Zeit zwei Gelehrte von Weltgeltung auf dem Gebiet der Mathematik und theoretischen Astronomie: LEONHARD EULER (1707–1783) und JOSEPH LOUIS LANGRANGE (1736–1813). EULER weilte von 1741 bis 1766 in Berlin, wo er als Direktor der mathematischen Klasse der Akademie wirkte, während LANGRANGE diese Funktion von 1766 bis 1787 bekleidete. Die Berliner Jahre spielen also in der wissenschaftlichen Biographie der beiden Geistesgrößen eine bedeutsame Rolle. LANGRANGE veröffentlichte in dieser Zeit z. B. rund 150 wissenschaftliche Arbeiten, darunter zahlreiche zu astronomischen Problemen, so auch die berühmte Arbeit über die Spezialfälle des Dreikörperproblems.

Nachfolger BERNOULLIS im Amt des Sternwartendirektors wurde JOHANN ELERT BODE (1747 bis 1826). Er machte sich vor allem durch die jahrzehntelange Herausgebertätigkeit des Berliner „Astronomischen Jahrbuchs“ einen Namen, das 1774 von JOHANN HEINRICH LAMBERT gegründet worden war und zugleich auch als Kommunikationsorgan für wissenschaftliche Veröffentlichungen diente, ehe die ersten dauerhaften astronomischen Fachzeitschriften sich etablierten. Neben seiner Tätigkeit als Rechner wirkte BODE aber auch als Autor populärwissenschaftlicher Schriften, die große Verbreitung erlangten, sowie durch die Edition seiner berühmten Sternatlanten „Die Gestirne“ (1782) und „Uranographia“ (1801). 1825 kam dann JOHANN FRANZ ENCKE (1791 bis 1865) nach Berlin. Unter seiner Leitung wurde der Neubau der Berliner Sternwarte realisiert, des bekannten Schinkel-Baus, der für knapp 100 Jahre Heimstatt der Berliner astronomischen Forschungen blieb.

ENCKE war vor allem auf dem Gebiet astronomischer Beobachtungen sowie der Störungsrechnung tätig und paßte das „Astronomische Jahrbuch“ den modernen Erfordernissen seiner Zeit an. Insgesamt kann gesagt werden, daß die internationale Stellung der Berliner Sternwarte unter seiner Leitung ausgebaut wurde, wozu nicht zuletzt auch das von ihm geleitete Projekt der „Akademischen Sternkarten“ beitrug. Zu den bekanntesten Mitarbeitern unter ENCKE zählten JOHANN GOTTFRIED GALLE (1812–1910), JOHANN HEINRICH MÄDLER (1794–1874) und WILHELM FOERSTER (1832



bis 1921). Im Jahre 1846 gelang GALLE an der Berliner Sternwarte die Entdeckung des Planeten Neptun aufgrund der Vorausberechnung seiner Position durch den französischen Astronomen URBAN LEVERRIER (1811–1877).

WILHELM FOERSTER wurde nach dem Tode ENCKES im Jahre 1865 dessen Nachfolger im Amt. Wie ENCKE fühlte sich auch FOERSTER dem BESELschen Programm der Astronomie verpflichtet, was sich in seinen wissenschaftlichen Themen von der Beobachtung Kleiner Planeten über die Berechnung von Planetenbahnen bis zur gründlichen Untersuchung der Beobachtungs- und Instrumentenfehler widerspiegelt. FOERSTER entfaltete auch eine rege Vorlesungstätigkeit an der Berliner Universität, wobei sich die Geschichte der Astronomie als eines seiner Lieblingsgebiete herauskristallisierte.

Auch FOERSTER gestaltete das „Astronomische Jahrbuch“ erneut gründlich um und zweigte das „Astronomische Recheninstitut“ von der Sternwarte ab; dort wurde vor allem die umfangreiche Rechenarbeit geleistet, die zur Herausgabe des Jahrbuchs erforderlich war. Unter FOERSTER wurde übrigens auch die Expedition zur Beobachtung des Venusdurchgangs von 1874 vorbereitet, die zur Bestimmung der Sonnenparallaxe dienen sollte. Schließlich ist hervorzuheben, daß FOERSTER eine umfangreiche wissenschaftsorganisatorische Arbeit leistete, deren Bedeutung kaum zu überschätzen ist. Sie kann in diesem kurzen Beitrag

nur erwähnt, nicht aber im Detail gewürdigt werden. Im Zusammenhang mit diesen Aktivitäten ist übrigens auch FOERSTERS Engagement für die Schaffung einer Sonnenwarte zu sehen, aus der sich das Projekt des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam entwickelte. Noch vor Fertigstellung der Baulichkeiten ermöglichte er den ersten Wissenschaftlern die Aufnahme ihrer Forschungsarbeiten in den Räumen der Berliner Sternwarte. Von den bedeutenden Entdeckungen der Berliner Sternwarte aus jener Zeit ist besonders die Auffindung der Polhöhen Schwankungen durch FRIEDRICH KÜSTNER (1856–1936) zu erwähnen, für die das von FOERSTER zur Verfolgung seiner Sternörterbestimmungen aufgestellte Universaltransit-Instrument verwendet wurde.

Akademischer Astronom zur Zeit FOERSTERS war übrigens ARTHUR AUWERS (1838–1915), der vor allem an der Schaffung eines Fundamentalsystems von Fixsternpositionen gearbeitet und auf diesem Gebiet bedeutende Erfolge errungen hat. Auf AUWERS geht auch das Projekt zurück, alle Errungenschaften der Positionsmessungen von aktuellem Wert in einem „Katalog der Kataloge“ zusammenzufassen. So entstand das Vorhaben der „Geschichte des Fixsternhimmels“, das erst im Jahre 1966 zum Abschluß kam.

In der Nachfolge WILHELM FOERSTERS leitete HERMANN KARL STRUVE (1854–1920) das schwierige Unterfangen der Verlegung der Berliner Sternwarte nach Babelsberg (1913), um auf diese Weise den durch die Industrialisierung Berlins bedeutend schlechter gewordenen Beobachtungsbedingungen auszuweichen.

An der mit modernsten Mitteln ausgerüsteten Babelsberger Sternwarte hat schließlich PAUL GUTHNICK (1871–1947) die lichtelektrische Fotometrie in die Astrophysik eingeführt und damit eine wesentliche Genauigkeitssteigerung bei astrophysikalischen Helligkeitsmessungen herbeigeführt.

Die Weiterentwicklung der Astronomie in Babelsberg und Potsdam, u. a. mit der Errichtung des Einstein-Turmes für Sonnenphysik, dem Wirken von KARL SCHWARZSCHILD (1873–1916) und ERWIN F. FREUNDLICH (1885–1916) oder EJNAR HERTZ-SPRUNG (1873–1967) gehört zwar nicht unmittelbar dem Themenkreis der Berliner Astronomie an, ist aber doch wesentlich den von Berlin dergestalt ausgegangenen Impulsen zu danken. Auch gegenwärtig besitzt die Erforschung des Weltalls mit dem „Institut für Kosmosforschung“ der Akademie der Wissenschaften in Berlin eine Einrichtung, die den modernsten Entwicklungen vor allem der Erkundung des Sonnensystems mit Raumfahrt-Hilfsmitteln verpflichtet ist und insofern die großen Traditionen der Berliner Astronomie auf einem wichtigen Teilgebiet fortsetzt.

Ein eng mit der Entwicklung der Fachastronomie

verbundenes Wirken verzeichnet die Stadt Berlin seit mehr als 150 Jahren auf dem Gebiet der Popularisierung der Astronomie. Darüber wird in einem späteren Beitrag gesondert berichtet werden.

Literatur:

- (1) Komitee der DDR zum 750jährigen Bestehen von Berlin (Herausgeber): **750 Jahre Berlin. Das Buch zum Fest.** Berlin 1986.
- (2) TREDER, H.-J. (Herausgeber): **Sternzeiten 1 und 2.** Akademie-Verlag, Berlin 1977.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. sc. DIETER B. HERRMANN
Archenhold-Sternwarte
Berlin-Treptow
DDR - 1193

Manfred Reichstein

Das Satellitensystem des Uranus (II)

3.2. Umbriel, der dunkle Satellit

Dieser Uranussatellit (Bild 4. Umschlagseite) hat sich als einziger der fünf „altbekannten“ als etwas größerer Körper herausgestellt, als die letzten Messungen von der Erde aus mit nicht unerheblicher Fehlergrenze vermuten ließen. Es sei aber zur Ehre der Leistungsfähigkeit der ergebnissen astronomischen Forschungen gesagt, daß die jüngsten Ergebnisse von 1985 in bezug auf die Satellitendurchmesser ganz allgemein mit ihren Mittelwerten nur um etwa 5–10 % von den neuen, verbesserten Daten abweichen.

Umbriel erwies sich mit rund 1 200 km Durchmesser um fast 100 km größer als zuvor berechnet, und dies nur deshalb, weil er viel dunkler ist als die übrigen vier großen Uranusmonde, was man in keiner Weise voraussehen konnte. Nur 12 % des empfangenen Sonnenlichtes wird von seiner Oberfläche reflektiert, während Titania und Oberon etwa 20 % wieder abgeben (vgl. Tabelle). Er ist im Format aber immer noch um fast 400 km kleiner als die beiden äußeren Uranussatelliten, so daß sein Volumen – und damit auch die Masse – kaum die Hälfte bis etwa ein Drittel dieser Satelliten erreichen kann.

Nach allgemeinen planetologischen Erkenntnissen versteht sich die dunkle und an großen Einschlagkratern reiche Kruste des Umbriel als Überlieferung von Oberflächenmerkmalen, die aus sehr alter Zeit von vor über 4 Milliarden Jahren stammen, also als Eispanzer ohne Überprägung des Reliefs durch jüngere Aktivitäten in der Kruste, die z. B. aus dem Innern des Satelliten, durch

¹ s. Heft 6/1986, S. 129.

Tabelle 2: Die großen Uranussatelliten

Name	Entdecker und Jahr	Durchmesser in km	mittlerer Abstand vom Uranuszentrum in km	Umlaufzeit in Tagen	Albedo
Miranda	Kuiper	485	130 500	1,4135	$\pm 0,30$
Ariel	Lassall	1 165	191 800	2,5204	$\pm 0,30$
Umbriel	Herschel	1 190	267 200	4,1442	$\pm 0,12$
Titania	Herschel	1 595	438 000	8,7059	$\pm 0,20$
Oberon	Herschel	1 555	586 300	13,463	$\pm 0,20$

Erwärmung ableitbar wären. Umbriel gilt als der geologisch passivste aller großen Uranusmonde. Aber immerhin, einige wenige helle Stellen mit frischem Eis, darunter ein Ring nahe dem Äquator von etwa 150 km Durchmesser, gibt es doch, und solche Vorkommen zeigen an, daß auch hier, nicht allzu tief unter der heutigen, dunklen Krustoberfläche reineres Eis wohl in größerer Verbreitung anzutreffen sein dürfte.

3.3. Ariel, Uranusmond mit global zerspaltener Oberfläche

Das Gesamtbild der interessanten Reliefstrukturen dieses Satelliten weist in vielen Zügen einen hohen Verwandtschaftsgrad zu den Merkmalen der Titaniakruste auf. Auch hier sind viele, zum Teil hellumrandete Einschlagkrater zu erkennen (Bild 3, Umschlagseite). Alles in allem scheinen es aber pro Flächeneinheit weniger als bei der zum Vergleich herangezogenen Titania zu sein. Umgekehrt sind die grabenartigen Strukturelemente hier auf Ariel eindeutig zahlreicher verbreitet als auf Titania. Dies ist eigentlich erstaunlich, denn wir haben es ja bei Ariel mit einem nach Radius und Masse erheblich kleineren Satelliten als der Titania zu tun.

Als Erklärung bietet sich aus heutiger Sicht unter Berücksichtigung der erheblich größeren Nähe der Ariel zum Schwerezentrum des Uranus die Annahme an, daß es in der Frühgeschichte des Satellitensystems einmal ganz andere Abstandsverhältnisse unter seinen Trabanten gegeben haben könnte, vielleicht sogar mit einigen größeren Mondkörpern mehr, die aus nicht rekonstruierbaren Gründen vielleicht über sich im Laufe der Zeit addierende Bahnstörungen wieder verloren gegangen sind. Jedenfalls könnten dann viel eher gewisse Resonanzbeziehungen, wie sie z. B. unter den Galileischen Jupitersatelliten noch heute bestehen, über Gezeitenreibungseffekte zu einer verstärkten Aufheizung des Satelliteninnern geführt haben.

Als Begleiterscheinung wären dann ein Erweichen der Krustenmaterialien und Zerreißvorgänge an ihrer Oberfläche vorstellbar, was vor allem dann hätte der Fall sein müssen, wenn die allgemeine

Erwärmung mit expansiven Vorgängen im Innern verknüpft gewesen sein sollte. Solche Vorstellungen bleiben allerdings noch so lange bloße Arbeitshypothesen, wie wir über das wirkliche Temperaturverhalten der ohnehin noch weitgehend in ihrer speziellen Zusammensetzung unbekannten Eissubstanzen der Uranussatelliten so wenig wissen wie gegenwärtig.

Achtet man noch mehr auf die feineren Details der Arieloberfläche, so können wir ferner feststellen, daß die grabenartigen Dehnungsstrukturen sehr zur Scharung von mehreren solcher Elemente in sehr lockerer und von vielen Krümmungen gezeichneter, halbparalleler Anordnung neigen. Auch werden die größeren Gräben, die mehr als einmal auf Längen von über 500 km verfolgbar sind, sehr oft aus ihrer Hauptrichtung ausgelenkt. Das globale Netz der Dehnungselemente wirkt also auf Ariel sehr unregelmäßig und vielfach verbogen, was mit einem durch Erwärmung aus dem Innern vorübergehend relativ dünn und daher plastisch verformbar gewordenen Eispanzer eigentlich gut in Einklang zu bringen wäre.

Noch ein weiterer planetologischer Befund spricht für eine zumindest vorübergehend erhöht gewesene Krustenmobilität. Die am kräftigsten entwickelten Grabensysteme weisen nämlich dort, wo sie relativ breit sind bzw. an ihren Kreuzungsstellen mit anders ausgerichteten Dehnungselementen sehr oft eine beträchtliche Schwächung ihrer Konturen auf. Ihr Eigenrelief ist kaum noch erkennbar, selbst dann, wenn es in der Nähe des Terminators verläuft. Die Grabensohlen scheinen gerade in solchen Fällen des öfteren noch nachträglich von einem jüngeren Material überlagert worden zu sein, das vermutlich aus der Tiefe, eventuell als softeisartiger Brei, aufgestiegen ist und das sich dann speziell in den Depressionen schnell erstarrt und ausgebreitet hat.

3.4. Miranda, erstaunlich auch für Experten

Gäbe es die Miranda nicht, würde man auch ohne sie sagen können, daß die Uranussatelliten hochinteressante Krustenstrukturen aufweisen, die im Vergleich zu den Saturnmonden keineswegs auf eine passivere geologische Entwicklung ihrer Körper schließen lassen. Selbst wenn sie nur monoton durchkraterte, früher starre Eiskugeln gewesen wären, hätte es bei vielen Planetologen durchaus kein Erstaunen gegeben. Die heutigen niedrigen Oberflächentemperaturen um ca. 50–70 K sowie ihre Kleinheit hätten uns solche einfachen Erstarrungsgefüge bei den Uranussatelliten durchaus plausibel erscheinen lassen.

Es ist aber das Gegenteil der Fall. Ariel und Titania z. B. scheinen viel mehr nachträgliche Krustenveränderungen „erlitten“ zu haben als die fast gleichgroßen Saturnmonde Dione und Rhea. Eine Erklärung könnte sich hier relativ einfach aus un-

terschiedlichen Bausubstanzen in beiden Satellitensystemen ergeben. Wenn z. B. bei den sonnenferneren Satelliten anteilmäßig noch mehr leichtflüchtige Substanzen, wie z. B. Methan oder Kohlenmonoxid, in der Bausubstanz eingemischt sind, könnte das im Vergleich zu den Saturnsatelliten niedrigere Temperaturniveau im Uranussystem vielleicht in seiner erstarrenden Wirkung kompensiert werden, weil eine Verflüssigung im Innern – oder sei es auch nur ein gewisses Erweichen der Substanzen – dann schon einige zehn Grad früher einsetzt.

Doch hierfür lassen sich, vielleicht nur vorläufig, noch zu wenig sichere Fakten anführen. Vielleicht kann aber schon die ganz ungewöhnliche Oberflächenmorphologie der Miranda hierzu durch ihre besonderen Entstehungsbedingungen wenigstens die Richtung anzeigen, in der die Lösung zu finden sein sollte.



Mosaik der Miranda-Oberfläche, aus Voyager-2-Aufnahmen zusammengesetzt. Es zeigt neben Altkraterlandschaften, wie sie auf vielen Satelliten zu sehen sind, merkwürdige Furchensysteme, die in dieser Anordnung noch auf keinem anderen Satelliten zu beobachten waren. Die Bildmontage von Fotos, die aus unterschiedlicher Entfernung zu Miranda aufgenommen wurden, führte zur ovalen Verzerrung ihrer Kugelgestalt.

Als die ersten Nahaufnahmen der Miranda (siehe Bild) am 24. Januar 1986 an den Fernsehbildschirmen auftauchten, glaubten vor allem die Fachleu-

te unter den Betrachtern zunächst, ihren Augen nicht trauen zu dürfen. Solche zum Teil an riesige Rennbahnen erinnernden Arealstrukturen hatte man auf noch keinem Himmelskörper unseres Planetensystems entdecken können. Man war gänzlich unvorbereitet, und schnell bürgerte sich unter Planetologen, sozusagen für den Hausgebrauch, der Spitzname „Circus Maximus“ in Analogie zu den antiken Wettkampfstätten der Römer als Typenbezeichnung für diese auffälligen Großfiguren ein.

Insgesamt sind drei solcher Felder auf den Miranda-Bildern zu erkennen: die zwei größeren von über 300 km Durchmesser liegen am Rand der einsehbaren Miranda-Hemisphäre einander fast gegenüber und befinden sich mit erheblichen Teilen sogar außerhalb des Sichtbereiches. Diese beiden Figuren verdienen auch am ehesten den Vergleich mit einem als Oval angelegten Rennbahngelände. Die „Feinstruktur“ der Grundform besteht in beiden Fällen aus einem Furchensystem, das allerdings in der Kernzone nur undeutlich ausgeprägt ist, und das in seinen bestkonturierten Großrippen Relief Höhenunterschiede zu den jeweils flankierenden Furchenbereichen von mindestens mehreren hundert Metern bis zu mehr als einem Kilometer erkennen läßt. Das kleinste dieser eigentümlichen Furchenfelder, welches uns vollständig und sehr detailliert von der Voyager-Sonde ins Bild gebracht wurde, weist im Vergleich zu den beiden Randobjekten noch einige Besonderheiten auf. Insgesamt gesehen sind vor allem seine Außenkonturen weit weniger abgerundet und eher kastenförmig gestaltet.

Mehr oder weniger parallel zur äußeren Randbegrenzung finden wir nun auch hier im Innern des sonderbaren, fast an ein Trapez erinnernden Feldes zahlreiche Furchen ausgebildet. Im zentralen Teil nimmt das Furchensystem durch das Vorherrschen von zwei annähernd rechtwinklig zueinander verlaufenden Richtungen fast V-förmige Gestalt an. Man spricht dieses System auch als „Chevron“- oder Fischgrätenmuster an. Merkwürdigweise erscheint nun das Eis dieser „Chevron“-Struktur in der Kernzone aus viel hellerem Material zusammengesetzt zu sein als das der übrigen Furchenareale dieses ungewöhnlichen Komplexes.

Es darf uns letztlich kaum verwundern, daß es zur Entstehung solcher Furchenfelder noch keine einhellig akzeptierte Theorie gibt. Meinungen wurden jedoch schon viele geäußert. Wir wollen hier einige Motive der bisher planetologisch begründeten Hypothesen interpretieren und ergänzen dazu unser Wissen zunächst noch durch einige weitere wichtige Fakten.

Da wäre zunächst einmal festzuhalten, daß die sonstige Miranda-Oberfläche außerhalb der Furchenfelder viel kraterreicher ist als diese eindeutig

jüngeren Strukturen. Es dominiert aber sonst der Typ einer an Einschlagkratern gesättigten Oberfläche eines Satelliten, wie wir sie schon lange in ganz ähnlicher Form von den sogenannten Hochländern des Mondes, vor allem von seiner Rückseite, kennengelernt haben. Deutlich bleibt auf ihm die Durchschnittsgröße der jüngeren und schärfer konturierten Einschlagstrukturen hinter der älteren Kollisionsergebnisse zurück. Auf Miranda könnten diese an Einschlagkratern gesättigten Regionen mit hoher Wahrscheinlichkeit der später nur noch wenig veränderten Urkruste entsprechen.

Dehnungsstrukturen in Form vielfältig sich überschneidender Grabenbrüche und einzelner Verwerfungen mit Sprunghöhen von sogar mehreren Kilometern fehlen in dieser Urkruste nicht (Bild Titelseite). Manche von ihnen machen auch vor den Furchensystemen nicht halt, so daß sie sicherlich mit zu den jüngsten, reliefverändernden Ereignissen an der Mirandaoberfläche gehören.

Suchen wir nun wenigstens für das interne Furchenmuster nach vergleichbaren Geländeformen auf anderen Satelliten in unserem Sonnensystem, so wären hier am ehesten noch die riftartigen Spaltensysteme auf Ganymeds jüngerer Eiskruste zu nennen. Vor allem mit dem sogenannten Chevronmuster ergeben sich gewisse Übereinstimmungen. Genetisch wäre dann wenigstens ein Teil der Miranda-Furchenbündel als Spaltenfüllungen anzusehen, die durch aus der Tiefe aufgequollenes Material entstanden sein könnten. Was aber war dann der Grund für so eng begrenzte Mobilitäts-Komplexe? Hierzu wurde schon wenige Tage nach Bekanntwerden der Voyager-Aufnahmen ernstlich die Frage zur Diskussion gestellt, ob Miranda nicht dadurch seine heutige Form und Dimension erhalten haben könnte, daß zuvor ein viel größerer Mutterkörper durch Kollision mit einem kaum kleineren Objekt in viele Teilstücke zerschlagen wurde, wobei sich einige der weniger stark beschleunigten „Bruchstücke“ erneut zu einem Uranussatelliten vereinigen konnten, allerdings zwangsläufig nunmehr zu einem Körper von viel geringerem Format, eben der Größe der Miranda. Dort, wo nun relativ schwere und große Reliktkörper unter den wiederverschmelzenden Massen die Tendenz zum Absinken im Rahmen der weiteren Krustenentwicklung zeigten, sollten sich eventuell an der Oberfläche darüber eine Art Verschluckungsfaltenwülste ausgebildet haben, die wir in Form der beschriebenen Furchenmuster bis heute erhalten vorfinden.

Eine solche Ereignisfolge mag für den planetologisch Unerfahrenen noch recht abenteuerlich klingen –, und mag es in einzelnen vermuteten Phasen auch sein; doch der Zerfall von Satelliten durch katastrophale Kollisionsergebnisse wird auch ohne die Miranda-Oberflächenphänomene

in der Planetologie für noch andere Satellitenbeispiele, z. B. solche im Saturnsystem, schon seit einiger Zeit intensiv diskutiert.

Vielleicht ist uns mit Miranda aber tatsächlich nur eine besondere Variante bzw. ein bestimmtes Stadium der initialen Krustenmobilisation durch Erstarrung der Vorgänge wegen Energiemangels bis heute erhalten geblieben. Der Verfasser dieser Zeilen neigt mehr zu dieser einfachen Grundkonzeption mancher Planetologen, wonach die vorübergehende Erwärmung des Innern der kleinen Miranda nur örtlich zum Austritt verflüssigter Eisarten, vielleicht von Methan oder seinen Reaktionsprodukten, auf langen Spalten führen konnte.

Anschrift des Verfassers:

Doz. Dr. MANFRED REICHSTEIN
Martin-Luther-Universität
Sektion Geographie
Domstraße 5
Halle
DDR - 4020

Dietmar Fürst

Joseph Fraunhofer (1787 – 1826)

Am 6. März diesen Jahres begehen wir den 200. Geburtstag eines Pioniers der modernen technischen Optik, JOSEPH FRAUNHOFER (s. Bild 2, Umschlagsseite). Er stammte aus der kinderreichen Familie eines unter dürftigen Verhältnissen lebenden Glasermeisters in Straubing. Schon mit 12 Jahren mußte er für 6 Jahre in die Lehre eines Spiegelmachers und Glasschleifers aus München gehen. Ein Geldgeschenk des regierenden Kurfürsten erlaubte es ihm, sich von seinem Dienstherren loszu kaufen und in einer Feiertagsschule Schreiben und Rechnen zu lernen. Der Referendar und Techniker JOSEPH von UTZSCHNEIDER (1763–1840) erkannte das Talent FRAUNHOFERS und förderte ihn. Nachdem sein Versuch, sich zu verselbständigen, indem er Brillengläser schliff und Metallgravierungen nahm, scheiterte, mußte er sich wieder als Glasschleifer bei seinem ehemaligen Lehrmeister verdingen. Mit der Gründung eines optisch-mechanischen Instituts von UTZSCHNEIDER, GEORG FRIEDRICH von REICHENBACH (1772–1826) und JOSEPH LIEBHERR (1767–1840) Anfang des 19. Jahrhunderts trat für FRAUNHOFER die glückliche Wende ein. Ab 1807 arbeitete er als Optiker in der neu gegründeten Werkstatt in Benediktbeuern. Mit einer Arbeit über die Abweichung der optischen Achse von Teleskopspiegeln wurde er in der Fachwelt bekannt. Zu dieser Zeit waren viele Sternwarten im Besitz eines HERSCHELschen Spiegeltele-

skops von 2 bis 3 m Länge. Dank seiner hervorragenden Leistungen wurde FRAUNHOFER am 7. 2. 1809 in die Leitung des Unternehmens aufgenommen und leitete von da an die optische Werkstatt. Ab 1811 unterstanden ihm auch die Glasschmelzarbeiten. Es gelang ihm mit den damals üblichen Grundstoffen Blei, Kalium, Kalzium, Natrium, Sauerstoff, Silizium, seine mit recht bewunderten Glassorten herzustellen: das schwere, das Licht stark brechende und zerstreuende Bleiglas (Flintglas) und das leichtere und Lichtstrahlen weniger stark brechende und zerstreuende Kalkglas (Kronglas). Durch das Ausscheiden des Mitbegründers des mech.-opt. Instituts, REICHENBACH, erweiterte sich FRAUNHOFERS Wirkungskreis. Das neue Unternehmen „UTZSCHNEIDER & FRAUNHOFER“ erlangte bald durch die bewundernswerten Instrumente Weltruhm (s. Bild 2. Umschlagseite). In FRAUNHOFERS Schrift „Brechungs- und Farbzestreunungs-Vermögens verschiedener Glassorten in Bezug auf die Vervollkommnung achromatischer Fernröhre“, führt er in der Einleitung folgendes an: „*Bey Berechnung achromatischer Fernröhre setzt man die genaue Kenntnis des Brechungs- und Farbzestreunungs-Vermögens der Glassorten, die gebraucht werden, voraus. ... Mehrjährige Erfahrungen ... führten mich auf neue Methoden, ..., die ich hier, weil mehrere Gelehrte es wünschen, bekannt mache.*“

Bei der Bestimmung der Brechungsverhältnisse der Gläser für die Berechnung achromatischer Linsen entdeckte er im Lampenspektrum die Doppellinie des Natriums, die er fortan zur Justierung der Glassorten benutzte. Doch die überragendste Entdeckung, die er in dieser Arbeit beschrieb, sind die Linien im Sonnenspektrum. FRAUNHOFER beschreibt sehr ausführlich die Versuche, die zu dieser Entdeckung führten. Resümierend führt er an: „Ich habe mich durch viele Versuche und Abänderungen überzeugt, daß diese Linien und Streifen in der Natur des Sonnenlichtes liegen, und daß sie nicht durch Beugung, Täuchung usw. entstehen“. Mit dieser Analyse erarbeitete er die Grundlage für die Erforschung der Sonnen- und Fixsternatmosphären. Daß er aufgrund dieser Arbeit zum Auswärtigen Mitglied der Bayerischen Akademie wurde, ist für die damalige Zeit ungewöhnlich, da FRAUNHOFER keinerlei akademische Bildung besaß.

Die erste große Arbeit über die Beugung des Lichtes, die von FRAUNHOFER stammt, trägt den Titel „*Neue Modifikation des Lichtes durch gegenseitige Einwirkung und Beugung der Strahlen, und Gesetze derselben*“. Diese Abhandlung legte er am 14. 7. 1821 der Bayerischen Akademie vor und erlangte mit ihr die Ehrendoktorwürde der Universität Erlangen.

In ihr beschreibt er u. a. die Entdeckung der Gitterspektren und die damit in Zusammenhang stehenden

genaueren Lichtmessungen. Berühmt ist FRAUNHOFER aber vor allem durch seine Linsenfernrohre geworden. Durch sie verhalf er dem Refraktor wieder zu steigender Geltung. Seine Stellung zu den Spiegelteleskopen kommt in der Einleitung zu der Arbeit „*Über die Construktion des soeben vollendeten großen Refractors*“ (1824) zum Ausdruck. „*Die größten Sehwerkzeuge, welche bisher existierten, sind die aus Metallspiegeln bestehenden Teleskope. Da aber der vollkommenste Metallspiegel nur einen geringen Teil des auffallenden Lichtes reflektiert, und der größere Teil absorbiert wird, so müssen die Spiegelteleskope ungleich groß seyn, um große Wirkung hervor zu bringen, ... Ohngeachtet die bis jetzt angewendeten größeren achromatischen Fernröhre, im Vergleich mit den großen Spiegelteleskopen, nur klein sind, so haben erstere in mancher Beziehung doch mehr geleistet, als letztere.*“

FRAUNHOFER geht besonders auf die Unbrauchbarkeit der Spiegelteleskope als Meridianinstrumente ein. Die beiden bekanntesten Fernrohre aus der Werkstatt von FRAUNHOFER sind der große Refraktor für die Dorpater (heute Tartuer) Sternwarte und das Heliometer für das Königsberger (heute Kaliningrader) Observatorium, welches erst 1829 zur Aufstellung kam. Das erstgenannte Instrument wurde von FRIEDRICH GEORG WILHELM STRUVE (1793–1864) am 10. 11. 1824 in Empfang genommen. Es war zu damaliger Zeit mit einem Linsendurchmesser von 24,4 cm und einer Brennweite von 4,3 m ein Riesenfernrohr. STRUVE äußert sich sehr lobend über dieses Instrument: „*Staunend stand ich nun vor dem herrlichen Kunstwerk, unentschieden, was mehr zu bewundern sey, die Schönheit der Formen des Ganzen und die Vollendung derselben bis ins kleinste Detail, oder die Zweckmäßigkeit der Aufstellung und der so sinnreiche Mechanismus zur Bewegung, oder die unvergleichliche optische Kraft und Präzision der Bilder.*“

Ein Ausdruck der Leistungsfähigkeit der Fraunhoferschen Instrumente ist die Tatsache, daß mit diesen ein grundlegendes Problem der Astrometrie, die Auffindung der Sternparallaxen, gelöst wurde. FRAUNHOFERS letzte wissenschaftliche Arbeit trägt den Titel „*Theorie der Höfe, Nebensonnen und verwandter Phänomene mit Versuchen zur Bestätigung derselben*“ (1825). In dieser Schrift faßt er die bekannten Beobachtungen und Darstellungen dieser Naturphänomene von HEVELIUS (1661) bis WREDE (1800) zusammen. Im zweiten Teil geht er dann auf die Entstehung der einzelnen Erscheinungen ein. Auf der Höhe seiner Schaffenskraft erlag FRAUNHOFER nach achtmonatiger Krankheit am 7. Januar 1826 einem Lungenleiden. Er hat in seinem nur 39jährigen Leben grundlegende Veränderungen in der Instrumentenkunde herbeigeführt. Ihm verdanken wir entscheidende Arbeiten zur physikal-

schen Untersuchung des Sonnenlichtes bis zur praktisch-optischen Anleitung zum Bau leistungsfähiger Linsenfernrohre. Eine Würdigung sollte dieser große Physiker auch im Astronomie-Unterricht in der Stoffeinheit „Die Sonne“ finden.

Literatur:

- (1) LOMMEL, E.: **JOSEPH von FRAUNHOFERs gesammelte Schriften**, München 1888.
- (2) STRUVE, F.: **Nachricht von der Ankunft und Aufstellung des Refraktors von FRAUNHOFER auf der Sternwarte . . .**, AN, 4 (1826), Sp. 38.
- (3) Autorenkollektiv: **Dem Andenken an JOSEPH FRAUNHOFER . . .**, Die Naturwissenschaften, 14 (1926), S. 521 bis 554.
- (4) HERRMANN, D. B.: **Geschichte der modernen Astronomie**, Leipzig, 1984.

Anschrift des Verfassers:

DIETMAR FURST
Archenhold-Sternwarte
Alt Treptow 1
Berlin-Treptow
DDR • 1193

Uwe Walther

Orientierung und Beobachtung

Schulastronomische Beobachtungen gestatten den Schülern die unmittelbare Auseinandersetzung mit einigen Objekten, die im Fach Astronomie behandelt werden. Eigenen Beobachtungen der Schüler ist die gleiche Bedeutung beizumessen wie den Schülerexperimenten in anderen naturwissenschaftlichen Fächern. Sie fordern die Schüler zu hoher Aktivität heraus, die sich positiv auf den gesamten Astronomieunterricht auswirkt, wenn Beobachtungen und Unterricht vom Lehrer im Sinne des Lehrplans in ihrer Einheit verstanden, geplant und durchgeführt werden. Diese Einheit wird vom neuen Lehrplan (1) durch die Ausweisung der Beobachtungen in Form von Schülertätigkeit vor den drei Stoffgebieten mit der Zumesung von je einer Unterrichtsstunde unterstrichen. Die im Lehrplan geforderten drei Beobachtungsstunden werden im allgemeinen auf zwei abendliche Beobachtungsveranstaltungen verteilt, häusliche Beobachtungen müssen (und können) berücksichtigt werden, Tagbeobachtungen (Sonne) sind zeitlich klug zu planen. Die Möglichkeit, Beobachtungen am Morgen im Winterhalbjahr durchzuführen, wird man ins Auge fassen. Dem Lehrer bleibt es unbenommen, sich auch zur Gestaltung einer im Lehrplan nicht geforderten Beobachtungsveranstaltung am Nachmittag zu entschließen, aus der sich nicht zu übersehende Vorteile ergeben. Die Zeitdauer von 30 Minuten, – auf den Schüler bezogen – gewinnt er aus dem

Gesamtzeitfonds für die Beobachtungen von 135 Minuten.

Einen wesentlichen Schwerpunkt des ersten Beobachtungsabends bildet das Lösen von Orientierungsaufgaben. Außerdem wird man auch mindestens eine Aufgabe zur Beobachtung eines Objekts des Sonnensystems planen. Die Messung der Horizontkoordinaten von Objekten verbindet man sinnvoll mit der Aufgabenstellung zum Nachweis der scheinbaren täglichen Bewegung der Himmelskörper durch je eine Messung zu Beginn und gegen Ende der Veranstaltung. Bezieht man auch die Messung des Polarsterns mit ein, so läßt sich diese Aufgabe mit der Behandlung des Zusammenhangs zwischen Polhöhe und geographischer Breite verbinden. Aufgaben zur Orientierung am Sternhimmel zielen in erster Linie auf die Entwicklung des Könnens der Schüler. Sie müssen es beim Lösen von astronomischen Beobachtungsaufgaben einsetzen, da das Orientieren Bestandteil astronomischer Beobachtungen ist und einen der eigentlichen Beobachtung einer astronomischen Erscheinung oder eines Objektes vorausgehenden Schritt darstellt. Der erste Beobachtungsabend ist deshalb in un trennbarem Zusammenhang mit der Behandlung des Stoffs zur Orientierung am Sternhimmel zu betrachten und zu planen.

Wichtige **Vorüberlegungen** bei der Planung der Stunden zur Orientierung am Sternhimmel und des ersten Beobachtungsabends betreffen

- (1) die hohen Anforderungen an das Abstraktionsvermögen der Schüler bei der Behandlung der Orientierung am Sternhimmel
- (2) die verschiedenartigen Anforderungen, die in komplexer Weise bei den Beobachtungen auf die Schüler einstürmen, wie die vielfältigen und sehr verschiedenenartigen Tätigkeiten beim Orientieren, bei der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Beobachtungen und das Arbeiten unter ungewohnten Bedingungen.

zu (1): Unter Berücksichtigung der didaktischen Prinzipien der Anschaulichkeit und der Faßlichkeit bewährt sich folgende Reihenfolge bei der Führung der Schüler auf ein höheres Abstraktionsniveau bis hin zur geistig-konkreten Durchdringung des Stoffs zur Orientierung:

- a) Vertrautmachen mit dem Modell „scheinbare Himmelskugel“, den wichtigsten gedachten Punkten und Linien an ihr und dem Horizontsystem, ausgehend von der unmittelbaren Anschauung im Freien am Tage während der normalen Unterrichtszeit
- b) Übertragen dieses „Anblicks von innen“ aus der so gewonnenen räumlichen Vorstellung auf die räumliche Darstellung in der Ebene, z. B. des Horizontsystems an der Wandtafel
- c) Übergang von der Darstellung in der Ebene auf den „Anblick von außen“ auf die Himmelskugel und das mit ihr verbundene Horizontsystem,

- z. B. mittels Tafelbild oder / und der AT „Horizontsystem“ bzw. einer Lehrbuchabbildung
- d) Anknüpfend an den „Anblick von innen“ Übergang auf eine rein ebene Darstellung (als Ergebnis einer Projektion) z. B. auf der Wandkarte „Nördlicher Sternhimmel“, auf der drehbaren Sternkarte und den Arbeitssternkarten
- e) Verknüpfung der drehbaren Sternkarte in ihrer Anwendung als Orientierungshilfsmittel während des ersten Beobachtungsabends mit dem originalen Sternhimmel
- f) Anwendung der Sternkarte bei der Behandlung der Sterne und bei späteren Beobachtungen, was der weiteren Festigung des Stoffes dient.

Diese Konzeption verlangt die Durchführung des ersten Beobachtungsabends **nach** der unterrichtlichen Behandlung der wesentlichen Inhalte zur Orientierung. (Im Gegensatz hierzu strebt man Beobachtungen astronomischer Objekte und Erscheinungen im obligatorischen Unterricht im allgemeinen **vor** der unterrichtlichen Behandlung des zugeordneten Stoffs zur Gewinnung empirischer Grundlagen an.) Als besonderer Vorteil ergibt sich, daß der Beobachtungsabend im allgemeinen unmittelbar nach Wegfall der MESZ und damit zu günstiger Abendzeit realisiert werden kann.

zu (2): Zu einer Entlastung des ersten Beobachtungsabends führt die Einführung des Horizontsystems im Freien am Tage mit entsprechenden praktischen Übungen. Eine starke Entlastung ergibt sich außerdem durch die Gestaltung einer Beobachtungsveranstaltung am Nachmittag am zweckmäßigsten nach der zweiten Astronomiestunde im Zusammenhang mit der dort erfolgten Behandlung der Beobachtung in der Astronomie. Sie befaßt sich mit dem Fernrohr und der Beobachtung der Sonne. Dabei lernt der Schüler spezifische Bedingungen einer astronomischen Beobachtung kennen und übt das Protokollieren. Dadurch bietet sich eine ausgezeichnete Möglichkeit zu unmittelbaren und individuellen Kontrollen und notwendigen Korrekturen und zum besseren Kennenlernen erstmalig übernommener Klassen. Die Arbeit muß mit kleineren Schülergruppen erfolgen, die in halbstündigen Abständen bestellt werden. All das wirkt sich positiv auf Entwicklung des Lehrer-Schüler-Verhältnisses aus. Die Beobachtung der Sonne im Spätsommer erweist sich zudem als bedeutend günstiger wegen des noch relativ hohen Sonnenstandes. Insgesamt ergibt sich also eine gute Einstimmung auf den Beobachtungsabend.

Auf die Beobachtung wird bereits zu Beginn des Astronomieunterrichts eingegangen.

... Informieren über Ausführung obligatorischer Beobachtungen und deren Zweck (Motivierung!), weitere vorbereitende Hinweise ...

... Aufbau und Wirkungsweise des Fernrohrs; (gegebenenfalls Vorbereiten der Nachmittagsveranstaltung) ...

Die vorgeschlagene **Nachmittagsveranstaltung**, die Behandlung der Orientierung am Sternhimmel und der **erste Beobachtungsabend** werden nachfolgend im Ablauf skizziert:

Nachmittagsveranstaltung

1. **Eigenschaften und Bedienung des Schulfernrohrs:**
Belehrung; Einstellen eines terrestrischen Objekts; Fokussieren; Feststellen der umkehrenden, seltenvertauschenden und vergrößernden Wirkung; evtl. Ermitteln der Vergrößerung (empirisch oder/und rechnerisch); Beobachten mit Okularrevolver: Feststellen des Unterschiedes, Feststellen des Zusammenhangs zwischen Vergrößerung und Durchmesser sowie Helligkeit des Gesichtsfeldes, Handhaben der Grob- und Feineinstellung.

2. **Beobachtung der Sonne:**

Belehrung; Erläutern von Methoden zur Sonnenbeobachtung; Beobachten der Sonne: Form, Farbe, Begrenzung, Randverdunkelung, evtl. sichtbare Flecke mittels Projektionsmethode; Protokollieren (Erscheinungen, Bedingungen).

Orientierung (1)

1. **Groborientierung am Sternhimmel:**

- Problemstellung, Begriff „scheinbare Himmelskugel“
- Sternbilder (Historisches, Begriff, Zweck)

2. **Das Horizontsystem**

- Problemstellung: genaue Positionsangabe ...
- Notwendigkeit der Einführung von zwei Koordinaten

Erarbeitung im Freien:

- **scheinbare Himmelskugel**, wichtige gedachte Punkte und Linien an ihr: Horizont, Zenit, Meridian, S-, N-, W-, O-Punkt
- **Einführen des Horizontsystems:** Aufbauen des Fernrohres (horizontale Montierung) — Darstellen des Horizonts, des Zenits — Einrichten der N-S-Richtung — Darstellen der Himmelsrichtungen N, S, W, O — Azimut α : Zählweise (Nullpunkt, Richtung; Angaben in Grad), Definitionsbereich, Einstellen und Ablesen von Werten — Höhe h (analog) — Messen der Koordinaten eines eingestellten Objekts auf der Erde — Schätzen der Koordinaten.

- Festigung (im Klassenraum): Anknüpfen an den „Anblick von innen“ (Tafelskizze) — Übergehen zum „Anblick von außen“ (z. B. mit AT Horizontsystem) — Üben in der Angabe von Punkten mit gegebenen Koordinaten, (ein Beispiel als Hausaufgabe) — Zusammenfassen wesentlicher Kenntnisse.

Orientierung (2)

1. Wiederholung und Übung zum Horizontsystem (mündliche Leistungskontrolle)

2. **Scheinbare tägliche Bewegung aller Himmelskörper und ihre Ursache**

- Anknüpfen an Kenntnisse über die scheinbare Sonnenbahn; Erklären von Tag und Nacht
- Voraussagen der scheinbaren täglichen Bewegung aller (anderen) Himmelskörper, (Nachweis mit Sternspuraufnahmen)
- Himmelpol, Himmelsäquator; Auffinden des Polarsterns und der Nordrichtung mittels Sterngruppe „Großer Wagen“

3. **Drehbare Sternkarte**

- Aufbau (einschließlich behandelter Punkte und Linien)
- Einstellen für Tag und Uhrzeit des Beobachtungsabends
- Aufsuchen von Sternbildern des Beobachtungsabends in bestimmten Richtungen (z. B. auf dem Meridian vom Zenit zum Südpunkt usw.).
- Simulieren der praktischen Benutzung der Karte zum Orientieren am Sternhimmel

- Einführen des Ablesens von Azimut und Höhe, Üben im Ablesen, beobachtbare Sterne

- Simulieren der scheinbaren täglichen Bewegung

- Bestimmen von Auf- und Untergangszeiten sowie Koordinaten von zu beobachtenden Sternen

4. **Vorbereitung des ersten Beobachtungsabends**

(Protokolle, Hilfsmittel, Kleidung, Ort, Tag, Uhrzeit, Dauer, Belehrung)

Am folgenden Beobachtungsabend können sich die Schüler bei Durchführung der Nachmittagsveranstaltung auf Wesentliches konzentrieren: Praktisches Orientieren am Sternhimmel, Bearbeiten astronomischer Beobachtungsaufgaben; Bewältigen der Schwierigkeiten beim Arbeiten in dunkler Umgebung.

1. Beobachtungsabend

- (1) Aufsuchen der Sterngruppe Großer Wagen und des Polarsterns; Bestimmen des Meridianverlaufs
- (2) Betrachten horizontnaher Sterne von einem bestimmten Beobachtungsort aus
- (3) Schätzen und Messen der Horizontkoordinaten von Objekten in südlicher Richtung (z. B. Alair, Jupiter) und des Polarsterns (Protokoll!)
- (4) Aufsuchen wichtiger Sternbilder und Sterne (Großer Bär, Kleiner Bär und Polarstern <W>, Kassiopeia, Schwan mit Deneb, Leier mit Vega, Adler mit Alair) ohne und mit drehbarer Sternkarte
- (5) Beobachten eines Planeten und/oder des Mondes ohne und mit Fernrohr (Protokoll!)
- (6) und (7) wiederholen von (1) und (2) (Protokoll!)

Die Abrundung der Behandlung der Stoffeinheit „Orientierung am Sternhimmel“ erfolgt in der an den Beobachtungsabend anschließenden Stunde. In dieser wird auch in die nachfolgende Stoffeinheit eingeführt bzw. deren Behandlung wird fortgesetzt, wenn der Beobachtungsabend ungünstiger Bedingungen wegen verschoben werden mußte:

1. Inhalte zur Orientierung:

- Schriftliche Leistungskontrolle (Horizontsystem, Sternkarte)
 - Auswertung des Beobachtungsabends und der Beobachtungsprotokolle (Form und Inhalte)
 - Zusammenhang zwischen Polhöhe und geographischer Breite (Anknüpfen an den Beobachtungsabend); Vor- und Nachteile des Horizontsystems
2. Einführung in den „Überblick über das Sonnensystem“: Entwicklung der Erkenntnisse über das Sonnensystem.

Literatur:

- (1) Lehrplan Astronomie Klasse 10. In: Astronomie in der Schule 23 (1986) 2.

Anschrift des Verfassers:

OL Dr. UWE WALTHER
Friedrich-Schiller-Universität Jena
Sektion Methodik des Physik- und des Astronomieunterrichts
Am Steiger 3
Jena
DDR - 6900

Günter Zimmermann

Gute Koordinierung der Inhalte, zweckmäßige Organisation

Als Fachberater im Kreis Greiz möchte ich zum Beitrag BIENIOSCHEK meine Erfahrungen und Standpunkte darlegen, die ich in meiner Arbeit vor allem an Schulen gesammelt habe, die zwar die Grundausstattung an Unterrichtsmitteln für das Fach Astronomie besitzen, aber weder über eine Schulsternwarte noch über ein Planetarium verfügen (1). Auch ich unterstütze die Auffassung, daß sich das z. Z. gültige Rahmenprogramm in der Schulpraxis bewährt. Es stellt eine wertvolle Ergänzung der im obligatorischen Astronomieunter-

richt gebotenen Ziele und Inhalte dar und ermöglicht somit eine Vertiefung und Erweiterung der Allgemeinbildung der auf diesem Gebiet begabten und/oder interessierten Schüler. Die relativ großzügigen Gestaltungsvarianten, wie

- Grundkurs, danach ein bestimmter Wahlkurs,
- Grundkurs, danach Teile verschiedener Wahlkurse,
- Grundkurs mit Wahlkurs (oder Teilen der Wahlkurse) unter Beachtung einer logischen Stoffabfolge miteinander verknüpft,

ermöglichen eine schöpferische, den örtlichen Gegebenheiten (Fachlehrerqualifikation, Schülerauswahl, Ausstattungsgrad der Schule u. ä.) angepaßte Arbeit der Kursleiter. Es kann und muß jedoch davon ausgegangen werden, daß nur durch die jahrelange Arbeit mit dem Programm vorhandene Reserven aufgedeckt werden konnten. Die im Beitrag BIENIOSCHEK hierzu angeführten Schlußfolgerungen finden meine Zustimmung. Aus meiner Sicht wird bei der Wissenvermittlung über bestimmte Themen fast ausschließlich der Lehrervortrag im Mittelpunkt stehen, da den Schülern einerseits geeignete Literatur nicht oder noch nicht im ausreichenden Maß zur Verfügung steht, ihre Erfahrungen andererseits auf vielen Gebieten zu gering sind. Sicher wird das neue Lehrbuch „Astronomie und Raumfahrt“ eine große Hilfe für das methodische und praktische Arbeiten sowohl für Lehrer wie für Schüler sein! In Verbindung mit diesem Lehrbuch stellen die im neuen Rahmenprogramm aufgeführten zahlreicher und auch konkreteren Schülertätigkeiten eine Bereicherung zur Aktivierung der Schüler auf geistigem und geistig-praktischem Gebiet dar. Die inhaltliche Entlastung des Grundkurses (vor allem auf dem Gebiet der Raumfahrt) betrachte ich als entscheidende Voraussetzung dafür, der Orientierung am Sternhimmel einen in der zeitlichen Abfolge günstigeren und inhaltlich umfassenderen Stellenwert innerhalb des Grundkurses zukommen zu lassen, da die Schüler der Klasse 9 den Kurs im allgemeinen ohne astronomische Vorkenntnisse aufnehmen und für die Orientierung als Voraussetzung weiterführender Beobachtungstätigkeit erfahrungsgemäß viel Übung benötigen.

Bereits hieran wird ersichtlich, daß in den Vorschlägen für die Weiterentwicklung des Rahmenprogramms eine bessere Koordination der Inhalte berücksichtigt wurde. Obwohl sich der Kursleiter bisher – und auch weiterhin – aus Stoffgebieten und Schülertätigkeiten des Grundkurses und der verschiedenen Wahlkurse einen eigenen Plan mit logischer Stoffabfolge erarbeiten konnte, erscheint mir die Differenzierung, im Grundkurs grundlegendes Wissen und Können anzueignen und auf diesem im Wahlkurs weiter aufzubauen, notwendig und im neuen Rahmenprogramm besser gelungen.

Mit dem Punkt 2.2. „Licht als Informationsquelle“ wurde im Grundkurs eine echte Lücke geschlossen, da den Schülern hierdurch – meiner Meinung nach – sehrzeitig und eindrucksvoll aufgezeigt werden kann, wie der Mensch aus einem Minimum an Licht von den Himmelskörpern ein Maximum an Informationen und Erkenntnissen abzuleiten in der Lage ist. Aus dieser Sicht ist es wohl verständlich, den Kursteilnehmern im Nachhinein bewußt zu machen, daß aus solchen Informationen Entwicklungsprozesse und Gesetzmäßigkeiten im Kosmos erkannt werden konnten und können.

Mit den Abschnitten „Entwicklung des Sonnensystems“ und „Entwicklungsprozesse im Weltall“ entspricht das neue Rahmenprogramm dem Wunsch vieler Lehrer und Schüler. Es gab bisher wohl kaum einen Kursleiter, der – obwohl im z. Z. gültigen Rahmenprogramm nicht ausgewiesen – diese Thematik nicht in den Unterricht einbezog. Ähnliches gilt für Diskussionen über die Existenz außerirdischer Zivilisationen.

Die Gliederung der drei Wahlkurse ist weitaus günstiger, weil abwechslungsreicher und unterschiedlicheren Bedingungen (s. o.) zum Teil machbarer. Aus der Sicht unseres Kreises ist z. B. vom z. Z. gültigen Wahlkurs 2 nur ein Teil der Punkte 2 und 3 (durch fehlendes Spezialzubehör zum Telementor, wie z. B. Okularspektroskop, Fotoeinrichtungen u. ä.) realisierbar, während uns der 3. Wahlkurs **zu einseitig physikalisch** durchsetzt ist. Das neue Programm ist dagegen im Wahlteil mehr auf **wesentliche** Erkenntnisse in Verbindung mit fachspezifischen Methoden zugeschnitten, die den **obligatorischen Unterricht vertiefen und ergänzen**. Sie geben dem Kursleiter aber auch – wie bereits erwähnt – durch zahlreiche, am abwechslungsreichen Inhalt **aufgeschlüsselte Schülertätigkeiten** (Beobachten, Messen, Berechnen, Diskutieren, Werten, Vergleichen, Erklären u. a.) **vielseitigere Gestaltungsmöglichkeiten**. Hinter den Schwerpunkten des 2. Wahlkurses „Sterne und Sternsysteme“ verbergen sich **anspruchsvolle Inhalte**, wie z. B. Populationen, lokale Gruppe, Urknall, Reliktstrahlung u. a., die manchen Leiter eines fakultativen Kurses echt fordern, den Arbeitsaufwand auch erfahrener Leiter größer werden lassen. Nach meiner Auffassung wird nur mit solch anspruchsvollen Inhalten und Aufgaben unser neues Rahmenprogramm den wachsenden Anforderungen an die Allgemeinbildung der Persönlichkeit in unserer sozialistischen Gesellschaft gerecht. Ob und wie intensiv alle Unterpunkte der Wahlteile bearbeitet werden können, wird meiner Meinung nach in starkem Maße – gerade beim 2. Wahlkurs – von beobachtungspraktischen Voraussetzungen (Spezialeinrichtungen am Fernrohr, Zusammenarbeit mit oder Arbeit in Sternwarten o. ä.), aber auch von den Interessen und Fähigkeiten der Kursteilnehmer abhängen. Für Kurse,

die z. B. in Sternwarten durchgeführt werden können, müssen allerdings – so meine ich – derartige Forderungen (zumindest für Talente) aus der Fachwissenschaft stehen.

Die **organisatorische Gestaltung** bleibt erfreulicherweise auch weiterhin recht variabel, das Spektrum der Möglichkeiten wurde sogar noch erweitert. Welche Form gewählt wird, hängt wohl in entscheidendem Maße von folgenden Faktoren ab:

- Interessen und Fähigkeiten der Kursleiter,
- Fähigkeiten und Wünsche der Kursteilnehmer,
- örtliche und schulische Voraussetzungen.

Je nach Ausgangssituation kann somit jede Variante optimalen Erfolg bringen. Abstriche an dieser Aussage müssen – gemessen an meinen Erfahrungen – nur dann gemacht werden, wenn zu einem Kurs jährlich neue Schüler der Klasse 9 stoßen. Trotz erwogener Hilfen, möglichen Differenzierungen u. ä. gibt es immer „Anfänger“ und „Fortgeschrittene“, da neben den unterschiedlichen Voraussetzungen im fakultativen Unterricht solche auch vom obligatorischen her bestehen.

Der neu in Erwägung gezogene Einjahreskurs muß sich sicher erst bewähren. Den Versuch finde ich gut, möchte aber auch meine Bedenken zum Ausdruck bringen: Es ist für mich nur schwer vorstellbar (Idealbedingungen ausgeschlossen), daß ein Jahr ausreichend ist, *alle* Schüler so zu befähigen, daß sie **selbstständig** beobachten bzw. sich **selbstständig** am Sternhimmel orientieren können. Den Einjahreskurs für Schüler der Klasse 9 nur mit dem Grundkurs durchführen zu wollen, erscheint mir mit Bezug auf den obligatorischen Astronomieunterricht zu inhaltsarm, geht es doch in der Hauptsache nur um eine Erweiterung und Vertiefung in der Befähigung der Schüler zum selbstständigen Beobachten des Sternhimmels, während ihnen tiefere Einsichten, wie sie in den Wahlkursen geboten werden, weitestgehend versagt bleiben. Warum sollte man nicht Teile des Grundkurses mit Teilen eines Wahlkurses – unter Berücksichtigung des Wissens und Könnens in der 9. Klasse – verbinden, wie das letztlich für Klasse 10 vorgesehen wird? Abgesehen von einigen physikalischen Voraussetzungen, würde sich der gesamte Wahlkurs „Raumfahrt“ auch für Schüler der 9. Klasse eignen (analog zur einstigen AG(R) „Astronautik“).

Abschließend möchte ich betonen, daß auch die zur Behandlung der einzelnen Themen vorgegebene

Wir gratulieren

Aus Anlaß der 25jährigen Tätigkeit als zentrale Weiterbildungseinrichtung für die Astronomielehrer der DDR wurde das Kollektiv der Schulsternwarte „Johannes Franz“ Bautzen mit der „Dr.-Theodor-Neubauer-Medaille“ in Gold ausgezeichnet.

nen, nicht absolut verbindlichen Stundenzahlen für die Planungsarbeit des Kursleiters eine Bereicherung darstellen. Ich bin überzeugt, daß das neue Programm ein würdiger Nachfolger des alten ist, da Wesentliches, an der Allgemeinbildung Orientiertes im Mittelpunkt steht und dem aktuellen Bezug, also der steten Wissenschaftlichkeit Rechnung getragen wird. Die erzieherischen Wirkungen auf die Formung der Persönlichkeit der Teilnehmer des Kurses werden nicht ausbleiben, wenn sich jeder Leiter den anspruchsvollen Aufgaben mit der ganzen Kraft seiner Persönlichkeit stellen wird.

Literatur:

- (1) BIENIOSCHEK, H.: Zur Weiterentwicklung der fakultativen Kurse „Astronomie und Raumfahrt“. In: Astronomie in der Schule 23 (1986) 6.

Anschrift des Verfassers:

GUNTER ZIMMERMANN
Hermann-Matern-Oberschule
Greiz
DDR - 6600

Eckart Redersborg

Territoriale Aspekte beachten

Mit Recht wird im Artikel von BIENIOSCHEK festgestellt, daß sich das Rahmenprogramm für den fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ seit 1978 bewährt (1). Die Gliederung des fakultativen Kurses in einen Grundkurs und drei Wahlkurse mit den angegebenen Inhalten stützt sich auf praktische Erfahrungen in der Arbeit mit dem gültigen Programm und findet meine Zustimmung. In meiner Tätigkeit zeigte sich, daß ein solcher Unterricht, in dem keine starre Trennung zwischen Grundkurs (1. Jahr) und Wahlkurs (2. Jahr) erfolgt, sondern wo der Grundkurs sinnvoll mit Inhalten des Wahlkurses verknüpft ist, viele Vorteile hat. Das schließt jedoch nicht aus, daß Inhalte des Wahlkurses im zweiten Jahr den Schwerpunkt darstellen könnten. Dabei schließe ich mich der Feststellung an, „daß die Schüler nach oder bereits während der Absolvierung des Grundkurses an wissenschaftlichen Untersuchungen zur Astronomie oder zur Astronomiegeschichte teilnehmen und dabei einen wesentlichen Gewinn für die Entwicklung der eigenen Persönlichkeit erzielen“ (1). Nachfolgend unterbreite ich Vorschläge, wie es durch Einbeziehung **territorialer Aspekte** gelingen kann, das Kursprogramm stärker mit dem Leben, der gesellschaftlichen Praxis im Territorium, zu verbinden, um damit den Erfolg des Kurses zu sichern. Meinen Überlegungen liegt auch der Gedanke zugrunde, daß durch einen z. B. zweijährigen fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“

nicht nur bei den Schülern ein Kenntniszuwachs zu verzeichnen sein sollte, sondern daß von ihm aus Impulse für die kulturpolitische Arbeit im Kreis eingebracht werden. Meine Vorschläge werden bestimmt durch jahrzehntelange Tätigkeit als Fachlehrer und Fachberater für Astronomie sowie durch mein heimatgeschichtliches Interesse, dem ich z. B. als Chronist der Stadt Grevesmühlen nachkomme.

Durch die Berücksichtigung territorialer Aspekte würde der Kurs lebendiger. Durch eine Vielzahl allgemeinwissenschaftlicher Arbeitsmethoden (z. B. Exkursionen, Befragungen, Literaturstudium, Nachschlagen in Lokalzeitungen) würde er weniger an den Klassenraum gebunden sein. Die Schüler würden stärker zum selbständigen Wissenerwerb angestippt werden und stolz auf ihre Arbeitsergebnisse sein. Das hätte eine große erzieherische Wirkung. Außerdem könnte für das spätere Leben das Interesse an astronomischen und astronautischen Objekten und Prozessen stärker entwickelt werden. Meine Vorschläge hätten besondere Bedeutung für Territorien ohne größere astronomische Traditionen, wie z. B. im Kreis Grevesmühlen, wo sich aber entsprechende Traditionen zu entwickeln beginnen, wo Propaganda für die populäre Astronomie im Interesse ihrer Weiterentwicklung erforderlich ist.

Vorschläge:

1. Bekanntmachen mit astronomischen Einrichtungen und Denkmälern in der DDR

- Wichtige Einrichtungen der astronomischen Beobachtung (z. B. Sternwarten, Planetarien, VEB Carl Zeiss Jena)
- Astronomische Uhren (allgemeine Bedeutung, Standorte, Besonderheiten)
Wenige Angaben, zentral erarbeitet, würden dazu genügen.
- Besichtigung der nächstgelegenen astronomischen Uhr
- Sonnenuhren im Kreisgebiet
- Museen mit Objekten zu astronomischen Fakten
- Großsteingräber als steinzeitliche Observatorien? (Gilt besonders für den Kreis Grevesmühlen)

2. Archivstudien zu astronomischen Ereignissen in alten Zeitungen, z. B. Wiederkehr von Kometen, Sonnen- und Mondfinsternisse, Nordlichter

Derartige Untersuchungen wären zwar oftmals nur in Einzel- oder Schülergruppenarbeit zu bewältigen, aber deren Auswertung würde die Tätigkeit im fakultativen Kurs beleben.

3. Archivstudien zu Raumfahrt Ereignissen in Zeitungen unserer Zeit, z. B.: wie reagierten die Einwohner des Kreises auf bestimmte Ereignisse, u. a.

- Start des ersten Sputniks
- Start und Ergebnisse von Lunik 1 bis 3
- Start der ersten Kosmonauten (z. B. GAGARIN, TITOW, TERESCHKOWA, KOMAROW, JÄHN)

– Welche Initiativen wurden durch solche Ereignisse lokal verbunden?

Dadurch würden nicht nur bestimmte Probleme der Raumfahrt für sich dargestellt, sie würden gleichzeitig eine lokale Bedeutung erlangen.

4. Erforschung astronomischer Traditionen im Kreis

– Erforschen des Wirkens von Persönlichkeiten des Kreises, die Anteil an der Entwicklung der Astronomie oder des Astronomieunterrichts haben (Berufs- und Hobbyastronomen, Lehrer)

Untersuchungen zu den Punkten 3 und 4 wären ebenfalls überwiegend in Einzel- oder Schülergruppenarbeit zu bewältigen. Möglichkeiten zur frontalen Einbeziehung aller Kursteilnehmer bieten sich aber an. Betonen möchte ich, daß es bei meinen Vorschlägen nicht um einen gesonderten Wahlkurs geht. Aber über den Verlauf von zwei Jahren Tätigkeit eines fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“ sollte der Leiter die Möglichkeit nutzen, zumindest einige der genannten Punkte in seine Tätigkeit einzubeziehen, um so den Kurs noch lebendiger zu gestalten.

Unterstützen möchte ich weiterhin den Aspekt der tätigkeitsorientierten Wissensaneignung in bezug auf das selbständige Beobachten, wobei die Betonung tatsächlich auf selbständig liegen sollte, was natürlich nicht die kollektiven Beobachtungen ausschließt. Der selbständigen Beobachtung kommt für das Verstehen astronomischer Sachverhalte große Bedeutung zu. Die tägliche Bewegung des Mondes in bezug auf den Horizont, zu Planeten oder bekannten Sternen, die Mondphasen, die Bewegung der Planeten am Sternhimmel sind selbständig ohne Hilfsmittel gut beobachtbar. Während des fakultativen Kurses kann unabhängig von der Thematik des z. Z. behandelten Grundkurses oder Wahlkurses eine Auswertung dieser selbständigen Beobachtungen erfolgen. Wichtig ist es auch, den Kursteilnehmern Bewährungssituationen zu schaffen, z. B. als Helfer bei Beobachtungen im Astronomieunterricht.

Als richtig empfinde ich die Forderung nach „stärkerer Integration von Fakten aus der Geschichte der Astronomie“. Aspekte der Kulturgeschichte werden für die Allgemeinbildung immer bedeutsamer. So bleibt z. B. ohne Kenntnis der Mythologie manches Werk der Malerei und Literatur unverständlich.

Abschließend unterstreiche ich nochmals die Wirksamkeit des fakultativen Unterrichts für die Persönlichkeitsentwicklung. Dabei plädiere ich im Gegensatz zu starren Konturen für Flexibilität und Variabilität.

Literatur:

- (1) BIENIOSCHEK, H.: Zur Weiterentwicklung der fakultativen Kurse „Astronomie und Raumfahrt“. In: Astronomie in der Schule 23 (1986) 6.

Anschrift des Verfassers:

OL ECKART REDERSBORG

POS „Kurt Bürger“

Grevesmühlen DDR - 2420

B

Beobachtung

Offene Sternhaufen am Abendhimmel

Lehrplan und Lehrbuch orientieren darauf, bei der Beobachtung eines offenen Sternhaufens die Plejaden im Sternbild Stier als Objekt zu wählen. Das ist darin begründet, daß die Plejaden sehr leicht aufgefunden werden können. Sie sind ja eine so auffällige Erscheinung, daß sie in manchen Kulturen des Altertums als selbständiges Sternbild galten.

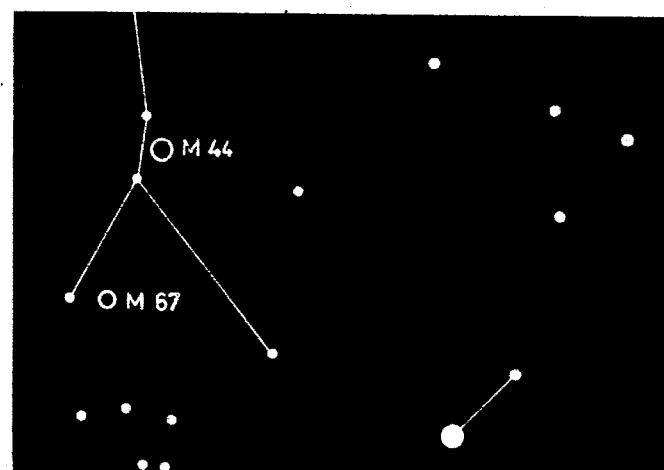
Wir möchten dennoch empfehlen, sich bei der Beobachtung eines offenen Sternhaufens nicht auf dieses eine Objekt zu beschränken. Der Grund ist, daß die Schüler wegen der großen Winkelausdehnung der Plejaden am Himmel (17°) selbst bei Verwendung des 40-mm-Okulars am Schulfernrohr nicht den Eindruck eines echten Sternhaufens gewinnen können; sie sehen lediglich viele dichtgedrängte Sterne, die das gesamte Gesichtsfeld ausfüllen. Ein Vergleich mit der sternärmeren Umgebung ist nicht möglich. Wir können den Schülern die optische Erscheinung eines offenen Sternhaufens aber viel besser verdeutlichen, wenn wir ihnen vorher ein solches Objekt mit wesentlich kleinerem Winkeldurchmesser zeigen. Hierfür kommen am spätwinterlichen Abendhimmel die in der folgenden Tabelle genannten Sternhaufen in Frage.

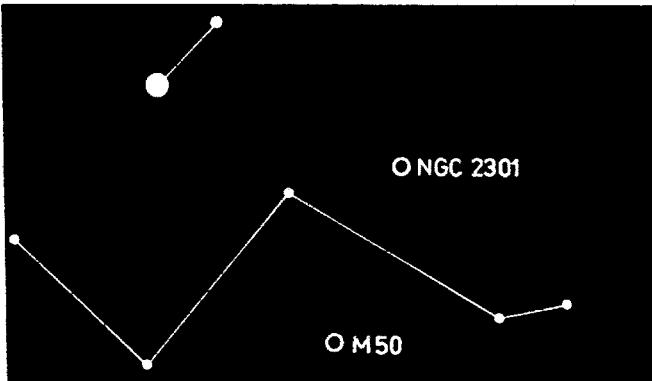
Katalog-Nr.	Sternbild	Rektaszension (1950)	Deklination (1950)	scheinbare Gesamtheitlichkeit	Winkel-durchmesser
NGC 2301	Einhorn	6 h 49 min	+ 0° 5'	5 m 8	15'
M 50	Einhorn	7 h 00 min	- 8° 3'	6 m 8	16'
M 44	Krebs	8 h 38 min	+ 19° 9'	3 m 9	95'
M 67	Krebs	8 h 48 min	+ 12° 0'	6 m 1	15'

Nur der offene Sternhaufen M 44 (Die Krippe – Praesepe – im Sternbild Krebs) ist in der drehbaren Sternkarte enthalten. Gerade er ist aber wegen seines recht großen Winkeldurchmessers von mehr als einem Grad wieder ein Grenzfall.

Völlig ungeeignet zur Demonstration der optischen Erscheinung eines offenen Sternhaufens sind die Hyaden im Sternbild Stier. Ihr Winkeldurchmesser ist mit 7° dazu viel zu groß.

Als Hilfe zum Aufsuchen sind die vier Sternhaufen in zwei Sternkarten eingetragen, die die Sternbilder Einhorn und





Krebs in der Darstellungsweise der drehbaren Sternkarte – allerdings ohne deren relativ starke Verzerrung – zeigen. Der helle Stern in beiden Karten ist Prokyon im Sternbild Kleiner Hund. Eine weitere Einstellhilfe ist in der folgenden Tabelle in Gestalt der Stundenwinkel- und Deklinationsdifferenzen jedes der vier Sternhaufen zu Prokyon enthalten.

Katalog-Nr.	Stundenwinkel-differenz	Deklinations-differenz
NGC 2301	+ 47,5 min	- 5° 0
M 50	+ 36,2 min	- 13° 8
M 44	- 1 h 00,8 min	+ 14° 4
M 67	- 1 h 11,6 min	+ 6° 5

Die Tabelle ist sehr einfach nutzbar, wenn das Schulfernrohr parallaktisch aufgestellt ist (Polhöhe gleich geographischer Breite, Nord-Süd-Richtung der Stundenachse mindestens durch Anvisieren des Polarsterns mit dem Fernrohr ermittelt). Man bringt Prokyon in die Gesichtsfeldmitte, liest seinen Stundenwinkel und seine Deklination an den Teilkreisen ab, addiert bzw. subtrahiert die in der Tabelle angegebenen Werte und richtet das Fernrohr anhand der Teilkreise auf den so ermittelten Ort. In der Regel wird sich der gesuchte Sternhaufen dann im Gesichtsfeld des Okulars 40-H befinden.

KLAUS LINDNER

schen in Katastrophenfällen übernehmen, wobei es in dieser ersten Etappe nach den Vorschlägen der UdSSR darum geht, die Bedürfnisse der Völker für die Nutzung derartiger Kosmostechniken zu ermitteln und entsprechende globale und regionale Systeme zu entwickeln.

1991–1995

In dieser Etappe sollten für die vorgesehenen Projekte die technischen Systeme sowie eine Infrastruktur geschaffen werden, die die Basis für die Realisierung bilden.

1996–2000

Auf der Grundlage der bis dahin geschaffenen organisatorischen und materiellen Infrastruktur umfaßt diese Etappe die Verwirklichung der Vorhaben, bis hin zum Aufbau und Betrieb internationaler Orbital- und Mondstationen.

Mit diesem Programm könnten die heute durch die imperialistischen Staaten, besonders die USA, für Weltraumrüstungspläne gebundenen Mittel und Kapazitäten friedlichen Entwicklungen und Projekten im Dienst des Fortschritts der Menschheit zugeführt werden.

HANS-DIETER NAUMANN

Internationales Symposium „60 Jahre Planetarien aus Jena“

„Die Geschichte eines Wunders“ – so lautete der Festvortrag nach der Eröffnung des Internationalen Symposiums am 3. November 1986 im neuen COSMORAMA-Planetarium Jena. Zuvor erschienen an der sternüberseiten Kuppel Begrüßungsworte in vielen Weltsprachen, und eine langsam aufsteigende und sich vergrößernde Erdkugel verwandelte sich unter den Klängen der Beethövenschen Romanze in einen herrlichen Strauß blauer Blumen.

Nach diesem beeindruckenden Auftakt richtete Prof. Dr. Dr. h. c. WOLFGANG BIERMANN, Generaldirektor des Kombinats VEB Carl Zeiss Jena, herzliche Begrüßungsworte an über 60 ausländische Gäste, die der Einladung aus Jena gefolgt waren. Zumeist waren es die Direktoren oder Leiter von Zeiss-Planetarien in vielen Ländern rund um den Erdball. Sie kamen aus Kuwait, Karachi, Bombay, New Delhi, Edmonton, Toronto, Maracaibo, Madrid, Zagreb, Paris, London, Moskau, Prag, Wien, um nur einige zu nennen. Aus der DDR nahmen die Leiter der Planetarien in Halle, Cottbus, Berlin, Potsdam, Schkeuditz und Suhl teil.

Drei Tage lang bot der Veranstalter des Symposiums, das Kombinat VEB Carl Zeiss Jena, viele Möglichkeiten des Kennenlernens und einer vielfältigen Information über die Technik und die astronomische Wissensvermittlung in Zeiss-Planetarien.

Nach einem Rückblick auf die Entstehungsgeschichte des ersten Projektionsplanetariums, das 1923 in einer Kuppel auf dem Dach des Jenaer Werkes aufleuchtete, wurde die weitere technische Vervollkommenung erläutert. Die Aufnahme der Serienproduktion geschah im Jahre 1926. Von da an erfolgte eine rasche Verbreitung des Jenaer „Wunders“ in über 50 Länder der Erde: Groß-, Raumflug- und Kleinplanetarien, in denen jährlich über 12 Millionen Besucher Vorführungen unter dem künstlichen Sternhimmel miterleben. In diesem Jahr wurde das 400. Zeiss-Planetarium aus Jena, ein RFP DP 3 SPACEMASTER-Raumflugplanetarium, in Madrid seiner Bestimmung übergeben.

Mehrere Vorträge und Demonstrationen machten die Gäste mit der neuesten Vorführtechnik des COSMORAMA-Großplanetariums und den universellen Darstellungsmöglichkeiten bekannt. Dann wurde vom EDMONTON SPACE SCIENCE CENTRE (Canada) „World of fire and ice“ – die Planeten und ihre Satelliten aus der Sicht von Planetensonden – vorgeführt, eine Planetariums-Supershow unter Einbeziehung von Dutzenden Zusatzprojektoren und all-sky-Projektion. Weitere Vorführungen, wie „Weltraum und Poesie“ vom Zeiss-Planetarium Wolfsburg (BRD) und „Der Mond und die 7 Sterne“ des Jenaer Planetariums für Kinder, die sich inhaltlich und gestalterisch sehr unterschieden, ließen nicht nur die Bedeutung des Planetariums für die astronomische Wissensvermittlung überzeugend hervortreten. Auch der Unterhaltungseffekt, der zunehmend von vielen Planetarien zur Geltung gebracht wird, zeigte sich wirkungsvoll.

Wissenswertes

Dreistufenplan für friedliche Erforschung und Nutzung des Weltraumes

Einen Dreistufenplan für die friedliche Erforschung und Nutzung des Weltraumes hat der Vorsitzende des Ministerrats der UdSSR, NIKOLAI RYSHKOW, im Sommer 1986 in einem Brief an UNO-Generalsekretär JAVIER PÉREZ de CUELLAR unterbreitet.

Er geht davon aus, den USA-Plänen zur Weltraummilitarisierung ein langfristiges „Sternfriedensprogramm“ als Alternative entgegen zu setzen, mit dem die Menschheit das 21. Jahrhundert vorbereitet und betritt. Der Plan beinhaltet folgende drei Fünfjahresstufen:

1986–1990

Durchführung einer UNO-Weltraumkonferenz oder -Sondertagung zur Gründung einer internationalen Weltraumorganisation – sie wurde vom sowjetischen Außenminister bereits im August 1985 vorgeschlagen – sowie zum Abschluß eines Weltraumfriedensvertrages. Die internationale Organisation soll die Schirmherrschaft für internationale Weltraumprojekte auf den Gebieten der Nachrichtensatelliten, der Meteorologie, der Fernerkundung sowie der Rettung von Men-

Die beiden folgenden Arbeitstage waren ausgefüllt mit einer großen Zahl von Gastvorträgen der Teilnehmer (34), die eine kaum überschaubare Fülle von Anregungen zur Methodik, zum Inhalt und zur Technik des Planetariums boten. Prof. Dr. HERRMANN, Direktor der Archenhold-Sternwarte Berlin, und Studienrat A. ZENKERT vom Astronomischen Zentrum Potsdam trugen durch interessante Beiträge aus der Sicht von DDR-Planetarien zum Gelingen dieses internationalen Erfahrungsaustausches bei.

Einen anschaulichen Einblick in das Leistungsvermögen unseres sozialistischen Großbetriebes VEB Carl Zeiss Jena erhielten die Gäste bei der Besichtigung der Werkhallen, in denen astronomische Großgeräte wie z. B. ein neues 2-Meter-Spiegelteleskop und die Planetarien entstehen.

Am 4. Tag des Symposiums stand ein Besuch im Raumfahrtplanetarium „Fliegerkosmonaut Sigmund Jähn“ Halle auf dem Programm. Oberstudienrat KARL KOCKEL, Direktor des Planetariums auf der Peißnitz, überzeugte die Gäste aus insgesamt 28 Ländern in einer sehr ansprechenden Kurzvorführung von dem hohen Bildungswert des Planetariums im Rahmen des Astronomieunterrichts unserer Schulen. Es war sehr bewegend, wie ein indischer Gast, Dr. VENKATAVARADAN vom Nehru-Planetarium Bombay, spontan die Schlußworte KARL KOCKELs mit dem Wunsch, einen immer friedlichen Kosmos ohne Weltraumwaffen im Fernrohr zu erleben, übernahm. In gleichnishaften Bildern, aus indischer Volksweisheit entnommen, führte er diesen Gedanken weiter und erhielt dafür den herzlichen Beifall aller Zuhörer.

Vor und nach der Veranstaltung hatten die Gäste Gelegenheit, eine umfangreiche Ausstellung von Unterrichtsmitteln für den Astronomieunterricht der DDR zu besichtigen. Der Volkseigene Verlag VOLK UND WISSEN bot aus seiner Produktion Publikationen für die astronomische Bildung zum Verkauf an, was bei den Teilnehmern große Resonanz fand.

Am gleichen Abend wurde den Gästen des Symposiums ein Kunstgenuss allerhöchsten Ranges geboten, ein Konzert der Staatskapelle Dresden im neuen Schauspielhaus zu Berlin. Am letzten Tag fand eine Stadtrundfahrt in unserer Hauptstadt Berlin mit Besichtigung der Baustelle des neuen COSMORAMA-Planetariums im Thälmann-Wohnbezirk statt. Ein Rundgang durch die Archenhold-Sternwarte mit Demonstrationen des Riesenfernrohrs, einer Vorführung im ZKP 2-Planetarium und der Einblick in die vielseitige Wissensvermittlung der größten Volkssternwarte der DDR beendete das offizielle Programm.

Auf einem Abschiedssessen bedankten sich die Gästegruppen in russisch, spanisch, englisch und arabisch für die herzliche Gastfreundschaft des Veranstalters und für den erfolgreichen Verlauf des Symposiums.

Es hat dazu beigetragen, den guten Ruf der Planetarien aus Jena weiter zu festigen, die immer ein gefragtes Erzeugnis aus unserer DDR bleiben werden.

ROLF HENKEL

8. Tag der Raumfahrt in Neubrandenburg

Der Einladung der Bezirksleitungen Neubrandenburg der FDJ und des Kulturbundes und des Bezirksvorstandes der Urania waren auch 1986 etwa 180 Interessenten gefolgt, darunter Astronomielehrer, Fachberater und Sternwartenleiter. Der z. T. erhebliche persönliche Aufwand der Teilnehmer für die Reise zu dieser traditionellen Herbstveranstaltung wurde auch 1986 durch die Qualität der Vorträge und die gewohnt gute Organisation gerechtfertigt.

PETER STACHE, Berlin, sprach über Vergangenheit und Gegenwart der Entwicklung von „Trägerraketen in der Raumfahrt“. Hervorhebenswert die Feststellung, daß sich die bei Sputnik 1 vor 30 Jahren verwendete Trägerrakete in ihrer prinzipiellen Konstruktion mit einer zentralen Schubeinheit, die von Boostern umgeben ist, bis heute bewährt hat. Inzwischen sind weit mehr als 1000 solcher Raketen gestartet worden, die gemäß den jeweiligen Zwecken modifiziert wurden.

Über „Raumstationen im Entwicklungsprozeß der bemannten Raumfahrt“ trug FRANK E. RIETZ, Berlin, vor. BERND SCHILDWACH, Berlin, referierte über „Spezielle Nutzungsaspekte der Weltraumtechnik“. Dabei ging er vor allem

auf den Einsatz von Datensammelsystemen (DSS) ein. Sie werden z. B. per Boje abgesetzt, sammeln ortsgebunden oder driftend Meßwerte, formen sie um, speichern sie und geben sie nach Aufruf von Satelliten an diese ab. COSPAR/SARSAT ist ein modifiziertes derartiges System, das im Notfall Signale an Satelliten abgibt.

Als Beispiel für die militärische Nutzung von DSS nannte der Redner das USA-System MILSTAR, das 1989 mit 9 Satelliten (3 polar, 6 geostationär) und 4000 Datensammelobjekten bei den Seestreitkräften, 2000 bei den Landstreitkräften und 1870 bei den Luftstreitkräften für eine weltweite Datensammlung für militärische Zwecke einsatzbereit sein soll.

Dr. MARIANNE POPPEI, Berlin, gab einen Einblick in „Medizinisch-biologische Probleme der Raumfahrt“. Ausgehend von der Feststellung, daß hier im Unterschied zur klassischen Medizin der gesunde Mensch unter extremen Bedingungen im Mittelpunkt steht, gab sie einen instruktiven Überblick über die Geschichte medizinisch-biologischer Raumfahrtversuche an Tieren. Ausführlich sprach sie über die Experimente im Zusammenhang mit den Biosatelliten Kosmos 1129 und Kosmos 1514, bei der parallelaufende Untersuchungen jeweils an einer Fluggruppe, einer Synchrongruppe auf der Erde und einer Kontrollgruppe durchgeführt wurden.

Weiterhin sprachen Dr. HORST WEICHELT, Potsdam, über „Nutzungsaspekt Fernerkundung der Erde“ und MICHAEL DANZ über „Ergebnisse der Bilder vom Halleischen Kometen“. Alle Vorträge und ebenso die vorgetragenen Filme („Der Weltraum dient dem Menschen“; „Vega – Blick in die Vergangenheit“) wurden mit berechtigtem Beifall aufgenommen.

Zu begrüßen ist, daß das Konferenzmaterial in einer Broschüre erscheinen soll.

Die objektive Schwierigkeit der Vortragenden bei dem inhomogenen Hörerkreis bestand darin, sowohl die jeweiligen Spezialisten als auch die übrigen Zuhörer anzusprechen (denn wohl keiner der Teilnehmer nahm für sich in Anspruch, für alle Themen kompetent zu sein) und dabei für die Mehrheit informativ, interessant und verständlich zu sein, ohne die Fachleute zu enttäuschen. Man darf sagen, daß die Referenten glückliche Kompromisse einzugehen verstanden.

Der Berichterstatter würde es begrüßen, wenn die Themenplanung zukünftig wieder stärker auch astronomische Aspekte der Forschungen mit Raumfahrtmitteln einschließe. Vor allem aber sei an die Veranstalter die Bitte gerichtet, größere Verbindlichkeit hinsichtlich der angekündigten Redner und der Themen zu erreichen. Wenn (wie 1986) 4 von 7 ausgedruckten Vortragsankündigungen von anderen als den vorgesehenen Referenten gehalten werden, ist das für den Veranstalter unangenehm, werden die „Vertreter“ in eine wenig glückliche Ausgangssituation gebracht und die Teilnehmer irritiert. Das sollte im Interesse des guten Rufes der Neubrandenburger „Tage der Raumfahrt“ zukünftig vermieden werden. Denn wir wünschen, daß sie auch in den kommenden Jahren ihren Platz im Kalender vieler Interessenten behalten.

MANFRED SCHUKOWSKI

Zur Weiterbildung in Kursen

Im Heft 6/1986 informierte „Astronomie in der Schule“ über die Weiterbildung in Kursen ab Schuljahr 1987/88. Nachfolgend veröffentlichen wir einen Auszug aus den Fragen und Aufgaben für die Vorbereitung des Lehrers auf ein Seminar im Fachkurs I. Das Beispiel soll zeigen, welche Anforderungen an die Teilnehmer des Seminars gestellt werden.

1. Erläutern Sie an einem Beispiel aus dem Stoffgebiet „Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis“ wie es Ihnen gelingt, durch Problemstellen und Problemlösen die geistige Aktivität der Schüler zu erhöhen und dadurch die sichere Aneignung von Wissen und Können zu fördern! Nutzen Sie dazu (1) und (2) zum Vergleich mit Ihren Erfahrungen und für weitere Anregungen!

2. Welche Erfahrungen haben Sie mit dem Einsatz von Demonstrationsexperimenten, um die Schüler zu einem tiefen

Verständnis für astrophysikalische Sachverhalte und Zusammenhänge zu führen? Vergleichen Sie mit den Vorschlägen in der Karteikartenreihe der Fachzeitschrift (3).

3. Wie gehen Sie methodisch vor, um das HRD als wichtigstes Zustands- und Entwicklungsdiagramm erziehungswirksam zu erarbeiten? Vergleichen Sie mit (4)!

4. In welchem Maße nutzen Sie Schülerbeobachtungen, um empirisches Material für die Erarbeitung von astrophysikalischen Erkenntnissen bereitzustellen?

Literatur zur Vorbereitung auf das Seminar

(1) BECHER, J.; SCHEIBNER, E.: Wie arbeite ich im Unterricht mit Problemstellungen? Ratschläge für den Lehrer. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1985, Seiten 40 bis 56.

(2) FUHRMANN, E.: Problemlösen im Unterricht. Ratschläge für den Lehrer. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1986, Seiten 10 bis 18.

(3) Zeitschrift „Astronomie in der Schule“: Jahrgang 1985, Hefte 1 bis 6. Karteikartenbeilage.

(4) Zeitschrift „Astronomie in der Schule“: Jahrgang 1986, Heft 4, Seiten 81 bis 83.

CHARLOTTE BIERWAGEN

Spezialkurs zu ausgewählten Problemen der Raumfahrt

Nutzung der Raumfahrt für ausgewählte Bereiche. Raumfahrt als Bestandteil der Wirtschaftsintegration der sozialistischen Länder. Fragen des Weltraumrechts. Militärische Aspekte.

Sternwarte „Johannes Franz“

Bautzen

8600

Zeit: 6.–10. 7. 1987

Kapazität: 42 Teilnehmer

Anmeldung direkt in Bautzen

HANS-JOACHIM NITSCHMANN

PHOBOS-Sonden mit Landegeräten

Im Rahmen der 22 Experimente, die für die PHOBOS-Marssondenmissionen der UdSSR 1988 vorgesehen sind, war die Frage des Einsatzes von Landegeräten bisher noch nicht endgültig entschieden (vgl. „Astronomie in der Schule“ 23 (1986) 4, S. 79). Anlässlich der COSPAR-Generalversammlung, die im Sommer dieses Jahres in Toulouse (Frankreich) stattfand, gaben sowjetische Wissenschaftler bekannt, daß die erste der beiden PHOBOS-Sonden zwei Landegeräte mitführen wird, die während des Annäherungsmanövers der Sonde an den Marsmond mit einer vorgesehenen Nahdistanz von etwa 50 m auf Phobos abgesetzt werden sollen. Hauptaufgabe der Lander ist die direkte Bodenerkundung. Einer der beiden Lander soll sich bis zu 20 m hoch hüpfend bewegen. Auch über eine mögliche Beteiligung der USA an dem PHOBOS-Projekt wurde in Toulouse gesprochen.

HANS-DIETER NAUMANN

Schülerfragen

Was ist ein Schwarzes Loch?

Im Konzert der Naturkräfte ist die Gravitation die bei weitem schwächste Kraft – so übertrifft die elektrostatische Anziehung zwischen Proton und Elektron im Wasserstoffatom die gravitative um das 10^{40} fache! Daß sie dennoch im Großen, im Kosmos, unbestritten die erste Geige spielt, verdankt

die Gravitation einer Eigenart: Sie kennt keine Abstoßung. Das kann für die stoffliche Materie im Kosmos schon mal heikle Folgen haben – für einen massereichen Stern beispielsweise, am Ende seiner Tage. Ohne thermonukleare Energieerzeugung kühlte er, ein aufgeblähter Riese, rasch aus. Der Druck kann das kolossale Gewicht des Sterns länger nicht tragen; es kommt zum Kollaps – zumindest für den Kern des Sterns. Übersteigt dessen Masse eine kritische Grenze von ungefähr drei Sonnenmassen, kann nichts mehr dem endgültigen Zusammenbruch Einhalt gebieten. Die Schwerkraft erweist sich als übermächtig. Der riesige Materiebrocken, einst ein ansehnlicher Stern, er „schnurrt“ unwiderruflich und auf Nimmerwiedersehen in kürzester Frist zu einem Punkt unendlich hoher Dichte „zusammen“ – ein Schwarzes Loch ist entstanden.

Geschieht so etwas wirklich im All? Nun, von einigen Supernovae ist man sich ziemlich sicher, daß hier der ausgebrannte Kern eines Sterns genau dieses Schicksal erlitten hat, wobei gleichzeitig die gesamte äußere Hülle des Unglückssterns mit elementarer Gewalt abgesprengt worden ist – daher der ungeheure Lichtausbruch. Meistens dürfte freilich nach einer solchen Katastrophe ein Neutronenstern übrigbleiben und kein Schwarzes Loch. Doch das hängt, wie gesagt, einzig und allein von der kollabierenden Masse ab. Was ein Schwarzes Loch ist, entzieht sich unserem Vorstellungsvormögen – unsere Alltagserfahrung kennt nichts dergleichen. Wenn auch seltsam und nicht vorstellbar, physikalisch verstehtbar ist ein Schwarzes Loch durchaus – freilich nicht, ohne den mathematisch abstrakten Apparat der Einsteinschen Gravitationslehre zu bemühen, der Allgemeinen Relativitätstheorie (ART). Einstein war es, der erkannte, daß Newtons Gravitationstheorie bei extrem starken Schwerefeldern durch eine neue, eine bessere Theorie ersetzt werden muß. Ein Maß für die Stärke ist zweifellos die Entweichgeschwindigkeit v , diejenige Mindestgeschwindigkeit, auf die ein beliebiger Körper beschleunigt werden müßte, wollte er von einem Ort im Abstand R von der Gravitationsquelle (Masse M) ins Unendliche entweichen. Es gilt in der klassischen Physik die Beziehung $v = \sqrt{2GM/R}$ wobei G die Gravitationskonstante bezeichnet. Nur wenn v sehr viel kleiner als die Lichtgeschwindigkeit c ist, darf die Newtonsche Theorie angewandt werden. Oder anders ausgedrückt: Mit starken Abweichungen von der Newtonschen Theorie ist zu rechnen, wird der Radius eines Himmelskörpers vergleichbar mit seinem sogenannten Gravitationsradius (auch Schwarzschildradius genannt) $R_s = 2GM/c^2$, jenem Radius also, für den sich rein formal nach obiger Formel die Lichtgeschwindigkeit ergäbe ($v = c$).

Ein Schwarzes Loch ist nun einfach ein Gebilde, das kleiner ist als sein eigener Gravitationsradius. Ein solches Objekt müßte nach klassischer Anschauung „schwarz“ sein. Selbst das Licht wäre ja ein Gefangener der Schwerkraft.

Wie seltsam ein solches Objekt wäre, mag ein Vergleich erhelten. Unser Heimatplanet, die Erde, müßte unter Beibehalten der Masse in ein Kügelchen von einem Zentimeter Radius zusammengequetscht werden!

An dieser Stelle sei davor gewarnt, Schwarze Löcher „klassisch“ interpretieren zu wollen. Es sind Geschöpfe der Einsteinschen ART. Für den „klassischen“ Physiker sind sie einfach ein Unding, auch wenn ein Gelehrter wie Pierre Simon Laplace bereits am Ausgang des 18. Jahrhunderts ihre mögliche Existenz in Betracht gezogen hat.

Für den „Relativisten“, jenem auf dem Gebiet der ART Arbeitenden, verschmilzt der zunächst rein formale Begriff des Gravitationsradius mit dem des Ereignishorizonts. Es ist damit jene gedachte Kugel gemeint, die das *prinzipiell un-*

Vorschau auf das Heft 2/1987

Stellarer Massenverlust durch Sternwinde – Raumfahrt in der Welt anschaulicher Auseinandersetzung – Astronomische Daten im Schuljahr 1987/88 – Jubiläen in Astronomie und Raumfahrt im Schuljahr 1987/88 – Befähigung der Schüler zur Arbeit mit der drehbaren Sternkarte – Ein Beispiel für die Planung fakultativer Kurse

beobachtbare Innere eines Schwarzen Lochs von der Außenwelt abkapselt. Das Unbehagen darüber, daß sich hier etwas mit Erfolg unserem zudringlichen Blick entzieht, weicht bald der Erleichterung. Das, was die Natur hier, gnädig vor uns verbirgt, die „nackte Singularität“, würde es nicht den Rahmen jeder Physik sprengen? Etwas unendlich Dichtes ist physikalisch nicht mehr erforschbar.

Halt! Einen Weg ins Innere eines Schwarzen Lochs wüßte der Relativist schon, er wird sich aber hüten, ihn zu gehen. Man braucht sich ja bloß von einem Schwarzen Loch verschlingen zu lassen. Bereits nach endlicher Zeit hätte man, von der immer stärker werdenden Schwerkraft gepackt, den hinderlichen Ereignishorizont passiert. Freilich, die Zurückgebliebenen, die unseren Absturz mit Interesse verfolgen, würden davon nie etwas erfahren. Etwas geradezu Paradoxes geschähe. Für sie wäre es, als verstriche die Zeit in dem Maße, in dem wir uns dem Ereignishorizont näherten, zunehmend zähflüssiger, um schließlich gänzlich stille zu stehen. Wohlgemerkt, hier ist nicht von Science fiction die Rede, vielmehr vom einem durchaus nachmeßbaren Effekt der ART – der gravitativen Zeitdehnung. Eine Uhr in einem starken Schwerefeld tickt langsamer als die gleiche Uhr in der Rocktasche des entfernt stehenden Beobachters.

Zu den seltsamen Eigenschaften eines Schwarzen Lochs zählt zweifellos die, daß es an Masse nur zunehmen kann. Ein Schwarzes Loch ist ja nicht nur für unternehmungslustige Forscher eine Einbahnstraße, jedwede Art von Materie, die ihm zu nahe kommt, wird unwiderruflich eingesaugt. Da der Gravitationsradius der Masse proportional ist, bläht sich zwangsläufig auch der Ereignishorizont auf.

Das Einfangen von Materie ist indes so einfach nicht. Das Drehimpulsproblem muß zunächst gelöst werden. Die Materie, die von einem Schwarzen Loch angesaugt wird, ist ja normalerweise drehimpulsbehaftet. Sie wird sich zunächst – wegen der Drehimpulserhaltung – in einer rasant rotierenden Scheibe um das Schwarze Loch ansammeln. (Man denke an den Strudel am Abflußloch einer Badewanne, der sich beim Entleeren bildet.) Die beim Einfallen gewonnene kinetische Energie wird hier in Wärme umgesetzt – Scheiben von vielen Millionen Grad werden erwartet. Unter diesen Bedingungen strahlt die Materie fast ausschließlich im Röntgenbereich, was für den Nachweis derartiger Akkretionscheiben wichtig ist. Doch verfolgen wir weiter, was mit dem Gas geschieht. Beim Durchwandern der Akkretionscheibe kann ein Teil des Gases seinen lästigen Drehimpuls abgeben. Es erreicht irgendwann den inneren Rand der Scheibe, womit sein Schicksal besiegelt ist: Von dort stürzt es erneut ins Bodenlose, ins Schwarze Loch.

Wer sich auf die Suche nach Schwarzen Löchern begibt, sollte tunlichst nach Röntgenquellen am Himmel Ausschau halten. Nun gibt es in der Tat „Röntgensterne“, deren Strahlung von extrem heißen Akkretionsscheiben herrührt. Doch hat sich bisher, von einigen ungeklärten Fällen abgesehen, das zentrale Objekt immer als Neutronenstern entpuppt. Zu den ungeklärten Fällen zählt die Röntgenquelle Cygnus X-1 im Sternbild Schwan. Ihr zentrales Objekt ist zu schwer für einen Neutronenstern, so daß die Vermutung, es handele sich hier um ein Schwarzes Loch, dessen Akkretionsscheibe wir beobachten, nicht von der Hand zu weisen ist. Der Fall Cygnus X-1 ist noch nicht ausdiskutiert. Er lehrt aber, wie schwer es im Einzelfalle ist, aus dem Indiz der Röntgenemission den eigentlichen Verursächer, Neutronenstern oder Schwarzes Loch, zu ermitteln.

Vieles gäbe es noch zu berichten, beispielsweise über rotierende Schwarze Löcher oder darüber, daß Schwarze Löcher in sehr ferner Zukunft vielleicht „verdampfen“. Wir wollen hier zum Schluß nur eines noch festhalten: Schwarze Löcher müssen nicht unbedingt außergewöhnlich kompakt sein. Ein Schwarzes Loch von 100 Millionen Sonnenmassen – so etwas könnte durchaus im Kern einer aktiven Galaxie hausen – wäre vier Astronomische Einheiten groß und hätte eine mittlere „Dichte“ vergleichbar der von Wasser – nichts Ungewöhnliches also. (Unter „Dichte“ ist hier Masse dividiert durch das Volumen des Ereignishorizonts zu verstehen.) Es kommt nur auf die Größe an. **HANS-ERICH FRÖHLICH**

V

Vorbilder

Heinz Albert



Um die Jahresmitte 1986 wurde es Gewißheit: Eine schwere Erkrankung zwang unseren Kollegen HEINZ ALBERT zum vorzeitigen Ausscheiden aus dem Schuldienst. Nun wird er zwar weiterhin mit wachen Sinnen und wohl auch mit seinen von vielen geschätzten konstruktiv-kritischen Anmerkungen die weitere Entwicklung der Schulastronomie in unserem Lande begleiten, aber er wird sich bei weitem nicht mehr das Maß an Arbeit zumuten dürfen, das er in den vergangenen Jahren bewältigte.

HEINZ ALBERT gehört zu den Aktivisten der frühen DDR-Schulastronomie. Im Jahre 1961 übernahm er die damals kaum bekannte Pionier- und Jugendsternwarte „Johannes Kepler“ in Crimmitschau, die er ein Vierteljahrhundert leitete und zu einem der Zentren der astronomischen Bildung in der DDR entwickelte. Neben dem Astronomieunterricht gab er insbesondere auch der Amateurastronomie eine feste Heimstatt in der Crimmitschauer Sternwarte, wohl wissend, daß eine gute Unterrichtsführung die Schüler aktiviert und zur selbständigen Beschäftigung mit dem Unterrichtsgegenstand anregt.

Eine solche enge Verbindung zwischen schulischer und außerschulischer Astronomie war möglich, weil HEINZ ALBERT reiche Erfahrungen und eine unerschöpflich scheinende Arbeitskraft in seine tägliche Arbeit und in zentrale Gremien einbrachte. Schon seit Anfang der sechziger Jahre Vorsitzender des Bezirksfachausschusses Astronomie beim Kulturbund in Karl-Marx-Stadt, wurde er 1970 in den Zentralen Fachausschuß Astronomie berufen und gehört noch heute dessen Nachfolgegremium an, der Zentralen Kommission Astronomie und Raumfahrt des Präsidialrates. Seit 1965 arbeitet er in der Arbeitsgruppe Astronomie beim Wissenschaftlichen Rat des Ministeriums für Volksbildung (heute: Wissenschaftlicher Rat „Methodik des Astronomieunterrichts“ der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften). Lange Zeit war er in der Leitung der Untergruppe „Methodik und Unterrichtsmittel“ tätig. Ein beträchtlicher Teil der heute verfügbaren Unterrichtsmittel für das Fach Astronomie ist unter seiner Mitwirkung entwickelt worden. An der Erarbeitung sowohl des Lehrplans Astronomie vom Jahre 1971 als auch des zur Einführung am 1. 9. 1987 vorgesehenen Lehrplans für unser Fach hat er Anteil. Die Zeitschrift „Astronomie in der Schule“ zählt ihn seit 1968, die Amateurzeitschrift „Astronomie und Raumfahrt“ seit 1971 als Redaktionsmitglied. 1979 übernahm HEINZ ALBERT die Funktion des verantwortlichen Redakteurs von „Astronomie und Raumfahrt“; seither hat er dieser Zeitschrift ein unverwechselbares Profil verliehen.

Aus der großen Anzahl seiner Veröffentlichungen sollen hier nur einige genannt werden: HEINZ ALBERT war Mitautor des Lehrbuches Astronomie (1971) und der dazu gehörenden Unterrichtshilfen sowie Mitautor der „Methodik Astronomieunterricht“ (1975). Bereits 1968 erarbeitete er einen Satz Arbeitsblätter für den Astronomieunterricht im Bezirk Karl-Marx-Stadt, und 1974 war er wesentlich an der Erarbeitung einer Aufgabensammlung für den Astronomieunterricht beteiligt, die Grundlage für eine Karteikartenreihe in „Astronomie in der Schule“ wurde. Ferner publizierte er in „Astronomie in der Schule“ eine Reihe von Beiträgen,

wozu u. a. die Karteikartenreihe „Unterrichtsmittel für den Astronomieunterricht“ gehört.

Wo liegt die Erklärung für diese ungewöhnliche Leistungsfähigkeit? Gewiß! HEINZ ALBERT ist ein unermüdlicher Arbeiter, der sich bislang seine Freizeit nur äußerst sparsam zuteilte. Mit Fleiß allein ist jedoch der Erfolg, ist dieses umfangreiche Lebenswerk nicht zu erklären; wohl aber mit einer Kombination von Sachkenntnis, Begeisterungsfähigkeit, Liebe zur Wissenschaft Astronomie und Zuwendung zu den jungen Menschen, denen er sich verbunden, aber auch verpflichtet fühlt. Aus dieser Haltung heraus, hat HEINZ ALBERT Jahrzehntelang an seinem Arbeitsplatz die sozialistische Schulpolitik unseres Staates umzusetzen geholfen. Wir sind sicher, daß er auch zukünftig nach Maßgabe seiner gesundheitlichen Möglichkeiten daran teilhaben wird.

OStR Dipl.-Päd. MANFRED FISCHER

Kreisschulrat, Werdau, 9620

OStR Dr. HELMUT BERNHARD

Chefredakteur der Zeitschrift „Astronomie in der Schule“

Z Zeitschriftenschau

ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT. D. MÖHLMANN: Ergebnisse der Erstbearbeitung der Daten der VEGA-Missionen. 24 (1986) 5, 130–132. Der Kern des Halleyschen Kometen konnte als „kosmischer Faustkeil“ mit einer Länge von knapp 15 km und Durchmessern von etwa 7,5 km (am dickeren „Kopfende“) und knapp 5 km am dünnen Ende ermittelt werden. Mit einer Albedo von nur 5 Prozent gehört die Kernoberfläche zu den dunkelsten Oberflächen aller Körper im Sonnensystem. Auf der Tagseite des Kometen erfolgt die Ausgasung in relativ kleinen Gebieten, von denen gut erkennbare „jets“ ausgehen. — H.-D. NAUMANN: Sicherheit und Rettung in der Raumfahrt. 24 (1986) 5, 145–148. Neben der technischen Systemzuverlässigkeit kann die Sicherheit durch Festlegung geeigneter Flugbahnen sowie durch Reparierbarkeit im All erhöht werden. Für die Rettung aus kritischen Situationen in der Startphase besitzen die sowjetischen Sojus-Raumschiffe ein Rettungssystem, während das Konzept des amerikanischen Shuttle-Systems eine derartige Rettungsmöglichkeit weder vorsieht noch ermöglicht. — F.-E. RIETZ/U. SCHMALING: Die Katastrophe war vermeidbar. 24 (1986) 5, 148–151. Autoren belegen, daß die Challenger-Explosion vom 28. Januar 1986 eine Folge von Fehlentscheidungen der NASA-Führung bei der Vorbereitung des Fluges wie auch beim gesamten Shuttle-Programm war. Dazu trug wesentlich der Druck durch Regierung und Pentagon bei, der die NASA in Erfolgs- und Zeitzwang brachte. Dadurch wurden seit Jahren bekannte Mängel ignoriert und Astronauten und Öffentlichkeit wurde eine nicht vorhandene Sicherheit vorgespielt. — J. HAMEL: Zwischen Mittelalter und Neuzeit. 24 (1986) 5, 151–153. Johannes Regiomontanus zum 550. Geburtstag. — H.-D. NAUMANN: 15 Jahre INTERSPUTNIK. 24 (1986) 5, 153–154.

URANIA. H.-D. NAUMANN: Platznot im Weltraum? 62 (1986) 10, 68–71. Bisher wurden rund 150 geostationäre Erdsatelliten (in der Mehrheit Nachrichtensatelliten) gestartet. Ihre Zahl wird sich bis zum Jahre 2000 mindestens verdoppeln. Damit entstehen Probleme der Platzverteilung, durch die insbesondere solche Länder betroffen werden können, die erst später aktiv in die Raumfahrt eintreten. In dem für den amerikanischen Kontinent nutzbaren geostationären Gürtel zwischen 90° und 140° w. L. z. B. sind bereits heute 90 Prozent der vorhandenen Plätze durch die USA und Kanada belegt. Die südamerikanischen Staaten fordern Regelungen, die ihnen den gleichberechtigten Zugang offenhalten.

Ähnliche Probleme zeichnen sich perspektivisch für Europa, Asien und Afrika ab. Lösungsansätze zeigen sich im technischen Bereich. Da es aber bei den erforderlichen Vereinbarungen vor allem um politische Entscheidungen geht, die vor dem Hintergrund kommerzieller medienpolitischer Auseinandersetzungen und des Strebens nach Erhalt des „Informationskolonismus“ zu sehen sind, bieten die Prinzipien der friedlichen Koexistenz für internationale völkerrechtliche Regelungen den Lösungsansatz.

DIE STERNE. M. DANZ u. a.: Der DDR-Beitrag zur ersten Bildauswertung der VEGA-Sonden. 62 (1986) 4, 195–197. — Aufnahmen des Halley-Kerns durch die Sonde Giotto. 62 (1986) 4, 235–237.

WISSENSCHAFT IN DER UdSSR. A. GURSTEIN: Die Rätsel des Sonnensystems. 1985, 5, 114–118. Ergebnisse und Probleme planetologischer Forschungen aus der Sicht des Wissenschaftshistorikers. Autor kommt zu dem Schluß, daß die an den Planetenbewegungen entdeckten Resonanzerscheinungen dafür sprechen, daß hier bisher unerkannte Gesetzmäßigkeiten wirken. — A. BOJARTSCHUK: Die Erde ruft „Astron“. 1986, 1, 32–35. Aufbau, Aufgaben und einige Ergebnisse der Röntgen- und UV-Beobachtungen des sowjetischen Satelliten. — A. JANSCHIN: Blick in den Kosmos. 1986, 3, 26–35. Zusammenfassung wichtiger Ergebnisse der kosmischen Erderkundung. — W. KOTELNIKOW: UdSSR-Frankreich: 20 Jahre im Weltraum. 1986, 3, 36–41. Geschichte und Resultate der sowjetisch-französischen Zusammenarbeit bei der Erforschung und Erschließung des Weltraumes. — W. BALEBANOW/A. SACHAROW/W. LINKIN: Die rätselhaften Monde des Mars. 1986, 4, 3–11 u. 34. Phobos wird der erste kleine Körper im Sonnensystem sein, zu dessen Oberfläche ein Weltraumapparat vordringt. Ein instruktiver Beitrag über Ziele, Aufgaben und Methoden der Mission „Phobos“, mit der ein prinzipiell neuer Schritt bei der Erforschung der kleinen Himmelskörper gegangen wird. — J. GLASKOW/A. JEWITSCH: Reparatur in der Umlaufbahn. 1986, 4, 12–18. Vorbereitung, Schwierigkeiten und Durchführung der Instandsetzung und Rettung der nach einem „black out“ ausgefallenen Raumstation „Salut 7“.

MANFRED SCHUKOWSKI

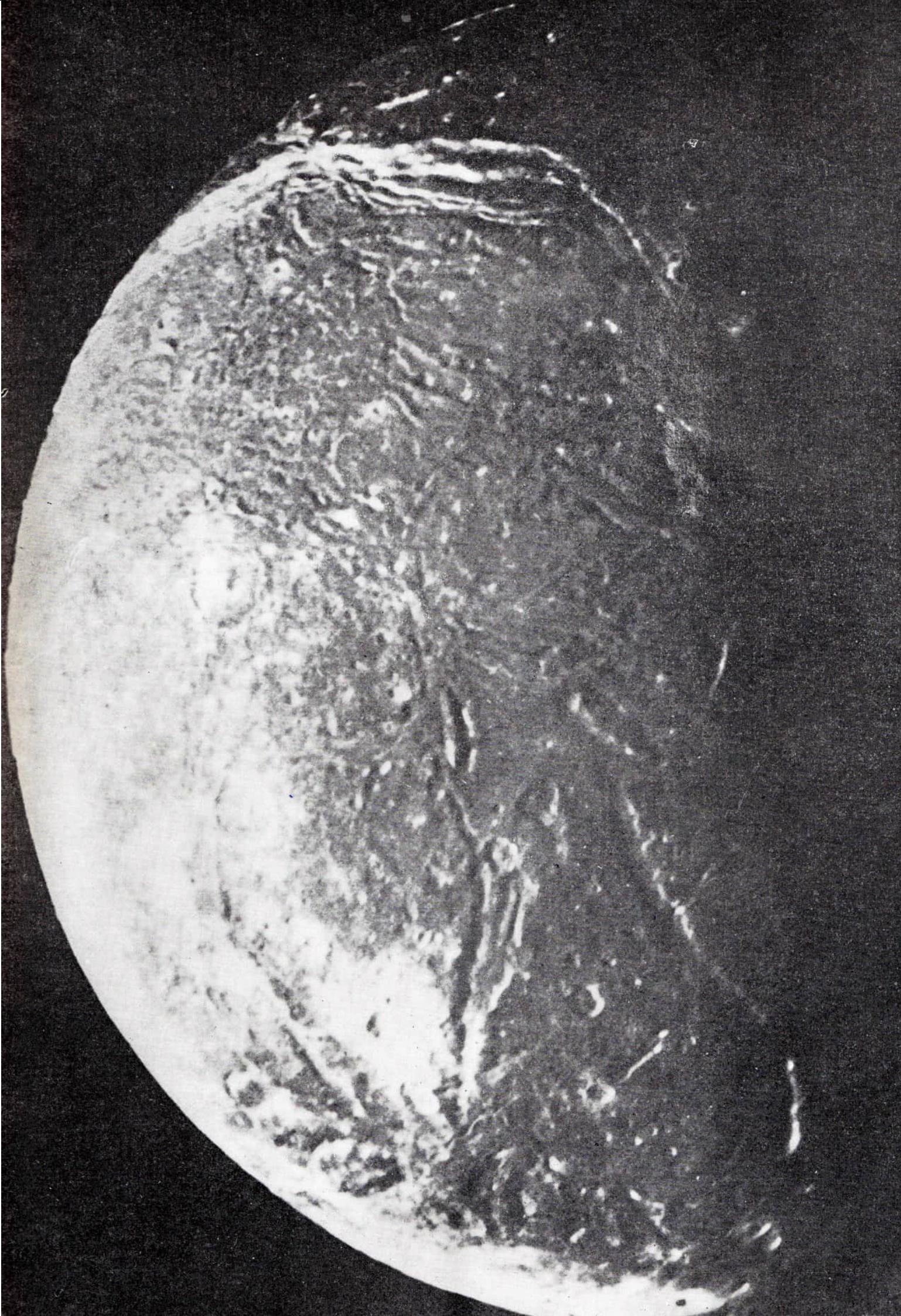
U Umschlagseiten

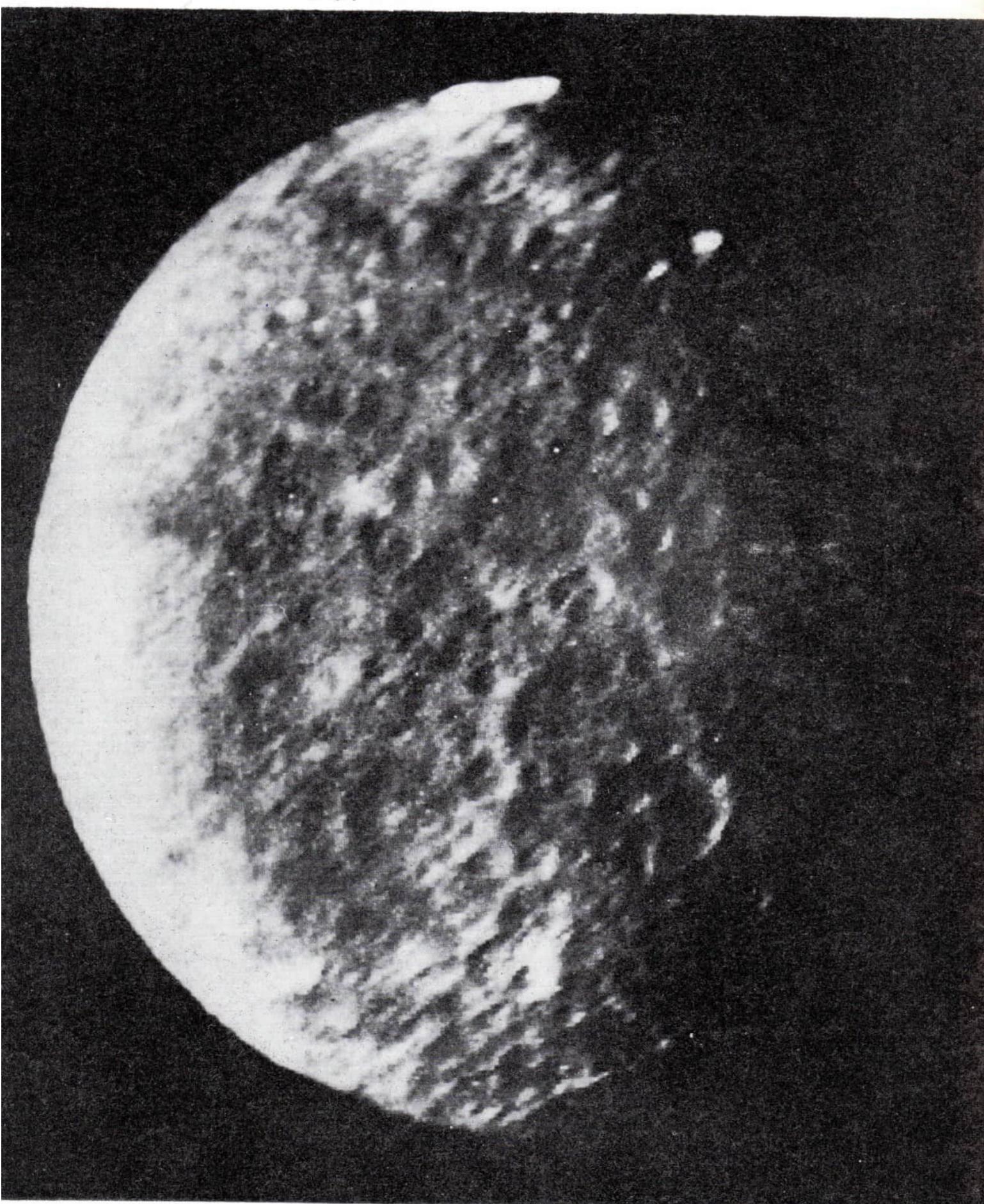
Titelseite — Krater und Gräben auf der Miranda-Oberfläche. Diese Voyager-Aufnahme läßt besonders gut durch die steilen, treppenartigen Reliefkonturen an der Peripherie des Satelliten erkennen, daß es auf Miranda zahlreiche Verwerfungen mit mehreren Kilometern Sprunghöhe gibt. Lesen Sie dazu den Beitrag „Das Satellitensystem des Uranus“ (II) auf Seite 5.

2. Umschlagseite — JOSEPH FRAUNHOFER (1787 bis 1826, linkes Bild). 80/1200-mm-Refraktor aus der Werkstatt von JOSEPH FRAUNHOFER. Mit diesem Instrument, das bis zum Jahre 1956 im Einsatz war, begann die Schulsternwarte Bautzen im April 1922 ihre Tätigkeit. Typisch für Fraunhofer-Fernrohre ist der aus Holz gefertigte Tubus (rechtes Bild). Aufnahme: Ing. WOLFGANG SCHWINGE, Bautzen. Lesen Sie dazu den Beitrag „JOSEPH FRAUNHOFER (1787–1836)“ auf Seite 8.

3. Umschlagseite — Weniger Krater und mehr Gräben — das sind die charakteristischen Unterschiede der Oberflächenmerkmale, die wir auf dem Uranussatelliten Ariel im Vergleich zur Titania anhand der Voyager-Bilder beobachten können (s. Beitrag Seite 5).

4. Umschlagseite — Die beste Aufnahme der Voyager-Sonde vom dunklen Uranussatelliten Umbriel reichte gerade noch aus, um die größeren Krater auf seiner Oberfläche von über 50 km Durchmesser erkennen zu lassen (s. Beitrag Seite 5).





ISSN 0004-6310 · Astronomie in der Schule · Berlin · 24 (1987) 1 · S. 1-24

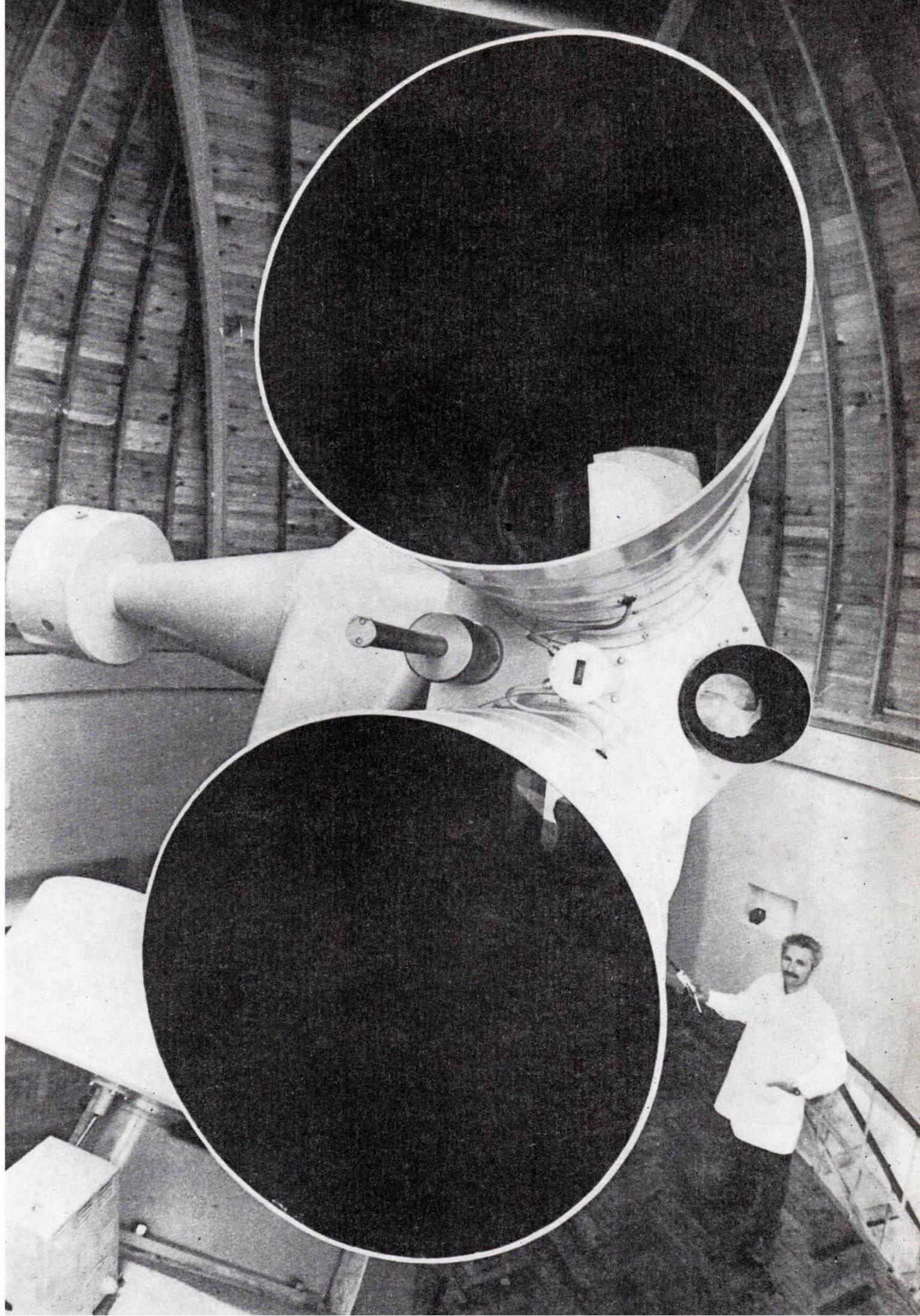
ASTRONOMIE

IN DER SCHULE

Jahrgang 1987
ISSN 0004-6310
Preis 0,60 M

Volk und Wissen
Volkseigener Verlag
Berlin





Inhalt

● Unterricht

H. BIENIOSCHEK: Ziele, Inhalt und didaktisch-methodische Konzeption des Astronomieunterrichts nach dem neuen Lehrplan 26

● Beobachtung

K. LINDNER: Der „tiefe“ Sommervollmond 1987 48

● Abbildungen

Umschlagseiten 48

● Karteikarte

J. LICHTENFELD: Aufgaben für fakultative Kurse 8

Redaktionsschluß: 10. 2. 1987

Auslieferung an den Postzeitungsvertrieb: 13. 4. 1987

Из содержания

Х. БИНИОШЕК: Цели, содержание и дидактико-методическая концепция преподавания астрономии согласно новой учебной программе 26

К. ЛИНДНЕР: «Низкое» полнолуние летом 1987го года 48

From the Contents

H. BIENIOSCHEK: Goals, Contents and Didactico-Methodical Conception of Astronomy Instruction according to the New Curriculum 26

K. LINDNER: The „Low“ Full Moon in the Summer of 1987 48

En Résumé

H. BIENIOSCHEK: Des objectifs, des sujets et la conception didactique et méthodique du nouveau programme des études 26

K. LINDNER: La pleine lune en été 1987 48

Del Continido

H. BIENIOSCHEK: Las metas, el contenido y la concepción de la enseñanza de astronomía según el nuevo programa 26

K. LINDNER: La luna llena „baja“ en el verano de 1987 48

ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Heft 2

24. Jahrgang 1987

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:

Friedrich-List-Straße 8 (Sorbisches Institut für Lehrerbildung „Karl Jannack“), Postfach 440, Bautzen, DDR-8600, Telefon 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-Helmut 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-4-9-310-4,9 Liz. 1488

Erscheinungshinweise:

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, Volks-eigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 7010 Leipzig, Leninstraße 16.

Artikelnummer (EDV 427)
ISSN 0004-6310

Zum Anliegen des Heftes

Im April 1987 fand ein Instruktionslehrgang für Fachberater Astronomie statt. Etwa 250 Fachberater aus den Kreisen unserer Republik berieten über Ansprüche und Aufgaben, die sich aus der Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts ergeben. Der Lehrgang machte deutlich, welche Anforderungen an die Qualität des Astronomieunterrichts mit der Einführung des neuen Lehrplans bei der Herausbildung sozialistischer Persönlichkeiten verbunden sind und welche Forderungen sich daraus an die schöpferische Arbeit des Lehrers ergeben. Zur Unterstützung der weiteren Vorbereitung der Lehrer auf die Arbeit mit dem neuen Lehrplan publiziert „Astronomie in der Schule“ die Materialien des Instruktionslehrgangs für Fachberater Astronomie. Nachfolgend veröffentlichen wir das Referat, welches sich mit der Erläuterung der Ziele, des Inhalts und der didaktisch-methodischen Konzeption des Astronomieunterrichts nach dem neuen Lehrplan befaßt.

Horst Bienioschek

Ziele, Inhalt und didaktisch-methodische Konzeption des Astronomieunterrichts nach dem neuen Lehrplan

Gegenwärtig vollzieht sich in allen Bereichen unserer Oberschule eine tiefgreifende inhaltliche Weiterentwicklung als Bestandteil der sozialistischen Revolution in unserem Lande. Durch die inhaltliche Ausgestaltung unseres Bildungswesens werden die steigenden **Anforderungen** an die Bildung und Erziehung der jungen Generation beachtet, die Konsequenzen der gesellschaftlichen und der wissenschaftlich-technischen Entwicklung sind, und es werden die **Möglichkeiten** für die Bildung und Erziehung der Schuljugend umfassender erschlossen, die aus dem Voranschreiten der entwickelten sozialistischen Gesellschaft folgen.

Die weitere Erhöhung des Niveaus der Bildung und Erziehung hat wesentlichen Einfluß darauf, wie und mit welchem Tempo politische, ökonomische und soziale Prozesse verlaufen, und davon leiten sich höhere Anforderungen an die Ausbildung allseitig entwickelter Persönlichkeiten ab. Für die Umsetzung wachsender Anforderungen an die Bildung und Erziehung unserer Jugend ist der **Unterricht das entscheidende Kettenglied**. In den Prozeß der tiefgreifenden Weiterentwicklung des Unterrichts ist auch der Astronomieunterricht eingeschlossen, für den ab 1. September 1987 ein neuer Lehrplan in Kraft tritt.

Bei der Umsetzung des neuen Lehrplans geht es darum, daß alle Astronomielehrer täglich gute pädagogische Arbeit mit den ihnen anvertrauten

Kindern und Jugendlichen als persönlichen Beitrag zur Realisierung der Strategie des XI. Parteitages der SED, zur allseitigen Stärkung unserer Republik, zur Sicherung des Friedens, zur erfolgreichen Durchsetzung der Einheit von Wirtschafts- und Sozialpolitik praktizieren. Der neue Lehrplan Astronomie ist dafür eine gute Voraussetzung.

Bezugspunkt bei der Ausarbeitung des neuen Lehrplans war das im Programm unserer Partei formulierte Ziel der Erziehung und Ausbildung unserer Jugend zu allseitig entwickelten Persönlichkeiten, die ihre Fähigkeiten und Begabungen zum Wohle der sozialistischen Gesellschaft entfalten (1; S. 49). Bei der Umsetzung des neuen Lehrplans in der Schulpraxis geht es darum, mit den spezifischen Mitteln des Astronomieunterrichts beizutragen, „... unserer Schuljugend ein breites, solides und ausbaufähiges Fundament der Allgemeinbildung zu vermitteln, sie im Geiste unserer sozialistischen Weltanschauung und Moral zu erziehen, die Grundlagen für die allseitige Entwicklung der Persönlichkeit, für Disponibilität und schöpferische Leistungsfähigkeit sicher zu legen ...“ (2; S. 61). Dieser uns vom XI. Parteitag der SED übertragenen Verantwortung stellen wir uns gemeinsam, indem wir beim Erschließen und beim Umsetzen des neuen Lehrplans immer die Brücke schlagen von der gesellschaftlichen und wissenschaftlich-technischen Entwicklung in unserem Lande über die Entwicklung der Schule und die Anforderungen an die Allgemeinbildung bis hin zum Unterricht in unserem Fach, zum Beitrag des Astronomieunterrichts für die optimale Entwicklung jedes Schülers.

Positive Bilanz – Grundlage für die Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts

Vieles ist im Astronomieunterricht unserer Schule erreicht worden. Seit seiner Einführung als selbständiges Unterrichtsfach im Jahre 1959 erwerben die Schüler im Astronomieunterricht grundlegendes **Wissen** über Objekte am Sternhimmel, über Arbeitsmethoden der Astronomie, über die Raumfahrt und über die Geschichte der Astronomie. Sie lernen den Sternhimmel zu beobachten. Im Zusammenhang mit der Aneignung des grundlegenden Wissens vertiefen die Schüler ihre **weltanschaulichen Einsichten** insbesondere über die Erkennbarkeit der materiellen Welt und über die Entwicklung im Weltall. Mit dem im Jahr 1971 eingeführten Lehrplan begann eine **neue Etappe** in der Entwicklung des Astronomieunterrichts im Zusammenhang mit der inhaltlichen Ausgestaltung unserer Oberschule. Kennzeichnend für diesen Lehrplan sind die stärkere Betonung astrophysikalischer Inhalte und die Einführung obligatorischer Beobachtungen des Sternhimmels durch die Schüler. Damit wurden die Bedingungen dafür verbessert, daß der Astronomieunterricht seine Hauptfunktion erfüllt, den Schülern ein wissenschaftliches Bild vom Kosmos zu vermitteln.

In unserem Unterrichtsfach dringen die Schüler in einen spezifischen Bereich von Wissenschaft und Kultur ein, den die Gesellschaft in ihrer Geschichte durch angestrengte wissenschaftliche Arbeit, orientiert an Aufgabenstellungen aus der Praxis und häufig in weltanschaulicher Auseinandersetzung hervorgebracht hat. Sie erhalten Einblicke in Strukturen und in die gesetzmäßige Entwicklung im Weltall, in die Art und Weise der Gewinnung wissenschaftlicher Erkenntnisse über den Kosmos, in Ziele und Anwendungen der Raumfahrt. Die Schüler erfassen, wie sich der Erkenntnisfortschritt in der Astronomie vollzogen hat und wie sich der Mensch in der Geschichte seiner Stellung im Weltall immer besser bewußt wurde. Es hat sich als **Vorzug unserer Oberschule** erwiesen, daß praktisch alle Jugendlichen grundlegendes astronomisches Wissen erwerben und die Schule mit einem **wissenschaftlichen Weltbild** verlassen, das im **Astronomieunterricht abgerundet und vervollkommen** wird.

Durch die mehr als 15jährige Arbeit mit dem gültigen Lehrplan war es möglich, langfristig theoretische **Erkenntnisse und praktische Erfahrungen** über die Verwirklichung der Ziele und Inhalte des Astronomieunterrichts zu sammeln. Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse und Erfahrungen wurde – gemessen an den gesellschaftlichen Ansprüchen an unser Fach – eine qualitativ **neue Konzeption des Astronomieunterrichts erarbeitet**, woran eine hohe Anzahl von Astronomielehrern, Methodikern, Fachwissenschaftlern und Schulfunktionären Anteil hat. Es war möglich, die neue Konzeption des Astronomieunterrichts öffentlich zu diskutieren, in der Schulpraxis zu erproben und tatsächlich erzielte Ergebnisse in der Persönlichkeitsentwicklung der Schüler zum Maßstab für den Erfolg heranzuziehen. Dieses Vorgehen folgt den Forderungen des VIII. Pädagogischen Kongresses und gibt die Sicherheit, daß der projektierte Ergebniszuwachs im Astronomieunterricht aller Schulen unseres Landes erreicht werden kann.

Bei den Arbeiten zur Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts wurde – so wie es der XI. Parteitag der SED fordert – stets die **Gesamtheit der Erfordernisse an Bildung und Erziehung beachtet**, die sich aus der Entwicklung von Wissenschaft und Produktion, wissenschaftlich-technischem Fortschritt, sozialistischer Demokratie und Entfaltung des geistig-kulturellen Lebens ergeben. Es gehört zum tiefen Verständnis für Allgemeinbildung, daß der Erwerb grundlegenden astronomischen **Wissens** der Beitrag unseres Unterrichts zur **Aneignung wesentlicher Kulturgüter** der Gesellschaft durch die Schüler ist. Wir vermitteln in unserem Fach **Wissen**, das unverzichtbar ist für das wissenschaftliche Weltbild der Schüler, unverzichtbar für die Orientierung unserer Schüler im Leben, für die parteiliche Wertung der Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse.

Mit dem neuen Lehrplan und den neuen Unterrichtsmaterialien wird **auf in der Praxis des Astronomieunterrichts herangereifte Fragen reagiert**: *Wie kann astronomisches Wissen noch solider vermittelt und damit die Wirksamkeit des Astronomieunterrichts für die weltanschauliche Erziehung der Schüler erhöht werden?* *Wie schaffen wir durch Konzentration auf Wesentliches ein realistisches Stoff-Zeit-Verhältnis?* *Wie kann im Astronomieunterricht Wissen aus anderen Fächern intensiver genutzt werden, um die Schüler zu tiefen weltanschaulichen Einsichten zu führen?* *Wie können Beobachtungen des Sternhimmels und Unterrichtsprozeß besser miteinander verbunden werden?* *Wie reagieren wir auf Fragen interessierter Schüler über Vergangenheit und Zukunft des Weltalls sowie über aktuelle Probleme der Raumfahrt?* Das sind Fragen, die Astronomielehrer zu Recht stellen und auf die sie mit den neuen Lehrmaterialien Antwort erhalten.

Bei den Arbeiten zur Weiterentwicklung ging es immer darum, **fachwissenschaftliche, pädagogisch-psychologische und methodische Anforderungen an den Unterricht in unserem Fach zusammenzuführen**, um eine höhere Solidität des Wissens der Schüler zu sichern, um die Erfolgs sicherheit des Vermittlungs- und Aneignungsprozesses zu erhöhen. Wissen hoher Qualität ist Voraussetzung für jedes Weiterlernen nach Verlassen der Schule, für die Aneignung soliden Könnens als Grundlage jeden Handelns, für die Bewährung der Jugend in weltanschaulichen Auseinandersetzungen unserer Zeit. Wie das gesamte Bildungswesen, so wird auch der Astronomieunterricht daran gemessen, wie er „... die Jugend befähigt, den wachsenden Ansprüchen an qualifizierte schöpferische Arbeit, an bewußtes politisches Engagement, an Wissen und Können, an politisch-moralische Haltung im eigenen und im gesellschaftlichen Interesse gerecht zu werden“ (3; S. 6). Anlagen und Fähigkeiten jedes Schülers breit zu entfalten zum Nutzen des einzelnen und unserer sozialistischen Gesellschaft, jeden Schüler zu Interesse an der Wissenschaft, zu geistiger Aktivität und Schöpfertum, zu Lust am Lernen und am Arbeiten zu erziehen – dafür hat auch der Astronomieunterricht seinen Beitrag zu leisten, dafür hat auch jeder Astronomielehrer hohe Verantwortung.

Diese Ansprüche an die **Entwicklung der Gesamtpersönlichkeit jedes Schülers** sind im Astronomieunterricht realisierbar, indem wir bei dessen **Weiterentwicklung folgende Positionen in das Zentrum** stellen:

(I) *Die grundlegenden Ziele und Inhalte des Astronomieunterrichts sind auch für die neunziger Jahre tragfähig. Die Schüler erwerben Wissen über das Sonnensystem, über Sterne und Sternsysteme, über*

die Raumfahrt, über Denk- und Arbeitsweisen der Wissenschaft sowie über die Geschichte der Astronomie.

Bei der Weiterentwicklung des Inhalts des Astronomieunterrichts werden bei **Wahrung eines soliden Grundbestandes** zugleich **Modernisierungen** vorgenommen, die aus wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklungen notwendig sind. Entscheidender Maßstab für die Auswahl des Inhalts des Astronomieunterrichts ist das Gewicht der Unterrichtsstoffe für die **Aneignung des wissenschaftlichen Weltbildes** durch die Schüler.

(II) Der Erkenntnisprozeß der Schüler im Astronomieunterricht wird in engem Zusammenhang mit den dem wissenschaftlichen Gegenstand zugrunde liegenden Erkenntniswegen profiliert. Das ist eine Schlüsselfrage des Inhalts und des didaktisch-methodischen Konzepts des Astronomieunterrichts und des naturwissenschaftlichen Unterrichts überhaupt, hängt doch davon seine weltanschauliche Wirksamkeit entscheidend ab. In diesem Zusammenhang kommt im Astronomieunterricht der Arbeit mit **Beobachtungen des Sternhimmels** und der **Anwendung der Mathematik** ein besonderer Stellenwert zu.

(III) Damit sich die Schüler **solides, dauerhaftes Wissen** aneignen, das ihr wissenschaftliches Weltbild „auf feste Füße“ stellt und letztlich über den Erfolg des Astronomieunterrichts entscheidet, kommt es darauf an, dieses Wissen kontinuierlich zu festigen, **Verbindungen zu anderen Fächern** wirksam zu gestalten, durch anspruchsvolle geistige **Schülertätigkeiten** die Aneignung des Wissens zu fördern und ein realistisches **Stoff-Zeit-Verhältnis** zu sichern.

Diese Positionen, die wir bei der Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts in das Zentrum rücken, sind objektive Erfordernisse. Sie ergeben sich aus Ansprüchen der Gesellschaft an unser Fach und aus der Entwicklung des Astronomieunterrichts selbst. Ihre Verwirklichung bedeutet, daß der Astronomieunterricht – der obligatorische wie der fakultative – seinen Beitrag zur allseitigen Persönlichkeitsentwicklung auf höherem Niveau erfüllt, weil die Bedingungen für erfolgreiches Lernen jedes Schülers verbessert werden.

Im folgenden wird mit Bezug auf diese Positionen zur Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts dargestellt, wovon bei der Überarbeitung des Lehrplans im einzelnen ausgegangen wurde, welche Veränderungen sich im Inhalt des Astronomieunterrichts gegenüber dem gültigen Plan ergeben, durch welche Merkmale die methodische Konzeption des neuen Lehrplans gekennzeichnet ist.

Für das wissenschaftliche Weltbild der Schüler wesentliche Inhalte stehen im Mittelpunkt des Astronomieunterrichts

Bei der Weiterentwicklung des Inhalts des Astronomieunterrichts gehen wir davon aus, daß bei Be-

wahrung eines stabilen Grundbestandes aus Astronomie und Raumfahrt jene Inhalte stärker betont und durch moderne Betrachtungsweisen vervollkommen werden müssen, die für die Entwicklung des wissenschaftlichen Weltbildes, für die weltanschauliche Erziehung der Schüler den höchsten Wert besitzen. Dies betrifft:

- das **Copernicanische Weltsystem**,
- den **Aufbau des Weltalls**,
- **Entwicklungsprozesse im Weltall und**
- **die Raumfahrt**.

Diese Inhalte haben der Entwicklung des wissenschaftlichen Weltbildes in der Vergangenheit starke Impulse gegeben und geben sie auch heute. Orientiert an diesen vier entscheidenden Schwerpunkten war und ist es möglich, sowohl bei der Lehrplanentwicklung als auch bei der Lehrplanumsetzung Einzelfakten auf ihren Bildungs- und Erziehungswert zu prüfen, das Wesentliche zu bestimmen, begründete Entscheidungen zum Inhalt des Astronomielehrgangs und auch jeder Astronomiestunde zu treffen.

Erörtern wir nun das Stabile und das Neue unseres Lehrplans aus der Sicht der genannten vier inhaltlichen Schwerpunkte des Astronomieunterrichts.

1. Mit dem **Copernicanischen Weltsystem** wurde der Umbruch vom antiken und mittelalterlichen Weltbild zum Weltbild unserer Zeit eingeleitet. Die Anerkennung des Copernicanischen Weltsystems, das Verständnis für die Copernicanische Wende erfolgte in einer jahrhundertelangen Entwicklung als Teil der Auseinandersetzung zwischen materialistischer und idealistischer Weltanschauung. Die weltanschauliche Bedeutung der Tat des **COPERNICUS** liegt darin – und deshalb sprechen wir auch von der Copernicanischen Wende, vom revolutionären Akt (4; S. 11) –, daß er den Unterschied zwischen Himmel und Erde in bezug auf die Gültigkeit der Naturgesetze negierte, womit die Erkenntnis der materiellen Einheit der Welt begann. Erst mit der Anerkennung der Tatsache, daß unter gleichen Bedingungen die gleichen physikalischen Gesetze überall im Weltall gelten, wurde die Erforschung des Weltalls möglich.

In Weiterführung der Ideen des **COPERNICUS** wurden in der Geschichte die Erkenntnisse über die materielle Einheit der Welt konkretisiert und über die Erkennbarkeit der Welt infolge der objektiv wirkenden Gesetze vertieft. Krönung dieser Epoche wissenschaftlicher Entwicklung war die Formulierung der ersten umfassenden Theorie in der Physik, der einheitlichen Dynamik irdischer und himmlischer Körper, sowie die Formulierung des Gravitationsgesetzes durch **NEWTON**.

Wichtige Meilensteine in der Geschichte der Astronomie im Zeitraum zwischen **COPERNICUS** und **NEWTON** waren die empirische Herleitung der Gesetze der Planetenbewegung durch **KEPLER**, die erstmalige Anwendung des Fernrohrs zur Erforschung

von Erscheinungen am Himmel, die Formulierung von Naturgesetzen, die für irdische und für Himmelskörper gelten, in der Sprache der Mathematik. Auf die Vermittlung soliden Wissens über diese für die weltanschauliche Bildung und Erziehung der Schüler wesentlichen Fakten aus der Astronomie und aus ihrer Geschichte orientiert der neue Lehrplan durch folgende Ziele:

„Die Schüler lernen den Aufbau des Sonnensystems ... kennen ...“

Historische Betrachtungen sollen den Schülern zeigen, daß der Mensch in der Lage ist, Eigenschaften astronomischer Objekte und Vorgänge im Weltall immer umfassender zu erkennen ...“

Die Schüler werden mit Beispielen des Wirkens bedeutender Gelehrter für den Fortschritt in der Astronomie bekannt gemacht ...“

Zur Vertiefung ihrer wissenschaftlichen Weltanschauung wird den Schülern nachgewiesen, daß sich die Erkenntnisse über das Sonnensystem in einem langen historischen Prozeß entwickelt haben ...“

Die Schüler sollen erkennen, daß frühere Vorstellungen vom Weltbild auf einer falschen Deutung beobachteter Erscheinungen beruhten, daß diese jedoch eine wichtige Vorstufe für das Erkennen der Struktur des Sonnensystems waren ...“

Für die Realisierung dieser Ziele sind im Lehrplan u. a. folgende **Inhalte** ausgewiesen:

Historische Entwicklung der Kenntnisse über das Sonnensystem

Kampf um das heliozentrische Weltbild

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

KEPLERsche Gesetze

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

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

Diese Ziele und Inhalte des Astronomielehrgangs sind stabil geblieben und kennzeichnen, daß weltanschaulich wirksamer Astronomieunterricht wichtiges schulpolitisches Anliegen seit seiner Einführung war und bleiben wird.

Um die genannten Zielstellungen weltanschaulicher Erziehung der Schüler bei der Behandlung des Copernicanischen Weltsystems effektiv zu erreichen, wurden im Lehrplan folgende wesentliche **Veränderungen** vorgenommen:

Die Behandlung des Sonnensystems beginnt mit einem Überblick über dessen Aufbau und mit der Erörterung von Fakten zur historischen Entwicklung der Erkenntnisse über das Sonnensystem. Mit dieser Veränderung wird an die Kenntnisse der Schüler über das Sonnensystem angeknüpft, die sie außerhalb des obligatorischen Astronomieunterrichts (im Physikunterricht, in Jugendstunden, durch Beschäftigung mit Literatur zur Astronomie) erworben haben. Insbesondere durch den Physikunterricht ist den Schülern der Aufbau des Sonnensystems bekannt.

Neu ist – und darauf müssen wir uns ab 1988 einstellen –, daß sich die Schüler das Gravitationsgesetz und Beispiele seiner Anwendung sowie Vorstellungen vom Aufbau des Sonnensystems im

Physikunterricht zu Beginn der Klasse 10, also unmittelbar vor dem entsprechenden Stoffgebiet im Astronomieunterricht aneignen. Damit sind künftig bessere Voraussetzungen für den Astronomieunterricht gegeben als gegenwärtig, wo ein Abstand von 10 Monaten zwischen der Behandlung o. g. Themen in den Fächern Physik Klasse 9 und Astronomie Klasse 10 liegt. Mit den neuen Lehrmaterialien Physik Klasse 10 ist abgestimmt, auf welche Anwendungen des Gravitationsgesetzes sich der Physik- und auf welche sich der Astronomieunterricht konzentriert. Im Astronomieunterricht geht es um das Erklären des Umlaufs der Erde um die Sonne, um das Abschätzen der Fallbeschleunigung auf dem Mond und das Erklären der daraus folgenden physikalischen Verhältnisse sowie um das Erklären der Entstehung und Entwicklung von Sternen. Im Physikunterricht lernen die Schüler kennen, wie mit dem Gravitationsgesetz die Masse eines Zentralkörpers aus Bahndaten eines seiner Satelliten berechnet werden kann.

Es bedarf eigentlich keiner weiteren Begründung, daß Physik- und Astronomielehrer in enger Zusammenarbeit und Abstimmung einheitliche Betrachtungsweisen und Termini bei inhaltlich verwandten Stoffeinheiten, z. B. bei der Arbeit mit dem Gravitationsgesetz, im Unterricht ihrer Fächer gebrauchen.

Neu ist auch, daß die KEPLERschen Gesetze ab 1988 nur noch im Astronomieunterricht behandelt werden. Damit wird die niveaugleiche Doppelbehandlung zweier dieser drei Gesetze im Physik- und im Astronomieunterricht überwunden. Da die KEPLERschen Gesetze die Kinematik von Himmelskörpern beschreiben, gehören sie zum Stoff des Astronomieunterrichts.

Bei der Ausarbeitung des Lehrbuches wurden mehrfach die Standpunkte diskutiert, wie die KEPLERschen Gesetze im Lehrbuch formuliert werden sollen, um zwischen notwendigen didaktischen Vereinfachungen – notwendig wegen der Ausgangsposition, nur das mathematische Wissen und Können der Schüler zu nutzen, das der Mathematikunterricht als Vorleistungen erbringt – und fachlichem Anspruch an die Gesetzesformulierung einen tragfähigen Kompromiß zu finden.

Eine weitere Änderung im Lehrplan besteht darin, daß bei der Behandlung der Bewegung der Planeten nunmehr von den wahren Bewegungen um die Sonne, die die Schüler kennen, ausgegangen werden soll. Diese werden mit den KEPLERschen Gesetzen beschrieben. Dadurch besteht die Möglichkeit, die scheinbaren Bewegungen vorherzusagen. Das ist ein effektiverer und erziehungswirksamerer Weg als der bisherige, der die beobachtbare Bewegung der Planeten relativ zu den Sternen an den Anfang stellt, ohne diese – da die KEPLERschen Gesetze erst nachfolgend behandelt wurden – sofort erklären zu können.

Bei der Behandlung der Bewegungen des Mondes orientiert der Lehrplan jedoch darauf, von der beobachtbaren Bewegung im Laufe eines Abends und im Verlauf mehrerer Tage auszugehen und von diesen auf die wahre Bewegung des Mondes zu schließen. Dadurch soll den Schülern an einem Beispiel gezeigt werden, daß Erkenntnisse über die wahre Bewegung von Himmelskörpern auf der Grundlage von Beobachtungen erarbeitet werden können. Dies am Beispiel des Mondes zu tun, hat den Vorteil, daß die Schüler die notwendigen Beobachtungen ohne Hilfsmittel selbst durchführen können. Wenn die entsprechende Beobachtungsaufgabe rechtzeitig erteilt wird, kann im Unterricht bei der Behandlung des Mondes auf die Beobachtungen der Schüler zurückgegriffen werden. Das weltanschauliche Gewicht liegt hier auf der für die Schüler deutlichen Unterscheidung von Erscheinung und Wesen, ohne daß mit diesen Termini im Astronomieunterricht gearbeitet werden muß.

Die neue Konzeption des Lehrplans zur Behandlung des Sonnensystems hat einen weiteren Vorteil: Der bisherige uneffektive Weg bei der Behandlung des Sonnensystems, der im schrittweisen Nacheinander der Erörterung der einzelnen Himmelskörper vor der Synthesierung zum Planetensystem bestand, wird überwunden. Das bedeutet nicht, daß die Schüler künftig über einzelne Objekte des Sonnensystems keine Erkenntnisse erwerben sollen. Zum Inhalt des Astronomieunterrichts gehören nach wie vor physikalische Eigenschaften der Planeten, Ergebnisse der Raumfahrt bei der Untersuchung eines Planeten, physikalische Verhältnisse auf dem Mond, Entstehung der Mondphasen und Finsternisse, Einfluß des Mondes auf die Erde, Satelliten anderer Planeten (als Hinweis¹). Für die Behandlung der Erde als Planet ist kein selbständiger Stoffabschnitt vorgesehen. Die Erde wird in die Behandlung der Planeten eingeordnet. Wenn wir künftig auf eine Heraushebung der Erde als Himmelskörper verzichten, so gewinnt um so mehr an Bedeutung, im Astronomieunterricht die Einmaligkeit unseres Planeten als unseren Lebensraum darzustellen.

Zur inhaltlichen Entlastung des Astronomieunterrichts wird künftig auf eine relativ ausführliche Behandlung der Kleinkörper verzichtet. Möglich und notwendig ist aber, auf aktuelle astronomische Ereignisse, z. B. Beobachtbarkeit eines Kometen, Meteoritenfall, einzugehen und auch historische Tatsachen, z. B. Furcht vor Kometen, im Astronomieunterricht weltanschaulich zu werten. Gerade auf die Aktualisierung des Astronomieunterrichts orientiert der Lehrplan, indem er fordert:

„Die Erarbeitung astronomischen Wissens ist mit der Erörterung aktueller Ereignisse zu verbinden.“

Die Konzentration des Inhalts des Stoffgebiets

„Das Sonnensystem“ auf für die Allgemeinbildung wesentliche und damit auch weltanschaulich relevante Schwerpunkte ermöglichte weitere Entlastungen des Astronomieunterrichts. So wurden aus dem Lehrplan folgende **Inhalte gestrichen**:

Unterscheidung von synodischem und siderischem Monat, Bestimmen des scheinbaren Monddurchmessers, Ermittlung des Erdradius durch Eratosthenes.

Vereinfachungen erfolgen künftig bei der Behandlung der Oberflächenformationen des Mondes, der Entwicklung unserer Kenntnisse über den Mond und der Ergebnisse der Raumfahrt bei der Erforschung der Planeten.

2. Mit dem Weltbild des COPERNICUS und seiner Vervollkommnung durch KEPLER und NEWTON wurde eine revolutionäre Wende in der Astronomie vollzogen. Diese ist jedoch nicht auf die Widerlegung der Annahme der zentralen Stellung der Erde begrenzt. Konsequenzen der Copernicanischen Wende sind die **Widerlegung der zentralen Stellung des Sonnensystems** im Weltall, die Erkenntnis, daß es **ungeheuer viele Sonnen im Weltall** gibt, unter denen weder unsere Sonne noch unser Sternsystem (die Galaxis) eine Sonderstellung einnehmen (vgl. 5; S. 35). Diese für das Weltbild der Schüler wesentlichen Erkenntnisse haben im neuen Astronomielehrplan den für die Allgemeinbildung notwendigen Platz erhalten.

Entsprechend dem pädagogischen Prinzip des Aufsteigens vom Nahen, dem Schüler Vertrauten, zum Fernen, für den Schüler Neuen, beginnen wir bei der Erörterung des **Aufbaus des Weltalls** mit der Behandlung des Sonnensystems und der astronomischen Objekte, die zu diesem System gehören. Nach dem Bekanntmachen der Schüler mit der Physik der Sonne und der Sterne, ihrer Entstehung und Entwicklung, lernen sie Sternsysteme kennen. Auch hierbei wird das Aufsteigen vom Nahen zum Fernen vollzogen. Nach einem Überblick über die Struktur der Galaxis erfolgt die Einordnung des Sonnensystems in unser Milchstraßensystem. Anschließend werden die Schüler mit außergalaktischen Sternsystemen und damit bekannt gemacht, daß die Galaxien Bestandteile größerer Systeme, von Galaxienhaufen, sind. Mit der Vermittlung von Wissen über die Metagalaxis als erforschter Raum einschließlich der darin enthaltenen Objekte wird die Unterrichtung der Schüler über den Aufbau des Weltalls abgeschlossen.

Mit der Aneignung der im Lehrplan vorgeplanten und im Lehrbuch ausgearbeiteten Inhalte über den Aufbau und die Einordnung astronomischer Objekte in höhere Systeme wird die im Lehrplan ausgedrückte Zielstellung erfüllt, die Schüler zur Einsicht zu führen, daß es keine bevorzugte Stellung eines astronomischen Objekts im Weltall gibt. Diese Zielstellung, die im Lehrplan durch den ausgewählten Inhalt konkretisiert ist, gilt es im Astronomieunterricht stets zu beachten, wenn über den Aufbau astronomischer Objekte und Systeme unter-

¹ Über die im Lehrplan mit „Hinweis“ gekennzeichneten Inhalte sollen die Schüler mit wenigen Sätzen in Kenntnis gesetzt werden.

richtet wird. Besinnung auf diese Zielstellung ist ein wirksames Mittel, innerhalb der Mannigfaltigkeit astronomischer Objekte und der Faktenfülle die Aufmerksamkeit der Schüler auf die wesentlichen Inhalte des Astronomieunterrichts zu orientieren.

An dieser Stelle soll eine Bemerkung zur **Verwendung der Termini Weltall, Universum, Kosmos, Metagalaxis** gemacht werden. Bekanntlich ist es so, daß diese Termini in der Fachwissenschaft nicht einheitlich verwendet werden. So ist es üblich, den Terminus Kosmos sowohl als Synonym für Weltall aber auch als Bezeichnung des Modells theoretischer kosmologischer Untersuchungen zu verwenden. Bei der Erarbeitung der Lehrmaterialien ging es uns auch aus Gründen weltanschaulicher Bildung darum, jenen Teil des Weltalls gegenüber den Schülern zu charakterisieren, über den wir Kenntnisse besitzen, der sich erweitert, der prinzipiell der astronomischen Forschung zugänglich ist, in dem sich Entwicklungsprozesse vollziehen. Für diesen Teil des Weltalls benutzen wir den Terminus Metagalaxis. Die in den Lehrmaterialien für Schüler faßliche Definition der Metagalaxis als erforschter Raum einschließlich der darin enthaltenen Objekte ist im Sinne des heute erforschten sowie des künftig beobachtbaren und erforschbaren Raumes zu verstehen, des prinzipiell der Beobachtung und Erforschung zugänglichen Teils des Weltalls. Die Definition der Metagalaxis in den Lehrmaterialien darf natürlich nicht so verstanden werden, als ob jede „Zelle“ des prinzipiell erforschbaren Raumes auch heute schon erforscht wäre, als ob jede Entwicklungsphase der Metagalaxis bereits durch die Wissenschaft aufgeklärt sei. Einige z. Z. offene Fragen der Erforschung der Metagalaxis den Schülern nahezubringen, ist auch ein Ziel weltanschaulicher Bildung und im neuen Lehrplan ausdrücklich gekennzeichnet.

Für den Astronomieunterricht ist gegenwärtig weder notwendig noch beabsichtigt, die Schüler mit Unterschieden zwischen den in der Fachwissenschaft ohnehin nicht eindeutig gebrauchten Termini Weltall, Universum, Kosmos, Metagalaxis bekannt zu machen. Jedoch sollte sich der Lehrer bewußt sein, mit welcher Bedeutung er diese Termini im Astronomieunterricht verwendet. Schwerpunkt im Unterricht ist nicht der Streit um Worte, sondern das Bekanntmachen der Schüler mit Strukturen und Vorgängen im kosmischen Raum.

3. Mit IMMANUEL KANTS Schrift „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels“ wurde 1755 die erste Bresche in eine bis dahin versteinerte Naturauffassung geschlagen. Die Anschauung, daß die Natur nicht ist, sondern wird und vergeht, bekam ihren ersten Anstoß (4; S. 16f.).

Heute gehört zu den wichtigsten Zielen des Astronomieunterrichts, den Schülern Einsichten darüber zu vermitteln, daß sich im Weltraum alle Objekte

in ständiger Veränderung und Entwicklung befinden. Diese Zielstellung, die ja bereits Bestandteil bisheriger Astronomielehrpläne war, korrespondiert mit ähnlichen Zielstellungen des Biologieunterrichts. Wie der Biologieunterricht so hat auch der Astronomieunterricht es mit Objekten zu tun, deren Merkmale und Eigenschaften sich im Verlaufe ihrer Entwicklung herausgebildet haben, mit Objekten, die Ergebnisse eines evolutionären Prozesses sind. Es hat sich als richtig erwiesen, dem weltanschaulichen Problem der Entwicklung der Sterne im Lehrplan von 1971 einen hohen Stellenwert beizumessen, selbst wenn damals bestimmte Aussagen zur Sternentwicklung noch umstritten waren. Jedoch ist mit der Umsetzung des Lehrplans von 1971 erreicht worden, daß unsere Schüler die gesamte Sternenwelt als Ergebnis eines langen Entwicklungsprozesses begreifen.

Das grundlegende Ziel des Astronomieunterrichts, Klarheit bei den Schülern über die Entstehung und Entwicklung kosmischer Objekte zu schaffen, stellt auch künftig ein stabiles Element weltanschaulicher Bildung und Erziehung in unserem Fach dar. So heißt es im neuen Lehrplan:

„Die Schüler erwerben Kenntnisse ... über die Entstehung und die Entwicklung von Himmelskörpern sowie über die Entwicklung im Kosmos ... Der Astronomieunterricht leistet einen Beitrag zur Herausbildung der Überzeugung der Schüler von ... der Entwicklung im Kosmos.“

Diese im Lehrplan ausgedrückte Zielstellung charakterisiert, daß die Überzeugung der Schüler von der Entwicklung in der Welt durch Zusammenarbeit mehrerer Unterrichtsfächer auf der Grundlage solider **Kenntnisse über konkrete Entwicklungsprozesse** reifen soll und daß der Astronomieunterricht dazu mit seinen arteigenen Möglichkeiten einen wirksamen Beitrag leisten muß.

Deshalb gehen wir im neuen Lehrplan einen Schritt weiter im Hinblick auf die Fakten, die sich die Schüler über die Entwicklung im Weltall aneignen sollen. Im Lehrplan von 1971 waren diese Fakten auf die Sternentstehung und -entwicklung sowie auf den Hinweis beschränkt, daß der gegenwärtige Zustand der Planeten Kennzeichen einer Entwicklungsphase ist. Zahlreiche Lehrer gingen im Unterricht über diese Festlegungen des Lehrplans hinaus und charakterisierten die Veränderungen der chemischen Zusammensetzung der Sonne infolge der Kernfusion als Entwicklungsprozeß. Die letztgenannte Tatsache ist in den neuen Lehrplan aufgenommen worden. Das Neue, der nächste Schritt zu umfassenderen und tieferen Kenntnissen der Schüler über die Evolution im Weltall ist die Aufnahme eines Überblicks über die Entstehung und Entwicklung der Planeten sowie über die Expansion der Metagalaxis und über markante Meilensteine ihrer Entwicklungsgeschichte in den Lehrplan.

Bei der Vorbereitung der Astronomielehrer auf die Arbeit mit dem neuen Lehrplan kommt es darauf an, diese für den Astronomieunterricht neuen und

auch fachwissenschaftlich nicht einfachen Inhalten gebührend zu berücksichtigen. Im neuen Weiterbildungsprogramm und auch in jüngsten Beiträgen dieser Zeitschrift wird der fachlichen und methodischen Qualifizierung der Astronomielehrer zu diesen neuen Inhalten des Astronomieunterrichts hohe Aufmerksamkeit gewidmet. Die Fachzirkel sind gut beraten, den Erfahrungsaustausch über die Umsetzung dieser neuen Inhalte des Lehrplans zu führen, und diese Fachzeitschrift wird die Unterrichtsdiskussion über Erfolge und Probleme bei der Realisierung des Neuen weiter aktivieren.

Obwohl LINDNER in dieser Zeitschrift noch auf methodische Probleme der Behandlung der Planetenkosmogonie und der Evolution im Weltall eingehen wird, sollen hier einige wenige Aspekte genannt werden, die für die weltanschauliche Bildung und Erziehung der Schüler bedeutsam sind:

- Bei der Behandlung der Entstehung und Entwicklung der Planeten im Überblick kann und sollte auch darauf kurz eingegangen werden, daß die Astrophysik in der jüngsten Vergangenheit nachgewiesen hat: Entstehen von Planetensystemen ist ein gesetzmäßiger Prozeß, unser Sonnensystem stellt keine Einmaligkeit in der kosmischen Entwicklung dar.
- Bei der Behandlung der Expansion der Metagalaxis kommt es auch darauf an, die Einheit von Beobachtung und theoretischer Forschung den Schülern überzeugend darzustellen. Dies umfaßt die Vorhersage der Expansion, gefolgt aus der Theorie, die Deutung der von HUBBLE beobachteten Verschiebung der Spektrallinien in Spektren ferner Galaxien als Expansion, den Rückschluß auf den Urknall und die heiße Frühphase der Metagalaxis und schließlich die Beobachtung der Reliktstrahlung.
- Beim Eingehen auf die heiße Frühphase der Metagalaxis ist an das Wissen der Schüler aus dem Physikunterricht darüber anzuknüpfen, daß die Gültigkeit physikalischer Gesetze an Bedingungen gebunden ist. Mit Bezug auf den Beginn der Expansion der Metagalaxis ist darzustellen, daß unter gleichen Bedingungen die Gesetze in gleicher Weise wirken, wir jedoch nicht wissen, welche Naturgesetze unter den Bedingungen gewirkt haben, die ganz am Anfang der Entwicklungsgeschichte der Metagalaxis bestanden.
- Schließlich sollen die Schüler anhand des Lehrbuches Wissen über die qualitative Entwicklung in unserem Weltall erwerben. Dazu gehören die Entstehung der ersten Elemente, der Sterne, des Sonnensystems und des Lebens auf der Erde.

Mit dem neuen Lehrplan wurde auch das bisher oft kritisierte Problem der Abfolge der Behandlung von Sternentstehung und -entwicklung gelöst. Künftig wird die Sternentstehung vor der Sternentwicklung behandelt, also in der Reihenfolge, wie die Prozesse in der Natur ablaufen. Damit werden

günstigere Möglichkeiten für die Schüler geschaffen, die Prozesse der Sternkosmogenie in ihrer Folgerichtigkeit zu erfassen.

4. Die begonnene Erforschung des erdnahen Raumes, des Mondes, des gesamten Sonnensystems durch die Raumfahrt, die Anwendung der Raumfahrt in der extraterrestrischen astronomischen Forschung und zur Realisierung von Zielstellungen in solchen Bereichen wie Technologie, Ökologie, Medizin, Nachrichtenübertragung, Militärwesen, hat das Copernicanische Weltbild in unserem Jahrhundert allen Menschen als praktische Realität bewußt gemacht. Die mit COPERNICUS eingeleitete Relativierung der Stellung der Erde und des Menschen im Weltall ist ein grundlegender Bestandteil unseres heutigen Weltbildes, das das menschliche Denken und Handeln mitbestimmt.

Aus einer solchen weltanschaulichen Sicht wird die häufig gestellte Frage beantwortet, mit welcher Zielstellung die Raumfahrt im Astronomieunterricht zu behandeln ist. Raumfahrt im Astronomieunterricht lediglich auf ihre Funktion beschränken zu wollen, neue Beobachtungsmöglichkeiten für die astronomische Erforschung erschlossen zu haben, wäre eine Einengung aus der Sicht des im Rahmen der Allgemeinbildung den Schülern zu vermittelnden Weltbildes. Erforschung des Weltalls im Großen und der in ihm enthaltenen Objekte und Systeme, Raumfahrt als Mittel extraterrestrischer astronomischer Forschung und als Bestandteil der wissenschaftlich-technischen Revolution bilden nicht nur eine wissenschaftliche, sondern auch eine weltanschauliche Einheit, indem Astronomie und Raumfahrt letztlich gemeinsam die mit COPERNICUS eingeleitete Revolution des wissenschaftlichen Weltbildes in unserer Zeit weiterführen. Diese weltanschauliche Einheit von Astronomie und Raumfahrt wird im neuen Lehrplan in zwei Richtungen reflektiert. Im Zusammenhang mit der Behandlung astronomischer Objekte werden jene Erkenntnisse über diese Objekte hervorgehoben, die erst durch die Raumfahrt erhalten werden konnten; und in zwei Unterrichtsstunden über die Raumfahrt werden ausgewählte Anwendungen im wissenschaftlich-technischen, ökonomischen, kulturellen und militärischen Bereich im Zusammenhang mit der Geschichte der Raumfahrt behandelt. Im Lehrplan heißt es zum ersten Gesichtspunkt:

„Am Beispiel der Raumfahrt erkennen die Schüler, daß physikalische Gesetze, die für die Bewegung natürlicher Himmelskörper gelten, für technische Zwecke genutzt werden können... Erkenntnisse über Eigenschaften von Himmelskörpern, die mit Hilfe der Raumfahrt gewonnen wurden, werden bei der Behandlung der entsprechenden astronomischen Objekte dargelegt.“

Im einzelnen sind diese Aufgaben umsetzbar, wenn im Astronomieunterricht – so wie es der Lehrplan vorsieht – die Erweiterung der Beobachtungsmöglichkeiten durch die Raumfahrt und einige Ergebnisse der Untersuchung eines Planeten mit Hilfe

der Raumfahrt (wobei der von den Schülern beobachtete Planet empfohlen wird) behandelt werden, und wenn auf die Anwendung der Keplerschen Gesetze sowie des Gravitationsgesetzes in der Raumfahrt ein entsprechender Hinweis erfolgt.

Zum zweiten Gesichtspunkt wird im Lehrplan ausgedrückt:

„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, ... wichtige Ereignisse der Raumfahrt im Zusammenhang mit deren gesellschaftlicher Zielstellung zu betrachten.“

Diese Zielstellungen sind im Unterricht nur zu realisieren, wenn auch auf die historische Entwicklung der Raumfahrt und auf aktuelle Raumfahrt Ereignisse eingegangen wird. Dies fordert der Lehrplan ausdrücklich. Dabei reicht der Bogen von ZIOLKOWSKI, der bei seinen Arbeiten die Eroberung des Weltraums zum Wohle der Menschheit stets zum Ziel hatte, über die Ersterfolge der praktischen Raumfahrt bis hin zum aktuellen Kampf der Sowjetunion, der anderen sozialistischen Länder und aller Kräfte des Friedens für die friedliche Nutzung der Raumfahrt und gegen die Militarisierung des Weltraums. Dabei kommt es darauf an, die Schüler mit Fakten aus der Raumfahrt, mit konkreten Beispielen davon zu überzeugen, daß auch auf dem Gebiete der Raumfahrt die Bereicherung des materiellen und kulturellen Lebensniveaus der Menschen Ziel aller geistigen und materiellen Aufwendungen der sozialistischen Gesellschaft ist.

Den Schülern ist nachzuweisen, worin der unmittelbare Nutzen der Raumfahrt für die Erde und für das Leben jedes einzelnen Menschen durch Nachrichtenübertragung, Feinerkundung der Erde, Materialwissenschaft, Wetterbeobachtung, biologisch-medizinische Forschung besteht. Und zugleich ist die Auseinandersetzung zu führen mit Versuchen wirtschaftlicher und politischer Erpressung, die die USA mittels der Raumfahrt gegenüber anderen Ländern führen, und insbesondere mit dem von aggressiven militärischen Zielen und von Prestigesucht geprägten Space-Shuttle-Programm und dem Sternenkriegsprojekt SDI. Der Himmel darf nicht zum Vorhof der Hölle werden – dafür mit ihren Mitteln aktiv etwas zu tun, muß für unsere Schüler zum Bedürfnis werden, auch als Ergebnis des Unterrichts im Fach Astronomie.

Wenn wir in einem an den weiterentwickelten Ideen des COPERNICUS orientierten Astronomieunterricht die Schüler zu der Einsicht führen, daß es – astronomisch gesehen – keinen besonderen Platz der Erde und des Menschen im Weltall gibt, so müssen wir doch die Einmaligkeit des Planeten

Erde als Lebensraum des Menschen immer wieder betonen und dabei die Schüler dafür gewinnen, selbst etwas zu tun, um die Bedingungen für die Existenz des irdischen Lebens zu erhalten. Wir haben nur diese Erde – das muß den Schülern auch im Astronomieunterricht deutlich vor Augen geführt werden mit dem Ziel, aktiv zur Erhaltung der Natur beizutragen, in erster Linie durch Kampf um den Frieden, für Stopp der nuklearen Hochrüstung auf der Erde und im Kosmos. Zur Erreichung dieses Ziels kann und muß der Astronomieunterricht bei der Behandlung der Raumfahrt und auch bei der Behandlung des Sonnensystems beitragen.

So schließt sich der Kreis bei der Vermittlung des wissenschaftlichen Weltbildes im Astronomieunterricht, wie es sich in der Geschichte herausgebildet hat. Negierung der ursprünglich angenommenen Mittelpunktstellung der Erde und des Menschen durch COPERNICUS, Aufhebung der Sonderstellung des Sonnensystems, Vollendung der Copernicanischen Revolution des Weltbildes mit den Erkenntnissen über den evolutionären Kosmos und durch die praktische Realisierung der Raumfahrt in unserem Jahrhundert, zugleich jedoch Betonung der Einmaligkeit unseres Planeten als Lebenssphäre, die der Mensch aktiv und bewußt gestaltet, in der er seine Existenzbedingungen insbesondere auch im täglichen Kampf gegen die menschheitsbedrohenden Bestrebungen zur Eskalation nuklearer Rüstung reproduzieren muß – diese Inhalte sind die tragenden Säulen eines modernen Astronomieunterrichts, sind Fundamente des wissenschaftlichen Weltbildes unserer Schüler.

Wir lehren im Astronomieunterricht **das wissenschaftliche Weltbild** in seinem Werden, in seiner **historischen Entwicklung**. Erkenntnisse der Astronomie und Ereignisse der Raumfahrt werden in historische Zusammenhänge gestellt. Das ist für die Allgemeinbildung der Schüler auch deshalb wichtig, da Wissen über die weltanschaulichen Auseinandersetzungen bei der Entwicklung der Astronomie auch heute Einfluß auf das Weltbild und auf Haltungen der Schüler hat.

Welche Potenzen bietet der neue Lehrplan für die Behandlung wissenschaftshistorischer Inhalte im Astronomieunterricht?

a) Die Schüler sollen erkennen, daß die **Astronomie** – wie jede Wissenschaft – **ihre Geschichte** hat. Sie sollen erschließen, warum bestimmte Erkenntnisse zu bestimmten historischen Zeitpunkten „das Licht der Welt erblickten“. Dies verlangt, die historische Problemsituation zu kennen, die zum Zeitpunkt bestanden hat, als die Astronomen zu einer bestimmten Erkenntnis gelangten.

Als Beispiel dafür sind die Erkenntnisse von Galilei auch aus der Sicht zu werten, daß die Entwicklung der Produktivkräfte zu seiner Zeit so weit fortgeschritten war, daß er als einer der Ersten Him-

melsbeobachtungen mit dem Fernrohr durchführen konnte. – Und um ein anderes Beispiel zu nennen: Das fieberhafte Bemühen der USA um den ersten bemannten Mondflug in den sechziger Jahren ist als Reaktion auf das durch den Sputnikstart arg geschüttelte Selbstbewußtsein führender Kräfte in diesem Lande zu werten.

b) Die Schüler sollen Einsichten gewinnen, daß wissenschaftliche **Erkenntnisse** unter antagonistischen Klassenverhältnissen **oft gegen Vorurteile und Klasseninteressen durchgesetzt** werden müssen.

Als Beispiel dafür ist den Schülern das Ringen um die Anerkennung des Copernicanischen Weltbildes, das anfangs wissenschaftlichen und vor allem ideologischen Anfeindungen ausgesetzt war, als Teil der geistigen Auseinandersetzung im Mittelalter bewußt zu machen.

c) Die Schüler sollen den **wissenschaftlichen Fortschritt in Astronomie und Raumfahrt** an Beispielen erkennen, wodurch auch ihre Überzeugung von der Erkennbarkeit der Natur gefördert wird.

Als Beispiel sei mit Bezug auf den neuen Lehrplan genannt, daß durch die Anwendung immer besserer Fernrohre, durch die Raumfahrt und durch Nutzung radioastronomischer Instrumente in der astronomischen Forschung stets größere Raumbereiche beobachtbar wurden, die Beobachtungsgrenze, die keine räumliche Grenze des Weltalls ist, stets weiter hinausgeschoben wird. Dies ist den Schülern durch konkrete Fakten deutlich zu machen.

d) Die Schüler sollen weitere Einsichten in **Zusammenhänge zwischen der wissenschaftlich-technischen und der ökonomischen Entwicklung** erlangen. Als Beispiel bietet sich hierzu an, die Fortschritte in der Raumfahrt auch mit Bezug auf die Vorteile für die Entwicklung der Volkswirtschaft darzustellen, sowie herauszuarbeiten, daß die Verwirklichung von Raumfahrtstrategien ein entsprechendes wirtschaftliches Potential der Raumfahrtnationen voraussetzt. In diesem Zusammenhang ist auch auf die Vorteile der Kooperation auf dem Gebiet der Raumfahrt, z. B. auf das Interkosmosprogramm, hinzuweisen.

e) Die Schüler sollen die Einsicht vertiefen, daß **Anwendung von Wissenschaft** – auch der Astronomie – stets **soziale Auswirkungen** hat.

Als Beispiel aus den Anfängen der Astronomie lernen die Schüler kennen, daß durch die Beobachtung des Sternhimmels im alten Ägypten günstige „agrotechnische Termine“ vorhergesagt werden konnten. Jedoch wurde auch die Astronomie z. Z. ihrer Entstehung von den Herrschenden zur Stabilisierung ihrer Macht mißbraucht, indem die unwissenden Schichten des Volkes durch mystisch-religiöse Deutungen astronomischer Ereignisse in Gehorsam gehalten wurden. Durch Vermittlung des wissenschaftlichen Weltbildes trägt der Astrono-

mieunterricht dazu bei, daß die Schüler erkennen; Wissenschaft ist weder gut noch böse, Mißbrauch gegen den Menschen ist nicht von vornherein Wesenszug der Wissenschaft. Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse gegen den Menschen erwächst aus reaktionären Klasseninteressen. Folglich ist nicht die Wissenschaft wegen des Erkenntnisstrebens und des unaufhörlichen Erkenntnisfortschritts von den Schülern zu verurteilen, sondern die Klasseninteressen sind zu entlarven, durch die die Wissenschaft – insbesondere auch die Raumfahrt – gegen den Menschen angewendet wird oder werden soll.

f) Die Schüler sollen das **Wirken von Wissenschaftlern**, ihre Haltung zum wissenschaftlichen Fortschritt und ihr gesellschaftliches Engagement zur Grundlage eigener Lebensorientierungen machen. Dafür bietet der Lehrplan Beispiele aus der Geschichte der Astronomie und der Raumfahrt an. Neben den Forschern, die sich im Mittelalter für das Copernicanische Weltsystem einsetzen, sollen solche Persönlichkeiten aus der Astronomiegeschichte, wie BESSEL (im Zusammenhang mit den ersten Parallaxenmessungen), KANT und HERSCHEL (im Zusammenhang mit der Durchsetzung des Entwicklungsgedankens der Astronomie), HUBBLE (als Entdecker der Fluchtbewegung der Galaxien) im Unterricht gewürdigt werden. Bei der Behandlung der Raumfahrt sind insbesondere die Leistungen der Pioniere der Raumfahrt und der heutigen Raumfahrergeneration zu würdigen, die durch ihr Beispiel der jungen Generation Vorbild sind.

Um diese Zielstellungen bei der Behandlung wissenschaftshistorischer Inhalte besser als bisher im Astronomieunterricht zu erreichen, sind die historischen Inhalte im neuen Lehrplan in die Stoffeinheiten integriert worden und nicht mehr den Stoffgebieten nachgestellt. Damit ist die bisherige inhaltliche und zeitliche Trennung zwischen der Behandlung der fachlichen und der historischen Stoffe überwunden. Durch diese Trennung wurde den Schülern häufig Astronomie zu problemlos vermittelt, als fertige Wissenschaft, ohne Geschichte, ohne „falsche“ Auffassungen, die jedoch wichtig für unseren heutigen Erkenntnisstand waren. Die Verschmelzung von fachlichen und wissenschaftshistorischen Inhalten im Lehrplan und infolgedessen auch im Unterricht ermöglicht, den Schülern künftig besser als bisher bewußt zu machen, daß sich die Erkenntnisse über Objekte am Sternhimmel und über den evolutionären Kosmos selbst ständig entwickeln. Die Schüler gelangen zu Einsichten darüber, daß der gegenwärtige Erkenntnisstand auf Vorleistungen der Wissenschaftler aus der Vergangenheit beruht und noch nicht in allem vollkommen ist, aus ungelösten Problemen neue Aufgaben für die wissenschaftliche Forschung erwachsen. Die neue Stellung der Wissenschaftsgeschichte

im Lehrplan ermöglicht zugleich eine gestraffte Darstellung im Unterricht, kann doch auf bisher notwendig gewesene Doppelbehandlungen von Inhalten (z. B. vom Aufbau des Sonnensystems) künftig verzichtet werden.

Der Astronomielehrer muß auch Zeit dafür planen und einsetzen, um auf die Schüler interessierende Fragen einzugehen, die im Zusammenhang mit neuen Entdeckungen in der Astronomie, besonderen Erscheinungen am Himmel und aktuellen Ereignissen in der Raumfahrt, Entwicklungsprozessen im Weltall, stehen. Dies wird im Lehrplan auch ausdrücklich gefordert. Den Unterricht zu aktualisieren, verlangt Informiertheit und fachliches Wissen des Lehrers auf hohem Niveau. Nur der Astronomielehrer wird erziehungswirksam unterrichten, der seinen Schülern fachlich qualifiziert, mit hoher pädagogischer und methodischer Meisterschaft, als politisches Vorbild gegenübertritt.

Mit der Behandlung von Inhalten aus der Geschichte von Astronomie und Raumfahrt hängt eng zusammen, im Astronomieunterricht das eigenständige Fragen der Schüler nach der Bedeutung, dem Nutzen der Dinge, nach der Bewertung astronomischer und astronautischer Fakten und Ereignisse zu fördern. Deshalb steht im neuen Lehrplan, daß die Schüler durch aktive Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsstoff zu befähigen sind, die Bedeutung astronomischer Erkenntnisse für die Entwicklung des wissenschaftlichen Weltbildes zu erläutern und wichtige Ereignisse der Raumfahrt im Zusammenhang mit deren gesellschaftlicher Zielstellung zu betrachten.

Bei der Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts gehen wir davon aus, daß die **Anwendung von Denk- und Arbeitsweisen** der Fachwissenschaft für die Allgemeinbildung der Schüler, für ihr Weltbild und damit zusammenhängend für die weltanschauliche Erziehung wirksamer werden muß. Deshalb wurde das Arbeiten mit **Beobachtungen** und das **Anwenden der Mathematik** im Astronomieunterricht – zweier wesentlicher und miteinander zusammenhängender Methoden – einer grundlegenden Prüfung unterzogen.

Betrachten wir Ziele, Inhalt und methodische Konzeption der Arbeit mit Beobachtungen und der Anwendung der Mathematik im Astronomieunterricht nach dem neuen Lehrplan.

Arbeit mit astronomischen Beobachtungen

Die Beobachtung ist für den Astronomen die Hauptform der Praxis. Durch Beobachtungen des Sternhimmels tritt er mit der Wirklichkeit in Kontakt, erhält Informationen über die beobachteten astronomischen Objekte. Die Beobachtung ist Quelle der Erkenntnis in der Astronomie. Der Astronom versucht, die von ihm beobachtete Wirklichkeit theoretisch zu verstehen, bildet Hypothesen und zieht Schlußfolgerungen, die er durch erneute

Beobachtungen überprüft. Die Beobachtung ist somit auch Kriterium der Wahrheit der Erkenntnis. Wenn wir die Schüler im Astronomieunterricht mit Denk- und Arbeitsweisen der Wissenschaft bekannt machen, dann müssen wir ihnen die **Funktion von astronomischen Beobachtungen im Erkenntnisprozeß** zeigen. Dies geschieht effektiv mittels Beobachtungen, die in der Geschichte der Astronomie bedeutsam waren und mit Beobachtungen, die die Schüler selbst durchführen, wobei die letztgenannten, die **schulastronomischen Beobachtungen**, auch historische Bedeutung haben können.

Im Lehrplan wird gefordert, 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.“

Diesem Ziel dienen insbesondere folgende Beispiele:
Aufstellen des Copernicanischen Systems im Ergebnis von Beobachtungen der Planeten und die Bestätigung dieses Systems durch Auffinden des Planeten Neptun an vorausberechneter Position;

Schluß auf die heiße Frühphase der Metagalaxis aus der beobachteten Galaxienflucht und die Deutung der beobachteten 3-K-Strahlung als Reliktstrahlung aus der heißen Frühphase.

Diese Beispiele für das **Zusammenwirken von Beobachtung und Theorie** verdeutlichen den Schülern, was es in der Astronomie heißt, vom „Zeugnis der Sinne“ auszugehen, aus zugänglichen Teilinformationen über die unerschöpfliche objektive Realität durch Denken, Verallgemeinern, Schlußfolgern, Überprüfen zum Wesen der Erscheinungen der Natur vorzudringen.

Astronomie bildungs- und erziehungswirksam zu unterrichten erfordert, daß die Schüler den Sternhimmel selbst beobachten und nicht nur vom Lehrer Mitteilungen über Beobachtungsergebnisse erfahren. Warum müssen wir auf die **Erfüllung des Beobachtungsprogramms** des Lehrplans drängen? Eigenes Beobachten ermöglicht in ausgezeichneter Weise, den Schülern die Astronomie als Wissenschaft zu lehren, die auf Erfahrungen bei der Beobachtung der Natur gegründet ist. Eigenes Beobachten zeigt den Schülern, daß wir Eigenschaften und Bewegungen der astronomischen Objekte so lehren, wie sie sind. Damit die Schüler diese Einsicht erlangen, müssen die Beobachtungen im Unterricht vorbereitet werden und die Beobachtungsergebnisse in den Erkenntnisprozeß der Schüler einfließen. Eigenes Beobachten versetzt die Schüler in die Lage, die wissenschaftshistorische und weltanschauliche Bedeutsamkeit einst erstmals durchgeführter Beobachtungen zu begreifen. Eigenes Beobachten spricht die Schüler emotional an, wenn sie über die Schönheit des Sternhimmels und über die Mannigfaltigkeit der astronomischen Objekte staunen, oder wenn sie das Auflösungsvermögen des Fernrohrs bei der erstmaligen Beobachtung eines Doppelsterns bewundern. Eigenes Beobachten stimuliert – ähnlich wie selbständiges

Experimentieren – das Interesse der Schüler an der Astronomie und am Astronomieunterricht. Durch eigenes Beobachten erwerben die Schüler Wissen über Objekte am Sternhimmel und weltanschauliche Einsichten über die Erkennbarkeit der Welt.

Nicht alle im Astronomieunterricht zu behandelnden astronomischen Objekte und Erscheinungen können von den Schülern selbst beobachtet werden. Deshalb heißt es im Lehrplan:

„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.“

Jedoch rechtfertigt diese Formulierung im Lehrplan in keiner Weise, auf die Beobachtung des Sternhimmels durch die Schüler zu verzichten. Einige Objekte, die im Astronomieunterricht behandelt werden, können und müssen sich die Schüler durch eigenes Beobachten des Sternhimmels erschließen. Die Ausstattung aller unserer Schulen mit dem Schulfernrohr „Telementor“ und die Möglichkeit, in vielen Kreisen Astronomieunterricht in Volks- und Schulsternwarten durchführen zu können, sind Bedingungen für die astronomische Bildung aller Kinder unseres Volkes, die zu nutzen zu den Pflichten und zur Verantwortung jedes Astronomielehrers gehört.

Mit der Entwicklung des Astronomieunterrichts in unserer Schule ist seit seiner Einführung auch das Beobachtungsprogramm ständig vervollkommen worden. Im **Lehrplan von 1959** war gefordert, die Schüler zum Beobachten des Sternhimmels anzuleiten. Beobachtungsaufgaben waren weder im Inhalt noch in der Anzahl konkret angegeben. Mit dem **Lehrplan von 1971** wurden die astronomischen Beobachtungen durch die Schüler als obligatorische Schulveranstaltungen eingeführt. In diesem Lehrplan sind konkrete Beobachtungsaufgaben formuliert, die sich während der 15jährigen Gültigkeit weitgehend bewährt haben. Nicht bewährt hat sich, die Beobachtungen am Ende des Lehrplans als gesondertes Stoffgebiet auszuweisen. Dadurch wurde ein Nebeneinander von astronomischen Beobachtungen und Unterrichtsprozeß begünstigt, der notwendige Zusammenhang zwischen beiden ging häufig verloren.

So war es in den letzten Jahren immer wieder notwendig, bei der Interpretation des Lehrplans auf die unverzichtbare **Einheit von Beobachtung und Klassenunterricht** zu orientieren. Diese Einheit ist im neuen Lehrplan dadurch hervorgehoben, daß die für die Stoffgebiete relevanten Beobachtungen den Inhalten unmittelbar zugeordnet sind und auch die für die Beobachtungen notwendige Unterrichtszeit innerhalb der Stoffgebiete geplant ist. Somit wird vom Lehrplan her weit besser als bisher auf die Einheit von astronomischen Beobachtungen und Erkenntnisprozeß im Klassenunterricht, auf die

Integration der Beobachtungsergebnisse in den Unterrichtsprozeß hingewiesen.

Bei der Ausarbeitung des neuen Lehrplans galt es, die **Beobachtungsinhalte** so zu bestimmen, daß ein für die Allgemeinbildung angemessenes Verhältnis von

- **Beobachtungen zur Orientierung am Sternhimmel** (Sternbilder, Polarstern, Himmelsrichtungen; Koordinaten heller Sterne)
- **Beobachtungen zum Erkennen astronomischer Erscheinungen** (Lageveränderung von Sternen; Phase der Venus, Bewegung des Mars; Änderung der Mondphase, Lageänderung des Mondes, Milchstraße)
- **Beobachtungen zum Kennenlernen astronomischer Objekte** (Jupitermonde, Saturnring; Mondoberfläche; Sonnenoberfläche, -spektrum; Helligkeit und Farbe von Sternen; Doppelstern; Sternhaufen, Sternsysteme)

repräsentiert ist. Die Proportionen zwischen den drei genannten Gruppen von Beobachtungen widerspiegeln die Aufgabe des Astronomieunterrichts, den Schülern Wissen über ausgewählte astronomische Objekte zu vermitteln, so wie es im einleitenden Satz des neuen Lehrplans formuliert ist. Ein weiterer Schwerpunkt bei der Erarbeitung des Beobachtungsprogramms für den neuen Lehrplan war die **Auswahl geeigneter Beobachtungsobjekte** und die **Ausarbeitung praktikabler Organisationsformen** für die Beobachtungsveranstaltungen.

Bezüglich des Inhalts der Beobachtungsaufgaben wird besonders auf die Auswahlmöglichkeiten bei den Beobachtungen 1 bis 4 und 8 bis 11 hingewiesen. Wenn bei den Beobachtungsaufgaben überhaupt Objekte konkret genannt sind, dann sollen diese stets als Beispiele verstanden werden, die durch andere ersetzt werden können. Maßstab für die Auswahl der im Lehrplan genannten Beispiele für geeignete Beobachtungsobjekte waren

- die Erfahrung der Astronomielehrer mit dem bisher gültigen Lehrplan,
- die leichte Beobachtbarkeit der Objekte auch für relativ ungeübte Beobachter,
- die bei unbedecktem Himmel ununterbrochene Beobachtbarkeit der Objekte in den Zeiträumen, in denen sie zum Inhalt des Astronomieunterrichts gehören,
- die Position der Objekte in einer angemessenen Höhe über dem Horizont.

In der Unterrichtsdiskussion über die astronomischen Beobachtungen wurde mit Recht vorgeschlagen, das **Beobachten eines Doppelsterns** mit dem Vergleich der Farben von Sternen zu verbinden und dies am Beispiel des Albireo zu realisieren. Dieser Vorschlag findet volle Zustimmung, zumal der Farbunterschied der beiden Komponenten für die Schüler sehr deutlich ist. Wenn dennoch Mizar im Lehrplan als Beispiel für einen zu beobachtenden Doppelstern genannt ist, so deshalb, weil Mizar – im

Gegensatz zu Albireo – auch ab Ende Januar, also im unmittelbaren Vorfeld der Behandlung der Sterne gut zu beobachten ist.

Mit Bezug auf die Beobachtungsaufgaben 4 (Planeten) und 11 (Sternhaufen u. a.) soll hingewiesen werden, daß mit der Lehrplanformulierung „und/oder“ gemeint ist, daß jeweils eines der im Lehrplan genannten Objekte beobachtet werden soll, die Beobachtung mehrerer Objekte natürlich nicht ausgeschlossen ist. Jedoch geht es im Astronomieunterricht nicht um eine vordergründige quantitative Ausweitung des Beobachtungsprogramms. Wichtiger für den Erfolg des Astronomieunterrichts ist die qualitative Arbeit mit den Beobachtungen, ihre Vorbereitung, Durchführung und Auswertung, die Erarbeitung klarer Aufgabenstellungen für die Schüler vor der Beobachtung, die Einbeziehung der Beobachtungsergebnisse in den Unterricht. Beim Beobachten sollen Verstand und Gefühl der Schüler zugleich angesprochen werden. Staunen über die Schönheit des Sternhimmels ist für die Entwicklung der Schüler gewiß wertvoller als mit hastigem Blick von Objekt zu Objekt am Himmel zu rasen.

Beobachtungen der Sonne sind in den Lehrplan neu aufgenommen worden. Erfahrungen in der Schulpraxis haben gezeigt, daß Sonnenbeobachtungen unkompliziert, meist sogar im Klassenraum, und für die Schüler anregend durchgeführt werden können. Bei der Beobachtung der Sonnenoberfläche ist mit dem Projektionsschirm zu arbeiten. Beim Spektrum soll – um Irrtümer auszuschalten – die Beobachtung der FRAUNHOFERschen Linien natürlich nicht angestrebt werden. Es geht lediglich um die Zerlegung des Sonnenlichtes in die Spektralfarben (z. B. mit einem Gitter oder mit einem Prisma), was zugleich eine Vorleistung des Astronomie- für den Physikunterricht ist. Ausdrücklich wird im Lehrplan auf die Einhaltung der bei Sonnenbeobachtungen geltenden Bestimmungen für den Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz hingewiesen. Es heißt:

„Der Lehrer hat zu sichern, daß die für eine gefahrlose Sonnenbeobachtung erforderlichen Maßnahmen von allen Schülern konsequent eingehalten werden.“

Dies soll an dieser Stelle ausdrücklich betont werden, und wir empfehlen allen Astronomielehrern und den Fachzirkeln, in Vorbereitung auf die Arbeit mit dem neuen Lehrplan die Beobachtungen der Sonne und auch der anderen Objekte intensiv zu üben.

Bezüglich der **Organisation** der schulastronomischen Beobachtungen enthält der Lehrplan eine Reihe von Neuerungen, die alle darauf zielen, bessere Bedingungen für die Durchführung der Beobachtungen und für ihre Integration in den Unterrichtsprozeß zu schaffen.

– Im Winterhalbjahr können **Beobachtungen des Morgenhimmels** durchgeführt werden. Mit dieser Organisationsform wird auf bereits vorhandene Erfahrungen vieler Oberschulen reagiert und eine

effektive Variante für Schulen mit großem Einzugsbereich angeboten.

– Es wird ausdrücklich orientiert, daß Beobachtungen, die ohne Fernrohr möglich sind, als **Hausaufgaben** erteilt werden können. Dafür sind die Beobachtungen 4b (Mars) und 5 (Mond) sowie – bei entsprechender Vorbereitung der Schüler – 8 (Helligkeit von Sternen) geeignet. Damit ist es möglich, in den Beobachtungsveranstaltungen der Klasse die Arbeit mit dem Fernrohr sowie die Beobachtungen zur Orientierung am Sternhimmel in den Mittelpunkt zu stellen.

– Der Lehrplan orientiert darauf, die **Beobachtungen so früh wie möglich zu beginnen** und mit Beginn des zweiten Schulhalbjahres abzuschließen. Diese Orientierung hat nicht nur eine mit der MESZ zusammenhängende organisatorische Seite, sondern auch einen inhaltlichen Aspekt. Dieser besteht darin, den Erfahrungen vieler Astronomielehrer entsprechend Beobachtungen durchzuführen, bevor die astronomischen Objekte im Klassenunterricht behandelt werden. Jedoch ist in keiner Weise beabsichtigt, ausschließlich diese Variante zu propagieren.

– Die **Unterrichtszeit für die schulastronomischen Beobachtungen** ist jetzt innerhalb der für Klasse 10 im Lehrplan ausgewiesenen 28 Stunden für den Astronomielehrgang enthalten. Bekanntlich hatte die bisherige Regelung, Beobachtungen außerhalb der geplanten Unterrichtszeit durchzuführen, zu unterschiedlichen Regelungen in der Praxis geführt. Gelegentlich wurde auch der Verzicht auf Beobachtungen mit der bisherigen Regelung im Lehrplan zu begründen versucht. Die neue Planung der Unterrichtszeit für Beobachtungen erhöht deren Verbindlichkeit und verbessert die Bedingungen für die Integration der Beobachtungen in den Unterrichtsprozeß.

– Um eine enge **Verbindung von Beobachtung und Unterrichtsprozeß** bei der Behandlung der Orientierung am Sternhimmel zu erreichen, um z. B. die Inhalte des Lehrplanabschnittes „Orientierung am Sternhimmel“ unmittelbar bei der Beobachtung des Sternhimmels zu unterrichten, ist im Lehrplan folgendes vorgesehen:

„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.“

Mit der inhaltlichen und organisatorischen Weiterentwicklung des Beobachtungsprogramms sind durch den neuen Lehrplan einerseits die objektiven Bedingungen für die Realisierung der Beobachtungen in den Schulen verbessert worden, andererseits werden höhere aber notwendige Anforderungen an die pädagogische und methodische Ar-

beit der Astronomielehrer gestellt. Es gehört zu den Verpflichtungen jedes Lehrers im Fach Astronomie, das Beobachtungsprogramm inhaltlich voll zu erfüllen. Denn Verzicht auf astronomische Beobachtungen durch die Schüler bedeutet in jedem Fall Reduzierung des Beitrages des Astronomieunterrichts zur Entwicklung unserer Schüler, bedeutet Reduzierung des weltanschaulichen Gehalts astronomischer Bildung. Wie das Beobachtungsprogramm realisiert werden kann und wie Beobachtungsergebnisse in den Erkenntnisprozeß der Schüler einfließen können, bleibt weiterhin Gegenstand der Unterrichtsdiskussion dieser Zeitschrift und muß auch im Zentrum des Erfahrungsaustausches in den Kollektiven der Astronomielehrer stehen.

An dieser Stelle soll noch zu zwei Problemen Stellung genommen werden: Es geht um die **Protokollierung** der Beobachtungsergebnisse und um die **Bewertung** der Beobachtungstätigkeit der Schüler sowie um ein terminologisches Problem.

Zur Befähigung der Schüler, astronomische Beobachtungen durchzuführen, gehört auch die Speicherung der Beobachtungsergebnisse. Dies erfolgt wirkungsvoll in Form schriftlicher Aufzeichnungen. Jedoch ist stets neu zu überlegen, welchen Umfang die protokollarischen Aufzeichnungen der Schüler haben müssen. Geht man davon aus, daß die selbständigen Beobachtungen der Schüler bei ihnen zu einem Erkenntniszuwachs führen sollen, so muß bei der Entscheidung über Inhalt und Umfang der Protokolle stets geprüft werden, wie mit der Protokollierung der Erkenntniszuwachs bei den Schülern erreicht wird. Meist können Protokolle astronomischer Beobachtungen durch die Schüler weitgehend auf das Festhalten der Beobachtungsergebnisse beschränkt werden. Unnötige Forderungen bezüglich des Umfangs der Protokolle führen bei den Schülern zur Abneigung gegenüber den Beobachtungen, insbesondere dann, wenn sie zur Annahme gelangen, beobachtet würde im Astronomieunterricht nur deshalb, um bei Vor betrachtungen und im Anschluß an Beobachtungen das Schreiben von Protokollen zu üben. Eine solche Einstellung der Schüler wäre für die Entwicklung ihrer Erkenntnisinteressen abträglich, würde die Aufgeschlossenheit für die Beobachtungen und für den Astronomieunterricht insgesamt stark reduzieren. Erfahrene Astronomielehrer, die intensiv und seit Jahren das Beobachtungsprogramm realisieren, betonen immer wieder, daß nichts stärker das natürliche Interesse der Schüler an der Astronomie stabilisiert und fördert als eigene Beobachtungen des Sternhimmels.

Die Beobachtungstätigkeit der Schüler soll vom Lehrer bewertet werden. Dazu gehört auch das Erteilen von Zensuren. Beobachtungen sind ein Schwerpunkt des Astronomieunterrichts, und die Schüler haben ein Recht darauf, daß ihr Aufwand

und ihre Leistungen beim Beobachten entsprechend anerkannt und bewertet werden. Keineswegs ist es aber angebracht, die Bewertung ausschließlich auf die Protokolle zu beschränken. Wie das Problem der Bewertung und der Zensierung der Beobachtungstätigkeit der Schüler in ihrer Gesamtheit in der Schulpraxis gelöst werden kann, fordert den Erfahrungsaustausch und die Diskussion unmittelbar heraus. Ein Standpunkt sei an dieser Stelle noch angemerkt: Wir müssen mit den Schülern pädagogisch so arbeiten, daß sie beim Beobachten ihren Blick zum Himmel richten und nicht das Ringen um eine Zensur, die womöglich ausschließlich für das Protokoll erteilt wird, in den Vordergrund der Beobachtungstätigkeit rücken. Bei der Unterrichtsdiskussion um die Beobachtungstätigkeit gab es auch **terminologische Fragen**. Es wurde vorgeschlagen, den Terminus Beobachten durch Betrachten und den Terminus Beobachtungsergebnis durch Beobachtungsbefund zu ersetzen.

Begründet wurden diese Vorschläge wie folgt: Das Feststellen von – zumindest während der Beobachtung unveränderten – Eigenschaften der astronomischen Objekte, wie es durch die Schüler erfolgt, sei kein Beobachten, da sich die letztgenannte Tätigkeit auf das Feststellen dynamischer Prozesse beziehe. Das, was man bei der Beobachtung sieht (der Beobachtungsbefund), unterscheidet sich von dem, was man als wissenschaftliche Tatsache (das Beobachtungsergebnis) anerkannt. Als Beispiel wird dabei meist auf den Unterschied zwischen der beobachtbaren Bewegung und der wahren Bewegung der Planeten verwiesen.

Wir vertreten den Standpunkt, daß mit solch feinen Unterschieden in der Terminologie die Schüler nicht belastet werden sollen. Wie soll ein Schüler unterscheiden, daß er bei einem einzigen – wenn auch nur eine kurze Zeit andauernden – Blick zum Sternhimmel die Mondoberfläche betrachtet und zugleich die Bewegung des Mondes beobachtet? Wie soll ein Schüler verstehen, daß aus seiner Absicht, die Schönheit des Sternhimmels zu betrachten, ohne sein Zutun ein Beobachten geworden ist, weil plötzlich das an einem vorbeifliegenden Raumschiff reflektierte Sonnenlicht in sein Sehfeld gelangt? Wie soll ein Schüler von sich aus die von ihm skizzierte Mondoberfläche als Beobachtungsbefund oder als Beobachtungsergebnis deuten? Diese Beispiele zeigen wohl bereits deutlich, daß es für den Erfolg des Astronomieunterrichts wichtiger ist, wenn die Schüler die Bewegungen und die Oberflächenformationen des Mondes kennenlernen und im Unterricht erklären können, als daß sie die o. g. Termini unterscheiden. Um die Welt zu verstehen, muß man sie beobachten und über das Beobachtete nachdenken, Empirie und Theorie miteinander verbinden. Dazu muß der Astronomieunterricht seinen spezifischen Beitrag leisten, und

astronomische Beobachtungen durch die Schüler sind ein ganz hervorragendes Mittel dafür.

Anwendung der Mathematik im Astronomieunterricht

Bereits im Altertum wurden astronomische Erkenntnisse in der Sprache der Mathematik formuliert und durch Anwendung mathematischer Verfahren neue, weiterführende Erkenntnisse über astronomische Objekte erzielt. Seit der Messung der Sonnenhöhe mit Hilfe eines Schattenstabes im 7. Jh. v. u. Z. in Babylonien und der Ableitung von Zeiteinteilungen aus dem beobachteten Lauf der Gestirne ist die Anwendung der Mathematik in der Astronomie nicht mehr wegzudenken. Zu den **Zeugnissen der erfolgreichen Anwendung der Mathematik in der Astronomie** zählen die Formulierung der Gesetze der Planetenbewegung durch KEPLER und des Gravitationsgesetzes durch NEWTON, die erfolgreiche Anwendung dieser Gesetze zur Vorausberechnung von Planetenörtern bis hin zur Entdeckung von Planeten, die Schaffung künstlicher Satelliten im Sonnensystem mit vorausberechneten Bahnen, die Erfassung von Eigenschaften astronomischer Objekte mit Hilfe mathematisch definierter physikalischer Größen und der Einsatz der modernen Rechen-technik für Modellrechnungen zum Zwecke des tieferen Eindringens in die Geheimnisse des Kosmos. Durch Berechnung physikalischer Größen, die direkten Messungen häufig gar nicht zugänglich sind, ist es möglich, Eigenschaften astronomischer Objekte zu bestimmen.

Die didaktisch-methodische Konzeption des Astronomieunterrichts an den Denk- und Arbeitsweisen der Fachwissenschaft zu orientieren, heißt deshalb auch, der Anwendung der Mathematik einen hohen Stellenwert beizumessen. Die **Anwendung der Mathematik im Astronomieunterricht** zielt auf die Aneignung soliden astronomischen Wissens durch die Schüler. Indem die Schüler Beispiele dafür kennenlernen, wie mit Hilfe der Mathematik die Erkenntnisse über den Kosmos erweitert werden, und auch selbst einfache mathematische Verfahren auf astronomische Sachverhalte anwenden, wird die weltanschauliche Überzeugung der Schüler von der Erkennbarkeit der Natur vertieft. Obgleich für den Astronomieunterricht nur Mittel der Elementarmathematik zur Verfügung stehen, bedeutet dies keine Einschränkung der Ziele bei der Anwendung der Mathematik mit Bezug auf die Persönlichkeitsentwicklung der Schüler.

Die Anwendung der Mathematik hat im Astronomieunterricht folgende **inhaltlichen Schwerpunkte**:

- Bestimmen und Berechnen physikalischer Größen, die Eigenschaften astronomischer Objekte und den Verlauf von Prozessen charakterisieren (z. B. Leuchtkraft der Sonne, Koordinaten eines Sterns),
- Analysieren und Vergleichen physikalischer Grö-

ßen, um zu erweiterten astronomischen Erkenntnissen zu gelangen (z. B. Massen, Radien, Dichten von Planeten und Sternen, um diese zu klassifizieren),

- Erarbeiten, Interpretieren, Anwenden von Gesetzen, ausgedrückt z. B. als Gleichung oder mittels Diagramm (z. B. 3. Keplersches Gesetz, Hertzprung-Russell-Diagramm),
- Entwickeln von Größenvorstellungen über Objekte im Weltall (z. B. Sonnensystem, Galaxis) und von Raumvorstellungen.

Aus diesen inhaltlichen Schwerpunkten wird deutlich, daß Anwendung der Mathematik im Astronomieunterricht nicht allein die Beachtung des Könnens der Schüler aus dem Mathematikunterricht und entsprechende Lehrplankenntnis beim Astronomielehrer verlangt, sondern bei der **methodischen Gestaltung** des Astronomieunterrichts die Abstimmung mit dem Physikunterricht erforderlich ist. Denn die Anwendung der Mathematik, das Arbeiten mit Gesetzen und Größen, ist auch im Fach Physik ein grundlegendes Prinzip wissenschaftlichen Unterrichts. Die Notwendigkeit der Koordinierung von Physik- und Astronomieunterricht wird in nachfolgenden Ausführungen zur Arbeit mit Größen und Gesetzen deutlich werden.

Arbeit mit Größen

Die Schüler arbeiten im Astronomieunterricht mit einer Vielzahl von Größen, die ihnen im allgemeinen aus dem Mathematik- und dem Physikunterricht bekannt sind. Dazu gehören die Brennweite von Linsen, Winkel zwischen zwei Richtungen, Umlaufzeit bei der Kreisbewegung, Radius, Masse, Volumen, Dichte, Kraft, Fallbeschleunigung, Druck, Temperatur, Leistung und Energie. Die meisten dieser Größen werden im Astronomieunterricht genutzt, ohne besonderen methodischen Aufwand bei der Übertragung auf astronomische Sachverhalte betreiben zu müssen. Werden jedoch den Schülern bekannte Größen für sie ungewohnten Zusammenhängen im Astronomieunterricht angewendet (z. B. die Leistung als Leuchtkraft), dann sollte ein methodischer Weg gewählt werden, der auch für neu einzuführende Größen empfohlen wird. Dieser soll an einem Beispiel erläutert werden.

Für die **Einführung der Größe Scheinbare Helligkeit** empfehlen wir folgende methodischen Schritte:

1. **Wir beobachten und vergleichen in der Natur**
Es wird von Beobachtungsergebnissen der Schüler ausgegangen, die unterschiedlich helle Sterne beobachtet haben. Anschließend wird die physikalische Eigenschaft herausgearbeitet, die durch die physikalische Größe beschrieben wird.
2. **Wir vereinfachen**

Anstelle unterschiedlich heller Sterne können unterschiedlich hell leuchtende Lampen (und gleich hell leuchtende Lampen, die von den Schülern unterschiedlich weit entfernt sind) beobachtet werden.

Das Fachwort und das Formelzeichen für die physikalische Eigenschaft werden den Schülern mitgeteilt.

3. Wir messen

In diesem Schritt beschreibt der Lehrer die historische Entwicklung der Skala für die scheinbare Helligkeit, gibt einen Hinweis auf die Möglichkeit zur objektiven Messung der scheinbaren Helligkeit und führt deren Einheit ein.

4. Wir verdeutlichen uns die Bedeutung der physikalischen Größe an Beispielen

Die scheinbaren Helligkeiten einiger Sterne – insbesondere der von den Schülern beobachteten Sterne und der Sonne – werden zusammengestellt und verglichen.

5. Wir erweitern unsere Kenntnisse

Es wird der Zusammenhang zwischen den Größen scheinbare Helligkeit, Leuchtkraft und Entfernung der Sterne diskutiert, wobei auf die eingangs demonstrierten Experimente und auf Erfahrungen der Schüler beim Beobachten irdischer Lichtquellen zurückgegriffen wird.

Diesen dargestellten methodischen Weg kennen die Schüler aus dem Physikunterricht. Er wird dort bei der Erarbeitung physikalischer Größen angewendet. Wir empfehlen diesen Weg auch für die Erarbeitung der **Größe Leuchtkraft** am Beispiel der Sonne.

Bei der Einführung des Begriffs Leuchtkraft müssen die Schüler darauf aufmerksam gemacht werden, daß der von den Astronomen benutzte Terminus nicht mit dem Begriff Kraft identifiziert werden darf. Deshalb muß die physikalische Bedeutung der Größe Leuchtkraft von den Schülern exakt angeeignet werden. Durch den Lehrplan wird auch die Berechnung der Leuchtkraft gefordert. Damit wird das Ziel verfolgt, den Schülern an einem Beispiel zu zeigen, wie eine physikalische Eigenschaft der Sonne von der Erde aus durch Messung und Berechnung bestimmt werden kann. Dieses Ziel ist die Stoßrichtung der Anwendung der Mathematik bei der Behandlung der Sonne. Deshalb ist die Methode zur Bestimmung der Leuchtkraft gründlich zu behandeln, die numerische Berechnung kann mit dem Taschenrechner bei geringem Zeitaufwand durchgeführt werden. Die berechnete Leistung soll den Schülern durch Vergleich mit der Leistung bekannter Kraftwerke vorstellbar gemacht werden.

Das **Vergleichen** physikalischer Größen ist im Astronomieunterricht eine wesentliche geistige Tätigkeit, bei der für die Schüler neue astronomische Erkenntnisse erarbeitet werden. Beim Vergleich der mittleren Dichten von Sternen und der Sonne besteht im Astronomieunterricht die Absicht, einen Anhaltspunkt für die Klassifizierung der Sonne als Hauptreihenstern zu finden und um Schlußfolgerungen auf unterschiedliche Eigenschaften von HR-Sternen, Riesensternen und weißen Zwergen ziehen zu können.

Ein weiteres Beispiel dafür, daß der Vergleich von Größen in der Astronomie kein „innermathematisches“ Problem ist, sondern der Erarbeitung astronomischen Wissens dient, lernen die Schüler bei der **Einteilung der Planeten** in erd- und jupiterartige kennen. Die Schüler werden mit den Beiträgen von Äquatorradius, Masse und mittlerer Dichte der Planeten in Tabellenform bekannt gemacht und aufgefordert, die Größen mit dem Ziel zu vergleichen, die Planeten in zwei Gruppen einzuteilen. Für die Einteilung der Planeten in die beiden Gruppen genügt ein Vergleich der Größen Radius, Masse und Dichte vollauf. Ein Vergleich von Rotationsdauer, Abplattung und Fallbeschleunigung wäre auch möglich, brächte aber keine weiteren Anhaltspunkte für die Zuordnung der Planeten zu einer der beiden Gruppen. Es dient der Konzentration des Astronomieunterrichts auf Wesentliches, wenn der Vergleich auf die drei erstgenannten Größen beschränkt bleibt.

Arbeit mit physikalischen Gesetzen

Im Astronomieunterricht werden physikalische Gesetze auf astronomische Sachverhalte angewendet. Ziel des Arbeitens mit Gesetzen ist die Interpretation der in den Gesetzen ausgedrückten Zusammenhänge und die Anwendung der Gesetze zum Erklären, Berechnen und Voraussagen astronomischer Sachverhalte durch die Schüler. Nicht das Wissen der Schüler über die Gesetze an sich ist das Endziel des Astronomieunterrichts.

Im Astronomieunterricht wird mit Gesetzen gearbeitet,

- die die Schüler aus dem Physikunterricht kennen (z. B. Reflexionsgesetz, Gravitationsgesetz, Gesetz von der Erhaltung der Energie),
- die den Schülern im Astronomieunterricht mitgeteilt werden (z. B. 1. und 2. Keplersches Gesetz),
- die im Astronomieunterricht empirisch erarbeitet (z. B. 3. Keplersches Gesetz) oder theoretisch aus bekannten Gesetzen hergeleitet werden (z. B. Gleichung für die Fallbeschleunigung auf dem Mond).

Im Astronomieunterricht werden physikalische Gesetze als qualitative Aussage (z. B. je höher bei HR-Sternen die Temperatur ist, desto größer ist die Leuchtkraft) oder als Gleichung formuliert oder mit Hilfe von Diagrammen ausgedrückt.

Eine wichtige geistige Tätigkeit der Schüler zum Erschließen des Inhalts physikalischer Gesetze ist das **Interpretieren von Gleichungen bzw. Diagrammen**. Im Astronomieunterricht kann sich der Lehrer darauf stützen, was die Schüler im Physikunterricht zum Interpretieren von Gleichungen und Diagrammen gelernt haben. Im Lehrbuch Physik Klasse 9 sind z. B. die Anforderungen an die Schüler beim Interpretieren von Gleichungen wie folgt zusammengestellt:

1. Angeben der in der Gleichung enthaltenen physikalischen Größen,
2. Nennen der Bedingungen, unter denen die Gleichung gilt,
3. Angeben des jeweils zwischen zwei physikalischen Größen bestehenden Zusammenhangs und der dabei als konstant zu betrachtenden Größen,
4. Angeben von Beispielen für diese Zusammenhänge.

Diese Gliederung kann auch im Astronomieunterricht genutzt werden.

Für das Angeben von Beispielen wird wie im Physik- auch im Astronomieunterricht darauf orientiert, solche Zusammenhänge zu wählen, die bedeutsam sind. Diese Orientierung erfolgt mit dem Blick auf die Lebensverbundenheit des Unterrichts und auch aus der Sicht der Konzentration auf Wesentliches. Bei der Interpretation des Gravitationsgesetzes im Astronomieunterricht ist die Abhängigkeit der Kraft von der Masse bzw. vom Radius entscheidend, weil diese Abhängigkeit für die Erklärung der Sternentwicklung wesentlich ist.

Das soeben angesprochene **Gravitationsgesetz** ist eines der wichtigsten Gesetze im Astronomieunterricht. Es wird angewendet, um die **Bewegung von Körpern** um einen Zentralkörper zu erklären (z. B. den Umlauf der Erde um die Sonne). Mit Hilfe des Gravitationsgesetzes erfolgt des weiteren eine Erklärung der **auf dem Mond geringeren Fallbeschleunigung** als auf der Erde. Dazu ist es notwendig, aus dem Gravitationsgesetz und mit Bezug auf das Newtonsche Grundgesetz der Dynamik die Gleichung $a = k \cdot m/r^2$ theoretisch zu erarbeiten und eine Abschätzung des Betrags der Fallbeschleunigung auf dem Mond vorzunehmen. Daran schließt sich eine Erklärung der besonderen physikalischen Verhältnisse auf dem Mond (fehlende Atmosphäre, hohe Temperaturschwankungen) an. Numerische Berechnungen der Fallbeschleunigung auf dem Mond gehören nicht zum Wesentlichen im Astronomieunterricht. Auf diese kann verzichtet werden. Vielmehr ist es von Bedeutung, mit den Schülern die unterschiedliche Art der Abhängigkeit der Fallbeschleunigung von der Masse bzw. vom Radius des Körpers zu diskutieren und entsprechende funktionale Betrachtungen durchzuführen. Schließlich wird durch Anwendung des Gravitationsgesetzes Verständnis der Schüler für die **Entstehung und Entwicklung der Sterne** erreicht.

Um die Forderung des Lehrplans zu erfüllen, den Schülern zu zeigen, daß den Vorgängen im Sonnensystem erkennbare Naturgesetze zugrunde liegen, ist die **empirische Erarbeitung** des 3. Keplerschen Gesetzes im Astronomieunterricht ein überzeugendes Beispiel. Aus einer gegebenen Tabelle der mittleren Abstände der Planeten von der Sonne und der Umlaufzeiten können die Schüler mit Hilfe des Taschenrechners eine quantitative Beziehung

zwischen den beiden Größen ermitteln. Der Lehrplan orientiert darauf, die Quotienten r^3/T^2 für jeden Planeten zu berechnen. Die Schüler erwerben somit erweiterungsfähiges Wissen, denn diese Quotienten sind proportional der Masse der Sonne. Der entsprechende Nachweis ist kein Gegenstand des obligatorischen Astronomieunterrichts, kann jedoch im fakultativen Unterricht erfolgen.

Wir empfehlen, bei der empirischen Erarbeitung des 3. Keplerschen Gesetzes nicht von vornherein und ausschließlich die Quotienten r^3/T^2 zu berechnen, sondern von den Schülern auch einige andere Formen der mathematischen Verknüpfung der beiden Größen überprüfen zu lassen. Die Schüler können so zu der Einsicht gelangen, daß der Weg von den Beobachtungsdaten zum Gesetz kein einfacher ist, Erfahrung bei der Auswertung von Daten erfordert, Irrtümer nicht ausgeschlossen sind. Somit können sie auch die Leistungen KEPLERS besser würdigen und verstehen auch, warum Kepler viele Jahre benötigte, ehe er dieses Gesetz gefunden hatte.

Zu den **Gesetzen**, die den Schülern im Astronomieunterricht **ohne Herleitung mitgeteilt** werden, gehören das erste Keplersche Gesetz (in qualitativer Form), das zweite Keplersche Gesetz (mit der Tendenzangabe, daß sich ein Planet in Sonnnähe schneller als in Sonnenferne bewegt; auf eine Gleichung wird verzichtet), die Gleichung $r = 1/p$ und das HRD als Temperatur-Leuchtkraft-Diagramm.

Mit dem **Hertzsprung-Russell-Diagramm** lernen die Schüler an einem sehr wichtigen Beispiel die Darstellung eines Gesetzes mit Hilfe eines Diagramms kennen. Das HRD sollen sie interpretieren können. Aus dem Physikunterricht kennen die Schüler, wie beim Interpretieren von Diagrammen vorgegangen wird. In Klasse 9 wird ihnen dazu ein Handlungsprogramm mitgeteilt. Jedoch muß immer betont werden, daß das Heranführen der Schüler an das Interpretieren von Diagrammen von der Art des Diagrammes her überlegt werden muß. Die für Schüler ungewohnte Anlage des HRD (z. B. zunehmende Temperatur nach links, logarithmische Teilung der Achsen) zwingt dazu, sie schrittweise an das Interpretieren dieses Diagramms heranzuführen. Lehrer, die im Astronomieunterricht den Schülern gleich zu Beginn der Arbeit mit dem HRD die Aufgabe stellen „Interpretieren Sie das HRD!“, werden bestimmt mit den Ergebnissen unzufrieden sein.

Zum schrittweisen **Heranführen der Schüler an die Arbeit mit dem HRD** gehört, gezielte Fragen und Aufgaben zu stellen, um zunächst richtige Einzelaussagen zu erarbeiten. Solche Fragen und Aufgaben können lauten:

Wo sind im HRD die Sterne angeordnet, für die gilt: je höher die Temperatur, desto größer ist die Leuchtkraft?

Ordnen Sie die Sterne . . . (entsprechend ihrer Temperatur und Leuchtkraft) in das HRD ein!
Welche Aussagen kann man im Vergleich zu HR-Sternen über die Leuchtkraft (über die Temperatur) der Sterne machen, die sich im HRD oberhalb (unterhalb) der Hauptreihe befinden?

Erklären Sie unterschiedlich große Radien zweier Sterne gleicher (verschiedener) Leuchtkraft und verschiedener (gleicher) Temperatur!

Vergleichen Sie anhand des HRD physikalische Eigenschaften des Sterns . . . mit denen der Sonne! Derartige Fragen und Aufgaben sind im Lehrplan als Schülertätigkeiten ausgewiesen, die vom Lehrer bei der didaktisch-methodischen Planung und Gestaltung des Unterrichts beachtet werden müssen. Die genannten Aufgaben und Fragen als Bestandteile der Interpretation des HRD machen deutlich, daß die Arbeit mit diesem Diagramm hohe Anforderungen an die Schüler und an das methodische Können der Astronomielehrer stellt. Das Arbeiten mit dem HRD ist gleichsam die „hohe Schule“ des Arbeitens mit Diagrammen im Unterricht unserer Oberschule. Es ist darauf zu achten, daß sich im Astronomieunterricht das HRD nicht als Unterrichtsgegenstand verselbständigt. Es ist Mittel, um Eigenschaften der Sterne grafisch zu erfassen, Zusammenhänge zwischen den physikalischen Eigenschaften der Sterne darzustellen und Entwicklungsprozesse der Sterne zu erklären. In diese Zielstellungen ist die Arbeit mit dem HRD einzzuordnen, wodurch auch gerechtfertigt ist, künftig auf die Einbeziehung der Größen absolute Helligkeit und Spektralklasse zugunsten einer gründlicheren Behandlung der Zusammenhänge zwischen Temperatur und Leuchtkraft der Sterne zu verzichten.

Entwickeln von Größen- und Raumvorstellungen

Das Entwickeln von Größenvorstellungen der Schüler über Objekte im Weltall ist ein wichtiges Ziel des Astronomieunterrichts. Schwerpunkte sind dabei Vorstellungen der Schüler über Maßstäbe im Sonnensystem und über die Größe einzelner Objekte, über Radien und Entfernung von Sternen, über die Struktur der Galaxis.

Zur Entwicklung von Größenvorstellungen ist vorgesehen, daß die Schüler ein **maßstäbliches Modell des Sonnensystems** kennenlernen und die entsprechenden Abstände der Planeten von der Sonne bzw. die Radien der Planeten im Modell berechnen. Bei der Arbeit mit diesem Modell und mit anderen Modellen und Vergleichen, die für die Entwicklung der Vorstellungen der Schüler über astronomische Objekte eingesetzt werden, muß eine dreistellige Relation beachtet werden. Neben den Beziehungen zwischen dem Original und dem Modell ist die Wirkung des Modells für die Schüler genau zu überlegen. Es ist z.B. für die Schaffung von Größenvorstellungen über das Sonnensystem bei allen Schülern wichtig, die Entfernung auf ein solches

Modell zu übertragen, das zum Erfahrungsbereich der Schüler gehört. So gibt es im Raum Rostock gute Erfahrungen, das Sonnensystem auf die Strandpromenade von Warnemünde abzubilden. Anderenorts wird mit Entfernungen im Umfeld der Schule oder mit Entfernungen auf dem gesamten Territorium der DDR wirksam gearbeitet.

Die Vielfalt der möglichen Varianten, mit deren Wirkung auf die Schüler jeder Lehrer selbst Erfahrungen sammeln muß, schließt von vornherein aus, in den Unterrichtshilfen nur ein einziges Modell für einen bestimmten Sachverhalt zu empfehlen. Beim Einsatz von Modellen muß der Lehrer überlegt auswählen und Modelle dosiert einsetzen. Denn zu viele Modelle lassen die Schüler in einer Fülle von Analogien ersticken, ohne zu gefestigten Vorstellungen über charakteristische Größen im Weltall zu gelangen.

Das Entwickeln von Größenvorstellungen über astronomische Objekte steht in engem Zusammenhang mit der Ausprägung von **Raumvorstellungen**. Auch dies gehört zu den Zielen des Astronomieunterrichts. Der Realisierung dieses Ziels dient auch das Bekanntmachen der Schüler mit dem Ort der Sterne an der scheinbaren Himmelskugel und die **Kennzeichnung der Sternörter durch Koordinaten**. Die Schüler lernen Sterne an der scheinbaren Himmelskugel zu beobachten und beobachtete helle Objekte auf Grund ihrer Koordinaten mit Hilfe der Sternkarte zu identifizieren.

Bei der Behandlung der Stoffeinheit „Orientierung am Sternhimmel“ muß sich der Lehrer bewußt sein, daß die Projektion der Sterne auf die scheinbare Himmelskugel und auf die **Sternkarte** für die Schüler nicht leicht erfaßbar ist. Erfahrene Astronomielehrer weisen darauf hin, daß es erfolgversprechender ist, von der Beobachtung des Sternhimmels auszugehen und den Schülern zu zeigen, wie der Sternhimmel auf der drehbaren Schülersternkarte abgebildet ist, als umgekehrt, den Aufbau der Sternkarte im Klassenzimmer zu behandeln und dann die Sterne an der Himmelskugel auffinden zu wollen. Auch darf das Arbeiten mit der Sternkarte kein Selbstzweck werden. Die Sternkarte ist Mittel zur Orientierung der Schüler am Sternhimmel.

Bei der Beobachtung des Sternhimmels lassen sich den Schülern die Koordinaten Azimut und Höhe im Horizontsystem durch **Beobachten der scheinbaren Himmelskugel „von innen“** nahebringen und mit Hilfe der Teilkreise am Schulfernrohr Telementor messen. Die Schüler können die Sternörter mit solchen Begriffen wie Horizontnähe, mittlere Höhe, Zenitnähe, Richtung Süd, West, Ost oder Nord, charakterisieren und die Koordinaten der Sternörter leicht schätzen. Dieser Weg soll gegenüber der Betrachtung der scheinbaren Himmelskugel „von außen“, bei der die Schüler erfahrungsgemäß Schwierigkeiten mit dem notwendigen Wechsel des

Standpunktes des Beobachters haben vorgezogen werden.

Im Lehrplan ist ausgedruckt, daß im obligatorischen Unterricht nur die Koordinaten des **Horizontsystems** behandelt werden sollen. Es ist erfahrungs-gemäß das für die Schüler einfachste und gestattet, räumliche Vorstellungen zu vermitteln. Eine Beschränkung auf dieses System muß jedoch nicht erfolgen, zumal wenn Möglichkeiten an Planetarien oder auch die parallaktische Montierung am Schulfernrohr für das Entwickeln der Raumvorstellungen der Schüler voll genutzt werden sollen. Wesentlich ist jedoch, die Behandlung der Sternkoordinaten in der vom Lehrplan geplanten Unterrichtszeit durchzuführen und keine zeitlichen Ausweitungen am Schuljahresbeginn zu Lasten der Behandlung der Sterne und Sternsysteme zuzulassen. Denn gerade die am Schuljahresende zu behandelnden Inhalte sind für das wissenschaftliche Weltbild der Schüler von entscheidendem Wert.

Die dargestellte Vielfalt der Möglichkeiten bei Beachtung aller Ziele der Anwendung der Mathematik im Astronomieunterricht macht wohl ausreichend deutlich, daß bei der geringen Stundenanzahl für das Fach Astronomie eine Konzentration auf Schwerpunkte erfolgen muß. Solche Schwerpunkte wurden im Zusammenhang mit der Arbeit mit Größen und Gesetzen und der Entwicklung von Größenvorstellungen erläutert. Zugleich wurde begründet, welche Streichungen und Vereinfachungen bei der Anwendung der Mathematik im Astronomieunterricht mit dem neuen Lehrplan erfolgt sind, ohne Einseitigkeiten zuzulassen und Niveau-reduzierungen vorzunehmen.

Erhöhung der Dauerhaftigkeit des astronomischen Wissens der Schüler

Die dauerhafte Aneignung des grundlegenden Wissens durch die Schüler zählt zu den Schlüsselproblemen, an dessen Lösung der Erfolg des Unterrichts in unserer Oberschule – auch der des Astronomieunterrichts – in weiterführenden Bildungseinrichtungen und in der Praxis gemessen wird. Nur dauerhaftes Wissen, fest eingeprägte Begriffe und Gesetze ermöglichen den Schülern, in der Schule und nach deren Verlassen dieses auf neue Situationen erfolgssicher zu übertragen. Disponibilität und Schöpfertum, erfolgreiches Weiterlernen nach der Schulzeit setzen Wissen als bleibenden geistigen Besitz der Schüler voraus. Im dauerhaft angeeigneten Wissen zeigt sich die Wirksamkeit unseres Unterrichts auch dann, wenn die Schüler die Abschlußprüfung längst erfolgreich absolviert haben.

Dauerhaftigkeit im Wissen der Schüler zu erreichen erfordert erstens, daß die **Erstvermittlung** der Grundlagen der Astronomie und Raumfahrt gegenüber den Schülern sinnvoll motiviert wird, daß die Kenntnisse der Schüler aus anderen Fächern und

dem vorangegangenen Astronomieunterricht bewußt genutzt werden, daß Erkenntniswege beschritten werden, die an den Hauptzielen des Astronomieunterrichts orientiert sind und sich durch strenge Logik, methodische Vollkommenheit, Faßlichkeit für die Schüler auszeichnen, in denen rationelle und emotionale Komponenten der Lern-tätigkeit vom Lehrer berücksichtigt werden. Kurzum: Dauerhaftes Wissen zu vermitteln, erfordert eine gründliche Lehrplananalyse durch den Astronomielehrer, die Bestimmung des Wesentlichen in Ziel und Inhalt sowie ein Optimum an methodischer Arbeit.

Eine zweite Voraussetzung für die dauerhafte Aneignung von Wissen und Können durch die Schüler im Astronomieunterricht ist die sinnvolle **Festigung** der grundlegenden Inhalte. Darauf orientiert der neue Lehrplan nachdrücklich. Es heißt:

„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.“

Wegen der Stellung des Astronomieunterrichts in der Abschlußklasse unserer Oberschule und infolge des Charakters der Wissenschaft Astronomie, Erkenntnisse anderer Naturwissenschaften und der Mathematik komplex auf den eigenen Forschungsgegenstand anzuwenden, gibt es in unserem Fachunterricht objektiv die Notwendigkeit und Möglichkeit zur Festigung des von den Schülern angeeigneten Wissens, und zwar einerseits als ständiges Prinzip des Unterrichts, andererseits in besonderen didaktischen Situationen.

Für die Planung des Unterrichts, speziell für die Gestaltung der Festigung als Prinzip und als didaktische Situation geben der Lehrplan und auch die Unterrichtshilfen Hinweise.

Im Lehrplan ist vor den Stoffeinheiten ausgewiesen, welche **Vorleistungen aus anderen Fächern** im Astronomieunterricht aufgegriffen werden sollen. Es wird i. a. nicht so sein, daß die als Vorleistungen genannten Inhalte zu Beginn der Behandlung der Stoffeinheiten geschlossen wiederholt werden. Vielmehr sollen die Vorleistungen im Zusammenhang mit den neuen Inhalten gefestigt werden. Dies wird besonders deutlich in der Stoffeinheit 1.1. Aufgaben und Forschungsmethoden der Astronomie. Die hier ausgewiesenen Vorleistungen aus dem Physikunterricht (Fernrohr, Lufthülle der Erde, Luftdruck) und aus dem Geographieunterricht (Aufbau der Erdatmosphäre) werden in den Astronomieunterricht bei der Behandlung des Aufbaus und der Wirkungsweise des Fernrohrs sowie bei der Erörterung der Beschränkung der Beobachtungsmöglichkeiten durch die Erdatmosphäre und die Erweiterung der Beobachtungsmöglichkeiten durch

die Raumfahrt einbezogen. Alle als Vorleistungen für die Stoffeinheit 1.1. ausgewiesenen Inhalte stehen nicht im Zusammenhang, so daß eine geschlossene Wiederholung zu Beginn der Stoffeinheit die Folgerichtigkeit der Behandlung der Inhalte stören würde.

Es kann jedoch auch zweckmäßig sein, einige der als Vorleistungen ausgewiesenen Inhalte zu Beginn von Stoffeinheiten zusammenhängend zu wiederholen. Ein solches Vorgehen bietet sich an, wenn die Behandlung der Sonne mit der Wiederholung der physikalischen Größen begonnen wird, die die Schüler aus dem Physikunterricht kennen und die nachfolgend für die Charakterisierung von Eigenschaften der Sonne wesentlich sind.

Wie im Astronomieunterricht Vorleistungen aus anderen Fächern so einbezogen werden, daß die Dauerhaftigkeit des Wissens und Könnens der Schüler wirksam gefördert wird, entscheidet letztlich jeder Astronomielehrer bei der langfristigen Planung seines Unterrichts selbst. Die **Unterrichtshilfen** geben Anregungen und Empfehlungen, in denen das in den Planungseinheiten zu reaktivierende Wissen aus dem Astronomieunterricht und aus anderen Fächern ausgewiesen ist. Prinzipiell muß zu den neuen Unterrichtshilfen gesagt werden, daß sie durch ihren Inhalt und ihre Gestaltung Empfehlungen und Ratschläge für die umfangreiche Arbeit des Astronomielehrers zur Planung und Durchführung seines Unterrichts darstellen. *Unterrichtshilfen befreien den Lehrer nicht von der eigenen schöpferischen Planungstätigkeit.*

Planungseinheiten in den neuen Unterrichtshilfen sind die Stoffeinheiten, nicht mehr wie bisher jede einzelne Unterrichtsstunde. Für die Planungseinheiten werden – ausgehend von ihrer Einordnung in den Gesamtlehrgang und in die Stoffgebiete – Vorschläge für die Zielsetzung, die Aufschlüsselung des Inhalts und die Einbeziehung der Beobachtungen gemacht sowie unterschiedliche Empfehlungen zur Gestaltung schwieriger Unterrichtsabschnitte gegeben. Die neuen Unterrichtshilfen wenden sich an den schöpferischen Lehrer, den Gesamtlehrgang Astronomie im Blick zu haben, methodische Ideen selbst zu entwickeln und nicht zu versuchen, die Unterrichtshilfen von Stunde zu Stunde abzuarbeiten. Die Verantwortung des Lehrers wird durch die Unterrichtshilfen gefördert und gefordert. Die Unterrichtshilfen enthalten auch Empfehlungen für Aufgaben, die den Schülern bei schriftlichen **Leistungskontrollen** gestellt werden können. Dabei werden Aufgaben unterschiedlichen Anforderungsniveaus angeboten, von denen der Lehrer „entsprechend“ dem von ihm gegenüber den Schülern beabsichtigten Niveau auswählen kann. Mit der Angabe von Aufgaben für Leistungskontrollen ist zugleich eine Orientierung auf das Niveau gegeben, das im Astronomieunterricht mit allen Schülern erreicht werden soll.

Über die Dauerhaftigkeit des Wissens der Schüler wird im Astronomieunterricht dadurch mitentschieden, wie wir die im Lehrplan ausgewiesenen **Schülertätigkeiten** zur Aneignung des grundlegenden Wissens einsetzen. Mit der Ausarbeitung des neuen Lehrplans wurde bei einer anspruchsvollen Gesamtanzahl von durch die Schüler bei der Wissensaneignung auszuführenden Tätigkeiten eine Konzentration auf wenige wesentliche Tätigkeiten erreicht.

Folgende Schülertätigkeiten sind im Lehrplan ausgewiesen, wobei die Nennung in der Reihenfolge der Häufigkeit ihres Auftretens erfolgt:

- Erklären (von Vorgängen und Erscheinungen)
- Erläutern (von Zusammenhängen, Abläufen, Ereignissen, Aussagen)
- Beschreiben (des Aufbaus eines Gerätes oder Systems, von Bewegungen)
- Vergleichen (von Größen)
- Berechnen (von Größen)
- Bestimmen (von Größen)
- Einordnen (von astronomischen Objekten)
- Nennen (von Beispielen).

Zu diesen Tätigkeiten kommen noch jene, die die Schüler beim Beobachten des Sternhimmels und bei der damit zusammenhängenden Arbeit mit der drehbaren Schülersternkarte ausführen.

Im Lehrplan ausgewiesene Schülertätigkeiten gehören seit Jahrhunderten zu den Denk- und Arbeitsweisen der Astronomen. Denken wir in diesem Zusammenhang an das Beobachten des Sternhimmels durch GALILEI und das Erklären der beobachteten Erscheinungen, an das Anwenden der Mathematik in der Astronomie durch KEPLER und NEWTON, an das Erklären der Expansion der Metagalaxis in unserer heutigen Zeit. Somit kommt auch in den Schülertätigkeiten zum Ausdruck, daß Astronomieunterricht in unserer Schule wissenschaftlicher Fachunterricht ist.

Im Lehrplan dominieren solche **Schülertätigkeiten**, die auch in anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen zu den grundlegenden Denk- und Arbeitsweisen gehören und zu deren Vollzug die Schüler systematisch befähigt werden. Der Astronomielehrer kann und muß sich demnach darauf stützen, daß die Schüler bereits zum Erklären, Erläutern, Beschreiben, Vergleichen, Berechnen usw. in der Lage sind. Dies zu nutzen und auf hohem Niveau fortzuführen, ist neben der inhaltlichen Koordinierung ein ebenso wichtiger Aspekt der Herstellung fachübergreifender Beziehungen im Astronomieunterricht. Das hohe Niveau bei der Ausführung von Tätigkeiten im Astronomieunterricht besteht darin, daß die Schüler

- komplexe Tätigkeiten im Zusammenhang mit astronomischen Sachverhalten ausüben (z. B. Interpretieren des HRD),
- beim Lösen von Aufgaben mit komplizierten mathematischen Funktionen arbeiten (z. B. beim

Gravitations- und beim dritten Keplerschen Gesetz),

– vor hohe Anforderungen an die Selbständigkeit bei der Bewältigung von Anforderungen gestellt werden.

Nicht jede für die Aneignung des Inhalts erforderliche Schülertätigkeit kann Bestandteil des Lehrplans sein. Für diesen muß stets eine Auswahl getroffen werden. Aber solche für die Aneignung des Inhalts wichtigen Tätigkeiten, wie das Interpretieren von Gesetzen, das Lesen von Lehrbuchtexten u. a., gehören natürlich auch zu den Inhalten des Astronomieunterrichts, selbst wenn sie im Lehrplan nicht explizite genannt sind.

Durch die Inhalte der Stoffgebiete des Astronomieunterrichts und durch die Schwerpunktsetzung für die Allgemeinbildung in diesen Stoffgebieten ergeben sich unterschiedliche Ansatzpunkte für geistige Tätigkeiten der Schüler. So hat z. B. bei der Behandlung des Sonnensystems die Schülertätigkeit „Erklären“, bei der Behandlung der Sterne die Schülertätigkeit „Erläutern“ besonderes Gewicht. Zu diesen beiden Schülertätigkeiten sollen noch einige Bemerkungen gemacht werden.

Beim **Erklären** geht es im Astronomieunterricht darum, bestimmte Beobachtungsergebnisse und astronomische Erscheinungen in ihrem Wesen zu erfassen, sie auf die zugrunde liegenden Naturgesetze zurückzuführen. Erklären ist eine komplexe geistige Tätigkeit. Die Schüler gehen dabei von der zu erklärenden Erscheinung aus und ermitteln die erklärenden Gesetzesaussagen als Voraussetzung für das folgerichtige Ableiten des zu erklärenden Sachverhaltes. Kurzum: Die zu erklärenden astronomischen Tatsachen sind sowohl Ausgangspunkt für die Überlegungen der Schüler als auch Ergebnis des logischen Schlusses. Erfolgreiches Erklären macht zwingend erforderlich, daß der zu erklärende Sachverhalt hinreichend klar beschrieben und von den Schülern voll erfaßt ist.

Erklären des Umlaufs der Erde um die Sonne – um ein Beispiel zu erläutern – erfordert von den Schülern zunächst, das Gravitationsgesetz anzugeben und Wissen über das notwendige Wirken der Radialkraft bei der Kreisbewegung zu reaktivieren. Danach ziehen die Schüler den Schluß, daß die an der Erde bei ihrem Umlauf um die Sonne angreifende Radialkraft die Gravitationskraft ist, die die Sonne auf die Erde ausübt.

Werden die Schüler im Astronomieunterricht zum Erklären von Vorgängen aufgefordert, so werden das Wissen über die Vorgänge und über die zugrunde liegenden Gesetze vertieft, das Können zur Anwendung der Gesetze vervollkommen und die Fähigkeiten der Schüler im Bereich des logischen Denkens und der produktiven Sprachhandlungen erweitert. Im Astronomieunterricht muß die besondere Sorgfalt in der methodischen Arbeit des Lehrers darauf gerichtet werden, daß die Schüler von

den erklärenden Gesetzesaussagen folgerichtig auf den zu erklärenden Sachverhalt schließen. Welche Hilfen dabei den Schülern gegeben werden müssen, bedarf genauer Überlegungen des Lehrers bei der Planung seines Unterrichts.

Das **Erläutern** ist eine geistige Tätigkeit im Astronomieunterricht, durch die die Schüler bestimmte Sachverhalte verständlich, klar, anschaulich, begreifbar darlegen. Beim Erläutern der Auswirkungen der Sonnenstrahlung auf das Leben, auf die Erde und den erdnahen Raum geht es darum, an Hand von Beispielen darzulegen, worin diese Auswirkungen bestehen. Beim Erläutern, daß durch die Anwendung des Fernrohrs, der Fotografie, der Raumfahrt, von radioastronomischen Instrumenten die Beobachtungsmöglichkeiten in der Astronomie erweitert worden sind, sollen die Schüler diese Aussage mit Beispielen konkretisieren. Beim Erläutern, daß durch das Weltbild des COPERNICUS eine Wende in der Astronomie eingeleitet wurde, sollen die Schüler ihr Wissen über die historische Entwicklung der Erkenntnisse über das Sonnensystem mit Bezug auf den Erkenntnisfortschritt, der durch das Copernicanische System vollzogen wurde, darstellen. Beim Erläutern der scheinbaren jährlichen Bewegung der Sonne legen die Schüler dar, daß die Sonne im Verlaufe eines Jahres die Tierkreiszone am Sternhimmel überstreicht. Diese Beispiele machen deutlich, daß – im Gegensatz zum Erklären – für das Erläutern unterschiedliche Inhaltsbestimmungen möglich sind und in der Praxis des Astronomieunterrichts auch auftreten.

Erläutern dient dem Ziel

- die Glaubwürdigkeit von Aussagen zu untermauern,
- Sachverhalte durch Beispiele zu konkretisieren,
- Sachverhalte zu verdeutlichen,
- Zusammenhänge darzustellen.

Geistige Tätigkeiten der Schüler sind im Astronomieunterricht auf die Aneignung des grundlegenden Wissens gerichtet. Sie sind keine verselbständigte, vom Inhalt losgelöste, formalisierten Elemente des Unterrichts, einfache Arbeitstechniken der Schüler. Die Schüler verinnerlichen die Tätigkeiten durch Ausführen entsprechender Handlungen, nicht etwa durch Auswendiglernen einer Vielzahl von Schrittfolgen. Das schließt nicht aus, den Schülern für eine geringe Anzahl von Schülertätigkeiten Handlungsmuster zu geben. Doch das erfolgt im Physikunterricht für solche Tätigkeiten wie Erklären, Berechnen, Interpretieren. Und im Astronomieunterricht nutzen wir die Vorleistungen des Physikunterrichts.

Eine wesentliche Voraussetzung, um im Astronomieunterricht didaktische Situationen zum Festigen und damit für die Aneignung von dauerhaftem Wissen der Schüler realisieren zu können, ist ein ausgewogenes **Verhältnis von zu vermittelndem Inhalt und zur Verfügung stehender Unterrichtszeit**. Durch

Konzentration auf grundlegende Inhalte, orientiert an den Zielen weltanschaulicher Bildung und Erziehung der Schüler, ist im neuen Lehrplan Astronomie eine Entlastung des bisher sehr stark angespannten Stoff-Zeit-Verhältnisses erfolgt, obgleich nunmehr drei Stunden für astronomische Beobachtungen innerhalb der 28 Jahresstunden geplant sind. Die Entlastungen erfolgten durch Streichungen von Stoff und durch Vereinfachungen in der Behandlung. Im einzelnen werden u. a. folgende **Inhalte gestrichen**:

- Berechnung der Vergrößerung des Fernrohres
- Verfahren zur Ermittlung des Erdradius
- Eines der bisher zu behandelnden Koordinatensysteme
- Bestimmen des scheinbaren Monddurchmessers
- Begriffe synodischer und siderischer Monat
- Absolute Helligkeit
- Spektralklassen
- Entfernungsmodul
- Begriff Leuchtkraftklassen
- Radiusbestimmung bei Bedeckungssternen
- Entfernungsberechnung mit der Periode-Leuchtkraft-Beziehung.

Vereinfachungen bei der Behandlung sind u. a. für folgende Inhalte vorgesehen:

- Oberfläche des Mondes
- Planetenatmosphären
- Entwicklung der Kenntnisse über den Mond
- Natürliche Kleinkörper im Sonnensystem
- Berechnung der Leuchtkraft der Sonne
- Masse-Leuchtkraft-Beziehung
- Hertzsprung-Russell-Diagramm
- Gas und Staub im interstellaren Raum.

Da die Knotenpunkte des gründlegenden Wissens im neuen Lehrplan klarer herausgearbeitet sind und eine der Entwicklung in der Astronomie sowie der internationalen Tendenz im Inhalt astronomischer Bildung der Schüler entsprechende starke Betonung der Astrophysik erfolgt, ist trotz der vorgenommenen Streichungen und Vereinfachungen mit dem neuen Lehrplan ein hoher Anspruch an jeden Astronomielehrer gestellt. Wie er sich diesem Anspruch stellt, entscheidet letztlich auch darüber, welches Niveau der Astronomieunterricht tatsächlich erreichen wird. Auch über die reale Stoff-Zeit-Situation und damit über die Möglichkeiten der Festigung des Wissens der Schüler entscheidet letztlich der Lehrer durch seine fachliche und methodische Arbeit. Eindringen in Ziele, Inhalt und didaktisch-methodische Konzeption des Astronomieunterrichts, daraus abgeleitete richtige Schwerpunktsetzungen und eine rationelle Gestaltung jeder Unterrichtsstunde bestimmen mit darüber, wie künftig alle Stoffeinheiten des Lehrplans unterrichtet werden und wie sich die Dauerhaftigkeit des Wissens der Schüler entwickeln wird. Eine breite Diskussion über die *schulpraktische Umsetzung des neuen Lehrplans* auch unter dem Gesichtspunkt der planmäßigen Arbeit bis zur letzten Stoffeinheit kann uns allen helfen, Ideen aufzuspüren und zu verallgemeinern.

Weiterentwicklung des fakultativen Astronomieunterrichts

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 besser Rechnung zu tragen (2; S. 63). Das erfordert für den Astronomieunterricht in erster Linie die volle Ausschöpfung der Potenzen des gültigen Rahmenprogramms „Astronomie und Raumfahrt“. Eingeordnet in das Gesamtkonzept sozialistischer Allgemeinbildung und damit auch in engem Bezug zur Weiterentwicklung des obligatorischen Astronomieunterrichts wird gegenwärtig daran gearbeitet, durch die Vervollkommenung des Inhalts und der didaktisch-methodischen Konzeption des Rahmenprogramms „Astronomie und Raumfahrt“ noch bessere Bedingungen für eine hohe Qualität des Lernens und damit für die Allgemeinbildung der Schüler im fakultativen Unterricht zu schaffen.

Das seit 1978 gültige Rahmenprogramm bewährt sich in der Praxis. Auf seiner Grundlage erwerben die Schüler in einem zweijährigen Kurs vertieftes Wissen über Grundlagen von Astronomie und Raumfahrt. 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 die Schlüssefolgerung zu, daß es 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 notwendig und zugleich möglich ist,

- 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 engeren Zusammenhang mit der Behandlung 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 **Richtungen der Vertiefung im Wissen und Können** der Schüler gegenüber dem obligatori-

schen Astronomieunterricht bei allen Themen deutlicher auszuweisen,

– die Möglichkeit zu schaffen, neben **Kursen mit zweijähriger** auch solche **mit nur einjähriger Dauer durchzuführen**, damit die Schüler mit differenzierteren Interessen in Klasse 9 bzw. 10 jeweils an einem anderen fakultativen Kurs teilnehmen können, um gesellschaftliche Anforderungen und schulorganisatorische Voraussetzungen besser zu beachten.

Für die inhaltliche Weiterentwicklung des fakultativen Astronomieunterrichts werden folgende Richtungen vorgeschlagen, die auch in der öffentlichen Diskussion starke Beachtung finden:

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 für die **Entwicklung des wissenschaftlichen Weltbildes der Schüler** unverzichtbar ist. Im einzelnen ist zu prüfen,

– wie Ergebnisse astronomischer Forschung weitgehend in Zusammenhang mit den angewendeten Methoden behandelt werden können (z. B. Spektralanalyse im Zusammenhang mit der Physik der Sterne, Untersuchungen des Lichtes als Träger astronomischer Informationen durch Experimente);
– ob die Behandlung der Raumfahrt in einem eigenständigen Wahlkurs notwendig und möglich ist,

– wie die Astronomiegeschichte im gesamten fakultativen Kurs optimal berücksichtigt werden kann.

2. Um den Aspekt der Wissensaneignung durch selbständige Tätigkeit der Schüler zu verstärken, sollen die starke Orientierung auf das selbständige **Beobachten des Sternhimmels** beibehalten bleiben, die **Anwendung der Mathematik** auf astronomische Sachverhalte verstärkt und **Untersuchungen des Lichtes mit Schülerexperimenten** in das Rahmenprogramm neu aufgenommen werden. Da die Untersuchungen von Eigenschaften des Lichtes für die Erkenntnisgewinnung in der Astronomie grundlegend sind, sollen diese Bestandteil des Grundkurses sein.

3. Das Rahmenprogramm soll auch künftig **Grundkurs und Wahlkurs** beinhalten. Im Grundkurs, dessen Inhalt bei Durchführung des Kurses verbindlich ist, erfolgt eine erste Einführung der Schüler in Astronomie und Raumfahrt. Ein Schwerpunkt des Grundkurses soll die Befähigung der Schüler zur selbständigen Beobachtung astronomischer Objekte und zur Orientierung am Sternhimmel beibehalten. Durch die Beschränkung des Grundkurses auf grundlegende Inhalte kann ein realistisches Verhältnis zwischen vorgeplantem Stoff und in einem Schuljahr für den fakultativen Unterricht zur Verfügung stehender Zeit geschaffen werden.

4. Im neuen Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“ sollen folgende Richtungen der Vertiefung und Erweiterung des astronomischen Wis-

sens und Könnens der Schüler gegenüber dem obligatorischen Astronomieunterricht ausgewiesen werden:

Grundkurs: Einführung in Astronomie und Raumfahrt

Die Schüler werden befähigt, das Fernrohr für Beobachtungen einzurichten und selbständig den Sternhimmel zu beobachten. Das ermöglicht ihnen, bei Beobachtungen im obligatorischen Unterricht als Helfer tätig zu sein. – Die Schüler können in Schülerexperimenten Eigenschaften des Lichtes untersuchen.

Wahlkurs: Sonnensystem

Ausführlicher als im obligatorischen Unterricht 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 Zivilisationen diskutiert. Physikalische Eigenschaften von Körpern des Sonnensystems werden durch Berechnung, Bewegungen dieser Körper durch Beobachtung ermittelt.

Wahlkurs: Sterne und Sternsysteme

Stärker als im obligatorischen Unterricht werden mathematisch formulierte Gesetze angewendet, um physikalische Eigenschaften der Sterne zu bestimmen, Prozesse der Sternentstehung und -entwicklung sowie Bewegungen astronomischer Objekte zu erklären.

Wahlkurs: Raumfahrt

Bei allen Themen dieses Wahlkurses erfolgen inhaltliche Erweiterungen und Vertiefungen gegenüber dem obligatorischen Unterricht, in dem technische Einzelheiten der Raumfahrt gar nicht und Anwendungen der Raumfahrt im wesentlichen als Überblick behandelt werden.

Die Einführung des überarbeiteten Rahmenprogramms „Astronomie und Raumfahrt“ ist für den **1. September 1988** vorgesehen.

Umsetzung des neuen Lehrplans erfordert das Engagement aller Astronomielehrer

Der neue Lehrplan Astronomie sowie das zugehörige Lehrbuch und die Unterrichtshilfen sind das Ergebnis langjähriger gemeinsamer Arbeit von Lehrern und Fachberatern, Leitern und Mitarbeitern von Schulsternwarten und Planetarien, Methodikern und Fachwissenschaftlern, Schulfunktionären und Mitarbeitern des Verlages Volk und Wissen.

Bei Begutachtungen, Erprobungen, bei der öffentlichen Diskussion der neuen Lehrmaterialien haben viele Kollegen von ihrem Recht und ihrer Pflicht Gebrauch gemacht, gemeinsam mit uns ideenreich und verantwortungsbewußt an der Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts mitzuwirken. All jenen Kollegen gilt unser besonderer Dank. Diesen Dank verbinden wir mit der Bitte, mit uns gemeinsam die Bewährung der neuen Lehrmaterialien in der Praxis zu verfolgen, Prozeß und Ergebnisse des Unterrichts zu analysieren, schöpferische Leistungen bei der Umsetzung des neuen Lehrplans zu verallgemeinern. Mit der Einführung des neuen Lehrplans endet nicht etwa die Unterrichtsdiskussion, sondern sie erhält eine neue Richtung: Darstellung und Diskussion der Erfahrungen bei der Umsetzung der Ziele und Inhalte des Astronomieunterrichts bei der Arbeit mit dem neuen Lehrplan, dem neuen Lehrbuch und neuen Unterrichtshilfen.

Neue Lehrmaterialien sind aber nur eine Seite des

Prozesses der Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts, sind eine Voraussetzung für das Überwinden von Problemen und für das Voranschreiten bei der Bildung und Erziehung unserer Jugend. Verantwortung für seinen Unterricht hat jeder Lehrer selbst. „Immer mehr sind unsere Lehrer gefordert, aus einem breiten Feld sich dynamisch entwickelnder wissenschaftlicher Erkenntnisse zu entscheiden, was für die Ausbildung des Wissens und Könnens, der Einsichten und Überzeugungen das Wesentliche, Bestimmende sein muß“, sagte der Minister für Volksbildung, MARGOT HONECKER, auf der Erfurter Konferenz (3; S. 14). Dieser Verantwortung sich zu stellen, erfordert, daß sich jeder Astronomielehrer tiefes Verständnis für die Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts erarbeitet. Jeder Astronomielehrer muß verstehen, warum es notwendig ist, den Astronomieunterricht inhaltlich und methodisch weiterzuentwickeln, warum bestimmte Änderungen im Lehrplan erfolgt sind und warum Aussagen im Lehrplan keine Änderung erfahren haben. Dieses Wissen hilft, richtige Entscheidungen für die Unterrichtsgestaltung zu treffen. Verständnis für die Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts zeigt sich letztlich im pädagogischen Handeln des Astronomielehrers, in seiner fachwissenschaftlich anspruchsvollen und methodisch ausgereiften Unterrichtsarbeit, vollzieht sich doch in erster Linie im systematisch geführten Lehr- und Aneignungsprozeß während des Unterrichts der entscheidende Prozeß der Persönlichkeitsentwicklung unserer Schüler (3; S. 10). Den Unterricht durch eigene schöpferische Arbeit zu qualifizieren ist eine prinzipielle Schlußfolgerung aus dem XI. Parteitag der SED für die Arbeit jedes Lehrers und Fachberaters. In ihr verschmelzen die höheren Maßstäbe an das Leistungsstreben mit der persönlichen Leistungsbereitschaft als Lehrer und Erzieher der Jugend.

Mit der Ausarbeitung der neuen Lehrmaterialien haben wir eine Strecke angestrengter kollektiver Tätigkeit zurückgelegt. Die Umsetzung des Ideengehalts der neuen Materialien im Astronomieunterricht erfordert ebensolch gemeinsames, keinesfalls einfacheres Streben zum Nutzen unserer Jugend. Dabei wollen wir jeden Schüler erreichen, optimal entwickeln, fördern und fordern, alles dafür tun, daß jeder Schüler einen guten Start ins Leben hat – dem gelten unsere gemeinsamen Anstrengungen.

Literatur

- (1) Programm der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands. Dietz Verlag, Berlin 1976.
- (2) Bericht des Zentralkomitees der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands an den XI. Parteitag der SED. Dietz Verlag, Berlin 1986.
- (3) M. HONECKER: Die Schulpolitik der SED und die wachsenden Anforderungen an den Lehrer- und die Lehrerbildung. DLZ-Dokumentation 48/85.
- (4) FRIEDRICH ENGELS: Dialektik der Natur. Dietz Verlag, Berlin 1973.

(5) H.-J. TREDER: Große Physiker und ihre Probleme. Akademie-Verlag, Berlin 1983.

Anschrift des Verfassers:

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

B

Beobachtung

Der „tiefe“ Sommervollmond 1987

Die besondere Lage der Mondbahn im Jahre 1987 (vgl. den Beitrag „Astronomische Daten...“ im Heft 3/87) bewirkt, daß sich der Mond in den Sommervollmondnächten extrem weit südlich des Himmelsäquators befindet. Seine Deklination beträgt (jeweils um 0 h Weltzeit)

am 13. 5. 1987 $-18^\circ 9'$
am 11. 6. 1987 $-25^\circ 8'$
am 11. 7. 1987 $-27^\circ 4'$

Der letzgenannte Wert besagt, daß die Mondbahn am 11. 7. 1987 um 4 Grad weiter südlich verläuft als die Sonnenbahn zur Wintersonnenwende. Der Mond wird deshalb in den genannten Vollmondnächten erst sehr spät im Südosten auftauchen und in extrem geringen Höhen kulminieren.

Vollmond	Kulminations- höhe	Aufgangs- azimut	Aufgangs- zeit (MESZ)
13. 5. 1987	13°	311°	21 h 34 min
11. 6. 1987	9° (!)	322°	22 h 01 min
11. 7. 1987	12°	315°	22 h 32 min

(Alle Daten der Tabelle gelten für Berlin)

In höheren geographischen Breiten, z. B. in Skandinavien, ist die beschriebene Besonderheit der Mondbewegung noch deutlicher ausgeprägt. Dort „kriecht“ 1987 der Sommervollmond förmlich am Südhorizont entlang. Diese Erscheinung, die nur alle 18 Jahre zu beobachten ist, war schon in fruhgeschichtlicher Zeit bekannt; ihr wurden mythologische Bedeutungen zugeschrieben.

KLAUS LINDNER

U

Umschlagseiten

Titelseite – 750 Jahre Berlin. Der Generalsekretär des ZK der SED und der Vorsitzende des Staatsrates der DDR, ERICH HONECKER, besichtigte eine Ausstellung, die über die weitere Entwicklung Berlins informiert. Vor dem Modell des Großplanetariums für den Ernst-Thälmann-Park: Prof. Dr. EHRHARDT GISSKE, HORST SINDEMANN, GÜNTER MITTAG, ERICH MÜCKENBERGER, WILLI STOPH, EGON KRENZ, ERICH HONECKER (v. r.).

Foto: ADN-ZB

2. Umschlagseite – Astrographen der Sternwarte Abastuman (UdSSR).

Foto: Presseagentur NOWOSTI

3. Umschlagseite – Meteorospur im Orion am 2. 11. 1978. Aufgenommen mit Tessar 4,5/360, Platte 9 cm \times 12 cm – NP 27.

Foto: WOLFRAM FISCHER, Sternwarte Sohland

4. Umschlagseite – StR ROLF HENKEL und WOLFGANG KÖNIG beim Befragen des Computers über Beobachtungsmöglichkeiten. An der Ziolkowski-Sternwarte in Suhl ist eine Datenstation K 8915 mit Mikrorechner K 1520 aus dem VEB ROBOTRON-ELEKTRONIK Zella-Mehlis im Einsatz.

Foto: ROLF KORNMANN, Suhl





ISSN 0004-6310 · Astronomie in der Schule · Berlin · 24 (1987) 2 · S. 25–48

ASTRONOMIE

IN DER SCHULE

3

Jahrgang 1987
ISSN 0004-6310
Preis 0,60 M

Volk und Wissen
Volkseigener Verlag
Berlin





Inhalt

● Unterricht

B. FEIN; H. SCHMIDT: Zu Ansprüchen an die Weiterentwicklung der Qualität des Astronomieunterrichts, seiner Ergebnisse sowie Anforderungen an seine inhaltliche Führung	50
H. KÜHNHOLD: Zu den schulastronomischen Beobachtungen	57
H. BERNHARD: Zur Stoffeinheit „Aufgaben und Forschungsmethoden der Astronomie“	63
K. ULLERICH: Zur Stoffeinheit „Orientierung am Sternhimmel“	66

● Beobachtungen

K. LINDNER: Astronomische Daten für das Schuljahr 1987/88	68
K. LINDNER: Feldstecherobjekte am Sommerhimmel	72

● Abbildungen

Umschlagseiten	72
--------------------------	----

● Karteikarte

J. LICHTENFELD: Aufgaben für fakultative Kurse 9	
--	--

Redaktionsschluß: 10. 4. 1987

Auslieferung an den Postzeitungsvertrieb: 15. 6. 1987

Из содержания

Б. ФЕИН; Х. ШМИДТ: Претензии к повышению качества преподавания астрономии и его результаты и требования к его же содержанию	50
Х. КЮНХОЛЬД: Как можно на основе астрономических наблюдений в школе достичь высококачественного преподавания астрономии?	57
Х. БЕРНХАРД: Изучение темы «Задачи и методы астрономического исследования» в школе	63
К. УЛЛЕРИХ: Изучение темы «Ориентировка на звездном небе» в школе	66

From the Contents

B. FEIN; H. SCHMIDT: Pretensions to the Qualitative Improvement of Astronomy Instruction and its Result and Claims to its Contents	50
H. KÜHNHOLD: How Can We — Basing on Astronomical Observations at School — Guarantee a High Quality Astronomical Instruction?	57
H. BERNHARD: Instructional Treatment of the Topic "Tasks and Methods of Astronomical Research"	63
K. ULLERICH: Instructional Treatment of the Topic "Orientation at the Starry Sky"	66

En Résumé

B. FEIN; H. SCHMIDT: Le perfectionnement de la qualité de l'enseignement astronomique par l'enseignement postscolaire des professeurs	50
K. KÜHNHOLD: Comment les observations astronomiques à l'école aident-elles à garantir une qualité supérieure de l'enseignement astronomique?	57
H. BERNHARD: Au sujet «Les problèmes et les méthodes de recherche de l'astronomie» dans l'enseignement astronomique	63
K. ULLERICH: La discussion scolaire du sujet «L'orientation au ciel étoilé»	66

Del contenido

B. FEIN; H. SCHMIDT: Qué pretendemos desarrollando la calidad y los resultados de la enseñanza de astronomía, cómo debemos hacer conocibles las lecciones a los alumnos	50
H. KÜHNHOLD: Cómo podemos garantizar una gran calidad de la enseñanza de astronomía partiendo de la observación astronómica escolar? .	57
H. BERNHARD: El párrafo del programa de enseñanza «Tareas y métodos de exploración de la astronomía» en clase	63
K. ULLERICH: El párrafo del programa de enseñanza «Orientación en el firmamento» en clase	66

ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Heft 3

24. Jahrgang 1987

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:

Friedrich-List-Straße 8 (Sorbisches Institut für Lehrerbildung „Karl Jannack“), Postfach 440, Bautzen, DDR-8600, Telefon 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. nat. Dieter B. Herrmann, Annelore Muster, Studienrat Hans Joachim Nitschmann (grafische Bearbeitung), Prof. Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Oberlehrer Eva-Maria Schöber, 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 Ministerates der Deutschen Demokratischen Republik

Gesamtherstellung:

Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen

AN (EDV 427)

III-4-9-871-4,9 Liz. 1488

Erscheinungshinweise:

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, Volks-eigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, Leninstrasse 16, Leipzig, DDR - 7010.

ISSN 0004-6310

Vom Instruktionslehrgang für Fachberater

Astronomie

Das einleitende Referat auf dem genannten Lehrgang – das wir nachfolgend veröffentlichen – befaßte sich mit den höheren Ansprüchen an die politisch-pädagogische Arbeit der Astronomielehrer und der Fachberater Astronomie, die sich aus der qualitativen Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts ergeben.

Bernd Fein; Helmut Schmidt

Zu Ansprüchen an die Weiterentwicklung der Qualität des Astronomieunterrichts, seiner Ergebnisse sowie Anforderungen an seine inhaltliche Führung

Mit den Beschlüssen des XI. Parteitages der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands über die strategischen Aufgaben in der Deutschen Demokratischen Republik bis über die Jahrtausendwende hinaus wurde ein neuer Abschnitt bei der weiteren Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft eingeleitet. Es sind weitere Fortschritte bei der Lösung anspruchsvoller gesellschaftlich-politischer, volkswirtschaftlicher, wissenschaftlich-technischer, sozialer und geistig-kultureller Aufgaben zu realisieren. Sie stellen an die „Erziehung und Ausbildung allseitig entwickelter Persönlichkeiten, die ihre Fähigkeiten und Begabungen zum Wohle der sozialistischen Gesellschaft entfalten, sich durch Arbeitsliebe und Verteidigungsbereitschaft, durch Gemeinschaftsgeist und das Streben nach hohen kommunistischen Idealen auszeichnen“ (1), wachsende Anforderungen. Hohes Bildungs- und Kulturniveau, bewußtes politisches Engagement, eine hohe Qualifikation und Leistungsbereitschaft; die Fähigkeit und Bereitschaft, schöpferisch zu denken und zu arbeiten, ständig weiterzulernen, Mobilität und Disponibilität, eine klassenmäßige Haltung, sozialistische moralische Eigenschaften und Verhaltensweisen, all dies sind Persönlichkeitseigenschaften, die angesichts der Dynamik der weiteren gesellschaftlichen Entwicklung von allen Menschen in höherem Maße gefordert werden und die an Bedeutung gewinnen.

Als entscheidende Konsequenz hieraus formulierte der XI. Parteitag der SED die Aufgabe, „unserer Jugend ein breites, solides und ausbaufähiges Fundament der Allgemeinbildung zu vermitteln, sie im Geiste unserer kommunistischen Weltanschauung und Moral zu erziehen, die Grundlagen für die allseitige Entwicklung der Persönlichkeit,

für Disponibilität und schöpferische Leistungsfähigkeit sicher zu legen, die die künftigen Facharbeiter, Ingenieure und Wissenschaftler benötigen“. (2) Sozialistische Allgemeinbildung muß einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, allseitig gebildete, hoch befähigte, talentierte Persönlichkeiten, wie sie unsere sozialistische Gesellschaft benötigt, auszubilden und die Anlagen, Fähigkeiten und Begabungen eines jeden Schülers optimal zu entwickeln.

Diesem Ziel dient der sich gegenwärtig vollziehende Prozeß tiefgreifender qualitativer Weiterentwicklung des Unterrichts in unserer polytechnischen Oberschule, in den sich die Einführung des neuen Lehrplans, eines neuen Lehrbuches und neuer Unterrichtshilfen für den Astronomieunterricht in Klasse 10 zum 1. 9. 1987 einordnet. Mit der Einführung des neuen Lehrplans, mit der in ihm und in den anderen Unterrichtsmaterialien ausgearbeiteten Profilierung des Inhalts und Niveaus der im Astronomieunterricht zu vermittelnden wissenschaftlichen Allgemeinbildung über Grundlagen der Astronomie und Raumfahrt werden höhere Ansprüche an die Weiterentwicklung der Qualität des Astronomieunterrichts und seiner Ergebnisse sowie an seine inhaltliche Führung gestellt.

Hohe Qualität der Ergebnisse des Astronomieunterrichts bei jedem Schüler – entscheidender Maßstab unserer Arbeit

Die wesentliche Aufgabe des Astronomieunterrichts besteht darin, in hoher Qualität grundlegendes Wissen über das Weltall, über ausgewählte astronomische Objekte, über die Raumfahrt und die historische Entwicklung der Astronomie zu vermitteln. Im Zusammenhang damit werden den Schülern Arbeitsmethoden vermittelt, die in der Astronomie zur Erkenntnisgewinnung angewendet werden. Wesentlich ist, daß wir alle Schüler durch aktive Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsstoff auf hohem Niveau befähigen, sich am Sternhimmel zu orientieren, einfache Beobachtungen durchzuführen und mit entsprechenden Hilfsmitteln umzugehen, beobachtbare Erscheinungen zu erklären, mathematische Verfahren und Betrachtungsweisen auf astronomische Sachverhalte anzuwenden, die Bedeutung astronomischer Erkenntnisse für die Entwicklung des wissenschaftlichen Weltbildes zu erläutern und wichtige Ereignisse der Raumfahrt im Zusammenhang mit deren gesellschaftlicher Zielstellung zu betrachten.

Was wir mit dem neuen Lehrplan, dem neuen Lehrbuch und den neuen Unterrichtshilfen anstreben, ist eine höhere Qualität des Wissens und Könnens unserer Schüler. Dafür wurden die Bedingungen gegenüber dem noch gültigen Lehrplan entschieden verbessert. Das wurde insbesondere erreicht durch eine weitere Konzentration auf bewährte und

zugleich unverzichtbare Inhalte des Astronomieunterrichts, die Verbesserung der Systematik des Lehrgangs, den Abbau theoretischer Überhöhungen, die vereinfachte Behandlung von Inhalten, eine bessere Integration astronomischer Schülerbeobachtungen in den Unterrichtsprozeß, eine bessere Koordinierung mit dem Unterricht anderer Fächer, eine vielseitigere Anwendung der Mathematik sowie durch die Aufnahme neuer Inhalte (Überblick über die Entstehung und Entwicklung der Planeten, Expansion der Metagalaxis), die für die Abrundung des wissenschaftlichen Weltbildes unserer Schüler von Bedeutung sind.

Durch diese Maßnahmen sind – und das hat der Verlauf der Erprobung und Diskussion des Lehrplanes deutlich gezeigt – die Bedingungen dafür verbessert, daß

- die Schüler ein tieferes inhaltliches Verständnis für astronomische Sachverhalte, Begriffe, Fakten und für im Kosmos geltende Naturgesetze erlangen;
- Systemhaftigkeit und Dauerhaftigkeit des astronomischen Wissens der Schüler wachsen;
- die Aneignung des grundlegenden Wissens und Könnens in engerer Verbindung mit der Ausübung vielseitiger, für den naturwissenschaftlichen Unterricht typischer geistiger und geistig-praktischer Tätigkeiten erfolgt;
- die Kenntnisvermittlung enger mit der Einführung der Schüler in wichtige astronomische Arbeitsmethoden verbunden ist;
- die weltanschaulichen Einsichten der Schüler über Entwicklungsvorgänge im Kosmos vertieft werden und
- die Einsicht vertieft wird, daß die historische Entwicklung der Astronomie von weltanschaulichen Auseinandersetzungen begleitet war.

Wenn wir heute in unserer Schule einen weiteren Schritt in Richtung eines höheren Niveaus wissenschaftlicher Allgemeinbildung auf dem Gebiet der Astronomie gehen und nach dem Wesen der Weiterentwicklung fragen, um daraus die Aufgaben für die Weiterführung des Einführungsprozesses des neuen Lehrplans abzuleiten, dann lohnt es sich, einen kurzen **Blick auf die nicht einmal 30jährige Geschichte des Astronomieunterrichts** zu werfen. Erst damit wird wohl die Größe des bisher Geleisteten und der Anspruch im Hinblick auf das noch zu Erreichende sichtbar.

Die Einführung des Astronomieunterrichts erfolgte im September 1959 im Zusammenhang mit dem Übergang zur zehnjährigen Oberschulbildung für alle Kinder des Volkes. Der erste Astronomielehrplan orientierte sich sehr stark an Inhalten der klassischen Astronomie und der Himmelsmechanik – und nur wenig an der in der astronomischen Forschung immer breiter wirksam werdenden Astrophysik, der Kosmogonie und Kosmologie, deren Erkenntnisse für die Vermittlung einer modernen wis-

senschaftlichen Allgemeinbildung an Bedeutung gewinnen.

Der Astronomieunterricht leistet seither im Ensemble aller Fächer seinen spezifischen und unverzichtbaren Beitrag zur Herausbildung des wissenschaftlichen Weltbildes unserer Schüler. Das erste Jahrzehnt des Astronomieunterrichts in den Schulen unserer Republik kann als eine Zeit der Konsolidierung unseres Faches, der steten Verbesserung der Qualität des Unterrichts und der personellen sowie materiellen Bedingungen, der Gewinnung von Erfahrungen im Unterrichten astronomischer Inhalte und bei der Beobachtung astronomischer Objekte mit unseren Schülern gekennzeichnet werden. Von hier gingen dank der Initiative einer Vielzahl engagierter Lehrer Wirkungen und Impulse aus, die die Voraussetzung für eine dynamische Weiterentwicklung der Qualität des Astronomieunterrichts und seiner Ergebnisse bildeten.

1971 begann mit der Einführung eines neuen Lehrplans für das Fach Astronomie eine Entwicklungsetappe, die durch einen Prozeß der weiteren inhaltlichen Ausgestaltung des Astronomieunterrichts – wie der Oberschule überhaupt – gekennzeichnet war. Die Erarbeitung und Einführung dieses neuen Lehrplans war Teil eines Prozesses, bei dem ausgehend von den gesellschaftlichen Erfordernissen und den Erfahrungen der Astronomiemethodik, aufbauend auf Ergebnissen bisheriger Schulentwicklung und ausgehend von Erkenntnissen von Astronomie und Raumfahrt, Inhalt und Niveau der zu vermittelnden astronomischen Allgemeinbildung neu bestimmt wurden. Kennzeichnend für diesen Lehrplan waren die stärkere Hinwendung zu astrophysikalischen Inhalten, zur Vermittlung von Wissen über die Sternentstehung und -entwicklung, mit dem wir bei den Schülern auch ein erstes Verständnis für Entwicklung im Weltall anbahnen, und die Einführung obligatorischer Beobachtungen am Sternhimmel durch die Schüler.

Damit gewann der Astronomieunterricht neue Potenzen für die wissenschaftliche Bildung und die weltanschauliche, politische und moralische Erziehung der Schüler.

Es gehört zu den großen Leistungen unserer sozialistischen Schule, daß allen Jugendlichen während ihrer Schulzeit grundlegende astronomische Kenntnisse vermittelt werden. Das wissenschaftliche Weltbild, mit dem die Jugendlichen aus der Schule entlassen werden, ist durch den Astronomieunterricht umfassender geworden. Ausdruck dafür ist die mit den Unterrichtserfahrungen und immer besser gewordenen personellen und materiellen Bedingungen gewachsene **Solidität des Wissens der Schüler** über grundlegende astronomische Begriffe, Erkenntnisse vom Aufbau des Weltalls, die Bewegung und Entwicklung kosmischer Objekte, die Physik der Körper des Sonnensystems und der Sterne sowie über wichtige fachspezifische Arbeits-

methoden. Die **Fähigkeiten der Schüler** zur Arbeit mit der drehbaren Sternkarte, zur Beobachtung astronomischer Sachverhalte und Objekte, zur Orientierung am Sternhimmel, zum Erklären des physikalischen Wesens kosmischer Erscheinungen wurden mit wachsendem Erfolg entwickelt. Immer besser werden von den Astronomielehrern die Möglichkeiten des Unterrichts für die **Herausbildung und Festigung des wissenschaftlichen Weltbildes der Schüler** genutzt. Der Astronomieunterricht leistet einen wesentlichen Beitrag zur Vertiefung der Überzeugung der Schüler von der materiellen Einheit der Welt, vom objektiven Charakter der ständigen Veränderung, Bewegung und Entwicklung im Weltall, von der Erkennbarkeit der Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten im Kosmos.

- Zugleich aber wiesen Analysen des Unterrichts, der Qualität des Wissens und Könnens der Schüler, des Lehrplanes, des Lehrbuches und der Unterrichtshilfen auf einige **Probleme** hin, durch deren Lösung die Bedingungen für die umfassendere Realisierung der Ziele und Aufgaben des Astronomieunterrichts weiter verbessert werden mußten. Als Hauptproblem stellten sich dabei insbesondere mangelnde Solidität und Verfügbarkeit des Wissens der Schüler über grundlegende astronomische Begriffe, Größen, Zusammenhänge zwischen Größen, Gesetze und Ereignisse heraus. Daraus resultieren bei vielen Schülern Probleme im Anwenden des Wissens beim Erklären von Vorgängen und Erscheinungen, beim Erläutern von Zusammenhängen, Abläufen, Ereignissen und Aussagen, beim Beschreiben von Vorgängen und Erscheinungen. Das stark belastete Stoff-Zeit-Verhältnis führte dazu, daß nicht selten wesentliche, am Ende des Lehrgangs liegende Stoffe (Sternkosmogonie, Vorstellungen vom Weltall) nicht behandelt werden. Das führte mit Notwendigkeit zu Lücken im Wissen des Schülers über grundlegende Erkenntnisse der Astronomie und einseitigen Vorstellungen vom Weltall. Ursachen dafür, daß noch nicht alle Ziele mit der erforderlichen Qualität realisiert wurden, daß der Astronomieunterricht in seinen Wirkungen auf das Wissen und Können der Schüler hinter den Erfordernissen und Möglichkeiten zurückblieb, konzentrierten sich vor allem auf

- *inhaltliche Überlastungen des Lehrplanes durch eine zu hohe Anzahl von Fakten und Begriffen, von denen einige nicht notwendig sind, um die Ziele des Astronomieunterrichts zu erreichen;*
- *eine uneffektive Zuordnung des Unterrichtsstoffes, die in einigen Teilen des Astronomieunterrichts das Anknüpfen an das Wissen, das die Schüler bereits erworben haben, erschwert;*
- *Überhöhungen bei der Anwendung der Mathematik, wodurch es im Astronomieunterricht zu zeitaufwendigem Rechnen und zu Überforderungen der Schüler kommt;*
- *eine unzweckmäßige Einordnung wissenschafts-*

historischer Tatsachen, so daß historische Fragestellungen, die die Schüler interessieren, nicht zur Motivierung und Problemstellung genutzt werden können;

- *die astronomischen Schülerbeobachtungen, die nicht hinreichend mit dem Unterrichtsprozeß verbunden sind und nicht im obligatorischen Stundenvolumen enthalten sind.*

Das **Wesen** des jetzt zu vollziehenden Schrittes der **Weiterentwicklung** des Astronomieunterrichts ist also zu sehen in einer weiteren Vervollkommenung der didaktisch-methodischen Konzeption des Astronomielehrganges in Einheit mit der Modernisierung der Inhaltskonzeption und gleichzeitiger weiterer Konzentration auf eine grundlegende Allgemeinbildung auf dem Gebiet der Astronomie und Raumfahrt.

Die Realisierung des neuen Lehrplanes ist mit vielfältigen neuen und insgesamt **höheren Anforderungen** an die inhaltliche, didaktisch-methodische und pädagogische Meisterung des Astronomieunterrichts verbunden. Der Unterrichtserfolg ist wesentlich von der Fähigkeit jedes Astronomie unterrichtenden Lehrers abhängig, den Lehrplan in seiner Gesamtheit zu begreifen, das Niveau der Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten und die Beziehungen zu anderen Fächern (insbesondere Physik) zu erfassen und – bei 28 Unterrichtsstunden besonders wichtig – sich auf das Wesentliche zu konzentrieren. Es liegt auf der Hand, daß höhere Anforderungen für die Astronomie unterrichtenden Lehrer vor allem in didaktisch-methodischer und unterrichtsorganisatorischer Hinsicht (Beobachtungen) entstehen. Diese können aber nur – und darüber darf es keine Zweifel geben – auf der Grundlage eines vertieften fachwissenschaftlichen Verständnisses bewältigt werden.

Höhere Anforderungen sind gestellt hinsichtlich der Wissenschaftlichkeit, Anschaulichkeit und Faßlichkeit des Astronomieunterrichts, aber auch an die Festigung des Wissens durch Anwendung und Wiederholung. Natürlich kommt ein Astronomie unterrichtender Lehrer nicht aus ohne tiefe Kenntnisse über weltanschaulich-philosophische Zusammenhänge. Insbesondere braucht er umfassendes Wissen darüber, daß die Astronomie und Raumfahrt in ihrer Geschichte stets engen Bezug zur gesellschaftlichen Praxis hatten, stets von weltanschaulichen Auseinandersetzungen begleitet waren und Bedeutsames zur Erweiterung der Erkenntnisse der Menschheit über die Natur eingebracht haben.

Höherer Anspruch an die Arbeit mit Beobachtungen, mit Größen und Gesetzen sowie bei der Anwendung der Mathematik

Im **Zentrum der Weiterentwicklung** des Astronomieunterrichts und seiner Ergebnisse steht also eine weitere Profilierung der Ziele, wesentlicher Inhalte und der methodischen Konzeption der **Arbeit mit**

astronomischen Beobachtungen, mit physikalischen Größen und Gesetzen und der Anwendung der Mathematik. Das Verständnis dafür bei allen Astronomie unterrichtenden Lehrern zu entwickeln und Anregungen zu geben, wie bei der Arbeit mit astronomischen Beobachtungen, mit physikalischen Größen und Gesetzen und bei der Anwendung der Mathematik eine hohe Qualität erreicht werden kann, das ist eine wichtige Seite Ihrer Tätigkeit als Fachberater und des Erfahrungsaustausches mit den Astronomielehrern.

Von grundlegender Bedeutung für die bildungs- und erziehungswirksame Gestaltung des Astronomieunterrichts ist, daß die Schüler den Sternhimmel selbst beobachten, daß in allen Abschlußklassen der soliden **Erfüllung des Beobachtungsprogramms** des neuen Lehrplans große Aufmerksamkeit entgegengebracht wird. Das muß zu einer wichtigen Führungsgröße für den Astronomieunterricht werden, ein wichtiger Bestandteil der Unterrichtsdiskussion, des Erfahrungsaustausches der Astronomielehrer, ein wichtiges Feld der Tätigkeit der Fachberater, der Arbeit der Fachkommissionen und Fachzirkel sein.

Um die Beobachtungen des Sternhimmels im Unterrichtsprozeß effektiver als bisher nutzen zu können, werden – wie im Lehrplanreferat (s. Heft 2/1987) dargestellt wurde – die Bedingungen für die Durchführung der Beobachtungen wesentlich günstiger gestaltet. Das erfolgte durch eine zweckmäßige Auswahl der Beobachtungsobjekte (Aufnahme von Beobachtungen der Sonne, der Milchstraße, der Mondbewegung) einschließlich möglicher Varianten (bei Beobachtungen der Planeten, der Sterne und Sternsysteme) sowie durch Orientierung auf praktikable Organisationsformen (Beobachtungen am Morgenhimmel oder am Abendhimmel oder am Tage, Beobachtungen unter Leitung des Lehrers oder als Hausaufgabe – letztere Form, wenn kein Fernrohr nötig ist). Nunmehr steht jeder Astronomielehrer vor der Aufgabe, die besseren Bedingungen für eine effektive Durchführung der Beobachtungen zu nutzen. Gleiches gilt für die Nutzung der Erfahrungen der Schulpraxis, wonach es für den Erfolg des Astronomieunterrichts günstig ist, Beobachtungen der astronomischen Objekte vor deren Behandlung im Unterricht durchzuführen oder auch Beobachtungen zur Orientierung am Sternhimmel in Einheit mit der theoretischen Unterweisung der Schüler zu gestalten. Diese Möglichkeiten läßt der Lehrplan ausdrücklich zu. Die Durchführung der astronomischen Beobachtungen und die Einbeziehung der Beobachtungsergebnisse in den Unterricht sind ohne Zweifel ein hoher Anspruch an jeden Astronomielehrer, an sein fachliches, methodisches, pädagogisches und unterrichtsorganisatorisches Können. Sie sind aber auch Anspruch an eine geschickte Stundenplangestaltung entsprechend den konkreten terri-

torialen Bedingungen. Jeder Verzicht auf Beobachtungen am Sternhimmel ist ein Verlust an Wirksamkeit des Astronomieunterrichts für die Persönlichkeitsentwicklung der Schüler.

Die Unterrichtszeit für die Beobachtungen ist nunmehr im Lehrplan ausgewiesen. Somit sind die Beobachtungen obligatorischer Teil des Unterrichts, an dem teilzunehmen die Schüler verpflichtet sind. Was die Frage des Versicherungsschutzes im Falle der zeitlichen Verlagerung dieses Teils des Astronomieunterrichts in die Abendstunden bzw. vor Unterrichtsbeginn angeht, so gelten hier die gleichen Bestimmungen wie sonst für den Unterricht. Auch die Profilierung der **Anwendung der Mathematik** im Astronomieunterricht unter Nutzung der vom Mathematikunterricht bereitgestellten elementaren Grundlagen, die Arbeit mit physikalischen Größen und Gesetzen ist daran orientiert, diese „Instrumentarien“ so einzusetzen, daß sie insbesondere der soliden Aneignung astronomischen Wissens und Könnens der Schüler, der Vertiefung ihres inhaltlichen Verständnisses für astronomische Sachverhalte und Zusammenhänge dienen. Dem dient es, wenn im Astronomieunterricht die Anwendung der Mathematik darauf gerichtet ist,

- *physikalische Größen, wie die Leuchtkraft der Sonne, zu berechnen;*
- *die Entfernung eines Sternes zu berechnen;*
- *physikalische Größen, wie Massen, Radien und mittlere Dichten von Planeten, zu vergleichen;*
- *Gesetze, wie z. B. das 3. Keplersche Gesetz, zu erarbeiten, zu interpretieren und anzuwenden;*
- *Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen, wie zwischen Temperatur und Leuchtkraft der Sterne, darzustellen und Aussagen aus dem HRD über physikalische Eigenschaften von Sternen abzuleiten;*
- *Größenvorstellungen, z. B. vom Sonnensystem, zu entwickeln;*
- *Raumvorstellungen, z. B. durch das Bekanntmachen der Schüler mit dem Ort der Sterne an der scheinbaren Himmelskugel und die Kennzeichnung der Sternorte durch Koordinaten, auszuprägen.*

Hier wird sichtbar, daß die für den Physikunterricht ausgearbeitete Profilierung der Anwendung der Mathematik eine „astronomiespezifische“ Fortsetzung findet. Das hat gewisse Konsequenzen für den Prozeß der Fachberatung, kommt es doch darauf an, die im Physikunterricht nach neuen Lehrplänen gesammelten Erfahrungen für den Astronomie-

Verkaufe original Carl-Zeiß-Jena-Fernrohr 100/1000 komplett mit Säule, parallaktischer Montierung I b – Synchronantrieb und Säulenstativ sowie drei Okularen für 4 000,- M. Günther Drießnack, Vespremer Straße 1, Halle, 4070

unterricht zu nutzen und insbesondere für diejenigen Astronomielehrer aufzubereiten, die nicht gleichzeitig auch Physik unterrichten.

Realisierung der Ziele und Aufgaben des neuen Astronomielehrplanes in hoher Qualität – höherer Anspruch an die Weiterbildung und die Qualität der Fachberatung

Das Studium des neuen Lehrplanes macht deutlich: Wir verfügen mit ihm und den Unterrichtsmaterialien, wie **Lehrbuch** und **Unterrichtshilfen**, über eine anspruchsvolle, moderne Konzeption der Vermittlung und Aneignung einer soliden Allgemeinbildung auf dem Gebiet der Astronomie und Raumfahrt auf hohem Niveau für alle Kinder des Volkes, die weit bis in die 90er Jahre tragfähig ist, mit der wir auf für die Allgemeinbildung der Schüler bedeutsame Erkenntnisfortschritte in der Astronomie und Ereignisse in der Raumfahrt reagieren. Jetzt geht es darum, diese Konzeption mit Leben zu erfüllen. Das verlangt, die didaktisch-methodische, die pädagogische und die fachwissenschaftliche Arbeit in jeder Astronomiestunde konsequent am Wissens-, Könnens- und Haltungszuwachs bei jedem Schüler zu orientieren. Wir sehen den alleinigen Bezugspunkt für die Qualität und Intensität der Unterrichtsplanung, -vorbereitung und -gestaltung sowie der Analyse darin, wie alle Schüler zum Ziel geführt werden und in welcher Qualität sie das, Wissen und Können beherrschen.

Die Bewältigung der damit verbundenen Anforderungen geht davon aus, daß der neue Lehrplan, das Lehrbuch und die Unterrichtshilfen bessere Bedingungen für die Astronomielehrer schaffen. Aber sie allein führen natürlich nicht automatisch zu einer höheren Qualität der Unterrichtsgestaltung und zu besseren Ergebnissen im Wissen und Können der Schüler. Es ist das pädagogische Können des Lehrers, es sind seine fachlichen Kenntnisse und sein Engagement, seine beobachtungspraktischen Fähigkeiten und Fertigkeiten und wohl auch sein Organisationstalent; es sind seine Kenntnisse der Stärken und Schwächen seiner Schüler, sein Vermögen, die Bereitschaft der Schüler zum Lernen im Fach Astronomie und das Interesse am Fach zu entwickeln; es ist seine Fähigkeit, in den wenigen Stunden des Astronomieunterrichts ein vertrauensvolles und förderndes **Lehrer-Schüler-Verhältnis** aufzubauen; es ist also die Persönlichkeit des Lehrers, seine Individualität, sein Schöpfertum – auf Kompetenz und Verantwortung beruhend –, das den Unterrichtserfolg maßgeblich bestimmt.

Mit dem neuen Lehrplan werden vielschichtige, nicht einfach zu lösende Fragen auf die Tagesordnung gesetzt, die nur durch eine Qualifizierung des wissenschaftlichen Meinungsstreits, durch **Diskussion** und **Erfahrungsaustausch** vorangebracht werden können. Die Fachberater werden sich im Zusammenhang mit ihrer fachberatenden Tätigkeit gegenüber den Astronomielehrern, Direktoren, der

Fachkommission und den Fachzirkel immer fragen müssen, ob und wie sie zum richtigen Zeitpunkt die richtigen Fragen zur Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts in der Schule und im Kreis ins Gespräch bringen, eine solche Atmosphäre entwickeln, in der es zur Norm wird, die Dinge mit Sachkunde „nach vorn“ zu diskutieren, in der es normal ist, wenn Ungelöstes, Problematisches, Neues produktiv diskutiert wird, mit dem Ziel, die Entwicklung des Astronomieunterrichts voranzubringen. Das erfordert auch, mehr zu tun, um uns mit neueren Erkenntnissen der Wissenschaft Astronomie und der Raumfahrt auseinanderzusetzen. Letzteres muß durch die Weiterbildung im Prozeß der Arbeit wirkungsvoller stimuliert werden – und natürlich ist selbständiges Studieren zuerst Anspruch an jeden Astronomielehrer selbst.

Eine wichtige Seite der Entwicklung der Qualität des Astronomieunterrichts besteht in seiner **persönlichen Absicherung**. Wir können heute davon ausgehen, daß es in der Mehrzahl der Kreise der Republik eine große Anzahl ausgebildeter Astronomielehrer gibt, die durch ihre Qualifikation, ihre Erfahrungen und ihr Schöpfertum im engen Zusammenwirken mit Fachberatern, Fachzirkeln und Fachkommissionen entscheidenden Einfluß darauf genommen haben, daß der Astronomieunterricht in unserem Lande einen hohen Entwicklungsstand erreicht hat. Hier wirken sich die großen Anstrengungen auf dem Gebiet der **Aus- und Weiterbildung** von Astronomielehrern nachhaltig aus. Auch künftig ist es aber für die Entwicklung des Astronomieunterrichts und für die Sicherung eines zahlenmäßig angemessenen und vor allem stabilen Anteils für das Fach Astronomie qualifizierter Fachlehrer im Kreis notwendig, Lehrer anderer Fachrichtungen für die externe Qualifizierung zu gewinnen und die dafür vorhandenen Kapazitäten voll auszuschöpfen. Wie die Erfahrungen zeigen, hat das Interesse einzelner Lehrer an dieser zusätzlichen Ausbildung nicht nachgelassen. Damit bestehen gute Voraussetzungen für die volle Ausschöpfung der bestehenden Kapazitäten für die externe Ausbildung im Fach Astronomie.

Signale für z. T. erhebliche und nicht gerechtfertigte Unterschiede im Anteil ausgebildeter Astronomielehrer von Kreis zu Kreis weisen jedoch auch auf die Notwendigkeit hin, die Anstrengungen in der Gewinnung geeigneter Lehrer für die externe Ausbildung im Fach Astronomie zu intensivieren. Dabei geht es vor allem darum, die Entwicklung der Bereitschaft der Lehrer, sich für ein drittes Unterrichtsfach extern zu qualifizieren, zu verbinden mit klaren Perspektiven in der Arbeit im Fach Astronomie. Die vollzogene und sich weiter vollziehende Entwicklung zur Unterrichtung des Faches Astronomie durch ausgebildete Astronomielehrer und nicht ausgebildete Astronomielehrer vorwiegend mit der Fachausbildung für Physik/Mathematik liegt im In-

teresse der qualitativen Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts. Durch sie werden die Bedingungen für die Realisierung der mit dem neuen Lehrplan verbundenen fachlichen, methodischen und pädagogischen Ansprüche an die Umsetzung des weiterentwickelten Inhalts- und methodischen Konzepts verbessert. Wie die Erfahrungen lehren, hängt aber die fachwissenschaftliche, didaktisch-methodische und pädagogische Qualität des Astronomieunterrichts nicht allein und vordergründig von der Fachkombination des Lehrers ab. Von erst-rangiger Bedeutung sind vielmehr die Unterrichtserfahrungen im Fach, das Interesse am wissenschaftlichen Gegenstand und am Fach, die Bereitschaft und Fähigkeit, sich selbstständig das notwendige Wissen anzueignen und die konsequente Teilnahme an territorialen Weiterbildungsveranstaltungen.

Als außerordentlich wesentlich für die Weiterentwicklung des Faches unter den differenzierten kadermäßigen Bedingungen ist die wirksamere Nutzung des vielseitigen Angebots an **Qualifizierungsmöglichkeiten**, wozu in erster Linie die Teilnahme am Fachkurs Astronomie, an den Spezialkursen und an den Weiterbildungsveranstaltungen der Fachkommissionen und überschulischen Fachzirkel gehören. Zu wirksamen Instrumentarien und Zentren der Weiterbildung haben sich unsere Sternwarten entwickelt. Offenkundig ist der enge Zusammenhang zwischen Qualität des Astronomieunterrichts und systematischem Studium von „Astronomie in der Schule“. Gerade von unserer Fachzeitschrift und ihrem qualifiziert arbeitenden Redaktionskollegium gehen wirksame Impulse für den Unterricht aus.

Natürlich kann die Intensität und die Art und Weise der Arbeit mit der Fachzeitschrift gerade angesichts der differenzierten kadermäßigen Lage im Astronomieunterricht nicht dem Selbstlauf überlassen bleiben. Die Fachberater besitzen eine hohe Verantwortung dafür, wie für das Hineindenken in die höheren Ansprüche des neuen Lehrplans; für den Erfahrungsaustausch, für die individuelle Weiterbildung die Fachzeitschrift genutzt wird. Natürlich kann diese Verantwortung nur in Zusammenarbeit mit den Lehrern selbst und den Direktoren wahrgenommen werden, geht es doch vor allem darum, in der Entwicklung von pädagogischem Schöpfertum weiter voranzukommen.

Zur Qualifizierung der Astronomie unterrichtenden Lehrer haben die von Fachberatern, den Fachkommissionen und Fachzirkeln getragenen Erfahrungsaustausche und gezielten Weiterbildungsveranstaltungen Gewichtiges beigetragen. Nur auf dieser Ebene kann hinreichend flexibel auf die differenzierten Erfordernisse reagiert werden. Diese Form der Qualifizierung muß gerade unter den Bedingungen der Einführung des neuen Lehrplans weiter vorangebracht werden. Dabei übersehen wir

nicht, daß hier auch manche Probleme auftreten, daß Astronomie unterrichtende Lehrer zumeist in zwei weiteren Fächern eingesetzt sind und es nicht leicht ist, im Kreis alle Weiterbildungsveranstaltungen so zu koordinieren, daß eine effektive Nutzung für jeden Astronomielehrer möglich wird. Es zeigt sich, daß es in der Regel nicht notwendig ist, ein „Mehr“ an Veranstaltungen zu organisieren. Wichtig ist, bezogen auf jeden Astronomielehrer, in Abhängigkeit vom Inhalt, konkrete Festlegungen über die Teilnahme abzusprechen und wirksam Einfluß auf das qualitative Niveau der Veranstaltungen zu nehmen.

Eine bedeutende Möglichkeit zur Qualifizierung der Astronomie unterrichtenden Lehrer ist in der Teilnahme an Fach- und Spezialkursen zu sehen. Um dieses Potential wirkungsvoll für eine Erhöhung der Qualität des Astronomieunterrichts zu erschließen, sind auf der Grundlage genauer Lagekenntnisse und der Weiterbildungsnotwendigkeiten konkrete Festlegungen für jeden Astronomielehrer – unter Berücksichtigung der Weiterbildung in den anderen Fächern und bezogen auf längere Zeiträume – notwendig. Auch das kann nur zusammen mit jedem Lehrer und den Direktoren erfolgen und ist auch unter dem Blickwinkel notwendig, in allen Kreisen ein stabiles Kollektiv gut qualifizierter Astronomielehrer zu formieren. Letzteres ist auch notwendig, um im Kreis aus eigenen Kräften wirksame eigene Weiterbildung im Prozeß der Arbeit betreiben zu können.

Wirksamkeit der schulastronomischen Einrichtungen für Weiterentwicklung der Qualität des Astronomieunterrichts weiter erhöhen

Die inhaltliche Ausgestaltung unseres Bildungswesens, in der der Aufbau und die Weiterentwicklung der zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule stets eine zentrale Stellung einnahmen, war in vielen Bezirken und Kreisen unserer Republik verbunden mit der verstärkten Einrichtung schulastronomischer **Beobachtungsstationen** und **Schulsternwarten** mit und ohne Planetarium sowie mit der Erweiterung der Leistungsfähigkeit bestehender Einrichtungen. Die an diesen Einrichtungen arbeitenden Leiter, wissenschaftlichen Mitarbeiter und Pädagogen unterstützen in vielfältiger Form die Durchsetzung der Bildungs- und Kulturpolitik von Partei und Regierung. Durch ihre Arbeit erhielt die Entwicklung des Astronomieunterrichts in unserem Lande starke Impulse. Das ist auch künftig von großer Bedeutung. Worum geht es u. a. dabei?

Erstens geht es darum, die Schulen bei der lehrplangerechten Durchführung des Astronomieunterrichts weiter zu unterstützen. Das kann – je nach Notwendigkeit und Effektivität – damit verbunden sein, daß z. B. der Astronomieunterricht einzelner Klassen über das ganze Schuljahr hinweg von Mit-

arbeitern der schulastronomischen Einrichtung an dieser selbst erteilt wird, daß sie zeitweilig den Unterricht in einzelnen Stoffeinheiten gestalten, daß sie die Durchführung astronomischer Beobachtungen unterstützen, daß sie Unterrichtsräume, Planetarien und Beobachtungseinrichtungen und -geräte den Astronomielehrern zur Nutzung zur Verfügung stellen.

Die Erfahrung lehrt: An den Astronomieunterricht in Schulsternwarten und Planetarien stellen unsere Schüler hohe Erwartungen. Es gehört zu den Verpflichtungen der Leiter und pädagogischen Mitarbeiter dieser Einrichtungen, zu ihrem Berufsethos, lehrplangerechten Astronomieunterricht auf einem hohen fachlichen, pädagogischen und methodischen Niveau zu erteilen oder bei dessen Realisierung zu helfen. Wie gut die Arbeit der Einrichtung insgesamt ist, darüber entscheidet auch und nicht zuletzt die Qualität des an ihr durchgeföhrten Astronomieunterrichts und seiner Ergebnisse bei den Schülern.

Immer wieder diskutiert wird die Frage nach dem Für und Wider der Konzentration des obligatorischen Astronomieunterrichts an Schulsternwarten, sind doch damit viele schulorganisatorische und Fragen der effektiven und wirksamen Führung des pädagogischen Prozesses in den entsprechenden Klassenkollektiven verbunden. Eine „zentrale Regelung“ hierzu kann nicht erwartet werden. Sie kann nur bezogen auf die jeweilige konkrete Situation ausgearbeitet werden. Wie viele Klassen an diesen Einrichtungen ganzjährig und von wem unterrichtet werden, auf welche Art und Weise die Einrichtung die Durchführung qualifizierten Astronomieunterrichts der Schulen unterstützt, entscheidet letztlich der Schulrat. Natürlich liegt es in der Verantwortung der Fachberater, den Schulrat bei dieser Entscheidung sachkundig zu beraten. Ebenso ist klar, daß ein an Schulsternwarten und Planetarien durchgeföhrter Unterricht den Fachberater nicht von seinen Pflichten der Fachberatung und der Einflußnahme auf die Sicherung einer soliden Qualität des Astronomieunterrichts entbindet.

Zweitens geht es darum, die Entwicklung des Unterrichts im fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ im Kreis wirksam zu unterstützen. Gerade im Hinblick auf diese Aufgabe haben die schulastronomischen Einrichtungen erhebliche Potenzen, schulübergreifend interessierte Schüler zur Teilnahme an diesen Kursen zusammenzuführen und unter Ausschöpfung der an der Einrichtung vorhandenen Ausstattung ein hohes Niveau der Erfüllung der Ziele und Inhalte des Rahmenprogramms zu realisieren. Zum anderen sollten diese Einrichtungen aber auch durch die Unterrichtung bestimmter Themen die fakultativen Kurse bei der Gestaltung eines interessanten, problemhaften und tätigkeitsorientierten Unterrichts unterstützen.

Drittens geht es darum, die Gestaltung der außer-

unterrichtlichen Arbeit der Schulen durch Unterrichtung der Schüler und Jugendlichen auf den Gebieten der Astronomie und Raumfahrt zu bereichern und zu unterstützen.

Viertens schließlich geht es darum, die Weiterbildung der Astronomie unterrichtenden Lehrer in Fach- und Spezialkursen sowie im Prozeß der Arbeit durch die Tätigkeit als Referenten, Seminarleiter, als Mitglieder der Fachkommissionen und Fachzirkel Astronomie sowie als Fachberater wirksam zu fördern und praktisch zu unterstützen. Viele Mitarbeiter und Leiter von Schulsternwarten gehören dem Wissenschaftlichen Rat für Methodik des Astronomieunterrichts, der Expertenkommission für Unterrichtsmittel der APW, dem Redaktionskollegium „Astronomie in der Schule“, Entwicklungskollektiven für Lehrbücher, Unterrichtshilfen, Rahmenprogramme und methodische Literatur für den Astronomieunterricht sowie anderen Gremien an. Von Leitern und Mitarbeitern von Schulsternwarten erwarten wir wie bisher, daß sie ihre Kenntnisse auf dem Gebiet der Wissenschaftspolitik, Schulpolitik, Pädagogik, Methodik und Fachwissenschaft in den Dienst der Weiterbildung der Astronomie unterrichtenden Lehrer stellen. Das schließt die wissenschaftliche Aufarbeitung von Erfahrungen in der Unterrichtung unserer Jugend in Astronomie und Raumfahrt und ihre Publizierung ein.

Inhaltliche Qualität und Effektivität der Gestaltung des Unterrichts im fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ weiter verbessern

„Es ist von Bedeutung“, so wurde vom XI. Parteitag der SED unterstrichen, „daß auch in der zehnklassigen Schule weitere Schritte zur Entwicklung des fakultativen Unterrichts gegangen werden.“ (3) Im Wissen um diese Aufgabe, im Wissen darum, daß der fakultative Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ mit seinem Inhalt und seinem möglichen Stundenvolumen, über das Obligatorische hinausgehend vielfältige Möglichkeiten der Differenzierung, der Vertiefung und Erweiterung der Allgemeinbildung, der Ausprägung des wissenschaftlichen Weltbildes der Schüler, ihrer weltanschaulichen Erziehung bietet, daß er reiche Potenzen bietet, um gerade bei den 15- und 16jährigen Schülern der Ausprägung spezifischer Neigungen, Interessen, Begabungen und Talente entsprechend den gesellschaftlichen Erfordernissen Rechnung zu tragen, bemühen sich die Leiter des Kurses um eine hohe Qualität der Bildungs- und Erziehungsarbeit, um Stabilisierung des Guten und um Meisterung dessen, was fachlich, pädagogisch und methodisch im Kurs noch besser gelöst werden muß.

Für die positive Entwicklung in unserem Kurs spricht die Tatsache, daß die Anzahl der Teilnehmer in ihm seit mehr als einem Jahrzehnt etwa bei 11 000 bis 12 000 liegt. Im Schuljahr 1986/87 arbeiten 1 025 Kurse mit insgesamt 12 125 Teilnehmern, wovon

36 % Mädchen sind, 51 % der Teilnehmer sind Schüler der 10. Klasse. Die Gesamtentwicklung beweist sowohl das große Interesse älterer Schüler an Astronomie und Raumfahrt als auch die erfolgreiche fachliche, methodische und pädagogische Arbeit vieler Kursleiter, für die sie viel Vorbereitungszeit einsetzen, damit die großen Erwartungen der Schüler erfüllt werden, damit der Unterricht den Schülern und ihnen selbst viel Freude bereitet.

Wir können also davon ausgehen, daß sich der Unterricht im fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ – bei allem, was noch an ungerechtfertigten Unterschieden im Niveau der Kurse zu überwinden ist, was im Hinblick auf seine Einordnung in den Bildungsprozeß an den Schulen, seine personelle, materielle und unterrichtsorganisatorische Absicherung noch in Ordnung zu bringen ist – sehr positiv entwickelt hat. Das hängt ursächlich damit zusammen, daß das Verständnis für die Bildungs- und Erziehungsfunktion des Kurses im Sinne der Erweiterung und Vertiefung der Allgemeinbildung der Schüler auf dem Gebiet der Astronomie und Raumfahrt, für die qualitativen Erforderisse des Kurses als systematisch geführter Unterricht, gewachsen ist. Wir sehen darin eine wichtige Bedingung für die Weiterentwicklung auch des Unterrichts im fakultativen Kurs.

Wie man in der Fachzeitschrift „Astronomie in der Schule“ bereits nachlesen konnte, wird, eingeordnet in das Gesamtkonzept sozialistischer Allgemeinbildung und damit auch in engem Bezug zur Weiterentwicklung des obligatorischen Astronomieunterrichts, gegenwärtig daran gearbeitet, durch **Vervollkommenung des Inhalts und der didaktisch-methodischen Konzeption des Rahmenprogramms „Astronomie und Raumfahrt“** bessere Bedingungen für eine hohe Qualität des Lernens und damit für die Allgemeinbildung der Schüler im fakultativen Kurs zu schaffen. Wenn dieses Rahmenprogramm nach seiner Bestätigung zum 1. 9. 1988 eingeführt werden soll; dann müssen wir bereits jetzt solche **Fragen** mit im Blick haben, wie die Sicherung eines stabilen Kollektivs von Kursleitern in jedem Kreis, die Sicherung eines qualifizierten Erfahrungsaustausches auch über Kreisgrenzen hinweg, die Verstärkung des Einflusses jedes Fachberaters auf die Qualität des Unterrichts im fakultativen Kurs – auch wenn die Hospitationsbedingungen nicht immer leicht sind –, wie der Einführungsprozeß langfristig vorbereitet werden kann.

Betrachten wir die fast 30jährige Entwicklung des Astronomieunterrichts in unserer Schule und seine Leistungen, die durch ihn im Ensemble aller Unterrichtsfächer bei der Bildung und Erziehung unserer Jugend Jahrgang für Jahrgang erbracht wurden, dann können wir eine erfolgreiche Bilanz ziehen. Sie ist das Ergebnis vor allem der schöpferischen Arbeit unserer vielen engagierten Astronomielehrer. Diese Entwicklung hat einen großen Erfah-

rungsschatz in der Unterrichtung von Grundlagen aus Astronomie und Raumfahrt hervorgebracht. In vielen Kreisen wird bereits Astronomieunterricht von mehr als einem Drittel Lehrer erteilt, die die Lehrbefähigung für dieses Fach besitzen oder sich in der externen Ausbildung befinden. Über die Hälfte der Astronomie unterrichtenden Lehrer haben mehr als 5jährige Erfahrungen in der Unterrichtung dieses Einstundenfaches. Früher mitunter anzutreffender häufiger Wechsel bei der Erteilung des Faches Astronomie ist in überzeugender Weise zurückgegangen. All dies sind gute Startbedingungen für die Arbeit mit dem neuen Lehrplan und für die Weiterentwicklung des fakultativen Unterrichts. Wir sind gewiß, daß unsere Astronomielehrer die erfolgreiche Entwicklung ihres Fachunterrichts im vierten Jahrzehnt seines Bestehens mit noch überzeugenderer Arbeit fortsetzen, weil es für sie zum Berufsethos gehört, alles zu tun, damit jeder Jahrgang, der unsere Schule verläßt, ein guter Jahrgang ist, damit jeder Schüler einen guten Start ins Leben hat.

Literatur:

- <1> Programm der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands. Dietz Verlag, Berlin 1985, S. 66/67.
- <2> HONECKER, E.: Bericht des Zentralkomitees der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands an den XI. Parteitag der SED. Dietz Verlag, Berlin 1986, S. 61.
- <3> Ebenda S. 63.

Anschrift der Verfasser:

STR BERND FEIN

Leiter der Abteilung Mathematik/Naturwissenschaften

STR HELMUT SCHMIDT

Hauptreferent in der Abteilung

Mathematik/Naturwissenschaften

Ministerium für Volksbildung der DDR

Berlin

DDR - 1080

Zum Unterricht nach dem neuen Lehrplan

Auf dem Instruktionslehrgang für Fachberater Astronomie wurden Empfehlungen für die unterrichtliche Realisierung der Stoffeinheiten des neuen Lehrplans gegeben. „Astronomie in der Schule“ veröffentlicht diese Darlegungen. Die Publizierung soll so erfolgen, daß diese Hilfen dem Astronomielehrer rechtzeitig vor Behandlung der betreffenden Lehrplanabschnitte im Unterricht zur Verfügung stehen. In diesem Heft erscheinen Empfehlungen zur Durchführung der schulastronomischen Beobachtungen und zur Gestaltung der Stoffeinheiten „Aufgaben und Forschungsmethoden der Astronomie“ und „Orientierung am Sternhimmel“.

Helmut Kühnhold

Zu den schulastronomischen Beobachtungen

Die Beobachtung von astronomischen Objekten und Erscheinungen mit bloßem Auge oder dem Fernrohr ist die dem Astronomieunterricht spezifische Form der Auseinandersetzung mit der Wirk-

lichkeit, denn Experimente und Demonstrationen am Beobachtungsobjekt selbst sind nicht möglich. Mit der Beobachtung des Himmels tritt den Schülern keine Abbildung oder Beschreibung astronomischer Sachverhalte und Erscheinungen gegenüber, sondern der Gegenstand und die Erscheinungen unmittelbar. Die Beobachtungsergebnisse bilden die Basis für den im Unterricht folgenden Erkenntnisprozeß in Form der Erklärung der Beobachtungsergebnisse auf der Grundlage von Naturgesetzen. Die bewußte, zielgerichtete Beobachtung erleichtert den Einprägungsprozeß im Unterricht. Mit diesen Feststellungen wird bewußt, daß die schulastronomischen Beobachtungen einen festen Bestandteil des Astronomieunterrichts bilden. Der Verzicht auf Beobachtungen – aus welchen Gründen auch immer – bedeutet stets den Verlust der pädagogischer Qualität des Astronomieunterrichts, reduziert die möglichen Wirkungen bei der Persönlichkeitsentwicklung der Schüler. Die Beobachtungen sind nicht nur Grundlage für den Erkenntnisprozeß. Wie die Erfahrungen der zurückliegenden Jahre lehren, sind die Beobachtungen und die **Auswertung der Beobachtungsergebnisse eine entscheidende Grundlage für den Unterrichtserfolg.**

Ordentlich geplante, emotional gestaltete Beobachtungsstunden beeinflussen das Erkenntnis- und Lerninteresse bei vielen Schülern wesentlich und bewirken aufgrund des damit verbundenen Motivationsschubes eine wesentlich aktiveren Teilnahme am Unterricht. Die Lebensverbundenheit des Astronomieunterrichts hängt entscheidend davon ab, daß die Beobachtungsergebnisse ausgewertet werden und in den Erkenntnisprozeß einmünden.

Die Erfahrungen der vergangenen Jahre haben aber auch verdeutlicht, daß dort, wo keine Beobachtungen durchgeführt werden, das Interesse am Astronomieunterricht im Laufe des 10. Schuljahres zunehmend schwindet, da ausschließlich Beschreibungen und Darstellungen in einem naturwissenschaftlichen Fach sechzehnjährige Schüler nicht befriedigen können, zumal sie von den Fächern Physik, Chemie und Biologie eine an Experiment und Beobachtung orientierte Arbeitsweise gewöhnt sind. Diese Überlegungen müssen jedem Lehrer bewußt sein, denn die **Qualität der Beobachtungsstunden übt einen entscheidenden Einfluß auf die Qualität des gesamten Astronomieunterrichts aus!** Seit der Einführung des Lehrplans von 1971 haben viele Astronomielehrer ihre Erfahrungen, die sie bei der Realisierung des Beobachtungsprogramms gesammelt haben, in einer Vielzahl von Beiträgen in Form von Erfahrungsberichten, Pädagogischen Lösungen oder Veröffentlichungen in der Fachzeitschrift publiziert. Mit diesen Beiträgen wurde das Ziel verfolgt, die astronomischen Beobachtungen noch wirksamer für die Realisierung der grundlegenden Ziele des Astronomieunterrichts bei der Bildung und Erziehung der Schüler zu nutzen und

die fachliche, didaktisch-methodische und pädagogische Qualität des Astronomieunterrichts weiter zu erhöhen. Viele Lehrer bemühten sich, die den astronomischen Beobachtungen innewohnenden Potenzen für die Entwicklung der Schülerpersönlichkeit noch besser zu erschließen.

Wir sind nunmehr in der Lage, aufgrund dieser Erfahrungen einen Schritt weiterzugehen mit dem Ziel, auf der Grundlage der Beobachtungen und ihrer Auswertung bessere Unterrichtsergebnisse zu erreichen. Bei der Erprobung des neuen Beobachtungsprogramms wurden die vielfältigen Erfahrungen, die auf Verbesserungen in Inhalt und Qualität abzielen, berücksichtigt. Dabei galt es, **Bewährtes zu erhalten, Neues aufzunehmen und die Schüleraktivitäten zu profilieren.**

Zur inhaltlichen Neufassung des Beobachtungsprogramms

Im überarbeiteten Programm ist die bisherige Aufgabe „Bestimmung des Monddurchmessers“ nicht mehr enthalten, da der Aufwand in keinem Verhältnis zum Ergebnis stand. Neu aufgenommen wurden die Beobachtung der scheinbaren Mondbewegung und der Mondphasen, die Sonnenbeobachtung und die Beobachtung der Milchstraße. Die neue Anordnung der Aufgaben ergibt sich aus der veränderten Anordnung der Stoffgebiete. Die Inhalte der Beobachtungsaufgaben wurden den Forderungen des neuen Lehrplans angepaßt. Die Beobachtungsaufgaben zum Aufsuchen von Sternbildern wurden im neuen Programm in andere Aufgaben integriert. Andere Aufgaben wurden getrennt, Helligkeit und Farbe der Sterne werden nunmehr in separaten Aufgaben bestimmt, um den Schülern die Überschaubarkeit der Inhalte – gegliedert nach Vorbereitung, Beobachtung, Auswertung – zu erleichtern. Der Lehrplan bietet für einige Beobachtungsaufgaben Varianten zur Auswahl verschiedener Beobachtungsobjekte an. Für den Lehrer ergeben sich daraus für die Planung seines Unterrichts folgende Überlegungen:

• Zur Beobachtungsaufgabe „Planeten“

Als wesentliche, von den Schülern auszuführende Tätigkeiten sind in der Stoffeinheit 2.2. „Planeten“ genannt: „Erklären der scheinbaren Bewegung eines Planeten. Erläutern der Sichtbarkeit anhand einer gegebenen Skizze“. Mit dem Blick auf die Könnensentwicklung bietet der Lehrplan zur Beobachtung folgende Möglichkeiten: Venus (Lichtgestalt), Mars (Bewegung relativ zu den Sternen), Jupiter (helle Monde) oder Saturn (Ringsystem).

Bei der Planung der Beobachtungsstunde sollte sich der Lehrer danach richten, welcher Planet zum Zeitpunkt der Beobachtung sichtbar ist. Im Unterricht wird auf den beobachteten Planeten Bezug genommen. Besonderer Beachtung bedarf die Beobachtungsaufgabe zum Planeten Mars: Die Beobachtung dieses Planeten mit dem Fernrohr bietet keine besondere Attraktion, es ist lediglich ein röt-

liches Scheibchen zu erkennen. Aufgrund der gerin-
gen Entfernung von der Erde ist aber die schein-
bare Bewegung des Planeten Mars unter den Sternen
auffällig und deshalb gut zu verfolgen. Die
Marschleife zeichnet sich – im Unterschied zu den
Schleifen anderer Planeten – besonders deutlich
vor dem Himmelshintergrund ab und kann deshalb
auch zeichnerisch erfaßt werden. Die Beobachtung
der Marschleife ist aber kontinuierlich über
mehrere Wochen zu führen. Schüler müssen für eine
solche Aufgabe langfristig motiviert und inter-
essiert werden, um ihre Ausdauer und das Kon-
zentrationsvermögen zu fördern.

● Zur Beobachtungsaufgabe „Ordnen der Sterne
eines Sternbildes nach ihrer scheinbaren Hel-
ligkeit“

Im Lehrbuch wurde auf die Beobachtung des Stern-
bildes Orion orientiert. Die Wahl dieses Sternbildes
hat sich bewährt, da die Schüler dieses allein auf-
finden können.

● Zur Beobachtungsaufgabe „Vergleichen der Fär-
ben heller Sterne“

Zur Beobachtung der unterschiedlichen Sternfarben
haben wir im Lehrbuch vorgeschlagen, vom Winter-
sechseck auszugehen und die Farben der Sterne
Kapella, Aldebaran, Rigel und Beteigeuze zu ver-
gleichen, um damit die Temperaturunterschiede der
Sternphotosphären zu erfassen. Erprobungen in
verschiedenen Schulen des Kreises Hettstedt be-
stätigten uns die hinreichende Genauigkeit der Be-
obachtungsergebnisse am Beispiel der genannten
Sterne. Außerdem lernen die Schüler bei dieser
Gelegenheit Sternbilder des Winterhimmels ken-
nen. Die Beobachtungspraxis hat gezeigt, daß
Sterne mit einer geringeren Höhe als 30 Grad
über dem Horizont für das Erkennen von Sternfar-
ben nicht geeignet sind. Der Vorteil der Beobach-
tung der Farben heller Sterne besteht darin, daß
diese zu späteren Zeitpunkten von den Schülern
mit bloßem Auge (also ohne weitere Hilfsmittel)
wiedererkannt werden können.

● Zur Beobachtungsaufgabe „Beobachtung eines
Doppelsterns (z. B. Mizar) mit dem Fernrohr“

Das Lehrbuch und die Unterrichtshilfen folgen der
Lehrplanaufgabe, den Doppelstern Mizar zu beob-
achten.

Vorteil: Das Mizarsystem gehört zu den helleren
Sternen im Bereich des Sternbildes „Großer Wa-
gen“ (bzw. „Großer Bär“) und kann von Schülern
jederzeit mit bloßem Auge bestimmt werden. Vom
Alkor als „Augenprüfer“ sind Schüler beeindruckt.
Das gesamte Sternbild (einschließlich des Mizar-
systems) ist zirkumpolar. Auch bei geringerer Höhe
über dem Horizont kann der Doppelstern mit dem
Fernrohr erkannt werden.

Nachteil: Irritierend kann Alkor sein, der aufgrund
seines geringen Winkelabstandes von Mizar immer
im Gesichtsfeld des Okulars erscheint. Dazu ist das
erklärende Wort des Lehrers erforderlich.

Anstelle des Mizars kann z. B. auch der Stern Albireo (Sternbild Schwan) als Beobachtungsobjekt dienen.

Vorteil: Beide Komponenten des Doppelsterns
Albireo lassen sich durch das Fernrohr deutlich
unterscheiden und zeigen außerdem überzeugende
Farbunterschiede. Beide Sachverhalte ermöglichen
eine Kombination der Beobachtungsaufgaben
„Vergleichen der Farben heller Sterne“ und „Be-
obachten eines Doppelsterns“.

Probleme: Das Vergleichen der Farben heller
Sterne ist sachlogischer Bestandteil der dritten Be-
obachtungsstunde. In den Wintermonaten steht
Albireo am Abend in zu geringer Höhe über dem
Horizont, bzw. er ist nicht sichtbar. Diese Schwie-
rigkeit ließe sich umgehen, wenn

- die Beobachtung auf die zweite Beobachtungs-
stunde vorgezogen wird (das bedeutet eine Um-
gruppierung der Aufgaben) oder wenn
- die Beobachtung des Albireo in den Winter-
monaten am frühen Morgen vor Unterrichtsbeginn
erfolgt.

Die Unterrichtshilfen nehmen auf beide Varianten
Bezug und bieten im Falle der Wahl des Albireo
eine Kombination beider Beobachtungsaufgaben
an.

● Zur Beobachtung von Sternhaufen, galaktischen
Nebeln und außergalaktischen Sternsystemen

Die Vorgaben des Lehrplans beinhalten ein weit
gefächertes Angebot. Es bestehen Wahlmöglich-
keiten zwischen „offenen Sternhaufen“, „Kugel-
sternhaufen“, „galaktischen Nebeln“ und „außergalaktischen Systemen“. Jede Angabe ist mit einem
Beispiel versehen, wie „offener Sternhaufen“ mit
„z. B. Plejaden“.

Bei der Auswahl sollten sich die Lehrer vor allem
davon leiten lassen, welche instrumentellen Voraus-
setzungen vorhanden sind. Schulsternwarten u. ä.
Einrichtungen können mit anderem Beobachtungs-
gerät vom Orionnebel oder vom Andromedanebel
durchaus überzeugende Abbilder liefern.
Mit dem Telementor ist dies kaum erreichbar. Um
Schülern Enttäuschungen zu ersparen, empfiehlt
sich die Beobachtung eines offenen Sternhaufens.
Lehrbuch und Unterrichtshilfen folgen hier dem im
Lehrplan angeführten Beispiel und wenden sich
dem Sternhaufen der Plejaden zu. Dieser offene
Sternhaufen bietet gegenüber vergleichbaren Ob-
jekten den Vorteil, daß er bereits mit bloßem Auge
einheitig identifiziert werden kann, denn die Häuf-
ung von sechs Sternen fällt bei zielgerichtetem
Sehen auf. Dieser Sternhaufen bietet den Schülern
am Winterhimmel eine wertvolle Orientierungshilfe.
Nachteil: Die Plejaden weisen an der scheinbaren
Himmelskugel einen Durchmesser von etwa zwei
Grad auf und füllen damit das gesamte Sehfeld
bei $f_{OK} = 40$ mm aus. Damit ist zur Klärung des Be-
griffs „offener Sternhaufen“ ein Hinweis des Leh-
rers erforderlich.

Es besteht z. B. auch die Möglichkeit der Beobachtung der Sternhaufen h und chi im Grenzbereich zwischen den Sternbildern Cassiopeia und Perseus. Beide Sternhaufen sind allerdings nur bei idealen Sichtverhältnissen als winzige Aufhellung in der sternreichen Milchstraße zu erkennen. Somit sind diese Sternhaufen bezüglich ihrer Auffälligkeit mit dem Sternhaufen der Plejaden nicht zu vergleichen. Allerdings bieten diese Sternhaufen den Vorteil, daß sie sich aufgrund ihrer scheinbar geringen räumlichen Ausdehnung deutlich im Fernrohr vom Himmelshintergrund abheben und daher eindeutig identifizierbar sind.

Andere Varianten wurden zu dieser Beobachtungsaufgabe im Lehrbuch und in den Unterrichtshilfen nicht angegeben; da verständlicherweise in den Unterrichtshilfen nicht alle denkbaren Varianten angeboten werden können. Das ist eines der Fehler, das durch die schöpferische Arbeit der Lehrer weiter erschlossen werden kann.

Einbindung der Beobachtungen in die Einzelabschnitte des Lehrplans dargestellt am Beispiel „Mond“

In den Vorbemerkungen zum Stoffgebiet „Sonensystem“ heißt es im Lehrplan: „Schwerpunkte 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... des Mondes wird zwischen den scheinbaren und wahren Bewegungen dieses Objektes 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.“ Der Vergleich der eben zitierten einleitenden Texte zum Stoffgebiet „Das Sonnensystem“, dem Inhalt der Stoffeinheit „Mond“ und der dem Kapitel vorangestellten Beobachtungen zeigen die Beziehungen zwischen der Thematik des Unterrichts und den zu absolvierenden Beobachtungen. Die dargestellten Beziehungen beweisen, daß die Beobachtungen auf wesentliche Inhalte der Stoffeinheit konzentriert sind. Für beide Stunden können die Eckpunkte der Erkenntnisgewinnung durch Beobachtungsergebnisse abgesichert werden. Die Schüler beobachten z. B. die Erscheinungen der Mondbewegungen, im Unterricht erfolgt die Erklärung des Wesens dieser Bewegungen. Auch die weiterführenden Erkenntnisse finden in den Beobachtungen ihre Basis. Aus der Folge der Mondphasen ergibt sich die Dauer des Mondumlaufs. Die Beobachtung der Mondoberfläche liefert den Beleg für die auf dem Mond existierenden physikalischen Verhältnisse. Auf die gleiche Art und Weise sind die anderen Beobachtungen in die entsprechenden Lehrplaninhalte integriert. Aufgabe

des Lehrers ist es, sich die Einbindung der Beobachtungen in die Lehrplaninhalte zu erarbeiten, indem er die Beobachtungsanleitungen analysiert. Dies ist eine **wesentliche Voraussetzung**, um eine **enge Verbindung von Beobachtung und Erkenntnis im Unterrichtsprozeß** zu realisieren (s. Tabelle S. 62).

Gestaltung der Anleitungen für schulastronomische Beobachtungen und die Arbeit mit ihnen

– Zur Gliederung der Beobachtungsaufgaben im Lehrbuch und der Protokollierung der Beobachtungsergebnisse

Von wenigen Ausnahmen abgesehen wurden die Beobachtungsaufgaben in jeweils drei Teile untergliedert: *Vorbereitung – Beobachtung und Protokollierung der Beobachtungsergebnisse – Auswertung*

Zur Protokollierung der Beobachtungsergebnisse: Eine erhebliche Beeinträchtigung erfuhren die Beobachtungsstunden in der Vergangenheit durch die Überforderung der Schüler hinsichtlich des Umfangs der Schreib- und Skizzietätigkeit. Im Sinne einer effektiven Nutzung der wertvollen Beobachtungszeit mußten solche Tätigkeiten auf ein unbedingt notwendiges Maß reduziert werden. Deshalb sind im Lehrbuch den Beobachtungsaufgaben technische Anweisungen vorangestellt. Dort heißt es u. a.:

„Die Beobachtungsergebnisse werden protokolliert. Um das Anfertigen von Skizzen zu erleichtern, werden zwei Schablonen vorbereitet. Eine Schablone dient als Hilfsmittel zur Anlage von Horizontskizzzen, eine weitere Schablone umzeichnet das Gesichtsfeld bei Fernrohrbeobachtungen. Bei der Lösung der Aufgabe ‚Beobachtung der Mondoberfläche‘ wird dieser Umriß als Mondscheibe genutzt.“

Die Schüler erhalten in der ersten Unterrichtsstunde den Auftrag, nach den im Lehrbuch vorgegebenen Maßen in häuslicher Arbeit die beiden Schablonen auf Pappe nachzuzeichnen und auszuschneiden. Zur Beobachtung erscheinen die Schüler mit vorbereiteten Schablonenumrissen. Um während der Beobachtungsstunden keine Zeitverluste eintreten zu lassen, empfehlen wir, im Unterricht das Zeichnen einer Horizontskizze zu demonstrieren. Die vorbereiteten Umrissreichen aus, um zwei Drittel der Beobachtungsergebnisse des Gesamtprogramms zu speichern. Damit entfällt das Notieren von Stichpunkten, Texten, Zusammenfassungen o. ä., wie das im jetzigen Lehrbuch gefordert war.

Vorbereitende Aufgaben

Eine Vorbereitung auf die einzelnen Beobachtungsaufgaben ist erforderlich, um die Beobachtungsabläufe zielgerichtet und mit hoher Effektivität absolvieren zu können. Die vorbereitenden Aufgaben beziehen sich u. a. auf technische Vorleistungen, wie z. B. das Zeichnen von Umrissen der Schablonen oder die Übernahme von tabellarischen Vorgaben aus dem Lehrbuch, die während der Beobachtungen auszufüllen sind. Der Inhalt der vorbereiten-

den Aufgaben kann sich z. B. auch auf die Arbeit mit der drehbaren Sternkarte beziehen. Der Umfang der vorbereitenden Aufgaben beschränkt sich meistens auf ein bis zwei Positionen.

– Überlegungen zur Arbeit mit den Beobachtungsanleitungen vor oder nach der Führung des Erkenntnisprozesses im Unterricht

Der Lehrplan orientiert darauf, die Beobachtungen vor der Behandlung der entsprechenden Thematik im Unterricht zu absolvieren. Diese Variante ist grundsätzlich zu bevorzugen, da mit ihr empirisches Material für die Weiterverarbeitung im nachfolgenden Unterricht gewonnen wird. Die Aufgabenfolgen wurden im Lehrbuch so angelegt, daß die Beobachtungen auch nach der Behandlung im Unterricht absolviert werden können, ohne daß sich Änderungen, Weglassungen oder Zusätze ergeben. **Beispiel:** Beobachtungsaufgabe „Verfolgen der Lageänderung horizontnäher Sterne und Sternbilder relativ zum natürlichen Horizont“ (Lehrplan)

Vorbereitung: Fertigen Sie nach dem Lehrbuch einen Umriß der Schablone 1 an!

Beobachtungen (mit dem bloßen Auge)

1. Skizzieren Sie von Ihrem Standort aus im Umriß einige auffallende Konturen (z. B. Häuser, hohe Bäume usw.) am Horizont!
2. Suchen Sie sich einen hellen Stern (in möglichst geringer Höhe über dem Horizont)! Markieren Sie in der Umrißskizze seinen Ort und das Sternbild, zu dem er gehört!
3. Bestimmen Sie zur Feststellung der Veränderung des Sternortes eine der Haupthimmelsrichtungen am Horizont!
4. (Nach etwa 45 Minuten zu lösen): In welcher Richtung hat sich der Ort des Sterns (und die Lage des Sternbildes) an der scheinbaren Himmelskugel verändert? Orientieren Sie sich dabei auch an den Konturen des Horizontes (Eintragung in den gleichen Umriß)!

Auswertung: Erklären Sie die beobachtete Veränderung des Sternortes!

Demnach ändert sich am gesamten Ablauf der Beobachtung nichts, wenn diese nach der Behandlung im Unterricht durchgeführt wird. Nur die Auswertung erhält einen anderen Charakter: Wird die Beobachtung vor dem Unterricht durchgeführt, erfolgt die Auswertung im nachfolgenden Unterricht. Folgt die Beobachtung dem Unterricht, können die Schüler die beobachtete Veränderung des Sternortes sofort erklären. In diesem Falle bestätigen die Beobachtungsergebnisse die im theoretischen Unterricht erworbenen Kenntnisse. Entscheidend ist, daß jeder Lehrer bei der Planung seines Unterrichts berücksichtigt, mit welchen Beobachtungsergebnissen er im Unterricht rechnen muß.

Anregungen zur Durchführung von Haus- und Tagesbeobachtungen

Der Lehrplan orientiert auf die Befähigung der Schüler zur selbständigen Himmelsbeobachtung. Er weist aus, daß Beobachtungen, die ohne Fernrohr möglich sind, den Schülern als Hausaufgaben gestellt werden können. Als **Hausbeobachtungen**

eignen sich folgende Beobachtungsaufgaben: „Mondbewegungen und Mondphasen“, „Mondoberfläche“, „Scheinbare Helligkeit der Sterne“. Beobachtungsaufgaben, die in der ersten Beobachtungsstunde zu absolvieren sind, sollten nicht als Hausaufgaben erteilt werden, weil die Schüler erst mit der Methodik der Himmelsbeobachtung vertraut werden müssen. Die Beobachtungsaufgabe „Vergleichen der Farben heller Sterne“ ist als Hausaufgabe ungeeignet; zum Erkennen der Sternfarben ist die Führung des Lehrers erforderlich. Wenn der Lehrer sich entschließt, Beobachtungen als Hausaufgaben zu stellen, dann muß er bedenken, daß sie langfristig zu erteilen sind. Den Schülern müssen die Zeiträume mitgeteilt werden, in denen die Erfüllung der Beobachtungen möglich ist. Der Lehrer muß auch einkalkulieren, daß mögliche Beobachtungszeiträume ausfallen können. Hausbeobachtungen verlangen eine ausführliche Schrittfolge, da die Schüler die Aufgaben ohne Hilfe des Lehrers nachvollziehen müssen. Dieser Erfahrung wurde bei der Gestaltung der Anleitungen für die schulastronomischen Beobachtungen Rechnung getragen.

Beispiel: Beobachtungsaufgabe „Verfolgen der Änderung der Mondphase und der Änderung der Stellung des Mondes relativ zu den Sternen“

Vorbereitung

1. Fertigen Sie einen Umriß der Schablone 1 an!
2. Suchen Sie sich einen Standort, der Ihnen in Richtung auf den Mond freies Blickfeld bietet! Zeichnen Sie in den Umriß einige markante Konturen am Horizont ein (z. B. Häuser, Bäume u. ä.)!
3. Geben Sie den Standort an, von dem aus Sie Ihre Beobachtungen durchführen!
4. Wenn Sie die Beobachtungen gemeinsam mit anderen Schülern durchführen, geben Sie deren Namen im Protokoll an!

Beobachtungen (mit dem bloßen Auge)

- Beobachten Sie den Mond und skizzieren Sie seinen Ort über dem Horizont (Monddurchmesser 10 mm)!
- Markieren Sie im Umriß zwei helle Sterne in der Mondumgebung!
- Kennzeichnen Sie die Lichtgestalt des Mondes!
- Wiederholen Sie die Beobachtung etwa eine Stunde später! Skizzieren Sie den Mond und die beiden Sterne erneut über dem Horizont! Bestimmen Sie die Haupthimmelsrichtungen! Welche Ortsveränderung des Mondes stellen Sie fest?
- Wiederholen Sie die Beobachtung des Mondes ein bis vier Tage später zur gleichen Uhrzeit und vom gleichen Standort aus!
- Überprüfen Sie, wie sich der Mondort relativ zu den Sternen verändert hat! Skizzieren Sie den Mond und die beiden hellen Sterne!
- Skizzieren Sie die Änderungen der Lichtgestalt (Mondphase) im Umriß!

Auswertung

1. Vergleichen Sie die Änderungen des Mondortes!
2. Erklären Sie die Änderungen der Lichtgestalt (Mondphase) nach Lehrbuch-Abbildung 39/1!

Zur Aufgabe „Beobachten der Mondoberfläche“

Die Besonderheit besteht darin, daß der erste Teil als Hausbeobachtung absolviert werden kann, der zweite Teil in der Schule am Fernrohr.

Aufgabe „Beobachten der Mondoberfläche mit dem bloßen Auge und dem Fernrohr“

Vorbereitung

- Fertigen Sie einen Umriß der Schablone 2 an!
- Beobachten Sie die Oberfläche des Vollmondes! Skizzieren Sie mindestens drei der beobachtbaren dunklen Gebiete in den Mondumriß!
- Beziffern Sie diese!

Auswertung

- Bestimmen Sie mit Hilfe der Mondkarte die Namen der beobachteten dunklen Gebiete. Beschriften Sie diese in der Skizze!

Nach den vorliegenden Erfahrungen ergeben sich bei dieser Hausbeobachtung für die Schüler kaum Probleme. Dieses Teilergebnis muß aber vorliegen, wenn der zweite Teil der Beobachtungsaufgabe gemeinsam absolviert wird:

Beobachtung (mit dem Schulfernrohr)

- Beobachten Sie mit dem Schulfernrohr die gleichen dunklen Gebiete genauer! Welche Oberflächenformen sind außer den dunklen und hellen Gebieten zu erkennen?

Erprobungen zeigten, daß Hausbeobachtungen bei langfristiger Erteilung, einer klaren Terminstellung, einigen zwischenzeitlichen Erinnerungen an die Erfüllung und dem Hinweis auf die Anfertigung der Protokolle hinreichend motiviert werden können. Die Protokolle werden auf Einzelblätter angefertigt, die zu einem bestimmten Zeitpunkt vor der Behandlung im Unterricht eingesammelt, bewertet und zensiert und zurückgegeben werden. Diese Zielstellung wirkt sich sehr positiv auf die Qualität der anzufertigenden Protokolle aus.

Lehrplan (Auszug)

2.3. Mond (2 Stunden)

Scheinbare und wahre Bewegung des Mondes

Mondphasen

Erklären der Entstehung der Mondphasen

Physikalische Verhältnisse auf dem Mond

(Fallbeschleunigung, fehlende Atmosphäre, Temperatur)

Oberflächenformationen des Mondes

Erklären der physikalischen Verhältnisse auf dem Mond

Hinweis auf Satelliten (Mond) anderer Planeten

Beobachtungsaufgaben

BA 5 Verfolgen der Änderung des Mondortes relativ zu den Sternen
BA 5 Verfolgen der Änderung der Mondphasen

BA 6 Beobachtung der Mondoberfläche (mit dem bloßen Auge und dem Fernrohr)

BA 4 Planeten: Beobachten der Jupitermonde

Bemerkungen zur Tagesbeobachtung „Beobachtung der Sonnenoberfläche mit dem Fernrohr und dem Sonnenprojektionsschirm“

Der Lehrer hat zu sichern, daß die für eine gefahrlose Sonnenbeobachtung erforderlichen Maßnah-

men von allen Schülern konsequent eingehalten werden. Vorbereitende Aufgaben sind für diese Beobachtung nicht vorgesehen. Die Beobachtung beginnt frontal mit folgenden Forderungen:

- Beobachten Sie die Oberfläche der Sonne!
Welche Erscheinungen sind auf der Sonnenoberfläche zu erkennen?
- Bestimmen Sie den Durchmesser des größten beobachtbaren Sonnenflecks! Vergleichen Sie diesen mit dem Durchmesser der Erde! (Bei $f_{\text{ob}} = 25 \text{ mm}$ entspricht 1 mm des Bildes 12 000 km im Original)

Auswertung

- Erklären Sie die schnelle Wanderung des Sonnenbildes über den Sonnenprojektionsschirm!

Bei Verwendung von Millimeterpapier auf dem Sonnenprojektionsschirm kann der Vergleich des Durchmessers eines Sonnenflecks mit dem Durchmesser der Erde (der aus dem vorlaufenden Unterricht bekannt ist) erfolgen. Eine Protokollierung des Beobachtungsergebnisses ist in diesem Falle nicht unbedingt erforderlich. Erprobungen in unserem Kreis zeigten, daß eine zeitlich weit vorgezogene Sonnenbeobachtung motivierend auf den Unterrichtsprozeß und auf die noch zu absolvierenden Himmelsbeobachtungen wirkt.

– Varianten zur Aufgabenverteilung auf die im Lehrplan festgelegten Beobachtungsstunden

Durch die inhaltliche und organisatorische Weiterentwicklung des Beobachtungsprogramms für den Astronomieunterricht sind durch den Lehrplan die Bedingungen für die solide Realisierung der Beobachtungen in den Schulen verbessert worden. Insbesondere durch die Einbeziehung von Tagesbeobachtungen und die Möglichkeit zur Erteilung von Hausaufgaben ergeben sich noch folgende günstige Möglichkeiten für eine effektive Gestaltung der Beobachtungsstunden.

Im Lehrplan wurden die Beobachtungsaufgaben den drei Stoffgebieten zugeordnet:

Stoffgebiet 1: Einführung in die Astronomie; Beobachtungsaufgaben 1, 2, 3¹

Stoffgebiet 2: Das Sonnensystem; Beobachtungsaufgaben 4, 5, 6

Stoffgebiet 3: Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis; Beobachtungsaufgaben 7, 8, 9, 10, 11 und 12

– Besonderheiten der drei Beobachtungsstunden

● Zur ersten Beobachtungsstunde:

Der Stoffeinheit „Orientierung am Sternhimmel“ sind die ersten drei Beobachtungsaufgaben zugeordnet. Der Lehrplan orientiert auf eine besonders enge Bindung dieser ersten Beobachtungsstunde an die Stoffeinheit im Unterricht.

– Die Schüler sollen die scheinbare Himmelskugel vor der Behandlung der drehbaren Sternkarte im Klassenunterricht kennenlernen, denn die Beobachtung schafft das Verständnis für die verzerrte Darstellung auf der drehbaren Sternkarte.

– Besonders in dieser Stoffeinheit dient der Klassenunterricht der theoretischen Durchdringung so-

¹ Die Zahlen entsprechen den Zahlenangaben der im Lehrplan ausgewiesenen Beobachtungen.

wie der Festigung der während der Beobachtung erworbenen Kenntnisse.

Die Absolvierung der drei Beobachtungsaufgaben der ersten Stunde bereitet vom Inhalt und vom Umfang her keine Probleme. Beobachtungsaufgabe 2 kann vor Beobachtungsaufgabe 1 gestellt werden, um am Ende der Stunde die scheinbare Bewegung der Himmelskugel eindeutig belegen zu können. Das Fernrohr und seine Montierung werden zur Messung von Azimut und Höhe eines Sterns benötigt und zur Messung der Höhe des Polarsterns. Der ersten Beobachtungsstunde fällt in Hinsicht auf die Motivierung eine besondere Rolle zu. Es ist möglich, diese Stunde abweichend von der Reihenfolge der Beobachtungsaufgaben mit der Fernrohrbeobachtung eines sich gerade anbietenden attraktiven Himmelsobjektes zu beginnen, um so die Neugier der Schüler zu befriedigen und gleichzeitig das Interesse am Astronomieunterricht zu stimulieren, in diese Stunde fließen rationale und emotionale Elemente ein. Bei Wahl dieses Weges sollte auf die Aufgabe „Koordinatenmessung“ verzichtet werden, um eine Überforderung zu vermeiden. Die Koordinatenmessung kann in der zweiten Beobachtungsstunde erfolgen, sie kann aber auch mit der Beobachtung der Sonne verbunden werden. Der Monat Oktober bietet für die Absolvierung der ersten Beobachtungsstunde bessere Bedingungen, da die Sommerzeit im September die Abendsichtbarkeit der Gestirne beeinträchtigt.

● Zur zweiten Beobachtungsstunde:

Zum Stoffgebiet „Sonnensystem“ gehört die zweite Beobachtungsstunde mit den Aufgaben „Planet“, „Mondbewegungen und Mondphase“ und „Mondoberfläche“

Das Fernrohr wird für die Aufgaben 4 und 6/2 benötigt. Bei langfristiger Arbeit mit Hausaufgaben (Beobachtungsaufgaben 5, 6/1) können vorhandene Zeitreserven anderweitig genutzt werden.

Varianten:

- Die Koordinatenmessung, die für die erste Beobachtungsstunde vorgesehen war, erfolgt in dieser Stunde.
- Es besteht die Möglichkeit, Beobachtungsergebnisse der ersten Stunde zu wiederholen (Sternbilder! Polarstern!), um den Schülern die Veränderung der Sternorte im Vergleich zur ersten Beobachtungsstunde bewußt zu machen.
- Vorführen einer Beobachtungsaufgabe, die sachlogisch in der dritten Beobachtungsstunde liegt.

● Zur dritten Beobachtungsstunde:

Die dritte Stunde verfolgt das Ziel, vorwiegend astrophysikalische Sachverhalte für die Führung des Erkenntnisprozesses im Unterricht bereitzustellen. Dazu sind sechs Beobachtungsaufgaben vorgesehen: Beobachtungsaufgaben 7, 8, 9, 10, 11 und 12. Die Aufgabe „Sonne“ erfolgt als Tagesbeobachtung, die Aufgabe „Ordnung der Sternhelligkeiten“ als Hausbeobachtung. Auf die dritte Beob-

achtungsstunde entfallen damit unmittelbar vier Aufgaben. Drei von ihnen (10, 11, 12) erfordern den Einsatz des Fernrohrs. Um einen effektiven Ablauf zu ermöglichen, empfehlen wir die Bereitstellung eines zusätzlichen Feldstechers, um bei gleichzeitigem Einsatz von Fachhelfern einen Stationsbetrieb organisieren zu können. Eine der drei Beobachtungsaufgaben, die die Verwendung des Fernrohrs verlangt, kann auch in die zweite Beobachtungsstunde vorgezogen werden. Für diese Variante ist die vorgezogene Beobachtung des Sternhaufens der Plejaden besonders geeignet. Dieser Sternhaufen ist ab Dezember am Abendhimmel zu beobachten. Der Sachverhalt der Sternhäufung im Vorlauf zur Behandlung im Unterricht bedarf keiner besonderen Erklärung.

Anschrift des Verfassers:

OL HELMUT KUHNHOLD

POS „Willi Kaczmarek“

Hettstedt

DDR - 4270

Helmut Bernhard

Zur Stoffeinheit „Aufgaben und Forschungsmethoden der Astronomie“

Die Stoffeinheit „Aufgaben und Forschungsmethoden der Astronomie“ hat die Aufgabe, die Schüler in das Unterrichtsfach Astronomie einzuführen. Sie gibt einen ersten Einblick in wesentliche Inhalte und Besonderheiten des Astronomieunterrichts. Es erweist sich als zweckmäßig, die Stoffeinheit nach folgenden Unterrichtsinhalten zu gliedern, die zugleich **stoffliche Schwerpunkte** charakterisieren.

Forschungsgegenstand und Aufgaben der Astronomie

- Entstehung und Aufgaben der Astronomie im Altertum
- Gegenstand und Aufgaben der modernen Astronomie

Forschungsmethoden der Astronomie

- Beobachtung als eine wichtige Arbeitsmethode der Astronomen
- Einsatz des Fernrohrs bei der astronomischen Beobachtung
- Erweiterung der Beobachtungsmöglichkeiten durch den Einsatz der Fotografie, von Radioteleskopien und der Raumfahrttechnik

Die Gliederung verdeutlicht, daß bereits zu Beginn des Astronomieunterrichts mit der Darlegung von Sachinformationen historische Betrachtungen verbunden sind. Die Schüler erfahren von der Entstehung der Astronomie und ihren Aufgaben im Altertum. Sie erhalten Einblick in die Entwicklung der

Beobachtungstechnik in der astronomischen Forschung.

Im Ergebnis des Unterrichts sollen folgende Ziele erreicht werden: Die Schüler

- *besitzen erste Kenntnisse über den Gegenstand, einige wichtige Arbeitsgebiete und Aufgaben der Astronomie*
- *kennen die Bedeutung der Beobachtung für die astronomische Forschung*
- *kennen die Rolle des Fernrohrs bei der Himmelsbeobachtung sowie den Aufbau und die Wirkungsweise des Linsenfernrohrs*
- *besitzen Kenntnisse, wie sich die Beobachtungsmöglichkeiten in der Astronomie durch den Einsatz der Fotografie, durch Anwendung radioastronomischer Instrumente und durch die Nutzung der Raumfahrttechnik erweiterten*
- *wissen, wie die Astronomie entstand*
- *besitzen erste Einsichten, daß astronomische Erkenntnisse in Vergangenheit und Gegenwart praktische Bedeutung für das Leben der Menschen haben und daß durch die Entwicklung der Beobachtungstechnik den Astronomen immer leistungsfähigere Beobachtungsgeräte und Forschungstechnik zur Verfügung gestellt werden konnten.*

Die nachfolgenden Empfehlungen zeigen an ausgewählten Schwerpunkten, wie diese Ziele durch ein zweckmäßiges methodisches Vorgehen erreicht werden können:

1. Zur Zielstellung und Motivation in der Einführungsstunde

Astronomie ist für die Schüler der allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule das letzte neue Unterrichtsfach. Sie erwarten die erste Unterrichtsstunde mit einer gewissen Neugier. Der Lehrer sollte diese Spannung für die Vermittlung von Wissen und Können in der Einführungsstunde nutzen. Eine exakte Zielstellung und kluge Motivation weckt bei den Schülern Interesse für den Astronomieunterricht und regt sie zur aktiven Mitarbeit an. Es bewährt sich, die Schüler mit Hilfe folgender Fragen mit der Zielstellung der Stoffeinheit vertraut zu machen.

- *Was erforschen die Astronomen?*
- *Wie forschen die Astronomen, welche Hilfsmittel stehen ihnen zur Verfügung?*

Begeisterung für den Astronomieunterricht wird der Lehrer dann erzeugen, wenn es ihm gelingt, bei den Schülern bestimmte Emotionen für das neue Unterrichtsfach auszulösen. Zu Beginn des Astronomieunterrichts besitzen die Schüler bereits mehr oder weniger gefestigtes astronomisches Wissen, was sie in anderen Unterrichtsfächern, durch Fernsehen, Rundfunk, Presse, Bücher, in fakultativen Kursen „Astronomie und Raumfahrt“ oder bei dem Besuch von Sternwarten oder Planetarien in den Jugendstunden zur Vorbereitung auf die Jugendweihe gewonnen haben.

Zur Astronomie und Raumfahrt bewegen die Schüler zahlreiche Fragen. Mit ihrer Hilfe sollte der Lehrer in der Einführungsstunde die Schüler motivieren, ihr Interesse am Fach wecken und ihr Lernen stimulieren. Nach Erfahrungen der Mitarbeiter an Schulsternwarten interessieren die Schüler dieses Alters insbesondere folgende Fragen:

- *Wird die Sonne einmal erkalten?*
- *Wie groß ist das Weltall, gibt es irgendwo Grenzen?*
- *Kann die Erde mit anderen Himmelskörpern zusammenstoßen?*
- *Warum hat der Saturn einen Ring, woraus besteht er?*
- *Haben die Planeten Einfluß auf die Erde?*
- *Was war der Urknall?*
- *Wie entsteht ein Stern?*
- *Gibt es Leben auf anderen Himmelskörpern?*
- *Woher kennt man die Entfernung der Sterne?*

Weitere Anregungen über interessante Fragestellungen gibt die Zeitschrift „Astronomie in der Schule“ unter der Rubrik „Schülerfragen“. Es erweist sich als sinnvoll, vor allem jene Fragen auszuwählen, worauf die Schüler im Astronomieunterricht eine Antwort erhalten. Wenn zu den Fragen Fotos kosmischer Objekte in Form von Lichtbildern oder Bilder aus der Mappe „Astronomische Objekte“ gezeigt werden, läßt sich die Motivation noch wesentlich wirkungsvoller gestalten. Eine so angelegte Motivation strahlt auf den gesamten Astronomieunterricht aus und hilft mit, günstige Ausgangspositionen für eine erfolgreiche Bildungs- und Erziehungsarbeit in unserem Fach zu schaffen.

2. Zur Behandlung des Forschungsgegenstandes, der Arbeitsgebiete und der Aufgaben der Astronomie

In der Einführungsstunde erhalten die Schüler Kenntnisse über den Gegenstand und wichtige Aufgaben der Astronomie. Sie werden erstmals damit vertraut gemacht, daß die Astronomen verschiedene Arten von Himmelskörpern erforschen, wozu ihre Bewegungen, die chemischen Eigenschaften, ihr physikalischer Aufbau, ihre Entstehung und Entwicklung gehören. Das tiefere Eindringen in den Forschungsgegenstand erfolgt mit Hilfe weiterer Inhalte des Astronomieunterrichts. Den Schülern ist zu verdeutlichen, daß sie im Verlauf des Astronomieunterrichts bei der Erörterung der Himmelskörper ihr Wissen über den Forschungsgegenstand ergänzen und vertiefen. Der Lehrer muß auch darlegen, daß sich der Forschungsgegenstand mit der Entwicklung der Astronomie ständig erweiterte. Er teilt mit, daß die Astronomen heute vor allem den Aufbau und die Entwicklung des beobachtbaren Teils des Weltalls studieren. Im Unterrichtsgespräch wird erörtert, warum dabei die Astronomie mit anderen Wissenschaften zusammenarbeitet. Der Lehrer nennt einige Arbeitsgebiete der Astronomie und informiert die Schüler, daß auf deren Inhalte im Astronomieunterricht noch näher eingegangen wird. Dazu gehören u. a. die

Astrometrie, die Himmelsmechanik und die Astrophysik.

Kenntnisse über die Aufgaben der Astronomie im Altertum eignen sich die Schüler zweckmäßig mit Hilfe des nachfolgenden Lehrbuchtextes an. Dabei sollte ihnen folgende Aufgabe gestellt werden: Erläutern Sie, daß im Altertum Erkenntnisse der Astronomie Bedeutung für das Leben der Menschen hatten!

„Die Astronomie ist eine der ältesten Naturwissenschaften. Bereits vor einigen tausend Jahren beobachteten Babylonier, Ägypter und Menschen anderer Völker den Sternhimmel. Diese Tätigkeit war für das praktische Leben notwendig. So diente der tägliche Lauf der Sonne zur Zeiteinteilung, die den Lebensrhythmus der Menschen bestimmte. Genaue Kenntnisse über den Zeitablauf waren für die Festlegung der Termine zur Bewässerung der Felder, zur Aussaat und Ernte erforderlich. „Die Notwendigkeit, die Perioden der Nilüberschwemmung zu berechnen“ – so schreibt Karl Marx – „schuf die ägyptische Astronomie.“ Auf dem Wissen über die regelmäßige Änderung der Stellung von Sonne und Mond am Sternhimmel beruht die Einführung der ersten Kalender. So bezog sich der Kalender der Sumerer auf die Mondphasen. Für die Seefahrt und den damit verbundenen Handel, wie ihn z. B. die Phönizier betrieben, war die Orientierung am Sternhimmel unentbehrlich.“

Bei der Behandlung der Aufgaben der modernen Astronomie müssen die Schüler begreifen, warum der Weltraum ein großes Laboratorium für die Astronomie und andere Wissenschaften ist. Im Unterrichtsgespräch ist zu erörtern, daß wir im Welt Raum extreme Bedingungen und Zustände bezogen vor allem auf die Temperatur, den Druck, die Dichte und die Energie vorfinden, deren Studium für die Astronomie und für andere Wissenschaften von großem Interesse ist. Es soll herausgearbeitet werden, daß wesentliche Erkenntnisse, die mit Hilfe dieses Laboratoriums gewonnen werden, das wissenschaftliche Bild von der Welt erweitern und vertiefen und teilweise auch praktische Bedeutung haben.

3. Einblick in wichtige Forschungsmethoden der Astronomie

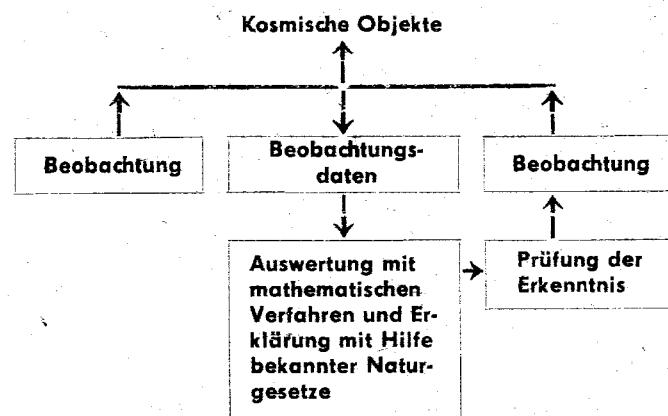
Wenn es die Bedingungen erlauben, sollte die Erörterung dieses Schwerpunktes mit einer Fernrohrbeobachtung beginnen, wodurch das Erkenntnisinteresse der Schüler geweckt wird. Als Beobachtungsobjekt dient die Sonne, welche auf einem Projektionsschirm abgebildet wird. Bei dieser Fernrohrbeobachtung ist den Schülern zu erläutern, warum für den Astronomen die Beobachtung eine wichtige Arbeitsmethode zur Gewinnung von Erkenntnissen über das Weltall ist. Um den Schülern zu erklären, was die Astronomen unter der Beobachtung verstehen, kann folgender Lehrbuchtext genutzt werden.

„Für die Astronomen ist die Beobachtung eine der wichtigsten Methoden, um Informationen über die Himmelskörper zu gewinnen. Die Beobachtungsdaten werden unter Beachtung der Naturgesetze mit mathematischen Verfahren aus-

gewertet. Ob dabei gewonnene Erkenntnisse richtig oder falsch sind, kann nur durch weitere Beobachtungen geprüft werden. Diese Arbeitsweise beruht auf der begründeten Annahme, daß unter gleichen Bedingungen im Weltall und auf der Erde die gleichen Naturgesetze wirken.“

Es erweist sich als zweckmäßig, die Erörterung des Lehrbuchtextes mit Hilfe folgenden Tafelbildes zu unterstützen.

Tafelbild:



Bei der Behandlung der Entwicklung der Beobachtungsmöglichkeiten in der astronomischen Forschung steht der Einsatz des *Fernrohrs* im Blickpunkt. Mit Hilfe der Folie „Aufbau und Funktion des astronomischen Fernrohrs“ beschreiben die Schüler den Aufbau des Linsenfernrohrs und erklären seine Wirkungsweise. Dabei reaktivieren sie ihre im Physikunterricht der Klasse 6 erworbenen Kenntnisse über das Fernrohr. In diesem Zusammenhang wird das Schulfernrohr vorgestellt. Der Lehrer weist auf das Spiegelfernrohr hin. Seine Wirkungsweise wird jedoch nicht erklärt. Er erwähnt auch die erste astronomische Fernrohrbeobachtung GALILEIS und anderer Gelehrter.

Mit Hilfe einer Lehrbuchtafel, die große Fernrohre, den Durchmesser und die Brennweite ihrer Objektive vorstellt, lernen die Schüler die Leistungsfähigkeit von Fernrohren kennen. Dabei sollten Bilder von großen Fernrohren gezeigt werden.

Ein Unterrichtsgespräch erläutert, wie sich durch den Einsatz der *Fotografie* die Beobachtungsmöglichkeiten in der Astronomie erweiterten. Dort, wo die Möglichkeit gegeben ist, können von astronomischen Objekten Fotos gezeigt werden, die im fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ angefertigt wurden. Der Lehrer erläutert, *warum* und *wie* sich die Beobachtungsmöglichkeiten durch die Nutzung von *Radioteleskopen* und der *Raumfahrttechnik* erweitert wurden. Was die Schüler in dieser Stoffeinheit darüber erfahren sollen, ist im Lehrbuch ausgewiesen.

Eine zielgerichtete Darstellung der Erweiterung der Beobachtungsmöglichkeiten in der Astronomie läßt den Schülern bewußt werden, daß sich der Erkenntnisfortschritt in der Astronomie in Abhängigkeit von der Entwicklung einiger Gebiete der Tech-

nik vollzog. Wird der Zeitpunkt des ersten Einsatzes der technischen Hilfsmittel genannt, kann den Schülern auch der historische Werdegang der Beobachtungsmöglichkeiten verdeutlicht werden. Die unterrichtliche Erörterung der Beobachtungsmöglichkeiten in der Astronomie kann mit der Entwicklung folgenden Tafelbildes verbunden werden, mit dessen Hilfe sich die Ergebnisse zusammenfassen lassen.

Tafelbild oder Folie

Hilfsmittel zur Beobachtung	
Geräte	Beobachtungsmöglichkeiten
Fernrohr (um 1600)	Vergrößerte Abbildung naher Himmelskörper
— Vergrößerung des Sehwinkels	
— Verdichtung des Lichtstromes	Sichtbarkeit lichtschwacher Objekte
Radioteleskop (um 1950)	Empfang optisch unsichtbarer langwelliger Strahlen von kosmischen Radioquellen
Raumflugkörper (um 1960)	Messung der UV-, Röntgen- und Gammastrahlung kosmischer Objekte
Fortschritte in der Technik	Direkt- und Nahuntersuchung benachbarter Himmelskörper — neue Beobachtungsmöglichkeiten

Anschrift des Verfassers:
Dr. HELMUT BERNHARD
Postfach 440
Bautzen
DDR - 8600

Klaus Ullerich

Zur Stoffeinheit „Orientierung am Sternhimmel“

Für diese Stoffeinheit stehen zwei Unterrichtsstunden zur Verfügung. Im Zusammenhang mit einer Beobachtungsstunde sollen die Schüler in ihnen Grundlagen der Orientierung am Sternhimmel kennenlernen und befähigt werden, sich mit Hilfe von Koordinaten und der drehbaren Sternkarte am Himmel zu orientieren. Eine Gliederung des stofflichen Inhalts dieser Stunden läßt sich wie folgt vornehmen:

- Grundbegriffe der Orientierung; scheinbare tägliche Bewegung des Sternhimmels
 - Koordinaten; drehbare Sternkarte
- Im Ergebnis des Unterrichts in dieser Stoffeinheit sollen die Schüler
- vertiefte Kenntnisse über Wesen und Erscheinung der Erdrotation besitzen,

- die Entstehung von Tag und Nacht erklären können,
- die Sternkarte als Projektion der scheinbaren Himmelskugel in die Ebene kennen,
- die drehbare Sternkarte für einen gegebenen Tag und einen gegebenen Zeitpunkt einstellen sowie die Zeitpunkte des Auf- und Untergangs zu beobachtender Sterne bestimmen können,
- mit Hilfe der drehbaren Sternkarte Azimut und Höhe eines Sterns bestimmen und nach gegebenen Koordinaten Sterne auf der drehbaren Sternkarte aufsuchen und ihre Namen bestimmen können.

Wesentliche Grundlage dafür ist das inhaltliche Verständnis für die Begriffe scheinbare Himmelskugel, Zenit, Horizont, Himmelpol, Himmelsäquator und die Kenntnis einiger wichtiger Sternbilder. Für die Realisierung dieser Ziele ist von hoher Bedeutsamkeit, daß die Behandlung der Stoffeinheit in engem inhaltlichem und zeitlichem Zusammenhang mit der Durchführung der ersten Beobachtungsstunde erfolgt. Als sehr vorteilhaft für die Vermittlung soliden Wissens und Könnens hat sich erwiesen, den Unterricht so zu planen und durchzuführen, daß die Lösung der Beobachtungsaufgaben 1 bis 3 den Stunden für die Stoffeinheit „Orientierung am Sternhimmel“ vorausgeht. Der Unterricht im Klassenzimmer dient dann der Vertiefung und der Festigung der während der Beobachtung erworbenen Kenntnisse. Die Empfehlungen der „Unterrichtshilfen“ rücken diese Variante der Unterrichtsgestaltung in den Vordergrund. Die nachfolgenden Darlegungen beziehen sich auf diese Variante.

Zu den Grundlagen der Orientierung

In der ersten Beobachtungsstunde werden den Schülern bereits die Begriffe scheinbare Himmelskugel, Horizont, Zenit, Himmelpol, Himmelsäquator und Sternbild erläutert; sie haben Sternbilder kennengelernt und den Polarstern aufgesucht. Zur Vertiefung und Festigung der in der Beobachtungsstunde eingeführten Begriffe können die Abbildungen und der zusammenfassende Text im Lehrbuch einbezogen werden. Um den Schülern das „Umdenken“ der beobachteten scheinbaren Himmelskugel in die Wandkarte „Nördlicher Sternhimmel“ zu erleichtern, erinnert der Lehrer mit Hilfe des Erdglobus und der Atlaskarte „Polargebiete der Erde“ daran, daß sie die Übertragung von Abbildungen auf einer Kugelfläche in die Ebene schon aus dem Geographieunterricht kennen, daß es bei der Sternkarte darum geht, daß man das Bild einer Kugelinnenfläche sieht. Notwendig auftretende Verzerrungen der eingetragenen Sternbilder und der Linien werden durch solche Hinweise verständlicher. Die Erläuterung der Projektion des Gradienten der Erde läßt auch den Verlauf des Himmelsäquators und den Ort des Himmelpols an der

scheinbaren Himmelskugel bzw. an der Sternkarte einsehbar werden. Ist den Schülern während der ersten Beobachtungsstunde der Verlauf des Himmelsäquators an der scheinbaren Himmelskugel mit dem parallaktisch montierten Telementor demonstriert worden, läßt sich auch diese Erkenntnis mit einbeziehen. Die beobachtete Drehung der scheinbaren Himmelskugel wird auf die Rotation der Erde zurückgeführt und an Modellen demonstriert. Es ist zweckmäßig, an dieser Stelle schon darauf hinzuweisen, daß die Erde neben der täglichen auch eine jährliche Bewegung ausführt, die erst später behandelt wird und mit der beobachteten Drehung der scheinbaren Himmelskugel nichts zu tun hat. Mit Hilfe einer Lehrbuchabbildung kann erläutert werden, daß nicht jeder Stern für den Beobachter auf- und untergeht, die Schüler ordnen die Sonne in dieser Abbildung den auf- und untergehenden Sternen zu. Die Erklärung der Entstehung von Tag und Nacht läßt sich erfahrungsgemäß gut durch den Schüler selbst erarbeiten, wobei es zweckmäßig ist, zur Veranschaulichung des Sachverhalts das Tellurium oder den Erdglobus heranzuziehen.

Hat die erste Beobachtungsstunde nicht rechtzeitig stattgefunden und muß deshalb die Erarbeitung der Begriffe Schwerpunkt der Unterrichtsstunde sein, so ist ein wesentlich höherer methodischer und zeitlicher Aufwand notwendig.

Zur Abhängigkeit der Polhöhe von der geographischen Breite

Die Schüler messen oder schätzen in der ersten Beobachtungsstunde die Höhe des Polarsterns über dem Horizont oder sie bestimmen seine Lage zum Sternbild Großer Bär. Im Unterricht erfahren sie, daß der Ort des Polarsterns etwa dem des Himmelsnordpols entspricht: Sie sollen jetzt den Zusammenhang zwischen der Polhöhe und der geographischen Breite erkennen, um Verlauf und Höhe des Himmelsäquators über dem Horizont und die unterschiedlichen Bahnlängen der Sterne über unserem Horizont zu verstehen. Das läßt sich auf verschiedene Art und Weise erarbeiten. Will man sich nicht mit einer entsprechenden Lehrbuchabbildung begnügen, kann man den Zusammenhang auch geometrisch herleiten. Aber auch das Anlegen einer Pappsscheibe als Horizontebene des Beobachters an den Erdglobus und eines Stabes als Richtungslinie zum Himmelsnordpol macht den Zusammenhang zumindest qualitativ hinreichend deutlich.

Zur Orientierung am Sternhimmel

Zur Befähigung der Schüler, sich am Sternhimmel zu orientieren, lernen sie es, die drehbare Sternkarte und Himmelskoordinaten zu verwenden. Dabei kommt es darauf an, Koordinaten und drehbare Sternkarte stets als Hilfsmittel für die Orientierung

zu nutzen und entsprechend die Arbeit damit zu organisieren. Im Lehrplan sind jene Tätigkeiten genannt, die die Schüler mit diesen Hilfsmitteln ausführen sollen.

Die Formulierung dieser Tätigkeiten macht sehr deutlich, daß die mit der Sternkarte ermittelten Angaben Gegenstand der Schülerbeobachtung sein sollen. Beobachten des Sternhimmels und Arbeiten mit den Koordinaten bzw. der drehbaren Sternkarte bilden eine Einheit. Das ist eine wichtige Forderung, denn was nützt die Fähigkeit des Schülers im Umgang mit der drehbaren Sternkarte, wenn er am Sternhimmel die gesuchten Sterne nicht finden bzw. ihre Namen nicht bestimmen kann.

Zu den Koordinaten

Lehrplan und Lehrbuch orientieren auf die Koordinaten im Horizontsystem. Der Lehrplan läßt aber auch zu, daß z. B. der Lehrer, der eng mit einer Sternwarte zusammenarbeitet oder ein Planetarium nutzen kann, die Koordinaten des Äquatorsystems verwendet, so wie es der Leiter von fakultativen Kursen sicher tun wird. Es darf dadurch aber zu keiner zeitlichen Ausweitung dieser Stoffeinheit zugunsten anderer Teile des Lehrgangs kommen. Für die Erarbeitung der Koordinaten bieten sich zwei Wege an:

- In der Beobachtungsstunde oder im Klassenunterricht ist das azimutal montierte Fernrohr aufgebaut, und die Messung der Koordinaten Azimut und Höhe wird an Beispielen demonstriert; z. B. an den zu beobachtenden Sternen des Sommerdreiecks oder im Klassenraum an fiktiven Punkten. Dazu liest jeweils ein Schüler die Werte an den Teilkreisen des Fernrohrs ab. Das Horizontsystem wird bei diesem Wege sozusagen „von innen“ gesehen.
- Mit Hilfe der Anschauungstafel „Horizontsystem“ werden die Koordinaten in der Sicht „von außen“ erläutert. Es ist für die Arbeit mit den Koordinaten günstig, wenn auch dieser Weg dadurch unterstützt wird, daß sich eine Demonstration der Koordinatenmessung mit Hilfe des Fernrohrs anschließt und/oder der Besuch eines nahegelegenen Planetariums genutzt wird.

Zur drehbaren Sternkarte

Die Schüler sehen schnell ein, daß die Wandkarte „Nördlicher Sternhimmel“ nicht den Anblick des von ihnen beobachteten Sternhimmels wiedergibt. Sie erfassen es als eine Hilfe, wenn die ihnen in die Hand gegebene Verkleinerung des Wandkartenbildes mit der drehbaren Folie eine Vorrichtung enthält, die den jeweils unsichtbaren Teil des Himmels abdeckt und den Zenit ihres Beobachtungshimmels erkennen läßt. Erfahrungsgemäß brauchen die Schüler etwas mehr Zeit für das Verständnis der Tatsache, daß zur verzerrten Darstellung der scheinbaren Himmelskugel auf der Grundkarte (wie an der Wandkarte) nun auch noch ein verzerrtes Bild des Gradnetzes des Horizontsystems kommt. Die Schüler wiederholen und übertragen die ihnen schon bekannten Begriffe Horizont und Zenit auf die drehbare Sternkarte und suchen Sterne und Sternbilder entsprechend ihrer Lage zum Horizont und ihrer Himmelsrichtung auf. Dazu werden sie

so orientiert, daß man eigentlich die Sternkarte über den Kopf halten müßte, daß es aber zweckmäßig ist, die Karte senkrecht so vor sich zu halten, daß die gewünschte Himmelsrichtung nach unten zeigt. Der Befestigungsniel der drehbaren Sternkarte entspricht als Zentrum der Drehung dem Himmelsnordpol. Die Koordinaten Azimut und Höhe lassen sich schnell den aufgedruckten schwarzen Linien zuordnen. Mit der so erworbenen Fähigkeit sich zu orientieren, kann in die Praxis der anderen Beobachtungsstunden gegangen werden.

Anschrift des Verfassers:
StR KLAUS ULLERICH
 Wilhelm-Külz-Straße 30/b
 Burg
 DDR - 3270

Klaus Lindner

Astronomische Daten für das Schuljahr 1987/88

Mit der Einführung des neuen Lehrplans für das Fach Astronomie erhält auch unsere traditionelle Übersicht über astronomische Daten und Ereignisse im bevorstehenden Schuljahr eine neue Gliederung. Sie soll, in der stofflichen Abfolge am Lehrplan orientiert, Material für die Planung der schulastronomischen Beobachtungen, für differenzierte häusliche Beobachtungsaufgaben und für die Aktualisierung des obligatorischen und fakultativen Astronomieunterrichts bereitstellen. Die Empfehlungen zur Beobachtungsplanung wurden wesentlich erweitert. Als weitere Hilfe für die Planung der Beobachtung lichtschwacher Objekte (Nebel, Sternhaufen) werden im Abschnitt 6 von diesem Jahre an auch die Daten der Vollmondphasen angegeben.

Alle nicht eingeklammerten Zeitangaben sind Mitteleuropäische Zeit, **Zeitangaben in Klammern sind Sommerzeit**. Alle Daten sind streng für Berlin berechnet, gelten jedoch in guter Näherung für das gesamte Territorium der DDR.

1. Sternbilder

Wenn sich ein heller Planet im Bereich eines Sternbildes aufhält, kann es schwierig sein, das betreffende Sternbild zu identifizieren. Dieser Fall wird Ende März und Anfang April 1988 eintreten, wenn die Venus das Sternbild Stier durchläuft. Bild 1 zeigt den Weg des hellen Planeten, der am 3. April 1988 die Plejaden passiert und 11 Tage später in einem Abstand von 9° nördlich an Aldebaran vorübergeht.

Bei Beobachtungen am Morgenhimmen in den Monaten Dezember und Januar muß auf Mars geachtet werden. Er durchläuft in dieser Zeit die Stern-

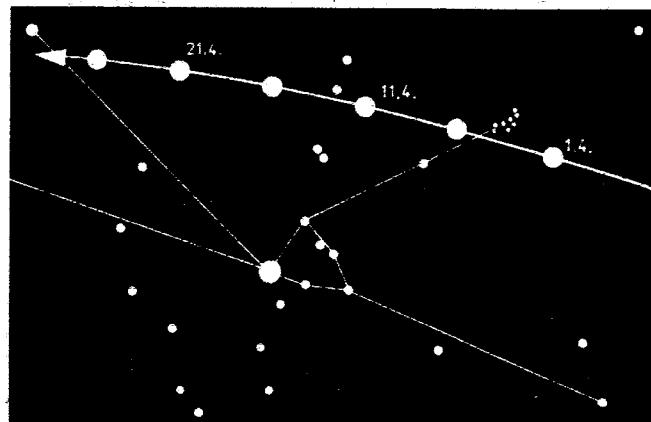


Bild 1
 Venus am Abendhimmel im April 1988

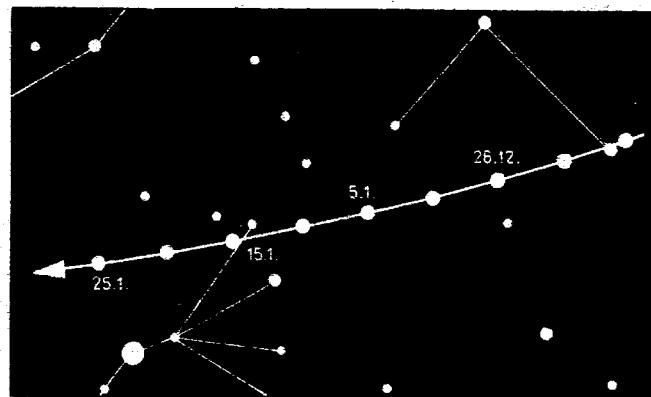


Bild 2
 Mars am Morgenhimmel im Dezember 1987 und im Januar 1988

bilder Waage und Skorpion (Bild 2) und kann wegen seiner roten Färbung leicht mit Antares im Sternbild Skorpion verwechselt werden. Allerdings ist Mars im genannten Zeitraum fast eine Größenklasse schwächer als Antares.

2. Planeten

Jährliche Bewegung der Erde

Die Bahnbewegung der Erde wird im Schuljahr 1987/88 durch folgende Daten charakterisiert:

Herbstanfang	23. 9. 1987, 15h (16h)
Wintersanfang	22. 12. 1987, 11h
Frühlingsanfang	20. 3. 1988, 11h
Sommersonnwendtag	21. 6. 1988, 5h (6h)
Herbstanfang	22. 9. 1988, 20h (21h)

Das Jahr 1988 ist ein Schaltjahr zu 366 Tagen.

Sichtbarkeit der Planeten

Merkur

wird im Schuljahr 1987/88 dreimal mit dem bloßen Auge bzw. mit einem Fernglas zu beobachten sein:

1. Morgensichtbarkeit am Südosthimmel, 7. 11. 1987 (Aufgang 5h29min) bis 23. 11. 1987 (Aufgang 6h00min); größte westliche Elongation (19°) am 13. 11. 1987 (Aufgang 5h24min). Im Sichtbarkeitszeitraum steigt die scheinbare Helligkeit von +0,4 auf -0,6 Größenklassen.
2. Abendsichtbarkeit am Südwesthimmel, 20. 1. 1988 (Untergang 17h51min) bis 5. 2. 1988 (Un-

tergang 18^h10min); größte östliche Elongation (18°) am 26. 1. 1988 (Untergang 18^h21min). Im Sichtbarkeitszeitraum fällt die scheinbare Helligkeit von -0,7 auf +1,2 Größenklassen.

3. Abendsichtbarkeit am Nordwesthimmel,

2. 5. 1988 (Untergang 20^h53min (21^h53min)) bis 28. 5. 1988 (Untergang 21^h56min (22^h56min)); größte östliche Elongation (22°) am 19. 5. 1988 (Untergang 22^h16min (23^h16min)). Im Sichtbarkeitszeitraum fällt die scheinbare Helligkeit von -1,1 auf +1,4 Größenklassen.

Auf eine bemerkenswerte Besonderheit in den Stellungen von Merkur, Venus und Erde soll an dieser Stelle hingewiesen werden, obwohl sie nicht beobachtbar ist. Am 13. 6. 1988 befinden sich sowohl Merkur als auch Venus in unterer Konjunktion zur Sonne (Bild 3), sie stehen also, vom Nordpol der Ekliptik aus gesehen, gemeinsam mit der Erde und der Sonne in einer Geraden.

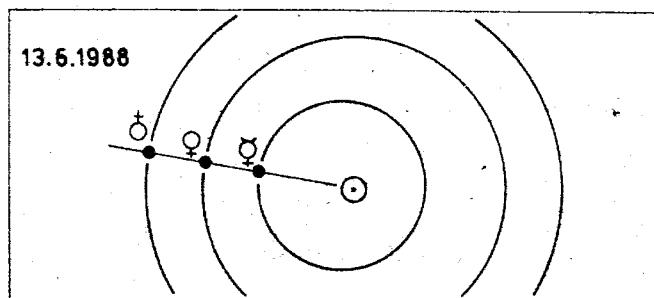


Bild 3
Merkur und Venus in unterer Konjunktion am 13. 6. 1988

Venus

ist zum Schuljahresbeginn nicht zu sehen. Erst gegen Ende November wird sie in der Abenddämmerung sichtbar, und von Dezember 1987 bis Ende Mai 1988 kann der helle Planet am Abendhimmel beobachtet werden. Wir finden die Venus in den Wintermonaten im Südwesten, später im Westen. Im Mai beherrscht sie dann den Nordwesthimmel und geht erst nach Mitternacht (Sommerzeit) unter. Im Juni kann die Venus nicht gesehen werden; die untere Konjunktion zur Sonne wird am 13. 6. 1988 durchlaufen.

Leider wird die typische Sichelgestalt der Venus bei Fernrohrbeobachtungen erst im Mai 1988 sichtbar. Die Halbphase wird bereits am 5. 4. 1988 erreicht. Auffällig ist die Änderung des scheinbaren Durchmessers der Venus im Beobachtungszeitraum. Er wächst von 11" am 1. 12. 1987 auf 54" am 31. 5. 1988. (Zum Vergleich: der scheinbare Äquatordurchmesser des Jupiters beträgt im Mittel 41".)

- Am 6. 3. 1988 geht die Venus in 2° Abstand nördlich an Jupiter vorüber, am 3. 4. 1988 in 1° Abstand südlich an den Plejaden. Die größte scheinbare Helligkeit der Venus (-4 $\frac{1}{2}$) ist in der ersten Mai-dekade 1988 zu beobachten.

Mars

zeigt sich im Schuljahr 1987/88 erstmals Mitte Okto-

ber 1987 am Morgenhimmel im Osten. Er ist zu dieser Zeit ein unscheinbares Gestirn mit +2 Größenklassen scheinbarer Helligkeit und kann im Fernrohr nur als winziges Scheibchen mit einem scheinbaren Durchmesser von 4" gesehen werden. Bis in den April hinein bleibt er unaufläufig; lediglich seine rasche Bewegung entlang der Ekliptik macht ihn für gute Kenner der Sternbilder interessant. Immerhin ändert der rötliche Planet in den Monaten Dezember 1987 bis März 1988 seine Position unter den Sternen täglich im Mittel um 0°67 in west-östlicher Richtung. (Die Sonne legt bekanntlich täglich 0°99 zurück.) Diese schnelle Ortsveränderung hat zur Folge, daß Mars bis zum Ende des Schuljahres am Morgenhimmel verbleibt.

Die nächste Marsopposition – sie wird außergewöhnlich günstige Beobachtungsbedingungen für den Planeten bieten – findet Ende September 1988 statt. Aufmerksame Beobachter können bereits in den letzten Monaten des Schuljahres 1987/88 eine merkliche Zunahme der scheinbaren Helligkeit feststellen. Aber erst am 26. 8. 1988 wird der Planet rückläufig.

Am 23. 2. 1988 geht Mars in 1° Abstand südlich an Saturn vorüber, nachdem er am 22. 2. 1988 den Uranus in nur 40" Abstand passiert hat. Während der ganzen dritten Februardekade befinden sich Mars, Saturn und Uranus gemeinsam im Gesichtsfeld eines Fernglases.

Jupiter

wird in der Zeit, in der die meisten schulastronomischen Beobachtungen stattfinden, ein auffälliges Gestirn am Abendhimmel sein. In den Herbstmonaten beherrscht er den Osthimmel; am 1. 9. 1987 geht er um 20^h28min (21^h28min) auf, im Winter wechselt er an den Südhimmel über und im Frühling finden wir ihn abends im Südwesten. Am 1. 4. 1988 geht Jupiter um 20^h50min (21^h50min) unter. Der Riesenplanet verschwindet Mitte April in der Abenddämmerung und kommt am 2. 5. 1988 in Konjunktion zur Sonne. Seine scheinbare Helligkeit, die im Oktober und November 1987 mit -2 $\frac{1}{2}$ ein Maximum erreicht (am 18. 10. 1987 wird die Oppositionsstellung durchlaufen), verringert sich bis zum April 1988 nur um 0,8 Größenklassen.

Jupiter ist vom 20. 8. 1987 bis zum 16. 12. 1987 rückläufig. Seine Bahnschleife befindet sich im Sternbild Fische.

Saturn

hat nun fast seinen südlichsten Bahnpunkt erreicht. In den ersten Wochen des Schuljahres ist er abends noch kurze Zeit im Südwesten zu sehen, Ende November 1987 wird er unsichtbar und durchläuft am 16. 12. 1987 die Konjunktion zur Sonne. Mitte Januar 1988 taucht er wieder aus den Strahlen der Sonne auf und bleibt bis zum Sommer ein wenig auffälliges Objekt am Morgenhimmel. Er ist dann in geringer Höhe über dem Südost- bzw. Südhorizont zu finden.

Attraktiv ist Saturn nur im Fernrohr, denn sein Ring-
system erscheint 1988 dem Beobachter von der Erde
aus am weitesten geöffnet. Zum letzten Male war
das 1973 der Fall; damals blickten wir auf die Süd-
seite der Ringebene. Gegenwärtig ist uns die Nord-
seite der Ringe zugewandt. Der nächste Durchgang
der Erde durch die Ringebene – bei dem die Ringe
von der Erde aus mit kleinen Fernrohren gar nicht
und mit großen nur als sehr schmale Linie gesehen
werden können – wird 1995 stattfinden.

Uranus

befindet sich im Grenzbereich der Sternbilder
Schlangenträger und Schütze, Neptun im Sternbild
Schütze und Pluto im östlichen Teil des Sternbildes
Jungfrau.

3. Mond

Scheinbare und wahre Bewegung des Mondes

Im November oder im Dezember wird die Stoffeinheit „Mond“ im Astronomieunterricht behandelt.
Für diese Monate sind im Abschnitt 6 dieses Beitrages Zeitpunkte und Beträge der größten und der kleinsten Entfernung des Mondes von der Erde genannt.

Da der Vollmond stets – in bezug auf die Erde – der Sonne genau gegenüber steht, erreicht er im Sommer geringe, im Winter dagegen große Kulminationshöhen. Wegen der Neigung der Mondbahn gegen die Erdbahnebene sind diese Höhen aber nicht in jedem Jahre gleich. Im Winter 1987/88 verläuft die Mondbahn im Bereich der Sternbilder Stier und Zwillinge – in denen die Wintervollmonde eintreten – rund 5° nördlich der Ekliptik, nur 2° von dem Stern Pollux im Sternbild Zwillinge entfernt. Eine Folge davon ist, daß der Mond zur Vollmondzeit im November und im Dezember 1987 in extrem großer Höhe kulminiert. Die größten Kulminationshöhen werden am 9. 11. 1987 (3^{h} ; $h = 66^{\circ}$) und am 6. und 7. 12. 1987 (0^{h} bzw. 2^{h} ; $h = 65^{\circ}$) erreicht. Auffällig ist auch, daß der Mond an diesen Tagen extrem weit im Nordosten aufgeht und daß sein Untergang entsprechend weit im Nordwesten erfolgt. Das Aufgangsazimut des Mondes beträgt am 9. 11. 1987 220° , der Aufgangspunkt liegt also nur 40° vom Nordpunkt des Horizonts entfernt.

Eine zweite Konsequenz dieser besonderen Lage der Mondbahn besteht darin, daß der Mond 1987/88 den Plejaden sehr nahe kommt und sie einige Male sogar bedeckt. Beobachtbare Plejadenbedeckungen finden am 7. 11. 1987 von 0^{h} bis 3^{h} sowie am 27. 1. 1988 von 20^{h} bis 22^{h} statt. (Eine Bedeckung in der Morgendämmerung des 13. 9. 1987 dürfte unbeobachtbar sein.) Der Vollständigkeit halber soll auch eine vierte Bedeckung am 6. 8. 1988, 1^{h} (2^{h}) bis 2^{h} (3^{h}) erwähnt werden. Am 24. 2. 1988 und am 18. 4. 1988 kann die Annäherung des Mondes an die Plejaden beobachtet werden; die Bedeckungen selbst finden nach Monduntergang statt.

Finsternisse

Im Schuljahr 1987/88 ereignen sich drei Finsternisse; keine davon ist von unserem Territorium aus zu beobachten:

1. Ringförmige Sonnenfinsternis, sichtbar in Asien und Teilen Australiens, am 23. 9. 1987.
2. Totale Sonnenfinsternis, sichtbar in Ostasien, Australien und Nordamerika, am 18. 3. 1988.
3. Partielle Mondfinsternis, sichtbar in Ostasien, Australien, der Antarktis und Nordamerika, am 27. 8. 1988.

4. Die Sonne

Die Sonnenaktivität dürfte im Schuljahr 1987/88 deutlich zunehmen. Das nächste Maximum ist für 1991 zu erwarten.

5. Empfehlungen zur Beobachtungsplanung

In diesem Abschnitt sind Objekte in großen Höhen über dem Horizont, zu deren Beobachtung ein Zenitprisma oder ein Okularrevolver mit Umlenaprismen verwendet werden sollte, durch ein Sternchen (*) gekennzeichnet. Beim Mond wurde wegen der raschen Bewegung auf eine solche Kennzeichnung verzichtet.

Beobachtungen am Abendhimmel

September (gegen 20h (21h))

Saturn, später Jupiter; Mond vom 1. bis 10. 9. und vom 29. bis 30. 9.; Mizar im NW, Albireo (*) im S, offener Sternhaufen χ/h Persei im NO, Kugelhaufen M 13 (*) im W, Andromedanebel (*) im O; Milchstraße in Zenithnähe.

Oktober (gegen 19h)

Jupiter, Saturn; Mond vom 1. bis 10. 10. und vom 27. bis 31. 10.; Mizar im NW, Albireo (*) im SW, χ/h Persei (*) im NO, M 13 (*) im W, Andromedanebel (*) im O; Milchstraße im Zenit.

November (gegen 18h)

Jupiter, anfangs noch Saturn; Mond vom 1. bis 8. 11. und vom 24. bis 30. 11.; Mizar tief im NW, Albireo (*) im SW, χ/h Persei (*) im NO, Plejaden tief im O, M 13 (*) im W, Andromedanebel (*) im O; Milchstraße im Zenit.

Dezember (gegen 18h)

Venus (nur in der Abenddämmerung), Jupiter, (*); Mond vom 1. bis 7. 12. und vom 23. bis 31. 12.; Mizar sehr tief im N, Albireo im W, χ/h Persei (*) im NO, Plejaden (*) im O, M 13 sehr tief im NW, Andromedanebel (*) im SO; Milchstraße im Zenit.

Januar (gegen 18h)

Venus, Jupiter (*); Mond vom 1. bis 5. 1. und vom 21. bis 31. 1.; Mizar sehr tief im N, Albireo sehr tief im W, χ/h Persei (*) fast im Zenit, Plejaden (*) im SO, Andromedanebel (*) im SW; Milchstraße im Zenit.

März (gegen 20h)

Venus, Jupiter; Mond vom 1. bis 4. 3. und vom 19. bis 31. 3.; Mizar (*) im NO, χ/h Persei (*) im NW, Plejaden im W, Andromedanebel tief im NW; Milchstraße hoch im W.

Beobachtungen am Morgenhimmel

Dezember (gegen 6h)

Mars; Mond vom 5. bis 18. 12.; Mizar (*) im NO, offener Sternhaufen Praesepe (*) im W, Kugelhaufen M 13 im O.

Januar (gegen 6h)

Mars; Mond vom 2. bis 15. 1.; Mizar (*) fast im Zenit, Albireo im O, Praesepe tief im W, M 13 (*) im O.

6. Astronomischer Kalender 1987/88

Die Angaben zur Sichtbarkeit der Objekte und zu den Mondvorübergängen an den Planeten sind für einen Beobachter in Berlin berechnet. Eingeklammerte Zahlenangaben sind Sommerzeit (MESZ), alle anderen Mitteleuropäische Zeit (MEZ). Halbfett gedruckte Termine sind unterrichtsfreie Tage (Sonn- und Feiertage, Ferien).

September 1987

- Mo., 7. Vollmond
 Do., 10. 21h (22h) Mond 30° fast senkrecht über Jupiter (Mond und Jupiter von 20h 30 min (21h 30 min) bis zum Morgen beobachtbar)
 Mi., 23. 4h (5h) ringförmige Sonnenfinsternis; in der DDR nicht sichtbar
 Mi., 23. 15h (16h) Herbstanfang

Oktober 1987

- So., 4. Merkur in größter Elongation (26°); der Planet bleibt unsichtbar
 Mi., 7. Vollmond
 Mi., 7. 21h Mond 4° rechts oberhalb von Jupiter (Mond und Jupiter von 19h bis zum Morgen beobachtbar)
 Di., 13. Beginn der Morgensichtbarkeit des Mars
 So., 18. Jupiter in Opposition zur Sonne
 Mi., 28. Merkur in unterer Konjunktion zur Sonne
 Fr., 30. Mond in Erdnähe (370 000 km)

November 1987

- Di., 3. 23h Mond 5° rechts neben Jupiter (Mond und Jupiter vom Dunkelwerden bis nach Mitternacht beobachtbar)
 Do., 5. Vollmond
 Sa., 7. Beginn der Morgensichtbarkeit des Merkurs
 Sa., 7. 0h bis 3h Mond bedeckt Plejaden
 Mo., 9. 3h Kulmination des Mondes in extrem großer Höhe (66°)
 Do., 12. Mond in Erdferne (404 000 km)
 Fr., 13. Merkur in größter westlicher Elongation (19° ; ab 5h 30 min beobachtbar)
 Fr., 20. Beginn der Abendsichtbarkeit der Venus; Venus in der Abenddämmerung 2° südlich von Saturn
 Mo., 23. Ende der Morgensichtbarkeit des Merkurs und der Abendsichtbarkeit des Saturns
 Di., 24. Mond in Erdnähe (367 000 km)

Dezember 1987

- Di., 1. 17h Mond 6° links oberhalb von Jupiter (Mond und Jupiter vom Dunkelwerden bis nach Mitternacht beobachtbar)
 Sa., 5. Vollmond
 Do., 10. Mond in Erdferne (405 000 km)
 Mi., 16. Jupiter wird rückläufig
 Mi., 16. Saturn in Konjunktion zur Sonne
 Di., 22. Mond in Erdnähe (361 000 km)
 Di., 22. 11h Wintersanfang
 Di., 22. 17h Mond 6° rechts unterhalb von Venus (Mond und Venus bis kurz nach 17h beobachtbar)
 Mi., 23. Merkur in oberer Konjunktion zur Sonne
 Mo., 28. 21h Mond 5° links oberhalb von Jupiter (Mond und Jupiter vom Dunkelwerden bis kurz nach Mitternacht beobachtbar)

Januar 1988

- Mo., 4. Vollmond
 Sa., 16. Beginn der Morgensichtbarkeit des Saturns
 Mi., 20. Beginn der Abendsichtbarkeit des Merkurs
 Do., 21. 19h Mond 2° senkrecht unter Venus (Mond und Venus vom Dunkelwerden bis nach 19h beobachtbar)
 So., 24. 22h Mond 4° rechts von Jupiter (Mond und Jupiter vom Dunkelwerden bis Mitternacht beobachtbar)
 Di., 26. Merkur in größter östlicher Elongation (18° ; bis 18h 30 min beobachtbar)
 Mi., 27. 20h bis 22h Mond bedeckt Plejaden

Februar 1988

- Di., 2. Vollmond
 Fr., 5. Ende der Abendsichtbarkeit des Merkurs
 Do., 11. Merkur in unterer Konjunktion zur Sonne
 Sa., 20. 19h Mond 1° rechts oberhalb von Venus (Mond und Venus bis gegen 20h beobachtbar)
 So., 21. 20h Mond 4° rechts oberhalb von Jupiter (Mond und Jupiter vom Dunkelwerden bis nach 22h beobachtbar)
 Mo., 22. Mars, Saturn und Uranus in größter gegenseitiger Annäherung (ab 4h 30 min beobachtbar)
 Mo., 29. Schalttag

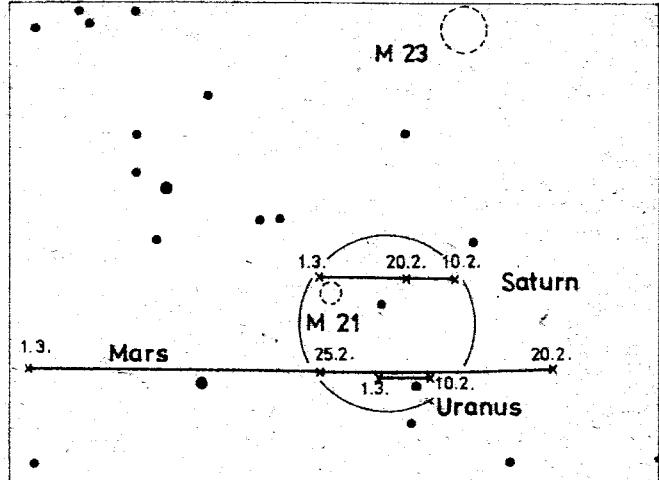


Bild 4

Mars, Saturn und Uranus im Sternbild Schütze im Februar 1988. Die punktierten Kreise sind Sternhaufen; der größere Kreis umgrenzt das Sehfeld des 40-mm-Okulars am Schlußfernrohr „Telemontor“. Norden ist oben. Beim Gebrauch am Fernrohr muß die Karte um 180° gedreht werden.

März 1988

- Do., 3. Vollmond
 Sa., 5. 20h Venus 2° rechts oberhalb von Jupiter; der Vorübergang der Venus an Jupiter ist vom 1. bis 10. 3. jeweils vom Dunkelwerden bis nach 21h beobachtbar
 So., 6. Venus überholt Jupiter (Venus 2° nördlich)
 Di., 8. Merkur in größter westlicher Elongation (27° ; der Planet bleibt unsichtbar)
 Fr., 18. 3h totale Sonnenfinsternis; in der DDR nicht sichtbar
 So., 20.
 So., 20. 11h Frühlingsanfang
 19h Mond 5° rechts oberhalb von Jupiter (Mond und Jupiter vom Dunkelwerden bis gegen 21h beobachtbar)

April 1988

- Fr., 1. 20h (21h) Venus 2° unterhalb der Plejaden; der Vorübergang der Venus an den Plejaden ist in den folgenden Tagen jeweils vom Dunkelwerden bis 23h (24h) beobachtbar
 Vollmond
 Sa., 2.
 So., 3. Venus in größter östlicher Elongation (46° ; bis 23h 20 min (0h 20 min) beobachtbar)
 Venus geht 1° südlich an den Plejaden vorüber
 Saturn wird rückläufig
 Ende der Abendsichtbarkeit des Jupiters
 21h (22h) Mond unmittelbar rechts neben den Plejaden (Mond und Plejaden vom Dunkelwerden bis 22h (23h) beobachtbar)
 22h (23h) Mond 2° rechts unterhalb von Venus (Mond und Venus bis nach 23h (24h) beobachtbar)
 Merkur in oberer Konjunktion zur Sonne

Mai 1988

- Vollmond
 So., 1.
 Mo., 2.
 Mo., 2.
 Mo., 9.
 Mi., 18.
 Do., 19.
 So., 22.
 Sa., 28.
 Di., 31.
 Di., 31.
 Juni 1988
 Sa., 11.
- Beginn der Abendsichtbarkeit des Merkurs
 Jupiter in Konjunktion zur Sonne
 3h (4h) Mond 30° rechts unterhalb von Mars (Mond und Mars ab 2h 30 min (3h 30 min) beobachtbar)
 21h (22h) Mond 30° links oberhalb von Venus (Mond und Venus bis 23h (24h) beobachtbar)
 Merkur in größter östlicher Elongation (22° ; bis 22h 10 min (23h 10 min) beobachtbar)
 Venus wird rückläufig
 Ende der Abendsichtbarkeit des Merkurs
 Vollmond
 Ende der Abendsichtbarkeit der Venus
 Beginn der Morgensichtbarkeit des Jupiters

- Mo., 13. Merkur und Venus in unterer Konjunktion zur Sonne
 Mo., 20. Saturn in Opposition zur Sonne
 Di., 21. 5h (6h) Sommersanfang
 Mi., 29. Vollmond

Anschrift des Verfassers:
OL Dr. KLAUS LINDNER
EOS „Karl Marx“
Erfurter Straße 9, Leipzig, DDR - 7022

B

Beobachtung

Feldstecherobjekte am Sommerhimmel

Urlaubszeit ist Reisezeit, und hoffentlich viele unserer Leser werden ihren Urlaub in einer Landschaft verbringen, in der die Luft klar ist und der Nachthimmel dunkel. Es lohnt sich, der drehbaren Sternkarte und dem Feldstecher einen Platz im Urlaubsgepäck zu reservieren!

Richtig dunkel wird es in unseren Breiten erst nach dem 24. Juli – vorher haben wir Mitternachtsdämmerung –, aber um den 10. August herum können Sie schon gegen 23 h 15 min MESZ wieder mit einem schwarzen Nachthimmel rechnen. Bereits eine Verlegung des Beobachtungsortes auf den 50. Breitengrad bewirkt, daß die Dämmerung rund eine halbe Stunde zeitiger endet als in Berlin. Für noch weiter südlich befindliche Beobachter beginnt die Beobachtungsnacht noch eher.

Der Feldstecher zeigt den leicht auffindbaren Doppelstern ε Lyrae zweifach, die Komponenten haben 208" Abstand.

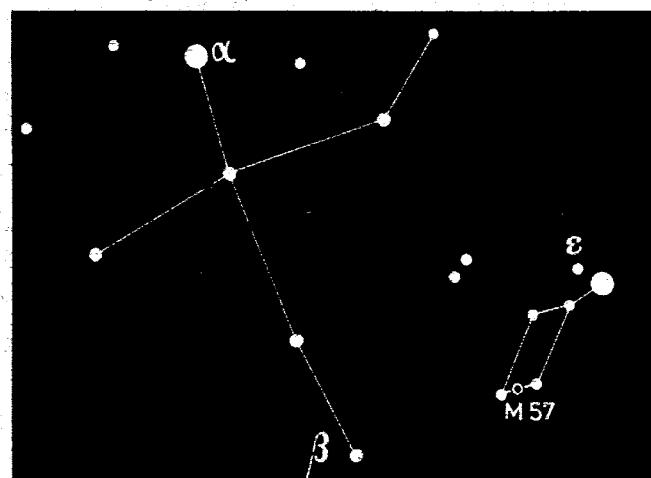


Bild 1: Feldstecherobjekte in den Sternbildern Schwan und Leier.

(Zu Hause sollten Sie einmal mit dem „Telementor“ versuchen, die beiden Teilsysteme aufzulösen! Jedes für sich ist wieder ein Doppelstern, aber nicht leicht trennbar.) Zwischen den Sternen β und γ in der Leier kann der Ringnebel (M 57) als diffuses Scheibchen gesehen werden, den Ringcharakter zeigt der Feldstecher allerdings nicht.

Einer der schönsten Doppelsterne des Himmels ist Albireo (β Cygni). Er liegt mitten im Sommerdreieck und besteht aus einem rötlichen helleren und einem blauweißen schwächeren Stern. Schauen Sie sich dieses Objekt einmal in Ruhe an, vielleicht können Sie es in Ihr Beobachtungsprogramm mit Schülern im kommenden Schuljahr übernehmen!

In sehr klaren, dunstfreien Sommer- und Herbstnächten zeigt der Feldstecher zwischen den Sternbildern Skorpion und Schütze die hellsten und sternreichsten Gebiete der Milchstraße. Sie bieten einen außerordentlich reizvollen Anblick, und das Wissen darüber, daß sich hinter diesen Sternwolken das Zentralgebiet unserer Galaxis verbirgt, macht sicher die Beobachtung noch ein wenig interessanter.

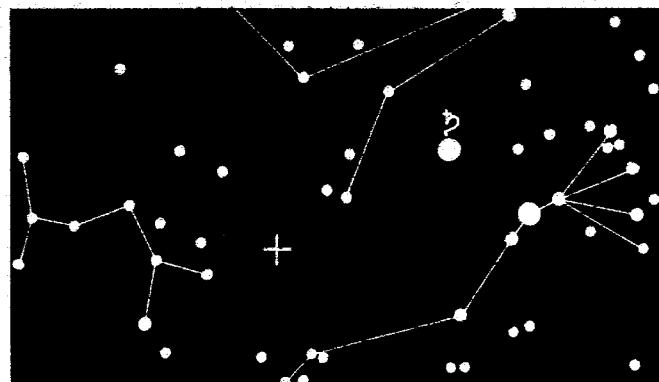


Bild 2: Die Sternbilder Skorpion und Schütze mit dem Ort des Planeten Saturn am 13. 8. 1987. Das Kreuz markiert die Richtung zum Zentrum der Galaxis.

Am späten Abendhimmel finden wir in der zweiten Augusthälfte die Planeten Jupiter und Saturn. Im Feldstecher sind die vier Galileischen Jupitermonde gut zu sehen; der Saturnring tritt jedoch erst bei Beobachtungen mit dem Schulförnrohr in Erscheinung. Und: Je später die Stunde, um so mehr Meteore treten auf, besonders zwischen dem 10. und dem 14. August, wenn die Perselenid ihr Häufigkeitsmaximum haben.

Viel Freude beim Beobachten und gute Erholung!

KLAUS LINDNER

U

Umschlagseiten

Titelseite – Schul- und Volkssternwarte „Johannes Kepler“ in Rudolstadt, die 1963 eröffnet und 1984/85 erweitert wurde. Sie wird mit großem Engagement von Oberlehrer HERMANN HILBERT, Verdienter Lehrer des Volkes, geleitet.

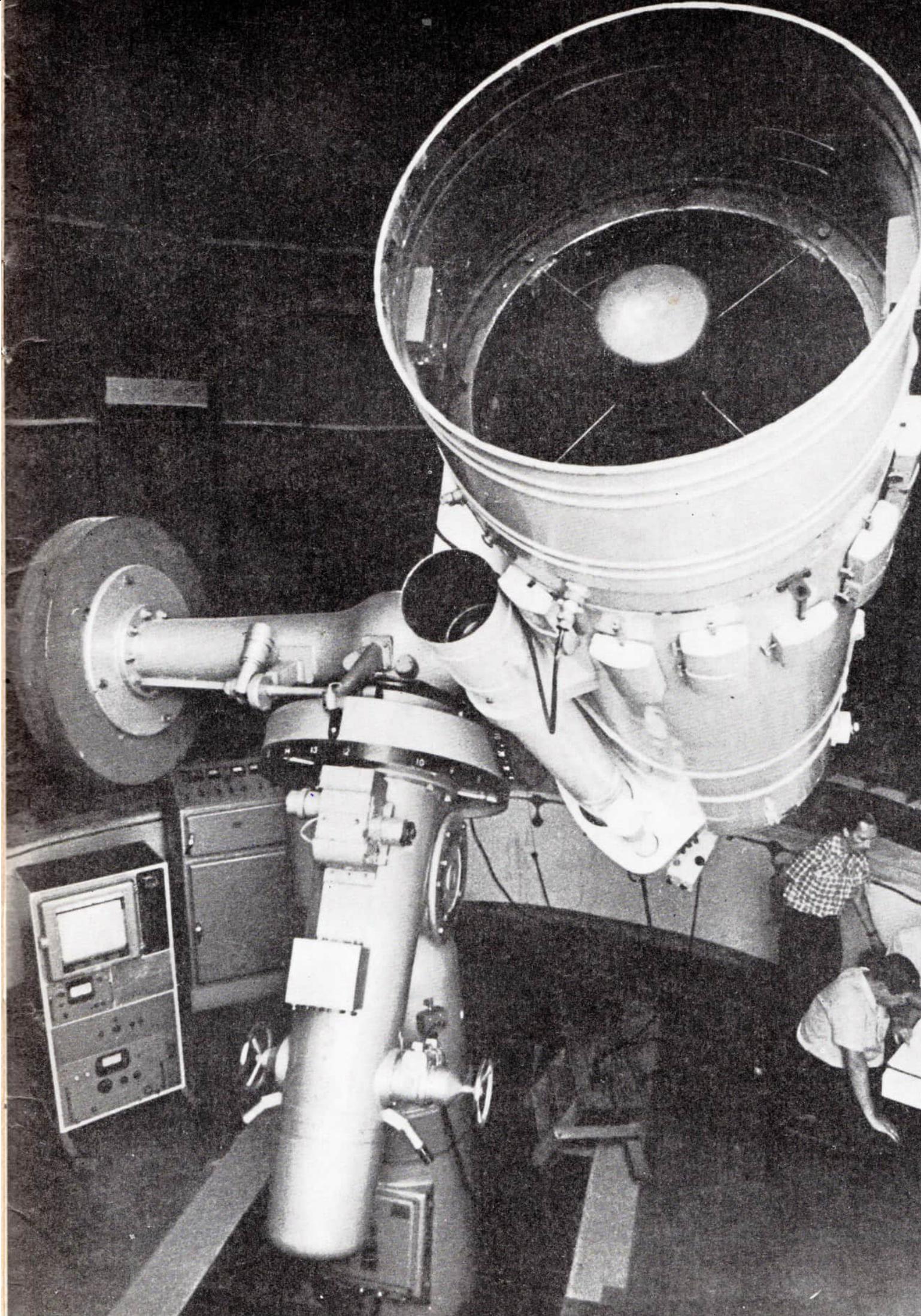
Foto: W. MÖLLER

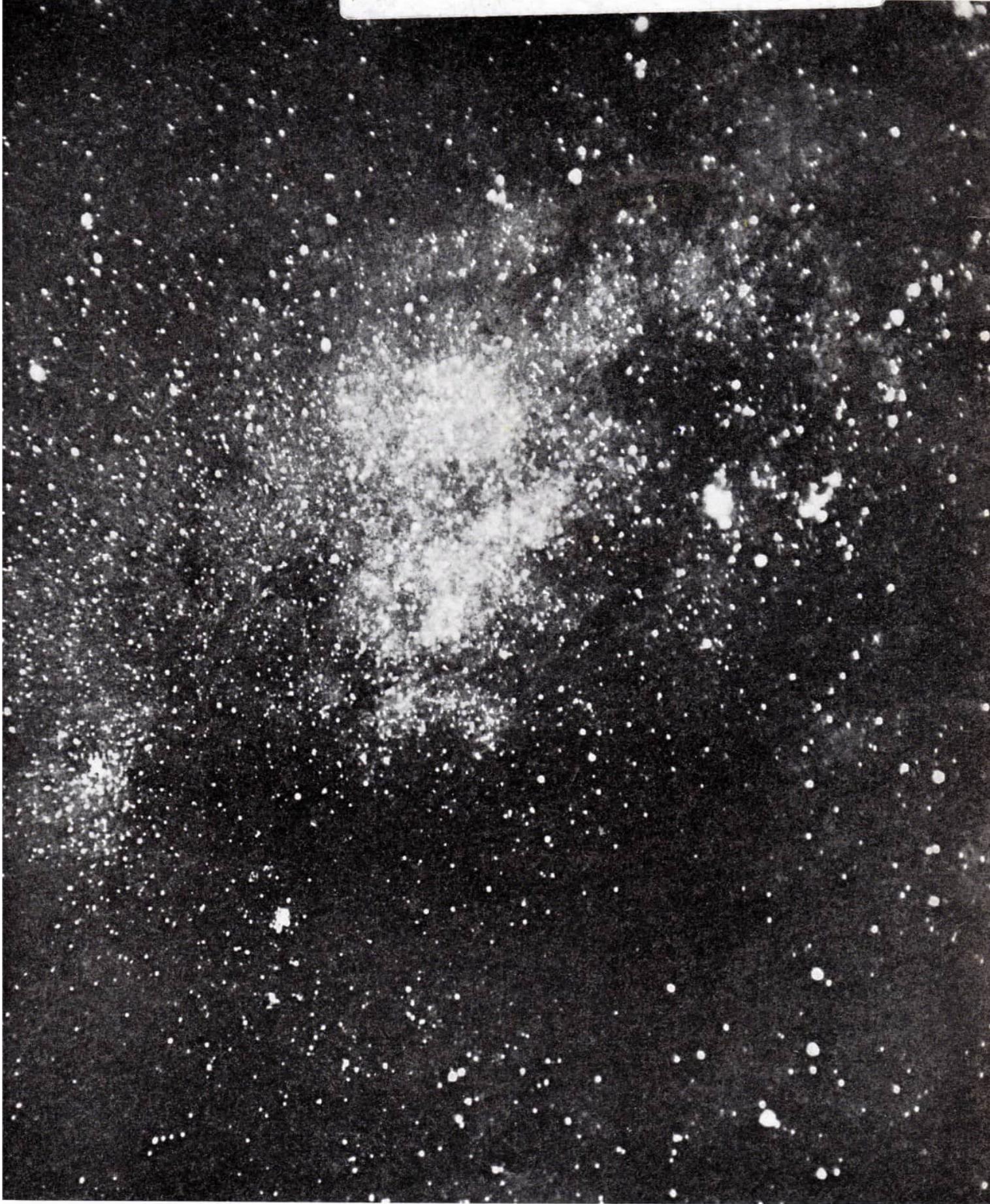
2. Umschlagseite – Erste Himmelsbeobachtung im Astronomieunterricht. Der Schüler ANDREAS SCHMIDT von der Wladimir-Komarow-Oberschule in Weidenhain 7291 schreibt dazu: „Am Montag, dem 13. 10. 1986, um 18.00 Uhr traf sich unsere Klasse in der Schule. Wir wollten unsere erste Himmelsbeobachtung durchführen. Herr ALBRECHT, unser Astronomielehrer, teilte uns in 3 Gruppen, damit er jedem Schüler besser helfen konnte. Zuerst erklärte er uns, wie wir bei der Himmelsbeobachtung vorzugehen haben. Als er damit fertig war, gingen wir auf den Sportplatz, wo er schon das Schulförnrohr aufgebaut hatte. Um die Koordinatenbestimmung der Sterne Deneb, Vega und Altair durchführen zu können, mußten wir uns am Himmel durch die Sternbilder Großer Wagen, Schwan, Leier, Adler, Kassiopeia orientieren. Dadurch konnten wir sogar die Himmelsrichtungen dieser Sternbilder angeben. Als wir die Sterne Vega, Deneb und Altair, die das Sommerdreieck bilden, in den Sternbildern Leier, Schwan und Adler gefunden hatten, konnten wir die Azimute und Höhen der Sterne schätzen und messen. Als wir damit fertig waren, schauten wir uns mit dem Schulförnrohr den Mond an, auf dem viele Krater, Ebenen und Ringgebirge zu sehen waren. Herr ALBRECHT zeigte uns zum Abschluß noch den Planeten Jupiter mit den 4 Galileischen Monden, die ausgezeichnet zu sehen waren. Uns allen hat das viel Spaß gemacht.“

Foto: ANDREAS SCHMIDT

3. Umschlagseite – Astrophysikalisches Observatorium der Akademie der Wissenschaften der Estnischen SSR in Tartu. Foto: Presseagentur NOWOSTI

4. Umschlagseite – Milchstraßenwolke im Sternbild des Schützen. Aufnahme mit Objektiv 1.6/70 mm auf Astro-Spezial-Platte, Belichtungszeit 20 Minuten, Aufnahme 1982, Juli 19./20. Foto: M. LIEMEN





ISSN 0004-6310 · Astronomie in der Schule · Berlin · 24 (1987) 3 · S. 49–72

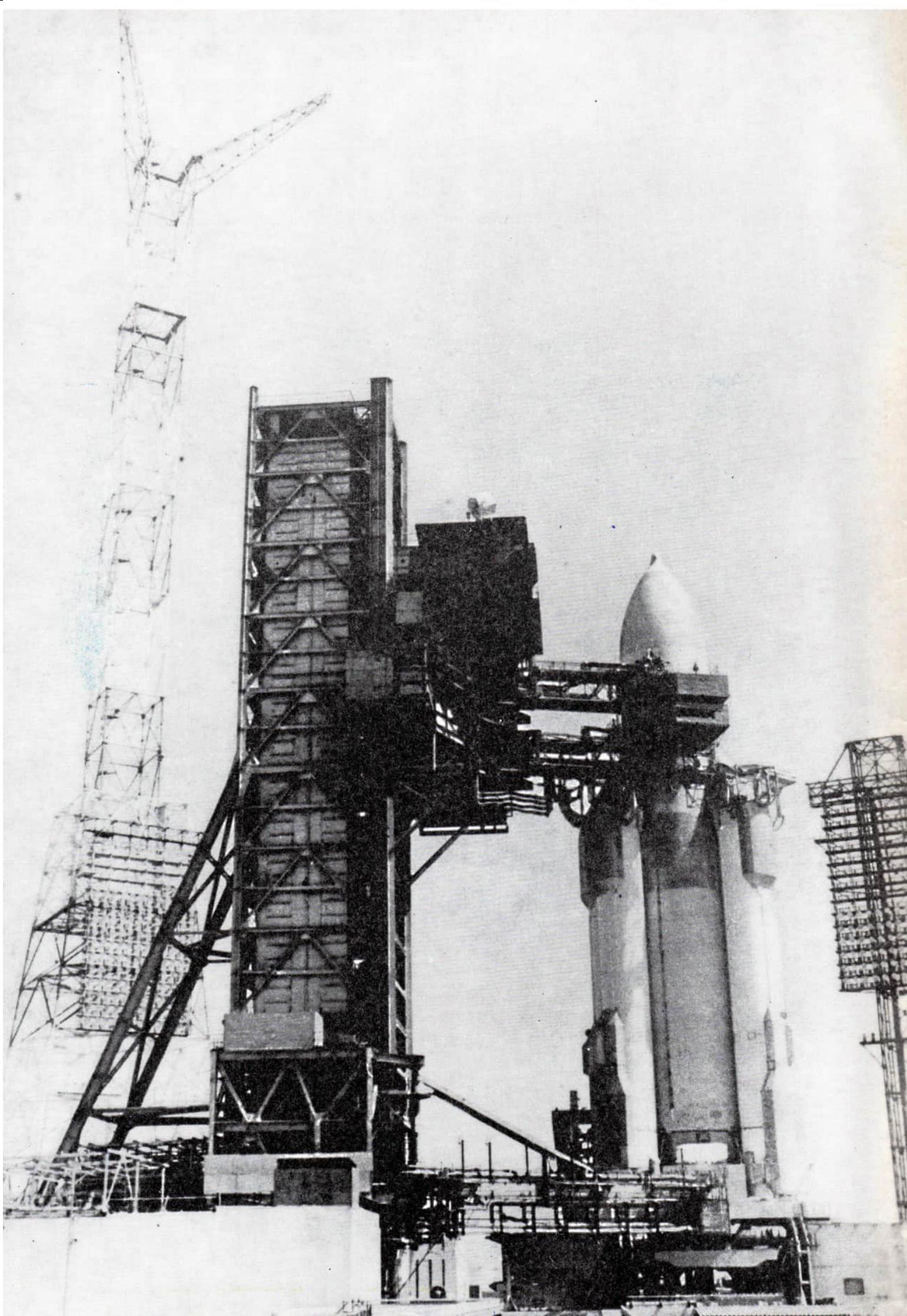
ASTRONOMIE IN DER SCHULE

4

Jahrgang 1987
ISSN 0004-6310
Preis 0,60 M

Volk und Wissen
Volkseigener Verlag
Berlin





● Raumfahrt	
M. GORBATSCHOW: Baikonur	74
D. MÖHLMANN: Friedliche Nutzung des Weltraums – die Alternative zur Militarisierung des Kosmos	74
N. HAGER: Raumfahrt in der weltanschaulichen Auseinandersetzung	77
● Astronomie	
J. HAMEL: Zur Geschichte der populären Astronomie in Berlin	80
J. HOPPET: Wie fand ich zur Astronomie?	82
● Unterricht	
H. BERNHARD: Zur Stoffeinheit „Überblick über das Sonnensystem“	84
K. ULLERICH: Zur Stoffeinheit „Planeten“	86
V. KLUGE: Erfahrungen und Gedanken zur Gestaltung fakultativer Kurse	90
E.-M. MARX: Jubiläen in Astronomie und Raumfahrt im Schuljahr 1987/88	92
● Beobachtung	
K. LINDNER: Finsternis zwischen Kern- und Halbschatten	94
● Kurz berichtet	
Wissenswertes	94
Rezensionen	96
● Abbildungen	
Umschlagseiten	96
● Karteikarte	
J. LICHTENFELD: Aufgaben für fakultative Kurse 10	
Redaktionsschluß: 16. 6. 1987	
Auslieferung an den Postzeitungsvertrieb: 17. 6. 1987	

Из содержания

Д. МИЛЬМАНН: Миролюбивое использование космоса — альтернатива к его милитаризации	74
Н. ХАГЕР: Космонавтика в дискуссии о мировоззрении	77
Х. БЕРНХАРД: По поводу темы «Обзор солнечной системы»	84
К. УЛЛЕРИХ: По поводу темы «Планеты»	86
В. КЛЮГЕ: Опыт и размышления об оформлении факультативных курсов	90

From the Contents

D. MÖHLMANN: Peaceful Exploitation of Space – the Alternative to its Militarisation	74
N. HAGER: Space Flight in Ideological Discussion	77
H. BERNHARD: Towards the Topic "Survey of the Solar System"	84
K. ULLERICH: Towards the Topic "The Planets"	86
V. KLUGE: Experiences and Ideas for Planning Optional Courses	90

En Résumé

D. MÖHLMANN: L'exploitation pacifique de l'espace cosmique — l'alternative au militarisme du cosmos	74
N. HAGER: L'avion interplanétaire et la discussion idéologique	77
H. BERNHARD: Au sujet « L'aperçu du système solaire »	84
K. ULLERICH: Au sujet « Les planètes »	86
V. KLUGE: Des expériences et des réflexions à la réalisation des cours facultatifs	90

Del contenido

D. MÖHLMANN: El aprovechamiento pacífico del universo — la alternativa a la militarización del cosmos	74
N. HAGER: Vuelas espaciales en el debate ideológico	77
H. BERNHARD: El párrafo del programa de enseñanza «vista general del sistema solar»	84
K. ULLERICH: El párrafo del programa de enseñanza «las planetas»	86
V. KLUGE: Experiencias y ideas sobre los cursos optativos	90

Heft 4

24. Jahrgang 1987

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:

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

Redaktionskollegium:

Oberstudienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Klaus Lindner (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Horst Bienioschek, Dr. rer. nat. Ulrich Bleyer, Dr. rer. nat. Hans-Erich Fröhlich, Dr. phil. Fritz Gehlhar, Dr. sc. phil. Nina Hager, Prof. Dr. sc. nat. Dieter B. Herrmann, Oberlehrer Volkmar Kluge, Oberlehrer Monika Kohlhagen, Oberlehrer Jörg Lichtenfeld, Oberstudienrat Hans Joachim Nitschmann, Prof. Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Oberlehrer Eva-Maria Schöber, 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, Günter 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:

Nova Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen
AN (EDV 427)
III-4-9-1467-4,9 Liz. 1488

Erscheinungshinweise:

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, Volks-eigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, Leninskystraße 16, Leipzig, DDR - 7010.

ISSN 0004-6310

70 Jahre Große Sozialistische Oktoberrevolution – 30 Jahre praktische Raumfahrt

Vor 30 Jahren, am 4. Oktober 1957, begann mit dem Start des ersten von Menschenhand geschaffenen Raumflugkörpers die Ära der praktischen Raumfahrt. Der sowjetische Satellit „Sputnik 1“ wurde vom Raketenstartplatz Baikonur mit einer Trägerrakete auf eine Erdumlaufbahn gebracht.

Die siegreiche proletarische Revolution am 7. November 1917 schuf die Voraussetzungen, daß sich unter der Sowjetmacht die Produktivkräfte schöpferisch entfalten und planmäßig entwickeln konnten, was zu ungeahnten Leistungen der Werktätigen in Wissenschaft und Technik führte, wofür u. a. Pioniertaten auf dem Gebiet der Raumfahrt bereutes Zeugnis sind. Alle diese Bestrebungen sind darauf ausgerichtet, Wissenschaft und Technik zum Wohle des einfachen Menschen einzusetzen und zu nutzen. Von Anfang an wurden deshalb auch die Ziele der sowjetischen Raumfahrt wie folgt formuliert: Raumfahrt im Dienste der Wissenschaft, Raumfahrt zum Nutzen der Volkswirtschaft, Raumfahrt zum Nutzen des Menschen, Raumfahrt im Dienste des Friedens. Die folgenden drei Beiträge geben Anregungen zur Würdigung der beiden gesellschaftlichen Ereignisse im Astronomieunterricht.

Michail Gorbatschow

Baikonur

Wir alle, die sowjetischen Menschen, haben das Wort „Baikonur“ stets mit besonderer Bewegung ausgesprochen. Es wurde zum Symbol für größte Heldenataten unseres Volkes, des Triumphes der sowjetischen Wissenschaft, der großen Möglichkeiten der sozialistischen Gesellschaftsordnung.

Hier, in den endlosen Steppen Kasachstans, empfindet man ein Gefühl des Stolzes auf den Verstand und die Taten sowjetischer Menschen, auf unser sowjetisches Vaterland. Hier spürt man besonders stark die Größe und Macht des Landes des Oktober, seine gewaltigen Errungenschaften, die den siebzig Jahren währenden Weg der Völker unseres großen multinationalen Staates nach der Sozialistischen Oktoberrevolution krönen.

Von hier aus trat die Menschheit erstmals in den Kosmos, wobei ein neues Kapitel in der Geschichte der Zivilisation aufgeschlagen wurde. Von hier aus, von Baikonur, ist im Oktober 1957 der erste künstliche Erdsatellit – Symbol revolutionärer Wissenschaft und Technik – auf eine Erdumlaufbahn gestartet worden. Von hier aus erfolgte am 12. April 1961 auch der erste Flug eines Menschen in den Kosmos – der denkwürdige Flug unseres Landsmannes JURI ALEXEJEWITSCH GAGARIN. Dies alles sind markante Höhepunkte der Entwicklung sowjetischer Wissenschaft und Technik.

Der durch die Arbeit und das Talent sowjetischer Wissenschaftler, Arbeiter, Ingenieure und Militär-

spezialisten geschaffene einzigartige Forschungs- und Testkomplex ist die reale Verkörperung des Leninschen Traumes von der Umwandlung unseres Staates in eine industrielle Großmacht.

Aus der Rede des Generalsekretärs der KPdSU auf einem Treffen mit Werktätigen in der Stadt Leninsk im Mai 1987.

Diedrich Möhlmann

Friedliche Nutzung des Weltraums – die Alternative zur Militarisierung des Kosmos

Weltraumforschung und Raumfahrt werden keine Episode in der menschlichen Geschichte sein. Sie sind ein aktuelles und faszinierendes Beispiel für die „Eroberung“ einer neuen Dimension menschlicher Aktivitäten. Der Weltraum wird zunehmend zum direkten Betätigungsfeld der Menschheit werden. Dabei liegt der größte Teil dieser Herausforderung noch vor uns und damit auch die Chance, sie von Beginn an menschenwürdig zu gestalten. Die UdSSR bietet dazu im Rahmen des Interkosmosprogramms modellhaft die Möglichkeiten für eine gemeinsame Bewältigung der Aufgaben zur friedlichen Erforschung und Nutzung des Weltraums mit Beteiligung vieler Staaten an Kosmoseexperimenten. Einige Aspekte dieses vorbildlichen Herangehens werden im folgenden dargestellt.

Kosmosforschung

Bereits der erdnahen Weltraum unterscheidet sich von der physikalischen Situation her unter vielen Aspekten von den Gegebenheiten auf der Erdoberfläche, so zum Beispiel durch die nahezu „schwere-losen“ Bedingungen, die großräumige Erfäßbarkeit der Erdoberfläche und Ozeane und der Erdatmosphäre, die direkte Beobachtbarkeit des Kosmos in praktisch allen Spektralbereichen (von den Mikrowellen bis hin zur hochenergetischen Röntgen- und Gammastrahlung) und die direkte Erfäßbarkeit der kosmischen Teilchenstrahlungen. Hinzu kommt, daß auch die Körper unseres Planetensystems direkt zugänglich werden. Damit eröffnen sich vielfältige neue Möglichkeiten sowohl für die Erforschung des Weltraums als auch für die technische Nutzung.

Für die Vertiefung unseres naturwissenschaftlichen Weltbildes wird in den kommenden Jahren die extraterrestrische Astronomie, also die Astronomie von kosmischen Plattformen aus, eine wichtige Rolle spielen. Dies liegt zum einen darin begrün-

det, daß **astronomische Beobachtungen vom Kosmos aus** nicht durch die Erdatmosphäre gestört werden. Damit vergrößert sich unter anderem die „Reichweite“ für astronomische Beobachtungen, man kann also tiefer und präziser in unser Weltall sehen; auch die Auflösung von Strukturen, also die „Vergrößerung“, wird wesentlich gesteigert werden können. Diese neuen Möglichkeiten sind für das Verständnis vieler astrophysikalischer Prozesse entscheidend, strahlen kalte Körper doch nur im Mikrowellen- und Infrarotbereich, der von der Erdoberfläche aus nicht erfaßbar ist. Viele Fragen der Planeten- und Sternentstehung werden erst durch derartige Beobachtungen zu beantworten sein. Auch im „hochenergetischen“ Bereich der Röntgen- und Gammastrahlungen, die insbesondere bei Prozessen an sehr massiven „exotischen“ Objekten entstehen und an denen die Fundamente der Physik geprüft und gegebenenfalls weiterentwickelt werden können, sind so erstmalig Beobachtungen möglich, die das Verständnis vom Aufbau unseres Universums sehr erweitern können.

Diese Untersuchungen betreffen direkt die **Grundlagen der Physik**, die gerade im Bereich der „Elementarteilchentheorie“ oder, wie man präziser sagt, der Hochenergiephysik noch offen sind. Derartige hochenergetische Zustände sind für die „heißen“ Frühphasen („Urknall“) unseres Kosmos typisch. Sie sind in modernsten Laboratorien auf der Erde nicht herstellbar. Damit ist auch der frühe Kosmos über seine heutige astronomische Beobachtbarkeit zum wichtigen „Labor“ für den Hochenergiephysiker geworden.

Die Arbeiten auf diesen Gebieten werden die Grundlagen unseres naturwissenschaftlichen Weltbildes entscheidend mitformen. Es ist eine wichtige, auch politische Aufgabe der Kosmosforschung der sozialistischen Länder, daran festzuhalten und sicherzustellen, daß diese Arbeiten weiterhin möglich sind.

Ein anderes aktuelles Forschungsgebiet ist mit der **direkten Erreichbarkeit der Körper des Planetensystems** gegeben, deren Erforschung gegenwärtig „auf vollen Touren“ läuft. Ziele hierbei sind sowohl die präzisere Zustandserfassung dieses Systems als auch und vor allem ein besseres Verständnis der Prozesse, die die Bildung von Planeten und damit der Erde zur Folge hatten. Dies ist zum Beispiel wichtig, um die Entwicklung der Erde und unter anderem auch die „späteren“ geologischen Prozesse, die zu Lagerstätten führten, genauer zu verstehen. Ein Schwerpunkt der Kosmosforschung ist ferner das **Studium der sogenannten solar-terrestrischen Relationen**, also des Einflusses solarer Prozesse und des erdnahen Weltraums auf den die Erde erreichen Energiefluß, der ja die Lebensbedingungen auf unserem Planeten bestimmt. Variationen in diesem Energiefluß, zum Beispiel mit Auswirkungen auf das Klima, sind von großer Bedeutung. Die

Prognose derartiger Veränderungen ist mithin sehr wichtig. Hier deuten sich konkrete Nutzungen schon jetzt an.

An der Schwelle der Nutzbarkeit steht die „**kosmische Materialwissenschaft**“, deren Ziel die Untersuchung von Prozessen ist, die es erlauben, Werkstoffe und Materialien zu produzieren, welche auf der Erde unter dem Einfluß der irdischen Schwerkraft nicht herzustellen sind. So geben unter anderem das nahezu völlige Fehlen von Wärmestromungen (z. B. bei der energiefreisetzenenden Kristallisation) oder nicht notwendig werdende (und verschmutzend wirkende) Halterungen von Schmelzen oder auch die Mischbarkeit von auf der Erde sich im Schwerfeld schon vor ihrer Erstarrung wieder trennenden Lösungen oder Schmelzen für die Herstellungen neuartiger Werkstoffe – und übrigens auch bio-medizinischer Präparate – neue Perspektiven.

Die Ziele der Kosmosforschung sind also sowohl direkt nutzungsorientiert als auch für die Weiterentwicklung unseres naturwissenschaftlichen Weltbildes und damit für die Zukunft der Menschheit von großer Bedeutung. Die sozialistischen Staaten stellen sich dieser Herausforderung durch ein zunehmendes Engagement für diese Aufgaben, wobei sie unter Führung der UdSSR, wie weiter unten dargelegt wird, mit dem Interkosmosprogramm ein vorbildliches Modell für die Beteiligung auch anderer Länder an diesen modernen Entwicklungen praktizieren.

Nutzung der Kosmosforschung

Die **Beobachtbarkeit und Erfaßbarkeit der Erde** von kosmischen Plattformen aus eröffnet viele Möglichkeiten ihrer friedlichen Nutzung, so zum Beispiel als *Relaisstation für Nachrichtenverbindungen* sowohl mit globalem als auch regionalem Versorgungsbereich oder auch für die direkte Zustandserfassung und Prozeßüberwachung von Erdoberfläche, Ozeanen und Erdatmosphäre. Demzufolge befinden sich für die Arbeitsrichtungen „kosmisches Nachrichtenwesen“, „Fernerkundung“ und „kosmische Meteorologie“ bereits vielfältige Systeme in der Nutzung bzw. in deren direkter Vorbereitung wie

- der Einsatz kosmischer Relaisstationen für die Kommunikation einschließlich Hör- und Fernsehfunk und Rechnerverbund. Gerade auf diesem Gebiet sind uns schon viele Dinge so selbstverständlich geworden, daß vordergründig der kosmische Bezug oft nicht mehr erkennbar und nicht mehr bewußt wird. Die Entwicklungen stehen dennoch teilweise erst am Anfang. Zu erwähnen sind auch die *Notrettungssysteme und Navigationstechniken auf Satellitenbasis*.
- die Fernerkundung zu Zwecken der Überwachung *biologischer Prozesse auf der Erdoberfläche und in den Ozeanen*, für die Geologie, Landwirt-

schaft, Hydrologie und Geographie und für die Meteorologie. Auch hier sind viele Verfahren bereits so „alltäglich“ geworden, daß der ursprüngliche Bezug zur Kosmosforschung nicht mehr direkt bewußt wird.

Hinzuweisen ist auch auf die sogenannten *indirekten Nutzungen technischer Entwicklungen*, z. B. auf dem Gebiet der Mikroelektronik, die für Aufgaben der Kosmostechnik erfolgten und die inzwischen in wesentlich größerer volkswirtschaftlicher Breite bis hin zur Herstellung von Konsumgütern wirksam geworden sind. Kosmische Aufgaben können durchaus ein Stimulus für neue technisch-technologische Entwicklungen und auch für Schlüsseltechnologien sein. Aus dem hier erwähnten Teil des umfangreichen Aufgabenspektrums, das aus der Entwicklung von Kosmosforschung und -technik zu friedlichen Zwecken resultiert, wird erkennbar, daß die erfolgreiche Bewältigung dieser Herausforderungen wesentlichen Einfluß auf die Entwicklung der gesamten Menschheit haben wird.

Die internationale Kooperation der UdSSR bei der Kosmosforschung

Kosmosforschung und -nutzung sind für die weitere Entwicklung der Menschheit von wesentlicher Bedeutung. Die sozialistischen Länder treten dafür ein, diese kosmischen Möglichkeiten der gesamten Menschheit zugänglich zu machen. Mit der weiteren Entwicklung ist auch eine Zunahme des notwendigen Aufwands für ein Experiment und dessen Realisierung verbunden. Kapitalschwache Länder und wissenschaftliche Institutionen würden daher immer weniger an neuartigen Ergebnissen teilhaben können, wenn ihnen durch die großen Raumfahrtnationen nicht Möglichkeiten für eine Mitarbeit, auch mit beschränkten Potentialen, geboten würden bzw. wenn sie sich nicht, wie am Beispiel der westeuropäischen Raumfahrtorganisation ESA praktiziert, zur gemeinsamen Erforschung und Nutzung des Weltraums zusammenschließen.

Die Sowjetunion hat daher allen interessierten Ländern angeboten, im Rahmen ihres **Interkosmosprogramms** mit ihnen bei der Erforschung und Nutzung des Weltraums zu kooperieren, wobei dann im Rahmen eines gemeinsamen Programms die UdSSR sowohl die Trägermittel als auch die Datentelemetrie, übrigens für die anderen Teilnehmer kostenlos, sichert. Jeder Teilnehmer hat nur für die Kosten des eigenen Experiments (Gerätes) aufzukommen. Diese Praxis ist konträr zu dem in den USA realisierten Vorgehen, bei dem hohe Kosten für den Start (Träger) und die Datentelemetrie für das jeweilige Teilnehmerland entstehen. Darüber hinaus sichern sich die Vereinigten Staaten noch den unbeschränkten Zugang zu den (oft ökonomisch wichtigen) Ergebnissen der Experimente und zum technischen Know-how des jeweils eingesetzten Gerätes. Diese profitorientierte Praxis hat unter ande-

rem dazu geführt, daß sich im Rahmen der ESA die westeuropäischen Länder mit der Ariane-Rakete eigene Transportmöglichkeiten geschaffen haben.

Die DDR beteiligt sich seit vielen Jahren im Rahmen des Interkosmosprogramms – im eigenen politischen, wissenschaftlichen und technischen Interesse – engagiert an der Kosmosforschung. Diese Beteiligung erfolgt auf der Basis eigenständiger naturwissenschaftlicher Arbeiten und geeigneter technischer Entwicklungen zu so unterschiedlichen Arbeitsrichtungen wie kosmische Physik, Fernerkundung, kosmische Nachrichtentechnik, kosmische Meteorologie und, gekoppelt mit der Beteiligung an bemannten Experimenten, auch zur kosmischen Biologie und Medizin und auch zur kosmischen Materialwissenschaft. Dabei sind viele dieser Entwicklungen, insbesondere zur Fernerkundung und zur Nachrichtentechnik, Ausgangspunkte für volkswirtschaftlich nutzbare Entwicklungen. Daraus resultiert die Notwendigkeit, zunehmend Einrichtungen der Volkswirtschaft in Vorhaben zu kosmischen Experimenten einzubeziehen.

Generell kann heute eingeschätzt werden, daß die auf Zusammenarbeit ausgerichtete Praxis der Sowjetunion beginnt, sich im internationalen Rahmen zunehmend durchzusetzen. Nach ersten bemerkenswerten Erfolgen mit Beispielwirkung im Rahmen der Interkosmoskooperation mit sozialistischen Ländern, sowohl bei der Schaffung von Fernerkundungsverfahren als auch bei der Erforschung des erdnahen Weltraums und der Venus, beginnen kapitalistische Länder wie Schweden, Finnland, Indien, Frankreich, Österreich und die BRD die Möglichkeiten der Interkosmoskooperation zur friedlichen Erforschung und Nutzung des Welt- raums aufzugreifen. Neu ist, daß nun auch die ESA in einzelne Projekte dieser Kooperation eingetreten ist. Das sind politische Fakten, die von der Richtigkeit des von der UdSSR beschrittenen Weges zeugen. Diese Tendenz wird sich verstärken. Sie bietet darüber hinaus für Entwicklungsländer übrigens praktisch die einzige Möglichkeit, sich künftig an der Erforschung und Erschließung des Kosmos zu beteiligen.

Eine wichtige Etappe der **internationalen Kooperation** bei der Erforschung und Nutzung des Welt- raums stellen die VEGA-Experimente zur Erforschung der Venus (1985) und des Kometen Halley (1986) mit zwei in der UdSSR geschaffenen Raumsonden dar, an deren wissenschaftlicher Ausrüstung in dem oben genannten Rahmen viele sozialistische Länder und auch Österreich, Frankreich und Einrichtungen der BRD mitgewirkt haben. Der nächste größere Schritt wird hier mit dem Experiment „Phobos“ getan, das der Erforschung des Mars und seiner Monde, des Sonnenwindes und der Sonne und astrophysikalischen Experimenten gilt. Hier wirken neben den genannten Ländern

noch Schweden, Finnland, die Schweiz und die ESA mit. Weitere Projekte gelten bei der Erforschung des Planetensystems insbesondere dem Mars, zu dessen Erforschung bereits ein großangelegtes Programm vorbereitet wird, den Planetoiden und dem Mond. Sie sollen vor allem dazu beitragen, die natürlichen Entstehungsprozesse von Planeten- und Satellitensystemen und damit auch die der Erde tiefer zu verstehen. In gleicher Weise sind künftig verstärkt Experimente zur extraterrestrischen Astronomie zu erwarten, insbesondere im Röntgenbereich.

Parallel zu diesen Arbeiten läuft das Programm der bemannten Raumfahrt der UdSSR, an dem ebenfalls entsprechend internationaler Vereinbarungen Besatzungen aus vielen Staaten, auch aus Entwicklungsländern, mitgewirkt haben und das durch den Einsatz einer neuen Generation von Orbitalstationen das Spektrum seiner Forschungsaufgaben wesentlich erweitern wird.

Das Vorgehen der UdSSR und der anderen sozialistischen Staaten bei der Erforschung des Kosmos ist, wie konkret gezeigt, von zunehmender Attraktivität für eine immer größere Zahl von Ländern. Diese vorbildliche Kooperation ist eine gute Basis dafür, international immer mehr die Einsicht zu vertiefen, daß ein forciertes Programm zur Weltraumrüstung der falsche Weg zur Nutzung der Möglichkeiten ist, welche die Raumfahrt bietet. Mit dem an den Generalsekretär der UNO übergebenen Dreistufenplan zur Erforschung und Nutzung des Kosmos zeigt die Sowjetunion einen weiteren Weg zum friedlichen Wettbewerb und zur Kooperation auf dem Gebiet der Kosmosforschung. Die Raumfahrt wird in den kommenden Jahren und Jahrzehnten einen weiteren Aufschwung nehmen und durch dauerhaft bemannte große Stationen sowohl zur Fertigung von Spezialprodukten als auch für vertiefte Forschungen gekennzeichnet sein. Es wird auch die Schaffung von Stationen auf dem Mond möglich sein, und vielleicht wird der Mensch im ersten Jahrhundert des nächsten Jahrtausends unseren Nachbarplaneten Mars aufsuchen. In gleicher Weise werden vervollkommnete kosmische Routine-Dienstsysteme für die Fernerkundung und die Nachrichtenübertragung typisch für die kommende Zeit sein. All das kann aber nur im Rahmen eines friedlichen Wettstreits auf der Basis friedlicher Koexistenz möglich werden. Für die Sowjetunion und ihre Verbündeten ist dies die Herausforderung, die Vorzüge der bewußt gestalteten sozialistischen Gesellschaft auch auf diesem Felde zu demonstrieren.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. sc. nat. DIEDRICH MÖHLMANN
 Institut für Kosmosforschung der Akademie der
 Wissenschaften der DDR
 Rudower Chaussee 5
 Berlin
 DDR - 1199

Raumfahrt in der weltanschaulichen Auseinandersetzung

– aktuelle Probleme –

Die Raumfahrt ist eines jene Gebiete, deren Entwicklung nicht nur wesentlich auf Richtungsbestimmungen, Tempo und Intensität der Prozesse des wissenschaftlich-technischen Fortschritts einwirkt und zugleich aus den Veränderungen in Wissenschaft und Technik neue Impulse erhält. Sie ist und war von Anfang an ebenfalls in die weltanschaulich-philosophischen, ökonomischen, politischen Auseinandersetzungen zwischen Imperialismus und Sozialismus einbezogen. Dabei spielen und spielen auch militärische Aspekte eine wichtige Rolle.

Das ist sicherlich ein Grund dafür, daß seit Beginn der aktiven Raumfahrt, d. h. seit dem Start von Sputnik 1, einerseits immer wieder Befürchtungen über die Möglichkeit des Mißbrauchs der Raumfahrt zur Vorbereitung- und Durchführung von Kriegen durch antihumane Kräfte laut wurden. Andererseits überschätzte man den Beitrag der Raumfahrt zur Lösung globaler irdischer Probleme. Manche meinten sogar, sie könne entscheidend zur Überwindung von Kriegen beitragen, ohne die historisch-konkreten Bedingungen und Klasseninteressen (nicht ihrem objektiven Anliegen nach – jedenfalls in vielen Fällen – sondern in der subjektiven Reflexion!), unter denen Raumfahrt entwickelt wird, zu berücksichtigen und sie verabsolutierten die Gültigkeit ihrer Behauptungen.

Hauptfragen der Auseinandersetzung

Zweifellos liegt das Schwergewicht der weltanschaulich-philosophischen Auseinandersetzung in Vergangenheit und Gegenwart auf der Frage nach dem Sinn und Nutzen der Raumfahrt für die Menschheit und ihre Zukunft. Einzelne Aspekte dieser Frage haben eine unterschiedliche Gewichtung erfahren.

Beispielsweise sind in der Diskussion:

- die gesellschaftlich determinierten Ziele der Weltraumforschung und Raumfahrt,
- die Bedeutung dieser Gebiete für die Grundlagenforschung und die Beschleunigung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts,
- das Verhältnis von Raumfahrt und Humanismus im Zusammenhang mit dem Flug von Menschen in den Kosmos,
- die Beziehungen von Zuverlässigkeit, Sicherheit, Risiko und der Möglichkeit des Auftretens objektiver Zufälle in komplexen technischen Systemen,

– die Beziehungen von Mensch und Automat hinsichtlich der Vorgänge bei der Vorbereitung, Durchführung, Kontrolle sowie Auswertung von Raumflügen usw.

Gegenwärtig spielen z. B. Fragen nach den wissenschaftlichen, technisch-technologischen, ökologischen, sozialen, ökonomischen sowie politischen und eventuell militärischen Folgen des Einsatzes bzw. der Entwicklung entsprechender Technik, der Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse für die Bewertung von Entwicklungsprozessen in Wissenschaft und Technik auch bezogen auf die Raumfahrt eine wesentliche Rolle. Die objektive Dialektik der vor sich gehenden Prozesse zwingt auch nichtmarxistisches Denken vielfach zu einem realistischeren Herangehen an die Bewertung dieser und die Planung zukünftiger Prozesse.

Daher reicht es meines Erachtens heute nicht mehr aus, sich im wesentlichen nur mit Argumenten entsprechender weltanschaulich-philosophischer Richtungen eines „Raumfahrtoptimismus“ oder eines „Raumfahrt pessimismus“ o. ä. auseinanderzusetzen, was noch vor wenigen Jahren die Auseinandersetzung auf diesem Gebiet beherrschte (1). Es geht darum, für die vielen Detailfragen der Frage nach dem Sinn und Nutzen der Raumfahrt für die Menschheit und ihre Zukunft nicht nur entsprechende wissenschaftlich begründete Antworten zu finden (die auch gegen „pessimistische“ oder „optimistische“ Standpunkte Argumente liefern können), sondern sie zugleich in die Hauptfragen unserer Zeit einzuordnen und entsprechend zu werten. Dabei ist es notwendig, Motive der Entscheidungen und des Handelns stärker zu hinterfragen, die zugrunde liegenden Wertvorstellungen und ihre Wandlung in Normen des Handelns entsprechend bestimmter Bedürfnisse und Interessen zu analysieren und mangelnde oder ausreichende Sachkompetenz bezüglich des diskutierten Problems zu berücksichtigen, evtl. Kompetenzerweiterung zu fördern.

Die grundlegende Frage unserer Zeit ist die Frage nach Krieg und Frieden (2). In diesem Spannungsfeld steht die Raumfahrt gegenwärtig in einer Weise, die man in den Jahrzehnten ihrer Entwicklung zuvor nicht beobachten konnte. Dies betrifft nicht nur die in ihr vor sich gehenden Prozesse und zukünftig geplante, sondern gleichfalls die weltanschaulich-philosophische Auseinandersetzung.

Folgendes ist dabei zu berücksichtigen:

1. Hat sich mit der Entwicklung der Raumfahrt in den letzten Jahrzehnten erwiesen, welchen wissenschaftlichen, technisch-technologischen, ökonomischen, kulturellen Nutzen eine Raumfahrt zu ausschließlich friedlichen Zwecken für die Menschheit erbringen kann, ohne daß man unbemannte und bemannte, verantwortungsvoll betriebene Raumfahrt voneinander trennen könnte. Es liegt in der Natur der Sache, daß bestimmte Vorstellungen im

Laufe der Zeit der Korrektur unterliegen: Wissenschafts- und Technikentwicklung verlaufen auch hinsichtlich der Raumfahrt nicht widerspruchsfrei, nicht auf eindeutig vorherbestimmten Bahnen.

2. Zugleich aber haben sich jene Widersprüche verschärft, die eine effektive Nutzung der Raumfahrt zu humanen Zwecken hemmen. Neben einer Reihe anderer Aspekte trägt dazu in erster Linie das Bestreben der gegenwärtigen USA-Administration im Zusammenspiel mit dem Pentagon und den großen Rüstungskonzernen bei, den Weltraum und die Raumfahrt zu militarisieren und damit die Kriegsführung im Weltraum und vom Weltraum aus gegen die Erde vorzubereiten.

3. Dies spiegelt sich auch in der Schärfe der weltanschaulich-philosophischen Auseinandersetzung wider. Dabei sehen wir uns in Grundpositionen des Friedenkampfes nicht nur mit anderen Wissenschaftlern sozialistischer sondern auch kapitalistischer Länder sowie friedliebenden Kräften in der ganzen Welt einig, ohne daß Differenzen in anderen Positionen damit verschwinden würden.

Die **Frage**, die in der Auseinandersetzung in diesem Zusammenhang eine Rolle spielen, konzentrieren sich u. a. auf folgende Probleme:

– Es geht um die Auseinandersetzung mit Auffassungen von einer „technischen Überwindung“ des Krieges. Dem wird die Unsicherheit, Unzuverlässigkeit und das unvertretbare Risiko auf politischem, militärischem und ökonomischem Gebiet, aber auch bezüglich des direkten Funktionierens der komplexen Systeme der kosmischen Rüstung hinsichtlich des Zusammenspiels der einzelnen Komponenten, der Software usw. entgegengehalten. Darauf ist noch ausführlicher einzugehen.

– Es geht heute jedoch darum, wie der Kampf gegen die kosmische Rüstung geführt werden muß. Es hat sich herausgestellt, daß eine Verweigerung der Teilnahme an Forschungen zur Realisierung der kosmischen Rüstung der USA bzw. ihrer Verbündeten ein wichtiger, anzuerkennender Schritt der entsprechenden Wissenschaftler, Ingenieure usw. ist, aber in der Konsequenz letztlich die Prozesse noch nicht aufhält. Es geht dabei um mehr, um die Erweiterung der Kompetenz, d. h. das Hinausgehen über die engen Grenzen der sogenannten Fachkompetenz, um das Nachdenken über die gesellschaftlichen Dimensionen der Krieg-Frieden-Problematik wie auch der wissenschaftlichen Forschung und das öffentliche Engagement gegen den Mißbrauch der Wissenschaft (3).

Mehr „Sicherheit“ durch SDI?

E. TELLER, dessen Haltung zum realen Sozialismus ausreichend bekannt ist und der zu den Hauptbefürwortern der US-amerikanischen kosmischen Rüstung gehört, schrieb in einem Beitrag für die Zeit-

schrift „Physikalische Blätter“ vor einiger Zeit, in dem er zunächst die unrichtige Behauptung aufstellte, die SDI-Systeme würden nur der Verteidigung dienen: „Abwehrwaffen sind für sich allein weder eine Versicherung gegen Krieg noch benden sie das Wettrüsten. Sobald aber das Instrumentarium der Verteidigung leichter erhältlich und billiger sein wird als Angriffswaffen, kann sich das Blatt zugunsten einer internationalen Zusammenarbeit und Entwicklung eines Fundaments für den wahren Frieden wenden. Wir können nur hoffen, daß auf diesem indirekten Weg die Massenvernichtungswaffen ihre Wirkung verlieren und überflüssig werden“ (4). Auf die Demagogie, kosmische Waffensysteme als reine Verteidigungssysteme zu bezeichnen, ist an anderer Stelle schon ausführlich eingegangen worden (5). Mit welchen schönen Bezeichnungen man die Systeme der kosmischen Rüstung auch belegt, es ist klar, daß mit der kosmischen Rüstung der Weltraum in das Konzept eines für die USA „gewinnbaren“ Kernwaffen- krieges einbezogen wird. Die Erstschlagskapazität der USA soll durch geeignete kosmische Systeme „ergänzt“ werden. Die kosmische Rüstung, (mehr als nur SDI umfassend) hat „eine Schlüsselaktion zur Erreichung der angestrebten militärstrategischen Überlegenheit“ (6). Wissenschaftler aus aller Welt, darunter auch aus hochentwickelten kapitalistischen Staaten, haben immer wieder darauf verwiesen, daß mit der Verwirklichung der Pläne zur kosmischen Rüstung der Frieden nicht stabiler wird, sondern insgesamt unsicherer (7).

TELLERS Auffassung geht über die vereinzelte Meinung eines Spezialisten weit hinaus. Sie ist offensichtlich Ausdruck eines höchst offiziellen politischen Standpunktes, der trotz aller Abrüstungsvorschläge der UdSSR von der Verwirklichung des SDI-Pro grammes nicht abrückt. Das zeigt, daß derartige Auffassungen von einer „technischen Überwindung“ des Krieges nicht nur illusionär sind, sondern in der Gegenwart unter den Bedingungen der möglichen Ausdehnung des Wettrüstens auf den Weltraum in der ideologischen Auseinandersetzung ihre Funktion haben und gefährliche Konsequenzen nach sich ziehen.

Sicherlich ist die Auffassung von einer „technischen Überwindung“ des Krieges kein Standpunkt, der heute als völlig neu und nie zuvor formuliert auftaucht. Als illusionäre Standpunkte findet man solche Auffassungen immer wieder in der Entwicklung von Wissenschaft und Technik. Immer dann, wenn neue Erfindungen und Entdeckungen getätigt wurden, entstanden Hoffnungen, daß sie nicht zum Schaden der Menschheit missbraucht würden, sogar, daß eine mögliche militärische Anwendung so schrecklich sei, daß ihre friedliche Nutzung von vornherein gegeben sei bzw. sie zukünftige Kriege unmöglich machen würden. Erinnert sei beispielsweise an die Erfindung des Dynamits und die Hoff-

nungen seines Erfinders NOBEL, an die Entwicklung der Atom- und Kernphysik usw. Dahinter steckten oft humanistische Bestrebungen, eine friedliche Zukunft der Menschheit zu sichern. Auch bei TELLER? Die Verwirklichung der angestrebten Pläne deutet auf eine geplante Zukunft unter US-amerikanischer Vor- oder Weltherrschaft hin.

Hinter den Auffassungen von einer „technischen Überwindung“ des Krieges stecken vielfältige Motive und Interessen, aber auch technizistisch-scientifisch geprägte Standpunkte von der Rolle der Entwicklung von Wissenschaft und Technik in unserer Zeit einschließlich der Verabsolutierung ihrer Möglichkeiten, zur Lösung globaler Menschheitsfragen beizutragen (8).

Mit der Schaffung kosmischer Waffensysteme wird der Frieden nicht sicherer. Dabei geht es nicht nur um die destabilisierende Wirkung der Stationierung entsprechender Systeme hinsichtlich der politischen Lage in der Welt, sondern auch um die technische Zuverlässigkeit der entsprechenden komplexen Systeme.

M. GORBATSCHEW wies u. a. am 27. November 1985 in seiner Rede vor dem Obersten Sowjet der UdSSR auf diese Gefahren hin. Mit der Ausdehnung des Wettrüstens auf den Weltraum würde demnach eine Lage entstehen, in der Entscheidungen von prinzipieller Bedeutung getroffen würden, deren mögliche Folgen unumkehrbar wären. Im Grunde würden diese von Computern, ohne Beteiligung des menschlichen Verstandes, des politischen Willens und ohne Berücksichtigung von Kriterien der Moral und Ethik getroffen werden. Die Entwicklung der Ereignisse könnte zu einer allgemeinen Katastrophe führen, selbst wenn die Ursache ein Fehler, eine falsche Berechnung, ein technisches Versagen der äußerst komplizierten Computersysteme wäre (9).

Das heißt also, die Gefahr der vor sich gehenden Prozesse, die zur Militarisierung des Weltraums und der Raumfahrt führen können, besteht vor allem darin, daß eine von Menschen entworfene und eingesetzte Technik nicht mehr in ausreichendem Maße beherrscht werden kann, wenn diese Pläne Wirklichkeit werden.

Der sowjetische Raumfahrt spezialist B. RAUSCHENBACH betonte in diesem Zusammenhang folgende Aspekte:

- Es geht um die Zuverlässigkeit der Einzelemente. „Keine Mehrfachbestückung und auch keine anderen Methoden zur Erhöhung der Zuverlässigkeit einer Apparatur können hundertprozentig garantieren, daß diese Teile während ihrer Funktionsdauer fehlerfrei arbeiten (10).“
- Die Systeme können durch Fehler bei der Beobachtung ausgelöst werden. War jedoch in der Vergangenheit noch immer Zeit, den Fehler zu erkennen, so lassen die qualitativ neuartigen Waffen keine Zeit zum Überlegen mehr.“

– Kosmische Großsysteme, zu friedlichen Zwecken eingesetzt, funktionieren heute unter normalen Bedingungen, und niemand käme darauf, sie absichtlich zu stören. „Raketenabwehrsysteme aber werden im Ernstfall unter gestörten Bedingungen, unter den Bedingungen von Gegenaktionen in Betrieb sein... Auf diese Weise entsteht ein Raketenabwehrsystem, das nicht nur unter gestörten Bedingungen funktionieren, sondern das auch prinzipiell dagegen gefeit sein muß, daß es unter realen Arbeitsbedingungen ständig korrigiert und repariert werden muß. Und so wächst die Gefahr des Ausbruchs eines Kernwaffenkrieges infolge fehlerhafter automatischer Einrichtungen ins Unvermeidliche“ (11).“

Zugleich bedeutet das, daß die geplanten Systeme ab einem bestimmten Punkt kein Eingreifen der Menschen mehr ermöglichen, daß existentielle Entscheidungen ab einer bestimmten Ebene an Maschinensysteme delegiert werden.

Die hier im Zusammenhang mit den Behauptungen TELLERS hervorgehobene Problematik der (Un-) Zuverlässigkeit großer technischer Systeme auf verschiedenen Ebenen ist dabei nur eine Frage in der Auseinandersetzung (12). Es geht in diesem Zusammenhang unmittelbar um das philosophisch-weltanschauliche Problem des Verhältnisses von Sicherheit, Zuverlässigkeit, Risiko und der Möglichkeit des Auftretens objektiver Zufälle.

TELLER forderte die Wissenschaftler dazu auf, nicht nur neue Massenvernichtungswaffen, sondern auch entsprechende Abwehrwaffen zu entwickeln. Abwehrwaffen würden den Frieden wahrscheinlicher machen, „insbesondere dann, wenn Wissenschaftler gemeinsam an der Entwicklung solcher Instrumente des Friedens arbeiten“ (13).

Es wäre zu fragen, ob die dazu aufzubringenden materiellen und geistigen Ressourcen nicht von vornherein zu ausschließlich friedlichen Zwecken genutzt werden könnten, würde sich sein Land den vorliegenden Vorschlägen zur Beendigung des Wettrüstens und zur Verhinderung seiner Ausdehnung auf den Weltraum anschließen.

Mit TELLERS Denkweise sind die Probleme in der heutigen Zeit nicht lösbar: „Heute aber geht es nicht einfach um den Schutz des Friedens, sondern um den Schutz der gesamten Zivilisation. Der Mensch, der zum erstenmal in seiner Geschichte nicht nur die Mittel, sondern auch die materielle Kraft zur Vernichtung des gesamten Menschengeschlechts besitzt, muß, um seiner Selbsterhaltung willen, die Fesseln der alten Denkweise abschütteln und die Welt, die ihn umgibt, mit neuen Augen betrachten“ (14). „Nur wenn man geduldig das Problemknäuel durch gemeinsame Bemühungen entwirrt, kann man das rettende Mittel finden, den Ariadnefaden, der aus dem Labyrinth der nuklearen Hoffnungslosigkeit in die Welt der Vernunft und der menschlichen Solidarität führt“ (15).

Literatur:

- (1) Vgl. beispielsweise URSUL, A. D.; SCHKOLENKO, Ju. A.: *Tschelowek i wselenaja*. Moskwa 1980.
- (2) Vgl. GROMYKO, A.; LOMEJKO, W.: *Neues Denken im Atomzeitalter*. Leipzig/Jena/Berlin 1985.
- (3) Vgl. BANSE, G.; BUTTKER, K.; HAGER, N.: *Standpunkte von Natur- und Technikwissenschaftlern kapitalistischer Länder im Friedenkampf*. (im Druck).
- (4) TELLER, E.: *Die Waffenabwehr*. In: *Physikalische Blätter*, 42 (1986), 8, S. 291.
- (5) Vgl. z. B. KLEINWÄCHTER, L.; SCHREIBER, W.: *USA-Weltraumrüstung – Hauptgefahr für den Frieden*. Berlin 1986.
- (6) Ebenda, S. 25.
- (7) Vgl. z. B. ENGELS, D.; SCHEFFRAN, J.; SIEKER, E.: *Die Front im All. Weltraumrüstung und atomarer Erstschiß*. Köln 1982.
- (8) Zur Auseinandersetzung mit solchen Positionen vgl. beispielsweise HAGER, N.: *Raumfahrt – Humanismus – Frieden*. In: *Schriftenreihe für den Referenten*. Heft 25/1985. Hrsg. Sektion Raumfahrt beim Präsidium der Urania.
- (9) Vgl. GORBATSCHOW, M.: *Das Leben erfordert keinen Rüstungswettlauf, sondern gemeinsames Handeln für den Frieden*. In: *Gipfeltreffen in Genf 1985*. Berlin 1985. S. 53.
- (10) B. RAUSCHENBACH: *Der Kosmos – ein großes System*. In: *Wissenschaftliche Welt*. Heft 2/1986. S. 13.
- (11) Ebenda, S. 14.
- (12) Vgl. (3).
- (13) (4). S. 292.
- (14) (2). S. 16.
- (15) Ebenda. S. 234.

Anschrift des Verfassers:

Dr. sc. phil. NINA HAGER
Zentralinstitut für Philosophie der AdW der DDR
Otto-Nuschke-Straße 10/11
Berlin
DDR - 1080

Jürgen Hamel

Zur Geschichte der populären Astronomie in Berlin

Nachdem wir anlässlich des 750jährigen Jubiläums von Berlin im Heft 1/1987 über den Werdegang der Fachastronomie in dieser Stadt berichteten, befaßt sich der nachfolgende Beitrag mit der Entwicklung der populären Astronomie in Berlin, deren Zentrum heute in unserer Hauptstadt die Archenhold-Sternwarte ist.

Die Anfänge: JOHANN ELERT BODE

Das Stichwort „Populäre Astronomie in Berlin“ dürfte heute fast automatisch mit der Archenhold-Sternwarte verbunden sein. Doch diese traditionsreiche Einrichtung sowie das neue Großplanetarium unserer Hauptstadt, welches demnächst eröffnet wird, sind gegenwärtig Höhepunkte einer Entwicklung in Berlin, die weit über den Rahmen der Stadt hinausweisende Resultate erbrachte – Traditionen aus mehr als zwei Jahrhunderten.

Als ein isoliert stehendes Beispiel darf CHRIST-FRIED KIRCH (1694–1740) angeführt werden, der 1726 seine „*Merckwürdigen Himmels Begebenheiten*“ ausdrücklich veröffentlichte, um „denjenigen Liehabern der Astronomie zu dienen, welche nur Anfänger seyn“ (s. Bild 3. Umschlagseite).

Eine kontinuierliche Entwicklung der populären Astronomie in Berlin begann Ende des 18. Jahrhunderts. Sie ist mit dem Wirken von JOHANN ELERT BODE (1747–1826) verbunden. Dessen „*Deutliche Anleitung zur Kenntnis des gestirnten Himmels*“ (1. Auflage 1768) wendet sich ausdrücklich an „Liebhaber“ der Astronomie und erfordert keinerlei Vorkenntnisse auf astronomischem Gebiet. In acht Kapiteln stellt BODE die gesamte (damalige) Astronomie vor, wobei etwa die Hälfte des Umfangs von einer Schilderung der monatlich sichtbaren Sternbilder eingenommen wird. Die weiteren Kapitel betreffen die Bewegung der Himmelskörper, Koordinaten, Refraktion usw. sowie „*Betrachtungen über das Weltgebäude im Großen*“, wo BODE nicht nur die physischen Beobachtungen der Planeten darstellt, sondern auch kosmologische und kosmogonische Probleme (z. B. TITIUS-BODE-Reihe, Gedanken zur Entstehung kosmischer Körper).

Das Echo auf diese populäre Astronomie war außerordentlich groß. In recht kurzer Zeit folgten mehrere verbesserte Neuauflagen, noch über den Tod des Verfassers hinaus (11. Auflage 1858).

Mit BODE finden wir erstmals in Berlin den Typ eines Gelehrten, wie er in seiner Zeit und noch lange danach sehr selten war. Neben erfolgreicher wissenschaftlicher Arbeit engagierte sich BODE in der Aufgabenstellung, auch Menschen ohne höhere Schulbildung, vorwiegend der Mittelschichten, Kenntnisse der Astronomie nahezubringen. Damit entsprach er den gesellschaftlichen Entwicklungen seiner Zeit, denn der sich herausbildende Machtanspruch des progressiven Bürgertums war auch mit einem hohen Bildungsanspruch verbunden. Neben weiteren populären Arbeiten BODES ist es als ein bemerkenswertes Detail anzuführen, daß BODE 1810 im Eröffnungssemester der Berliner Universität „*Gemeinnützige Vorlesungen über die zur Astronomie oder allgemeinen Weltbeschreibung gehörigen Wissenschaften*“ hielt.

HUMBOLDTS „Kosmos-Vorlesungen“

Als Wissenschaftsorganisator verfolgte ALEXANDER von HUMBOLDT (1769–1859) das Ziel, in Berlin international konkurrenzfähige, wissenschaftliche Institute zu schaffen. Das schloß auch den Neubau der Sternwarte ein, der nach Entwürfen KARL FRIEDRICH SCHINKELS 1832 ausgeführt wurde. Entsprechend seiner Überzeugung „*Mit dem Wissen kommt das Denken und mit dem Denken der Ernst und die Kraft in die Menge*“ suchte er nach Wegen, wissenschaftliche Erkenntnisse „*in die Menge*“ zu

bringen. Er verfügte, daß die neue Sternwarte zur „*Belehrung und Anregung zu dienen*“ habe. Er selbst hielt 1827/28 die heute fast legendären „*Kosmos-Vorlesungen*“: 61 Vorlesungen an der Universität und 16 öffentliche Vorträge an der Singakademie (heute Maxim-Gorki-Theater). Die Resonanz war außerordentlich groß. Mitunter hatte er mehr als 1 000 Zuhörer ungewöhnlicher sozialer Zusammensetzung: Professoren, Studenten, König und Kronprinz, Künstler, Handwerker, Offiziere und Bürger. Die Vorträge erschienen später unter dem Titel „*Kosmos*“ auch im Druck (s. Bild 3. Umschlagseite).

Die Wirksamkeit HUMBOLDTscher Gedanken: MÄDLER, DIESTERWEG und FOERSTER

Der HUMBOLDTsche Gedanke öffentlicher Darlegung wissenschaftlicher Erkenntnisse besaß eine sehr fruchtbare Wirkung. Die weiteren „Zentralgestalten“ der populären Astronomie in Berlin waren direkte oder indirekte Schüler des berühmten Gelehrten und Staatsmannes.

Das gilt auch für JOHANN HEINRICH MÄDLER (1794–1874), der, selbst mittellos, in Berlin eine private Armenschule leitete und sich autodidaktisch bildete. Im Jahre 1831 wurde er an das berühmte „*Königliche Seminar für Stadtschullehrer*“ von ADOLPH DIESTERWEG (1790–1866) berufen – nicht für naturwissenschaftliche Fächer, sondern als Schönschreiblehrer. Zwar läßt es sich nicht im Detail belegen, doch geht man wohl nicht darin fehl, daß DIESTERWEG in MÄDLER die schon unter dem Eindruck HUMBOLDTS aufgekeimte Überzeugung von der Notwendigkeit der Popularisierung wissenschaftlicher Erkenntnisse verstärkte. Schließlich gab DIESTERWEG seit 1840 in Berlin sein „*Lehrbuch der mathematischen Geographie und populären Himmelskunde*“ mit dem programmatischen Untertitel „*zum Schulgebrauch und Selbstunterricht*“ heraus. Ein Zitat aus dem Vorwort soll DIESTERWEGS Anliegen charakterisieren: „*Die Schrift soll ein Elementarbuch sein, in mehrfachem Sinne. Sie will die Anschauungs-, Denk- und Gemüths kraft, dann die Einbildungskraft und die Phantasie, endlich das praktische Vermögen: Sprechen, Darstellen und Begründen, erregen und beschäftigen, d. h. elementarisch – nach meiner Auffassungsweise ist es ein tiefesinniges, ehrendes Prädicat – wirken.*“ Der Erfolg war hervorragend. Die letzte Auflage von „*DIESTERWEGS Populärer Astronomie*“ – dieser Name wurde geradezu ein Markenzeichen – erschien 1909 in der 21. Auflage!

MÄDLER hatte in Berlin, wohl um 1835, mit Erfolg „*Vorlesungen über Himmelskunde im populären Sinne gehalten*“, aus deren Bearbeitung „*Der Wunderbau des Himmels, oder Populäre Astronomie*“ hervorging. Über die Verantwortung eines Autors populärer Schriften schreibt er in der Einleitung die noch heute bedenkenswerten Worte:

„... es ist gewiss einer der schlimmsten Irrthümer, dass man glaubt, um das Volk zu belehren, brauche man den zu behandelnden Gegenstand selbst nur oberflächlich zu kennen“. Dieses Werk erschien bis 1884 in acht Auflagen.

HUMBOLDTS Verfügung, regelmäßig an der Berliner Sternwarte „Tage der offenen Tür“ (so würden wir heute sagen) durchzuführen, schuf für die Forschung einige Behinderungen. Da aber die Notwendigkeit populärer Arbeit unbestritten war, sann WILHELM FOERSTER (1832–1921), Direktor der Sternwarte und eine der bemerkenswertesten Persönlichkeiten der Berliner Wissenschaftsgeschichte, auf neue Wege. So entstand u. a. der Plan der Schaffung einer Institution, deren Hauptaufgabe in der Popularisierung von Wissenschaft und Technik bestand: die Berliner Gesellschaft URANIA, eine öffentliche „teleskopische, spektroskopische und mikroskopische Schauanstalt zugleich zur Vorführung optischer und elektrischer Experimente“ (1888). FOERSTER entwarf den Plan dieser ersten, populärwissenschaftlichen Institution.

„Urania“, Sternwarte und Planetarium

Zum ersten Direktor der URANIA wurde MAX WILHELM MEYER (1853–1910) berufen, der diese Volksbildungsstätte zu großer Blüte führte. Ihre Finanzierung erfolgte u. a. aus Mitteln der Großindustrie, der Banken sowie durch Gelehrte. Dies war Ausdruck der sich verändernden Anforderungen der modernen Industrie an die Bildung der Werk-tätigen sowie an die Herausbildung einer massenhaften Anwendung moderner Techniken auf der Grundlage der Elektrizität (Beleuchtung, Antrieb, Nachrichtenübermittlung).

Nicht nur die Astronomie wurde an der URANIA gepflegt, sondern auch Physik, Chemie, Technik (besonders Elektrotechnik) u. a. Die URANIA stellte kein exklusives Institut dar, sondern wirkte in einer bemerkenswerten sozialen Breite – eine neue Qualität mit weiter volksbildnerischer Dimension. Hier fand auch der Arbeiter BRUNO H. BÜRGEL (1875–1948) erste Möglichkeiten einer tieferen wissenschaftlichen Beschäftigung. Die Werke dieses in Berlin geborenen Schriftstellers erreichten später ein Millionenpublikum – besonders auch in den sogenannten niederen gesellschaftlichen Schichten. Hier fanden auch MEYERS zahllose kleinere, billige Broschüren ihre Leser.

Über eine zweite, 1896 begründete, volksbildnerische Einrichtung in Berlin braucht an dieser Stelle nicht noch einmal ausführlich geschrieben zu werden – die Treptower Sternwarte, heute nach ihrem Begründer FRIEDRICH SIMON ARCHENHOLD (1861–1939) benannt. Der Große Refraktor, Vorträge berühmter Gelehrter und das „Astronomische Museum“ waren ein Publikumsmagnet und sind es bis heute geblieben. Eine dritte Komponente in diesen Bestrebungen entstand 1925 mit dem Planeta-

rium am Zoo. Es wurde, wie auch die Urania-Sternwarte, ein Opfer des zweiten Weltkrieges.

Die Jahrhundertealten progressiven Traditionen der populären Astronomie in Berlin wirken in ungebrochener Folge bis in die Gegenwart. Die URANIA, der Kulturbund der DDR, die Archenhold-Sternwarte, in der Hauptstadt der DDR ansässige Verlage usw. bieten weitgefächerte Möglichkeiten der Aneignung astronomischen Wissens. Die Kultur- und Bildungspolitik unseres sozialistischen Staates gewährt eine vordem nicht gekannte Entfaltung der Bestrebungen für eine breite Popularisierung der Ergebnisse von Astronomie und Raumfahrt. Unterstützt wird dies durch das mit dem Astronomieunterricht gestiegene Bildungsniveau und das infolge der Beteiligung der DDR an der Raumfahrt vorhandene große Interesse an diesen Dingen.

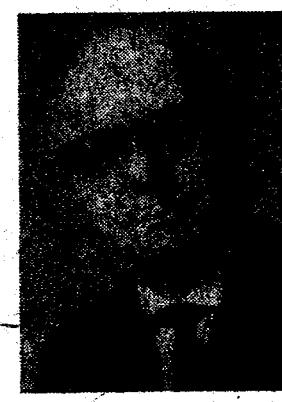
Das Zeiss-Großplanetarium im Ernst-Thälmann-Park wird nicht nur für Berlin neue Maßstäbe populärwissenschaftlicher Arbeit setzen.

Literatur:

- (1) HERRMANN, D. B.: *Friedrich Simon Archenhold und seine Treptower Sternwarte*. Vorträge und Schriften der Archenhold-Sternwarte Nr. 65 (1986).
- (2) HESS, H.: *Aus der Geschichte der Berliner Gesellschaft URANIA (1888–1927)*. Vorträge und Schriften der Archenhold-Sternwarte Nr. 58 (1979).

Anschrift des Verfassers:

Dr. JURGEN HAMEL
Archenhold-Sternwarte
Alt Treptow 1
Berlin-Treptow
DDR - 1193



Johannes Hoppe

30. 4. 1907–20. 4. 1987

Wenige Tage vor Vollendung seines 80. Geburtstages starb Prof. em. Dr. phil. nat. habil. JOHANNES HOPPE, der als Astronom bedeutenden Einfluß auf die Entwicklung der Fachwissenschaft unseres Landes ausübte. Erst unlängst gab die Internationale Astronomische Union dem Planetoiden 1981 VW 1 den Namen HOPPE und ehrte damit die bleibenden Verdienste dieses Gelehrten.

Nach dem zweiten Weltkrieg arbeitete JOHANNES HOPPE als Wissenschaftler mehrere Jahre in der

Sowjetunion. Nach seiner Rückkehr im Jahre 1952 war er als Fachastronom in Forschung und Lehre an der Sternwarte der Friedrich-Schiller-Universität in Jena tätig. Von 1962 bis 1966 stand JOHANNES HOPPE der Sternwarte Berlin-Babelsberg der AdW der DDR als Direktor voran und von 1966 bis 1972 leitete er als Direktor am Heinrich-Hertz-Institut der AdW der DDR die Forschungsgruppe „Hochatmosphärische Leuchterscheinungen“. Die Astronautische Gesellschaft der DDR berief JOHANNES HOPPE 1966 zu ihrem Präsidenten. Er übte diese Funktion bis 1978 aus.

Als Fachastronom war JOHANNES HOPPE stets bestrebt, seine Wissenschaft auch in Wort und Schrift zu popularisieren. Mit Engagement widmete er sich u. a. der Schulastronomie. Vielen dienstälteren Astronomielehrern sind seine interessanten Weiterbildungsvorträge mit einem stets wohl durchdachten methodischen Aufbau in bleibender Erinnerung. Seine Publikation „Planeten, Sterne, Nebel“ half vor allem in den 60er Jahren zahlreichen Astronomielehrern bei der Aneignung eines soliden fachlichen Wissens.

Der Verstorbene war auch Autor von „Astronomie in der Schule“. Nachfolgend veröffentlichten wir das letzte Manuskript, welches JOHANNES HOPPE der Redaktion vorlegte, und worin beschrieben wird, wie er seinen Weg zur Astronomie fand. In dankbarer Erinnerung würdigen wir damit sein Wirken für die Schulastronomie.

Johannes Hoppe †

Wie fand ich zur Astronomie?

Meine Liebe zu den Gestirnen des Himmels erwachte, als ich noch klein war. Mein Vater war Leiter einer Volksschule, an astronomischen und naturwissenschaftlichen Fragen interessiert. Er besaß die 9. Auflage der populären Astronomie von LITTROW, war Kosmosmitglied und hatte die meisten der vierteljährlich erscheinenden populären Veröffentlichungen damals bekannter Schriftsteller, wie WILHELM BÖLSCHE und WILHELM MEYER. Als ich etwas über 3 Jahre alt war, durfte ich am Abend des 23. Mai 1910 auf das vom Boden des Schulhauses zu erreichende flache Dach, das zu betreten sonst verboten war. Dort befanden sich außer meinen Eltern und der mich an der Hand haltenden Schwester auch das Lehrerkollegium. Man wollte den nach Sonnenuntergang über dem westlichen Horizont sichtbaren Halley'schen Kometen beobachten. Ich habe keine Erinnerung an den Kometen und die in seiner Nähe befindliche Venus,

wohl aber an das für mich aufregende Ereignis, dessen Bedeutung ich erst später erfuhr. Einen starken Eindruck machte auf mich die ringförmige Sonnenfinsternis, die sich um die Mittagsstunde des 17. April 1912 ereignete. Mein Vater gab mir ein dunkelblaues Glasfilter, mit dem ich das allmähliche Vorrücken der schwarzen Mondschweibe in die helle Sonne beobachten konnte. Dann war von der Sonne nur noch eine Sichel, wie beim abnehmenden Mond zu sehen. Schließlich blieb von der Sonne nur ein heller Kreisring übrig. Es wurde beängstigend dunkel und kühl. Dann bekam die Sonne die Gestalt des zunehmenden Mondes, und bald war alles vorbei.

Später erklärte mir mein Vater den ganzen Vorgang. Er nahm mich in das von unserer Wohnung nur durch den Treppenflur getrennte Klassenzimmer, wo noch das Modell dieser Finsternis aufgebaut war. Ich mußte durch ein etwa 1 cm großes Loch eines senkrecht stehenden Brettes nach der in ungefähr 1 m Abstand befindlichen 5 cm großen weißen Kugel blicken, während er eine kleinere, aber näher auf einer Leiste befestigte graue Kugel langsam quer zur Blickrichtung so bewegte, daß sie die weiße Kugel genau so bedeckte, wie ich das vorhin bei der Sonne gesehen hatte.

Als im Frühjahr 1913 mein Vater für die Schulabgänger der 8. Klasse an sternklaren Abenden erst im Klassenzimmer einführende Erläuterungen gab und dann auf dem Schulhof die Sternbilder erklärte, durfte ich auch daran teilnehmen. Eine astronomische Religionsstunde, die ich nie vergessen werde, fand im April 1913 statt. Dort war die Schöpfungsgeschichte dran, die ich kannte, so daß ich mich langweilte. Plötzlich wurde ich hellwach, als ich hörte, daß Sonne, Mond und Sterne nicht an der Himmelskugel angeheftet seien, sondern in großen Entfernungen im Weltraum schwebten. Als Beispiel nannte der Lehrer den jetzt am Abendhimmel in den Regenbogenfarben funkeln den hellen Sirius. Sein Licht, das wir heute sehen, sei vor etwa 9 Jahren von ihm ausgestrahlt worden. Dieses neue Weltbild beschäftigte mich noch lange in meiner Freizeit, vor allem die Erkenntnis, daß die Erde eine im Raum freischwebende Kugel sei.

Mein Großvater schenkte mir ein optisches Spielzeug, das er Perspektiv nannte. Es war mein erstes Fernrohr, ein primitiver Galilei-Feldstecher mit etwa zweifacher Vergrößerung. Über dieses Geschenk war ich glücklich und betrachtete oft mit meinem Großvater die Sterne.

Mit 14 Jahren bekam ich die Möglichkeit, ein Internatsgymnasium zu besuchen. Als uns der Physiklehrer an einem Herbstabend den Jupiter mit seinen vier Monden zeigte, wurde mein Interesse an der Astronomie wieder wach. Durch eine zerbrochene Fensterscheibe lernte ich einen Glaser kennen, der Liebhaberastronom war. Wir wurden Freunde, und er lieh mir das Lehrbuch der sphäri-

schen und theoretischen Astronomie von LASKA. Ich durfte das Buch über ein Jahr behalten. Dadurch war mein astronomisches Wissen auf eine exakte Grundlage gestellt und was noch fehlte, holte ich mir zu Hause in den großen Ferien aus dem LITROW. Durch die Beschäftigung mit der Astronomie fand die zwangsläufige Wandlung vom astronomischen Weltbild zur wissenschaftlichen Weltanschauung statt, in der mittelalterliche Vorstellungen keinen Platz mehr hatten. Es gab oft leidenschaftliche Auseinandersetzungen mit meinen Klassenkameraden von der Entstehung des Planetensystems bis zur Abstammung des Menschen. Diese weltanschaulichen und naturwissenschaftlichen Diskussionen hatten ein allgemeines Interesse an astronomischen Fragen zur Folge, so daß ich mich entschloß, eine astronomische Zeitschrift unter dem Namen URANOS handschriftlich auszuarbeiten. Der URANOS erlebte von 1926 bis 1928 drei Jahrgänge.

Nach dem Abitur hatte ich kein Geld zum Studium, bekam viele gutgemeinte, aber nicht realisierbare Vorschläge. Darunter war auch der, durch Stellen von Horoskopen mein Astronomiestudium zu finanzieren. Als ich mir keinen Rat mehr wußte, schickte ich die drei Jahrgänge des URANOS an ALBERT EINSTEIN und fragte ihn, ob er mir zum Studium raten würde. Sein Urteil war positiv und er riet mir, mich an eine Studienstiftung zu wenden. Zugleich stellte mich CUNO HOFFMEISTER als Rechner in der Sonneberger Sternwarte ein, wo ich über zwei Jahre bis zum Beginn des Studiums in Leipzig an den wissenschaftlichen Arbeiten und Beobachtungen teilnahm. Nach drei Semestern setzte ich mein Studium in Jena fort, wo ich als Hilfsassistent und Beobachter der Klimastation einen Raum im Dachgeschoß der Sternwarte bewohnte. Da ich die mir erteilte Doktorarbeit vorfristig fertiggestellt hatte, wurde ich noch während meines 8. Semesters zur mündlichen Prüfung zugelassen. Danach arbeitete ich ein Jahr lang in der Volksbildung als Assistent der Treptower Sternwarte, wurde dann von meinem Doktorvater als wissenschaftlicher Assistent an die Friedrich-Schiller-Universität nach Jena zurückgeholt.

Spezialkurs zur Weiterbildung im Fach Astronomie in Jena

Im Kurs werden neue astronomische Beobachtungsgeräte vorgestellt und unter Anleitung von Fachastronomen entsprechende Beobachtungen und Auswertungen durchgeführt. Es werden Anregungen zur Durchführung der obligatorischen Schülerbeobachtungen gegeben. Außerdem vermittelt der Kurs Erkenntnisse über Doppelsterne, Veränderliche, Röntgensterne und Radioquellen.

Der Kurs findet vom 8. 2. bis 12. 2. 1988 an der Friedrich-Schiller-Universität Jena statt. Anmeldungen müssen bis zum 30. 11. 1987 an das Bezirkskabinett für Unterricht und Weiterbildung Gera, Goethestraße 12, Gera, 6500, erfolgen.

Zum Unterricht nach dem neuen Lehrplan

Im Heft 3/1987 erschienenen Hilfen zur Durchführung der schulastronomischen Beobachtungen und zur Behandlung der Stoffeinheiten 1.1. und 1.2. In den folgenden Beiträgen geben wir Empfehlungen zur unterrichtlichen Gestaltung der Stoffeinheiten 2.1. „Überblick über das Sonnensystem“ und 2.2. „Planeten“.

Helmut Bernhard

Zur Stoffeinheit „Überblick über das Sonnensystem“

1. Inhaltliche Schwerpunkte

In der Stoffeinheit „Überblick über das Sonnensystem“ eignen sich die Schüler Kenntnisse von den gegenwärtigen Vorstellungen über den Aufbau des Sonnensystems an und erhalten Einblick, wie sich diese Erkenntnisse in einem historischen Prozeß entwickelten. Dieser Entwicklungsgang soll im Denken der Schüler nachvollzogen werden. Deshalb ist es zweckmäßig, zunächst an ausgewählten Beispielen den geschichtlichen Werdegang der Herausbildung heutiger Vorstellungen vom Sonnensystem zu erörtern. Anschließend erfahren die Schüler, welche Erkenntnisse die Wissenschaft gegenwärtig vom Aufbau des Sonnensystems besitzt. Es ist sinnvoll, die Stoffeinheit nach folgenden Unterrichtsinhalten zu gliedern, die zugleich stoffliche Schwerpunkte deutlich werden lassen:

Zur Entwicklung unserer Kenntnisse vom Sonnensystem

- Weltbilder des Altertums bis zur Herausbildung des geozentrischen Weltbildes
- Das heliozentrische Weltbild als Wende in der Astronomie
- Kampf um die Durchsetzung des heliozentrischen Weltbildes

Unser gegenwärtiges Bild vom Aufbau des Sonnensystems

- Sonne als Massezentrum des Systems
- Planeten, ihre Anordnung um die Sonne und Entfernung im Sonnensystem
- Andere Himmelskörper des Sonnensystems

Im Ergebnis des Unterrichts sollen folgende Ziele erreicht werden: **Die Schüler**

- kennen das heliozentrische Weltbild
- können den räumlichen Aufbau des Sonnensystems mit Hilfe eines Modells beschreiben
- haben Einsichten in die Bedeutung des heliozentrischen Weltbildes für den wissenschaftlichen Fortschritt und für die weltanschauliche Auseinandersetzung im Mittelalter
- haben Einblick in die Weltbilder des Altertums, insbesondere in das geozentrische Weltbild

- kennen einige wichtige Merkmale der Himmelskörper des Sonnensystems
- kennen die Astronomische Einheit als Grundlage für Entfernungsangaben im Sonnensystem.

2. Empfehlungen zum methodischen Vorgehen bei ausgewählten Schwerpunkten der Stoffeinheit

2.1. Das heliozentrische Weltbild als Wende in der Astronomie

Um mit den Schülern zielführend zu erarbeiten, warum das heliozentrische Weltbild eine Wende in der Astronomie einleitete, müssen dem Lehrer folgende qualitative Unterschiede zwischen dem geozentrischen und dem heliozentrischen Weltbild bewußt sein:

Das geozentrische Weltbild

- faßte die astronomischen Erkenntnisse des Altertums zu einem einheitlichen Bild vom Aufbau des Weltalls zusammen
- war eine wissenschaftliche Erklärung des Weltbaus auf der Grundlage der damaligen Vorstellungswelt
- geht von der unmittelbaren Wahrnehmung aus, beschreibt die Erscheinungen, dringt jedoch nicht in ihr Wesen ein
- ermöglichte auf der Grundlage des damaligen Standes der Meßtechnik über 1400 Jahre annähernd richtige Voraussagen der Planetenörter
- wurde im Mittelalter als angeblicher naturwissenschaftlicher Autoritätenbeweis teilweise in das christliche Weltbild integriert.

Das heliozentrische Weltbild

- hebt die Mittelpunktstellung der Erde und den angeblichen Unterschied zwischen einer irdischen und himmlischen Welt auf und beinhaltet die natürigesetzliche Einheit von Erde und Kosmos
- erklärt die räumliche Anordnung der Planeten richtig und ist somit Grundlage zur Ausarbeitung einer physikalischen Theorie über das Sonnensystem
- zwingt zum Unterscheiden zwischen beobachteten und wahren Bewegungen der Himmelskörper und zum Erkennen ihrer wahren Bewegungen und schafft somit Grundlagen für die Ausarbeitung der physikalischen Bewegungsgesetze
- gibt Impulse zum näheren Studium der sogenannten Fixsternsphäre, wodurch sich die Erkenntnis herausbildet, daß das Weltall eine Vielzahl von Sonnen besitzt, unter denen unser Sonnensystem keine Sonderstellung einnimmt
- wirft die Frage auf, ob die Himmelskörper unveränderlich sind
- führt zu einer qualitativen Veränderung des Wahrheitsbegriffs in der wissenschaftlichen Erkenntnis, weil der Prüfstein für die Richtigkeit einer wissenschaftlichen Aussage nicht das Bibelwort sondern die objektive Realität ist.

Die Schüler sollen vor allem erkennen, daß das

geozentrische Weltbild von der Annahme ausging, daß die Erde im Weltzentrum ruhe und daß ein grundsätzlicher Unterschied zwischen Erde und Himmelskörpern bestehe. Ihnen muß ferner bekannt sein, daß das geozentrische Weltbild im frühen Mittelalter mit dem christlichen Weltbild harmonierte.

Vom heliozentrischen Weltbild sollen die Schüler vor allem wissen, daß es den räumlichen Aufbau des Sonnensystems richtig widerspiegelt und Auffassungen vom angeblichen Unterschied zwischen Erde und Himmel sowie eine Sonderstellung der Erde im Weltall widerlegt.

Damit die Schüler begreifen, warum das Weltbild des COPERNICUS eine Wende in der Astronomie einleitete, ist es zweckmäßig, mit Hilfe der Lehrbuchabbildungen des geozentrischen und des heliozentrischen Weltbildes eine vergleichende Betrachtung durchzuführen. Die Schüler beschreiben zunächst den Aufbau der beiden Weltbilder. Dann erläutern sie, welcher Erkenntnisfortschritt durch das copernicanische Weltbild vollzogen wurde. Im anschließenden Unterrichtsgespräch läßt sich herausarbeiten, daß die copernicanische Erkenntnis über die wirkliche Stellung der Erde im Weltall eine tiefgreifende Umwälzung in den Anschauungen von der Welt einleitete und daß durch die Anerkennung der materiellen Einheit der Welt die wissenschaftliche Erforschung des Weltalls möglich wurde.

2.2. Der Kampf um die Durchsetzung des heliozentrischen Weltbildes

Die unterrichtliche Erörterung der Auseinandersetzung um das heliozentrische Weltbild im Mittelalter und der Standhaftigkeit der Vertreter dieses Weltbildes gegenüber den Anfeindungen und Verfolgungen der damals herrschenden Klasse läßt sich – wie die nachfolgenden Beispiele von GIORDANO BRUNO und GALILEO GALILEI zeigen – mit Hilfe von Schilderungen emotional wirkungsvoll gestalten.

GIORDANO BRUNO war ein leidenschaftlicher Verfechter des heliozentrischen Weltbildes. Wegen seines standhaften Eintretens für dieses Weltbild wurde er von der Inquisition sieben Jahre in Haft gehalten und vielen Verhören unterzogen. Nach seiner Auffassung vom Weltall befragt, gab er seinen Anklägern folgende Antwort:

„Ich nehme ein unendliches Weltall an, das von einer unendlichen göttlichen Macht geschaffen ist; denn ich hielt es für göttliche Güte und Allmacht unwürdig, wenn sie neben dieser Welt nicht noch eine andere, ja unzählig andere hätte erschaffen können. So habe ich denn erklärt, daß es unzählige Welten gibt ähnlich dieser Erde, die ich für ein ähnliches Gestirn halte wie der Mond und die Planeten und zahllose Sterne. Alle diese Weltkörper halte ich für Welten und ihre Zahl für unbegrenzt; sie bilden die Gesamtheit des unendlichen Universums“ (Akten des Prozesses der Inquisition gegen GIORDANO BRUNO. In: GIORDANO BRUNO: Von der Ursache, dem Prinzip und dem Einen. Reclam-Verlag, Leipzig 1984).

BRUNO wurde 1600 von der Inquisition zum Tode verurteilt. Die römische Zeitung (Avisi di Roma) berichtet über das Urteil und die Hinrichtung **GIORDANO BRUNOS** am 19. 2. 1600 wie folgt:

„**GIORDANO BRUNO** wurde in Wort und Schrift der Ketzerrei angeklagt. Die Inquisition hat ihn oft verhört und immer wieder Frist gegeben, sich von seinen Dummheiten zu befreien. Er wollte sich besinnen, verteidigte aber dann erneut seine Dummheiten. Am 9. Februar 1600 empfing er in Gegenwart hochedler Kardinäle des Heiligen Inquisitionsamtes . . . und in Gegenwart der theologischen Räte und des weltlichen Magistrats des Herrn Bürgermeisters sein Urteil. Der Mönch **GIORDANO BRUNO** wurde in den Saal des Palastes hereingeführt und mußte auf den Knien das gegen ihn gefallte Urteil anhören. Dieses lautete ungefähr folgendermaßen: Zunächst wurde über sein Leben, seine Studien und seine Ansichten Bericht erstattet und dargelegt, welche Mühe sich die Inquisition gegeben hat, um ihn zu bekehren und brüderlich zu ermahnen und welche Hartnäckigkeit und Unfrömmigkeit er bezeugt habe. Danach wurde er aus dem Mönchsorden und aus der Kirche ausgestoßen und dem weltlichen Amt zur Bestrafung übergeben mit dem Ersuchen, ihn so mild als möglich und ohne Blutvergießen zu bestrafen. Als dies alles beendet war, hat jener nichts anderes geantwortet als mit drohender Gebärde: „Mit größerer Furcht verkündet ihr vielleicht das Urteil gegen mich, als ich es entgegennehme!“ So wurde er von Stadtknechten in das Gefängnis abgeführt und dort noch eine Zeitlang bewacht, in der Hoffnung, daß er auch jetzt noch seinen Irrtum widerufen möge, aber vergeblich. Heute also ist er zum Scheiterhaufen oder Brandpfahl geführt worden. Als hier dem schon Sterbenden das heilige Kruzifix vorgehalten wurde, wandte er mit verachtender Miene sein Haupt und ist so geröstet und eleidiglich eingegangen.“

(In: **GIORDANO BRUNO**: Von der Ursache, dem Prinzip und dem Einen. Reclam-Verlag, Leipzig 1984.)

GALILEO GALILEI erfuhr von der Erfindung des Fernrohrs und baute sich selbst ein Instrument, was er 1609 erstmals zum Himmel richtete. Dabei machte er Entdeckungen, die das menschliche Auge ohne Fernrohr nicht wahrnehmen kann. So schrieb er über seine Mondbeobachtungen:

„Aus häufig wiederholten Beobachtungen zog ich den Schluß und bin überzeugt, daß die Oberfläche nicht ganz glatt und gleichmäßig ist und die genaueste Rundung besitzt, wie die große Menge der Philosophen hier und bei den anderen Himmelskörpern annimmt, sondern im Gegenteil ungleichmäßig, rauh und besät mit Niederungen und Erhöhungen ist, nicht anders als die Erde selbst, welche hier Berge und dort Täler aufweist . . .“

Aus der Entdeckung der vier großen Jupitermonde zog **GALILEI** den Schluß, daß sie ein unträgliches Argument zugunsten des heliozentrischen Weltbildes sind, wozu er auch öffentlich Stellung nahm. Seine Schriften erregten großes Aufsehen und leiteten die Auseinandersetzung mit der kirchlichen Inquisition ein. 1616 wurde er zum Großinquisitor beordert. Im Protokoll dieser Aussprache lesen wir:

„. . . seine Meinung, daß die Sonne das Zentrum der Welt und unbeweglich sei, die Erde hingegen sich bewege, ganz und gar aufzugeben und dieselbe fernerhin weder in irgendeiner Weise festzuhalten noch zu lehren oder gar zu verteidigen durch Wort und Schrift, widrigenfalls werde gegen ihn das Heilige Offizium vorgehen.“

(Protokoll der Akten vom 26. 2. 1616)

Trotzdem beschäftigte sich **GALILEI** weiterhin intensiv mit dem heliozentrischen Weltbild und verfaßte sein Hauptwerk „Dialog über die beiden Weltsysteme“, welches 1632 erschien. Darin wird das Für und Wider des geozentrischen und heliozentrischen Weltbildes mit dem Vorsatz erörtert, den Leser von der Richtigkeit der heliozentrischen Auffassung zu überzeugen. Diesmal bekam **GALILEI** eine Vorladung vor das Inquisitionstribunal, welches mit ihm zahlreiche Verhöre führte und dann folgenden Urteilsspruch fällte:

„Der Prozeß ergab, daß Du Dich **GALILEI** der Häresie sehr verdächtig gemacht hast; das heißt, da du eine Lehre geglaubt und an ihr festgehalten hast, welche falsch und der Heiligen Schrift zuwider ist, . . . so daß du in alle Strafen verfallen seiest, welche gegen derartige Fehlende bestimmt und über sie verhängt sind. Von dieser wollen wir dich freisprechen, sobald du aufrichtigen Herzens und nicht mit erheucheltem Glauben abschwörst, verfluchtest und verwünschest deine Irrtümer und Ketzereien, nach der Formel, wie wir sie dir vorlegen.“

Nachdem **GALILEI** die Abschwörungsformel Wort für Wort nachsprechen und anschließend unterschreiben mußte, wurde ihm mitgeteilt:

„Damit aber dieser, dein schwerer und verderblicher Irrtum nicht ganz ungestraft bleibe und du in Zukunft vorsichtiger verfahrenrest, auch anderen zum Beispiel dienest, daß sie sich von dergleichen Vergehen enthalten, wird das Buch ‚Dialogo‘ von **GALILEI** durch eine öffentliche Verordnung verboten. Dich aber verurteilen wir zum förmlichen Kerker (Hausarrest) für eine nach unserem Ermessen bestimmende Zeitspanne und tragen dir als heilsame Buße auf, in den folgenden drei Jahren wöchentlich einmal die sieben Bußsalmen zu sprechen“ (D. WATTENBERG: **GALILEO GALILEI**. Vorträge und Schriften der Archenhald-Sternwarte, Berlin 1964).

Anschrift des Verfassers:
OSTR Dr. HELMUT BERNHARD
Postfach 440
Bautzen
DDR - 8600

Klaus Ullerich

Zur Stoffeinheit „Planeten“

1. Inhaltliche Schwerpunkte

Die Stoffeinheit „Planeten“ nimmt mit ihren drei Stunden eine wichtige Stellung im Stoffgebiet „Das Sonnensystem“ ein. In ihrem Zentrum stehen die Bewegungen und einige physikalische Eigenschaften der Planeten. Mit diesen Schwerpunkten werden wichtige Grundlagen für das Verständnis beobachtbarer Erscheinungen am Himmel gelegt. Die Kenntnis der Stellung der Erde im Sonnensystem, ihrer jährlichen Bewegung und des daraus resultierenden Einflusses auf die Beobachtungsmöglichkeiten anderer Himmelskörper ist eine Grundlage für das Erklären der Sichtbarkeit eines Planeten.

In den „Zielen und Aufgaben“ des Lehrplans heißt es, der Astronomieunterricht hat „einen Beitrag zur Herausbildung der Überzeugung der Schüler von der Erkennbarkeit des Weltalls“ zu leisten. Das geschieht z. B. dadurch, daß die Schüler „erkennen, daß Vorgänge im Weltall durch Anwendung erkannter Naturgesetze erklärt und vorhergesagt werden können“. Zur Erfüllung dieser Forderung trägt die Stoffeinheit bei, in der die wahren Bewegungen der Planeten und ihre scheinbaren Bewegungen relativ zu den Sternen behandelt werden. Eine ähnliche Unterrichtssituation finden wir bei der Behandlung der Stoffeinheit „Mond“ vor, in der es ebenfalls darum geht, Erscheinung und Wesen eines Sachverhalts zu behandeln. Es ist zweckmäßig, bei der Behandlung der Bewegungen dieser Himmelskörper unterschiedlich vorzugehen. So bietet es sich an, in der Stoffeinheit „Planeten“ von den den Schülern aus dem Physikunterricht bekannten wahren Bewegungen auszugehen und auf die beobachtbaren Bewegungen zu schließen, sie vorherzusagen, was dann z. B. durch die Beobachtung des Planeten Mars bestätigt werden kann. Bei der Behandlung des Mondes wird dann der umgekehrte Weg gegangen, nämlich von der Erscheinung zum Wesen.

Aus diesen Überlegungen heraus läßt sich der Lehrplan-Inhalt zweckmäßig so gliedern:

- **Wahre Bewegungen der Planeten (KEPLERSche Gesetze; Anwendung der KEPLERSchen Gesetze und des Gravitationsgesetzes, Umlauf der Erde)**
- **Scheinbare Bewegungen der Planeten, Sichtbarkeit der Planeten**
- **Physikalische Eigenschaften der Planeten, erd- und jupiterartige Planeten**

Die Behandlung dieser stofflichen Schwerpunkte soll zu folgenden Ergebnissen führen:

Die Schüler

- kennen die KEPLERSchen Gesetze,
- können die wahren Bewegungen der Planeten mit Hilfe der KEPLERSchen Gesetze beschreiben und mit Hilfe des Gravitationsgesetzes erklären,
- können die Bewegungen der Planeten relativ zu den Sternen erklären,
- können die scheinbare jährliche Bewegung der Sonne erläutern,
- können aus der Stellung eines Planeten zur Sonne und zur Erde auf seine geozentrische Sichtbarkeit schließen,
- kennen die wichtigsten Unterschiede zwischen den erdartigen und den jupiterartigen Planeten und die Zuordnung der Planeten zu diesen Gruppen,
- kennen einige Besonderheiten des beobachteten Planeten.

Bei den Schülern wird durch das Erkennen der Berechenbarkeit der Planetenpositionen die Einsicht gefestigt, daß der Mensch in der Lage ist, die Vor-

gänge im Weltall durch Anwendung erkannter Naturgesetze zu erklären und vorherzusagen.

Was gilt es nun zu beachten, wenn die genannten Lehrplaninhalte erarbeitet werden, und welche methodischen Wege bieten sich zur Lösung der auftauchenden Probleme an?

2. Zu den wahren Bewegungen der Planeten

Schwerpunkte dieses Stoffabschnittes sind die Beschreibung der Bewegung der Planeten um die Sonne mit Hilfe der KEPLERSchen Gesetze und ihre Erklärung mit Hilfe des Gravitationsgesetzes sowie die jährliche Bewegung der Erde und ihre Erscheinung am Himmel.

Zu den KEPLERSchen Gesetzen

Zur Motivierung bietet sich das Lesen des Textes an, der im Lehrbuch den Abschnitt „Planeten“ einleitet; in ihm wird – unterstützt durch eine Abbildung – die Neptun-Entdeckung geschildert. Damit wird die Frage aufgeworfen, wie solch eine „Schreibtisch-Entdeckung“ möglich war. Die KEPLERSchen Gesetze sind im neuen Lehrbuch wie folgt formuliert worden:

Das 1. KEPLERSche Gesetz beschreibt die Form der Planetenbahnen. Die Planeten bewegen sich auf kreisähnlichen Bahnen (Ellipsen) um die Sonne. Die Sonne steht annähernd im Mittelpunkt der Bahnen. Das 2. KEPLERSche Gesetz macht eine Aussage über die Geschwindigkeit eines Planeten beim Umlauf um die Sonne. Ein Planet bewegt sich auf seiner Bahn unterschiedlich schnell. In Sonnnähe ist seine Geschwindigkeit etwas größer als in Sonnenferne.

Das 3. KEPLERSche Gesetz beschreibt den Zusammenhang zwischen der Umlaufzeit T eines Planeten um die Sonne und dem Radius r seiner Bahn.

$$\frac{r^3}{T^2} = \text{const.}$$

Das 1. KEPLERSche Gesetz ist den Schülern dem Inhalt nach nicht mehr völlig unbekannt; schon in der Stoffeinheit 2.1. wird bei der Beschreibung des Sonnensystems davon ausgegangen, daß die Planetenbahnen nicht kreisförmig sind und die Sonne keine Mittelpunktstellung hat. Mit dieser Formulierung des Gesetzes im Lehrbuch wurde erreicht, daß der Erkenntnisfortschritt KEPLERS über die Bahnform erfaßt wurde, der darin besteht, daß er auf das Axiom verzichtet, Himmelskörper müßten sich als ideale Gebilde auf Kreisbahnen bewegen. Das Herausrücken der Sonne aus ihrer bisherigen Mittelpunktstellung ist auch für die weltanschauliche Erziehung der Schüler wichtig. Bei der Formulierung wurde berücksichtigt, daß den Schülern die geometrischen Parameter der Ellipse wie Brennpunkt, Halbachsen usw. nicht bekannt sind, weshalb die Bahnen als „kreisähnlich“ charakterisiert werden. Das ist berechtigt, weil auch im Physikunterricht bei Anwendung des Gravitationsgesetzes auf die Bewegung von Satelliten Kreisbahnen zugrunde gelegt werden.

Das 2. KEPLERsche Gesetz bietet mit dieser Formulierung die Möglichkeit, es aus dem Gesetz von der Erhaltung der Energie bei mechanischen Vorgängen herzuleiten. Die Abnahme der potentiellen Energie eines Planeten bei Annäherung an die Sonne führt zur Erhöhung der kinetischen Energie und wegen der Konstanz der Masse des Planeten zur Vergrößerung seiner Geschwindigkeit. Diesen Schluß können und sollen die Schüler im Astronomieunterricht vollziehen. Es ist aber nicht vorgesehen, das 2. KEPLERsche Gesetz in Form einer Gleichung darzustellen. Wird bei der Veranschaulichung des Sachverhalts der Kassettenfilm „KEPLERsche Gesetze“ eingesetzt, muß der Lehrer durch seinen Kommentar darüber hinwegführen, daß im Film die Flächengeschwindigkeit betont wird. Es ist aber auch möglich, das 2. KEPLERsche Gesetz lediglich mit Hilfe der entsprechenden Lehrbuch-Abbildung zu erläutern. Um die geringe Abweichung der Bahngeschwindigkeiten vom Mittelwert zu verdeutlichen, kann der Hinweis gegeben werden, daß die Bahngeschwindigkeit Erde in Sonnen Nähe rund $31 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$, in Sonnenferne rund $29 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ beträgt.

Das 3. KEPLERsche Gesetz wird mit Hilfe einer Gleichung ausgedrückt, Die Einführung des Taschenrechners gibt die Möglichkeit, daß die Schüler selbst aus Bahnradien und Umlaufzeiten der Planeten die Konstanz des Quotienten $\frac{r^3}{T^2}$ nachweisen. Dabei sollte die Möglichkeit nicht außer acht gelassen werden, daß die Schüler auch andere, „falsche“ Quotienten berechnen können – z. B. in Gruppenarbeit –, um zu begreifen, welche Leistung KEPLER vollbringen mußte, ehe er ohne Rechenhilfsmittel zur Erkenntnis dieses Gesetzes kam. Die Erarbeitung des 3. KEPLERschen Gesetzes durch die Schüler ist im Astronomieunterricht ein Musterbeispiel für das von empirischen Tatsachen ausgehende Erarbeiten eines Gesetzes. Für die Formulierung des Gesetzes in der vorliegenden Form spricht auch, daß z. B. im fakultativen Unterricht den Schülern der Zusammenhang dieses Gesetzes mit dem Gravitationsgesetz durch mathematische Umformung nachgewiesen werden kann. Bei der Interpretation der Gleichung des 3. KEPLERschen Gesetzes gibt es jedoch folgendes zu beachten: Die Aussage, daß weiter von der Sonne entfernte Planeten größere Umlaufzeiten als näherliegende haben, halten die Schüler wegen der offensichtlich größeren Länge der Bahn für selbstverständlich, da sie oft von der gleichen durchschnittlichen Bahngeschwindigkeit der Planeten ausgehen. Es ist deshalb wesentlich, den Schülern zu erläutern, daß von der Sonne weiter entfernte Planeten eine geringere mittlere Bahngeschwindigkeit als sonnenähnere haben. Das kann den Schülern durch eine Berechnung klargemacht werden, indem die Gleichungen $\frac{r^3}{T^2} = \text{konstant}$ und $v = \frac{2\pi r}{T}$ miteinander kombiniert werden. Es genügt und ist durchaus

im Sinne des Lehrplans, den angesprochenen Sachverhalt der Tabelle im Lehrbuch zu entnehmen. Diese Tabelle enthält die mittleren Bahngeschwindigkeiten der Planeten und läßt die Abnahme der Geschwindigkeit mit zunehmendem Abstand von der Sonne erkennen. Der Sachverhalt kann auch mit Hilfe des Kassettenfilms erläutert werden, so wie es natürlich auch denkbar wäre, das ganze 3. KEPLERsche Gesetz mit Hilfe des Kassettenfilms zu erarbeiten und die Quotienten als Hausaufgabe berechnen zu lassen. Letztlich geht es darum, daß die Schüler wissen, daß sonnenähnere Planeten sonnenfernere beim Umlauf um die Sonne überholen. Mit diesem Wissen ist es möglich, die scheinbaren Bewegungen der Planeten relativ zu den Sternen zu verstehen und diese von der Erde aus zu beobachtende Erscheinung vorherzusagen bzw. zu erklären. Zum Erklären der scheinbaren Bewegung eines Planeten sollen die Schüler befähigt werden, so verlangt es eine im Lehrplan ausgewiesene Schülertätigkeit, deren weltanschauliche Bedeutsamkeit darin besteht, daß mit einem Naturgesetz Vorgänge am Himmel erklärt oder vorhergesagt werden können.

Es sollte bei der Behandlung der KEPLERschen Gesetze Wert darauf gelegt werden, auch mit dem Begriff „mittlere Bahngeschwindigkeit“ zu arbeiten, da sonst die Gefahr besteht, daß es für die Schüler zu keiner klaren Unterscheidung der Aussagen des 2. und 3. KEPLERschen Gesetzes über die Bahngeschwindigkeit kommt. Den Schülern muß klar werden, daß es im 2. KEPLERschen Gesetz um die wechselnde Bahngeschwindigkeit eines Planeten während seines Umlaufes geht, während das 3. KEPLERsche Gesetz eine Schlußfolgerung auf die unterschiedlichen mittleren Bahngeschwindigkeiten mehrerer Planeten zuläßt. Auch muß deutlich gemacht werden, daß die Bahngeschwindigkeit eines Planeten nicht mit seiner Rotationsgeschwindigkeit verwechselt werden darf, die bei der Behandlung der „Physikalischen Eigenschaften der Planeten“ eine Rolle spielt.

Zur Anwendung des Gravitationsgesetzes

Wir weisen darauf hin, daß es vor allem darum geht, das Gravitationsgesetz zu nutzen, um den Umlauf der Planeten um die Sonne zu erklären. Der Lehrplan weist dazu eine Schülertätigkeit aus, die das Erklären des Umlaufs der Erde um die Sonne zum Inhalt hat. Numerische Berechnungen mit dem Gravitationsgesetz sind aus Zeitgründen im Unterricht nicht zu empfehlen.

Zum Umlauf der Erde

Der Sachverhalt ist den Schülern im Prinzip bekannt. Im Unterricht kommt es nun darauf an, mit Hilfe der KEPLERschen Gesetze eine genauere Beschreibung der jährlichen Bewegung der Erde zu erarbeiten, diese Bewegung der bereits behandelten täglichen Bewegung gegenüberzustellen – vor allem auch ihren Erscheinungen – und die Wider-

Spiegelung des Erdumlaufs am Himmel zu erläutern. Letzteres ist für die Schüler erfahrungsgemäß nicht leicht einsehbar. Das Lehrbuch bietet zur Erläuterung eine Abbildung an, die dadurch unterstützt werden kann, daß man das Tellurium mitten im Raum aufstellt und von den Schülern während der Demonstration des Erdumlaufs am Gerät beschreiben läßt, wie sich der Ort der Sonne für den irdischen Beobachter an der Himmelskugel und entsprechend der für ihn sichtbare Teil des Sternhimmels verändert. Das kann auch mit Hilfe zweier Schüler erreicht werden, die die Sonne bzw. die Erde darstellen. Bei der Auswertung der Demonstration vollziehen die Schüler die im Lehrplan ausgewiesene *Schüleraktivität: Erläutern der scheinbaren jährlichen Bewegung der Sonne*. Am Tellurium läßt sich auch die gleichbleibende Neigung der Erdachse als Ursache für die Entstehung der Jahreszeiten deutlich machen. Damit wird der weitverbreiteten falschen Auffassung entgegengewirkt, daß der schwankende Abstand der Erde zur Sonne darauf von Einfluß sei.

Neben diesen stofflichen Schwerpunkten fordert der Lehrplan einige **Hinweise**, die zwar als solche nur wenig Zeit in Anspruch nehmen sollen, nichtsdestoweniger aber für die Erreichung der Bildungs- und Erziehungsziele unverzichtbar sind:

- Der Hinweis auf die spätere Neptun-Entdeckung – das war als Ausgangspunkt und Motivation vorgeschlagen worden – dient der Festigung der Einsicht von der Vorhersagbarkeit von Erscheinungen im Weltall infolge geltender Gesetze und schließt den Rahmen, der mit der Problemstellung eröffnet wurde.

- Der Hinweis auf die Bedeutung der KEPLERschen Gesetze und des Gravitationsgesetzes bis in die heutige Zeit bezieht sich vor allem auf die Raumfahrt, die sich der Gesetze der Himmelsmechanik bedient.

- Der Hinweis auf das Zustandekommen der jährlichen Parallaxe an Hand der Abbildung im Lehrbuch und auf die Tatsache, daß es erst relativ spät möglich wurde, eine Sternparallaxe zu messen, macht den Schülern die Problematik der Durchsetzung der heliozentrischen Weltvorstellung und die Abhängigkeit der wissenschaftlichen Erkenntnisse vom Entwicklungsstand der Technik deutlich. Hier werden Erkenntnisse angebahnt, die wir in der Stoffeinheit „*Sterne*“ aufgreifen und weiterführen.

3. Zu den scheinbaren Bewegungen der Planeten

Als Ausgangspunkt für diesen Stoffabschnitt kann die Beobachtung der scheinbaren Bewegung des Planeten Mars dienen oder aber eine entsprechende Lehrbuch-Abbildung. Da es vor allem auf die Gewinnung der Erkenntnis ankommt, daß beobachtete Erscheinungen mit den bekannten Gesetzen erklärbar sind, sollte auf Unwesentliches verzichtet werden, so z. B. auf die Begriffe „recht-

läufig“ und „rückläufig“. Für die Erläuterung der Entstehung von Bahnschleifen ist der Kassettenfilm „Bahnschleife eines Planeten“ sehr gut geeignet, er kann von den Schülern kommentiert werden. Wenn der Kassettenfilm nicht einsetzbar ist, kann auch das Planetenschleifengerät genutzt werden. Das erfordert aber einen verdunkelten Raum, weil der vom Gerät projizierte Lichtfleck nur sehr schwach ist. Dieser Schwierigkeit kann man dadurch begegnen, daß man den Sehstrahl des irdischen Beobachters zu dem beobachteten Planeten mit einem Stativstab aus dem Physikunterricht verdeutlicht, der die beiden Himmelskörper im Modell verbindet. Die scheinbare Bewegungsrichtung des beobachteten Planeten und ihre zeitweilige Veränderung läßt sich dann auch im unverdunkelten Raum deutlich erkennbar darstellen.

4. Zur Sichtbarkeit der Planeten

Ausgangspunkt der Behandlung der Sichtbarkeit der Planeten sollte die Position des beobachteten Planeten sein; bei noch ausstehender Beobachtung bietet sich auch die Vorherbestimmung seiner Position am Himmel an. Dazu entnimmt der Lehrer die Koordinaten des Planetenortes dem aktuellen „Kalender für Sternfreunde“ und gibt den Schülern die Planetenposition mit Hilfe von Horizontkoordinaten oder durch Kennzeichnung seiner Lage zu hellen Sternen an. Die Schüler sollen befähigt werden zu erkennen, ob der Planet zu einem gegebenen Zeitpunkt sichtbar ist bzw. wo und wann er beobachtet werden kann. Für die Erarbeitung der Zusammenhänge eignen sich Selbstbaumodelle, z. B. Projektionsfolien, die den Schülern die Planetenposition in heliozentrischer und in geozentrischer Sicht verdeutlichen. Im Ergebnis der Erarbeitung müssen die Schüler solche Aussagen treffen können, wie sie das in den neuen „Unterrichtshilfen“ vorgeschlagene Tafelbild zeigt. Darüber hinaus wäre es denkbar, daß die Schüler auch beispielsweise zum Erklären der beobachteten Gestalt der Venus befähigt werden, wenn dieser Planet beobachtet wird.

5. Zu den physikalischen Eigenschaften der Planeten

Zur Motivierung kann eingangs ein Dia projiziert werden, das die Erde im Weltraum zeigt. Für die Erarbeitung der Planetengruppierung genügt es, wenn der Lehrer den Kopf einer Tabelle an der Wandtafel vorgibt und darauf verweist, daß es beim Vergleich der physikalischen Eigenschaften der Planeten genügt, die Begriffe „groß“ bzw. „klein“ in die Tabelle einzutragen. Ein Schüler kann die Aufgabe an der verdeckten Tafel lösen, ein weiterer das Ergebnis der Tafelarbeit kommentieren bzw. erläutern. Dabei sollte auch die Einsicht gewonnen werden, daß die Erde unter den Planeten keine Sonderstellung einnimmt.

Im Zentrum der Erarbeitung von Kenntnissen über die physikalischen Eigenschaften der Planeten steht der beobachtete oder noch zu beobachtende Planet. Der Beobachtungsbefund kann der Ausgangspunkt der Betrachtungen sein. Neben dem Lehrbuch-Text stehen Abbildungen im Lehrbuch, Bildreihen des SKUS und der URANIA sowie Abbildungen aus Heften der Fachzeitschrift zur Verfügung. Nach Möglichkeit sollten zur Beschreibung des beobachteten Planeten auch neuere, durch die Raumfahrt gewonnene Erkenntnisse einbezogen werden. Der Hinweis auf die Planetenatmosphären sollte auf Ähnlichkeit und Unterschiede im Vergleich zur Erdatmosphäre abzielen. Den Schülern muß dabei auch deutlich werden, daß das Vorhandensein einer Atmosphäre nicht bedeutet, daß sie auch für die Entstehung und Erhaltung des Lebens geeignet ist.

Anschrift des Verfassers:
StR KLAUS ULLERICH
Wilhelm-Külz-Straße 30b
Burg
DDR - 3270

Im Heft 6/1986 veröffentlichten wir einen Artikel zum Thema „Zur Weiterentwicklung des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“ und riefen dazu zur Diskussion auf. Bei der Redaktion liegen eine Reihe von Stellungnahmen vor, wovon wir nachfolgend eine weitere veröffentlichen. Gleichzeitig nennen wir nochmals unsere Fragen zum Nachdenken, Diskutieren und Beantworten!

1. 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?
2. Wie beurteilen Sie die Vorschläge zur Weiterentwicklung des Inhalts des Rahmenprogramms? Welche weiteren Vorschläge werden von Ihnen unterbreitet?
3. 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?

Volker Kluge

Erfahrungen und Gedanken zur Gestaltung fakultativer Kurse

Den gegenwärtigen Plan für den fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ mit seiner Aufgliederung des Inhaltes in Grundkurse und Wahlkurse halte ich für sehr praktikabel, da er sich in seiner

Varidbilität den verschiedenen Bedingungen an unseren Volksbildungseinrichtungen anpassen läßt. Deshalb stimme ich mit BIENIOSCHEK überein, in einer Neukonzeption auf Bewährtem aufzubauen und lediglich die Stellen im Plan zu verbessern, die den gewachsenen Anforderungen an die Allgemeinbildung, aber auch an spezielle Interessen und Bedürfnisse, nicht mehr Rechnung tragen (1). So ist der im alten Plan ausgewiesene Grundkursteil über Probleme der Raumfahrt doch zu allgemein, während die praktische Seite der für einen Astronomiegrundkurs wichtigen Beobachtungstätigkeit nur implizit enthalten ist und daher zu wenig Verbindlichkeit besitzt. Ich befürworte daher in der Neufassung die günstigere Gestaltung des Stoff-Zeit-Verhältnisses, um wesentlich besser geistig-praktische Schülertätigkeiten organisieren zu können, insbesondere diejenigen, die aus dem Bereich der Strahlenoptik Eingang in den neuen Grundkurs finden sollen.

Hinsichtlich der schulorganisatorischen Bedingungen für das Arbeiten eines fakultativen Kurses in Astronomie möchte ich die Forderung unseres XI. Parteitages zur Entwicklung der fakultativen Kurse auch dahingehend verstanden wissen, daß wir durch Stabilität in der Kaderbesetzung an den Schulen unseren Schülern möglichst über lange Zeiträume gut arbeitende Kurse anbieten können. Das recht anspruchsvolle Niveau des vorgeschlagenen neuen fakultativen Kurses verlangt einen fachlich versierten Astronomielehrer, der durch hohes methodisches Geschick die Möglichkeiten zur Differenzierung, Vertiefung und Erweiterung der Allgemeinbildung unserer Schüler zu nutzen versteht. Der Ausprägung spezifischer Neigungen, Interessen, Begabungen und Talente unserer Schüler besser Rechnung zu tragen, heißt in erster Linie, an unseren Einrichtungen entsprechende fachspezifische Traditionen zu entwickeln und auf lange Sicht zu pflegen. Das trifft im besonderem Maße auf fakultative Kurse im Bereich der Naturwissenschaften zu, da hier neben den rein „theoretischen“ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Kurslauf auch viele materiell-technische Fragen vor Kursbeginn gelöst sein müssen. Ich plädiere grundsätzlich für den zweijährigen Zyklus, wenn wir gemäß der Zielstellung tatsächlich den Schülern fachspezifische Kenntnisse, Einsichten, Arbeitsweisen usw. vermitteln wollen, die die Allgemeinbildung unserer Jugend vertiefen.

Die erklärte Absicht der Veränderung des bisher gültigen Rahmenprogramms, solche Bildungsinhalte stärker in das Zentrum zu rücken, deren Aneignung einen hohen, unverzichtbaren Beitrag für die Formung des wissenschaftlichen Weltbildes unserer Schüler darstellt, wird recht gut realisiert. Insbesondere waren die Vorgaben für den Grundkurs im alten Plan noch verbesserungswürdig. Ich sehe in dem überarbeiteten Grundkursprogramm

meine eigenen Vorstellungen realisiert, ein solides Fundament für eine gründliche astronomische Be-tätigung unserer Schüler zu legen. Mit der „Einführung in die Astronomie und Raumfahrt“ (3 Doppelstunden) erhalten die Kursteilnehmer einen grundlegenden Überblick, der, vom Lehrer emotional gut gestaltet, die gesamte Arbeit im Kurs motivieren kann. Mit den „Grundlagen astronomischer Beobachtungen“ (6 Doppelstunden) wird eine konzeptionelle Änderung gegenüber dem alten Plan durchgesetzt, die sich in der Praxis sehr positiv auszahlen wird! Wir bauen hier auf Kenntnissen der Schüler aus Klasse 6 (Physik) auf, vertiefen und erweitern dieses Wissen und Können der Schüler im Bereich der Strahlenoptik und kommen schließlich zur sachgerechten Handhabung unserer Beobachtungstechnik durch die Kursteilnehmer. Ebenso sehe ich im Abschnitt 2.2. „Licht als Informationsquelle“ wertvolle erzieherische Potenzen, den Schülern die Methoden der Erkenntnisgewinnung in der Astronomie und Astrophysik bewußt zu machen. Die höhere Qualität der überarbeiteten Fassung zeigt sich aber auch in dem recht großen Umfang der ausgewiesenen Schülertätigkeiten. Wenn im Vorwort zum Rahmenplan eine enge Verbindung des Erwerbs theoretischer Kenntnisse mit der Durchführung vielfältiger geistiger und praktischer Schülertätigkeiten gefordert wird, dann erfordert das vom Leiter des fakultativen Kurses eine exakte Planung und Einordnung dieser Tätigkeiten in den Kurszyklus. Die methodischen Hinweise zu den einzelnen Stoffabschnitten geben konkrete Anregungen, insbesondere werden Akzentuierungen gegenüber dem obligatorischen Astronomieunterricht hervorgehoben. Was im Grundkurs weniger auffällt, wird beim Studium des Inhaltes in den drei Wahlkursen sehr deutlich: Die Umsetzung der im Plan ausgewiesenen astronomischen Inhalte für den fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ verlangt einen fachlich versierten Kursleiter! Wenn der obligatorische Astronomieunterricht an manchen Schulen oftmals noch von Nichtfachlehrern erteilt wird, so ist das für den fakultativen Astronomieunterricht überhaupt nicht zweckmäßig! Die Parteidagsforderungen zur weiteren Entwicklung des fakultativen Unterrichts zu realisieren, heißt von meinem Standpunkt als Fachberater und Leiter einer kleinen Schulsternwarte: Qualifizierung der Astronomielehrer und Gewinnung von Leitern für den fakultativen Kurs auf lange Sicht! Die Inhalte der neuen Wahlkursprogramme sind vielversprechend und lassen hinsichtlich der Aktualität kaum Wünsche offen. Ein Vergleich der beiden Programme „Sonnensystem“ und „Sterne und Sternsysteme“ mit den äquivalenten Themen des bisher gültigen Planes läßt deutlich werden, daß gründlicher und umfassender gearbeitet werden soll. Ergebnisse astronomischer Forschungen zum Beispiel werden weitgehend im Zusammenhang mit den an-

gewendeten Methoden dargestellt. Kausale Beziehungen werden deutlicher hervorgehoben. Die Raumfahrt verdient aufgrund der sehr breiten Anwendungen für viele Wissenschaftsbereiche auf unserer Erde aber auch als Mittel zur Forschung im planetaren Raum eine wesentlich größere Beachtung. Bedenkt man, wie wenig konkrete allgemeinbildende Sachverhalte wir unserer Jugend im obligatorischen Unterricht vermitteln, so ist die Zuordnung eines Wahlkurses „Raumfahrt“ in den fakultativen Unterricht sehr zu begrüßen. Wesentlich günstiger als im bisher gültigen Programm können hier Zusammenhänge und Fakten erarbeitet und die interessierten Schüler zu tiefgründigen Einsichten und Erkenntnissen geführt werden. Nach meiner Meinung wird mit der Absicht, den Grundkurs für die Befähigung der Schüler zur selbstständigen Beobachtung astronomischer Objekte, zur Orientierung, zur grundlegenden Wissens- und Könnensentwicklung anzulegen, das Ziel verfolgt, eine solide Ausgangsbasis für ein tiefes Eindringen der Schüler in astronomische bzw. astronautische Sachverhalte zu schaffen. Die recht ansprechende Spezifik der Wahlkurse, aber auch das Schaffen der soliden Ausgangsbasis dafür im Grundkurs verlangt eigentlich von selbst ganz bestimmte organisatorische Gestaltungsformen. Der Grundkurs sollte generell in Klasse 9 beginnen und im zweiten Jahr (Klasse 10) fällt die Entscheidung für einen Wahlkurs. Daraus resultiert die Forderung nach personeller Absicherung bei der Lehrgänge pro Jahr an einer Bildungseinrichtung. An astronomischen Zentren dürfte das kein zu großes Problem sein, schwieriger ist es an solchen Schulen zu lösen, an denen nur ein Astronomielehrer arbeitet. Einen Einstieg von „Neulingen“ in einen bereits ein Jahr laufenden Kurs halte ich wegen der Spezifik der Fachprobleme für sehr bedenklich, das geht zu Lasten der Qualität. Soll das Programm inhaltlich als vorgegebenes „Rahmenprogramm“ auch voll realisiert werden (davon müssen wir ausgehen, sonst könnte jeder Lehrer nach eigenem Ermessen arbeiten), dürfen wir uns nicht auf zu viele Kompromisse einlassen! Der Grundkurs zum Beispiel muß als abgeschlossener Kurs laufen, darf nicht (nach meiner Meinung) über zwei Jahre „zerstückelt“ werden. Ich bin doch als Astronomielehrer und Kursleiter sehr daran interessiert, daß meine AG-Mitglieder innerhalb kurzer Zeit sich das nötige praktische Rüstzeug für die Astronomie erwerben, damit sie einerseits die Methoden und Techniken der geistigen Arbeit mit dem Astronomiestoff praktizieren und mir andererseits recht bald Hilfe und Stütze für den obligatorischen Unterricht, einschließlich der Beobachtungspraktika, und für eine eventuelle Öffentlichkeitsarbeit sein können!

Wenn an einer kleinen Schule doch nur ein fakultativer Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ ein Schul-

jahr lang laufen kann, dann dürfte das nur der Grundkurs sein, der für die Schüler der Klassenstufe 10 neben dem obligatorischen Unterricht stattfindet. Die in Klasse 10 möglichen 25 Doppelstunden für den fakultativen Unterricht des Grundkurses zu nutzen, halte ich insofern für einen vertretbaren Kompromiß, da hier die Schüler im Kurs auf spezielle praktische Bereiche orientiert werden können und dies eine sinnvolle Ergänzung zum obligatorischen Unterricht im Fach Astronomie darstellt. Das bedeutet aber eine Reduzierung des Grundkurses, verbunden mit einer konkreten inhaltlichen Abstimmung beider Lehrgänge.

Auf weiterführende Kompromisse, wie sie in der vorgesehenen Konzeption für den fakultativen Kurs vorgesehen sind, würde ich mich nicht einlassen. Der Grundkurs ist im Interesse einer soliden „Grundausbildung“ unumgänglich. Die in den Wahlkursen zu bearbeitenden Themen sind von den Anforderungen an Lehrer und Schüler her sehr anspruchsvoll, weil sie inhaltlich über den obligatorischen Unterricht hinausgehen. Wenn also ein solcher Kurs zu tieferen Einsichten in astronomische Sachverhalte, physikalische Gesetze usw. führen soll, dann muß sich der Schüler auch tatsächlich umfassend und tiefgründig mit Problemen auseinandersetzen können. Ich sehe im „Rahmenprogramm“ kein Dogma für den fakultativen Astronomieunterricht, doch sollten wir uns in den Zielstellungen dieser Programme von dem einheitlichen System in unserer Volksbildung leiten lassen! Inhalte des Grundkurses mit Inhalten der Wahlkursthemen zu kombinieren, würde mir im Sinne einer einheitlichen, überschaubaren und auch gründlichen Arbeit sehr mißfallen. Wenn wir schon einen Rahmenplan vorgeben, so sollte dieser auch im Interesse der Führung des Faches in den Kreisen überschaubar und konkret abrechenbar gehalten werden. Die recht unterschiedlichen materiellen Bedingungen an den einzelnen Schulen und die sich anbahnenden Forderungen hinsichtlich der Qualifikation der Fachlehrer sind ohnehin ein breites Betätigungsgebiet für die im Fach Verantwortlichen! Der bereits erwähnte hohe Gehalt an fachspezifischer Bildung in den Wahlkursthemen ist gerade die erstrebenswerte bessere Qualität gegenüber dem alten Plan, die mir bei allzu großer Freizügigkeit in der organisatorischen Gestaltung der Kurse gefährdet erscheint.

Sehr auffällig ist der große Umfang des neuen Programms für den fakultativen Kurs. In der Tat ist dieses Programm nicht mehr mit dem Lehrplan für den obligatorischen Astronomieunterricht vergleichbar, obwohl wir die gleiche Linienführung in beider verfolgen können. Für die Stoffabschnitte aller vier Kurse des Rahmenprogramms wird neben der allgemeinen Einleitung zu den Zielen und Aufgaben sowie der methodischen und organisatorischen Gestaltung eine thematische Übersicht gegeben, Pro-

gramminhalte werden exakt ausgewiesen und Schülertätigkeiten genannt. Eine Fehlinterpretation durch den Fachlehrer dürfte kaum noch möglich sein!

Die Angaben zu der erforderlichen Literatur für Lehrer und Schüler sowie auch die Übersicht der zu verwendenden Unterrichtsmittel drücken die höhere Qualität dieses neuen Rahmenprogramms gegenüber dem alten aus. Auf dieser Grundlage wird es sicher besser gelingen, die erforderliche Basis für die Arbeit eines fakultativen Kurses in Astronomie bereitzustellen, und auf Leitungsebene wird die Entscheidung für einen solchen Kurs erst erfolgen, wenn alle notwendigen materiellen und personellen Voraussetzungen an der Einrichtung vorhanden sind.

Literatur

- (1) BIENIOSCHEK, H.: Zur Weiterentwicklung des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“. In: Astronomie in der Schule 23 (1986) 6.

Anschrift des Verfassers:

OL VOLKER KLUGE
Sternwarte der Kopernikus-Oberschule
Torgelow
DDR - 2110

Eva-Maria Marx

Jubiläen in Astronomie und Raumfahrt im Schuljahr 1987/88

Die nachstehenden Angaben zu Jubiläen von Persönlichkeiten und Ereignissen aus der Geschichte von Astronomie und Raumfahrt sind geeignet, den obligatorischen sowie den fakultativen Astronomieunterricht zu beleben und zu ergänzen. Die kurzen Textinformationen sollen lediglich als Anregung dienen, sich vertiefend damit zu beschäftigen, daher die Literaturhinweise bei besonderen Jubiläen. Die vorangestellte Numerierung entspricht dem Lehrplanabschnitt (Lehrplan 1987), in dem auf das Jubiläum eingegangen werden kann.

1.1./1.2. 22. November 1987: 90. Geburtstag von PAUL AHNERT (geb. 1897). Engagierter Astronom, der sich auf vielfältige Weise um die Popularisierung der Astronomie in unserem Land verdient gemacht hat. Das besondere Interesse des ehemaligen Lehrers und späteren Mitarbeiters der Sternwarte Sonneberg galt immer der Volksbildung und der Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse sowie der Unterstützung der Amateurastronomie. Seit 1949 erscheint jährlich sein „Kalender für Sternfreunde“, der jedem astronomisch Interessierten ein Begriff ist. (Dazu: Die Sterne, 43 (1967) 217 bis 218, 48 (1972) 193, 58 (1982) 267–269.)

2.1. 22. Februar 1988: 200. Todestag von JOHANN GEORG PALITZSCH (1723–1788). Wissenschaftlich interessierter Bauer aus Prohlis bei Dresden, der in der Nacht vom 25. zum 26. Dezember 1758 den Halleyschen Kometen am Himmel entdeckte. Damit wurde die von HALLEY aufgestellte Hypothese von der periodischen Wiederkehr des Kometen bestätigt.

2.1. 16. August 1988: 300. Todestag von GEORG SAMUEL DÖRFFEL (1643–1688). Vielseitiger deutscher Gelehrter, der durch seine Darstellung der Kometenbahnen als Parabeln bekannt wurde. DÖRFFEL beobachtete wahrscheinlich als erster den Halleyschen Kometen bei seinem Periheldurchgang 1682.

2.1./2.4. 10. April 1988: 175. Todestag von JOSEPH LOUIS LAGRANGE (1736–1813). Hervorragender italienisch-französischer Mathematiker, der von 1766 bis 1787 an der Berliner Akademie der Wissenschaften wirkte. LAGRANGE lieferte grundlegende Beiträge zu fast allen Spezialgebieten der Mathematik, unter anderem arbeitete er auch zur Störungstheorie der Himmelsmechanik. Er bewies, daß sich das Dreikörperproblem für einen Spezialfall lösen läßt. Dieser Fall ist in unserem Sonnensystem durch die Planetoidengruppe der Trojaner realisiert. Die von LAGRANGE gefundenen raumstabilen Librationspunkte bieten zukünftig die Möglichkeit, große Orbitalstationen im System Erde–Mond zu stationieren. (Dazu: D. B. HERRMANN: Besiedelt die Menschheit das Weltall?)

2.3. 22. Juli 1988: 50. Todestag von ERNEST WILLIAM BROWN (1866–1938). Englischer Mathematiker und Astronom, suchte nach einer Möglichkeit, die gravitativen Störungen der Mondbewegung genau und effektiv vorauszuberechnen. Anders als seine Vorgänger ging er bei seinen Überlegungen von der wahren Gestalt von Erde und Mond aus und schuf seine „Theorie der Mondbewegung“. Darauf aufbauend berechnete er gemeinsam mit seinem Assistenten neue Tabellen zur Mondbewegung, die bald den meisten herausgegebenen nationalen Ephemeridentafeln zugrunde gelegt wurden.

2.4. 4. Oktober 1987: Vor 30 Jahren begann mit dem Start des sowjetischen Sputnik 1 das Zeitalter der Raumfahrt. Der erste von Menschenhand geschaffene Raumflugkörper wurde mit einer Trägerrakete vom Startplatz Baikonur in die Erdumlaufbahn gebracht und strahlte rund drei Wochen seine Funksignale aus.

2.4. 29. September 1987: Vor 10 Jahren gelangte Salut 6 in die Umlaufbahn und wurde zur ersten wissenschaftlichen Raumstation für Langzeitbetrieb. In dieser weiterentwickelten Version der Salut-Stationen existierten zwei getrennte Kopplungsplätze, die das Entstehen eines Orbitalkomplexes ermöglichten. Zu den Besatzungsmitgliedern, die im Rahmen des Interkosmos-Programms dort arbeiteten,

gehörte u. a. der Fliegerkosmonaut der DDR S. JÄHN.

3.1. 22. Februar 1988: 50. Todestag von GEORGE ELLERY HALE (1868–1938). Amerikanischer Astronom, der als Pionier der Sonnenforschung international bekannt wurde, sein Hauptarbeitsgebiet waren Beobachtungen und spektroskopische Untersuchungen der Sonne. HALE wies den Zusammenhang zwischen Sonnenaktivität und erdmagnetischen Störungen nach und entdeckte vor 80 Jahren (1908) die Magnetfelder der Sonnenflecken (Nachweis Zeeman-Effekt). Er fand neue Instrumententypen zur Erforschung der Sonne (Spektroheliographen und -helioskop) und entwickelte das erste Turmteleskop.

3.2. 14. Juni 1988: 50. Todestag von WILLIAM WALLACE CAMPBELL (1862–1938). Amerikanischer Astronom, dessen Hauptarbeitsgebiet die spektroskopische Bestimmung der Radialgeschwindigkeiten von Sternen und die Vermessung von Sternspektren war. Von 1901 bis 1923 war er Direktor des berühmten Lick-Observatoriums.

3.3. 29. Juni 1988: 100. Geburtstag von ALEXANDER ALEXANDROWITSCH FRIEDMANN (1888–1925). Bedeutender sowjetischer Mathematiker und Physiker, arbeitete zunächst vor allem auf den Gebieten Geophysik, Meteorologie, Hydromechanik und theoretische Mechanik. In seiner 1922 erschienenen Arbeit „Über die Krümmung des Raumes“ entwickelte FRIEDMANN die fundamentalen Ideen seiner Kosmologie, die bis heute Geltung haben. Unter konsequenter Anwendung der relativistischen Gleichungen von EINSTEIN schuf er das Modell eines Evolutionskosmos, welches einige Zeit später durch die Entdeckung der Rotverschiebung in den Spektren der Galaxien und der daraus abgeleiteten Expansion des Universums bestätigt wurde.

Chronologische Ordnung der Jubiläen

29. September 1987	10 Jahre Salut 6
4. Oktober 1987	30 Jahre Sputnik 1
17. Oktober 1987	100. Todestag von G. R. KIRCHHOFF
22. November 1987	90. Geburtstag von P. AHNERT
22. Februar 1988	200. Todestag von J. G. PALITZSCH
22. Februar 1988	50. Todestag von G. E. HALE
10. April 1988	175. Todestag von J. L. LAGRANGE
14. Juni 1988	50. Todestag von W. W. CAMPBELL
29. Juni 1988	100. Geburtstag von A. A. FRIEDMANN
22. Juli 1988	50. Todestag von E. W. BROWN
16. August 1988	300. Todestag von G. S. DÖRFFEL

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Lehrer Eva-Maria Marx
Archenhold-Sternwarte
Berlin-Treptow
DDR - 1193

B

Beobachtung

Finsternis zwischen Kern- und Halbschatten

Daß die Astronomen in der Lage sind, Tag, Uhrzeit und Sichtbarkeitsbedingungen für jede beliebige Finsternis zu berechnen, ist weithin bekannt. Weniger bekannt ist, daß es bei Mondfinsternen zu Grenzfällen kommen kann, die von manchen Autoren als Halbschattenfinsternisse, von anderen dagegen schon als kleine partielle Finsternisse bezeichnet werden.

Durch den Einfluß der Erdatmosphäre wird der Winkeldurchmesser des Erdschattens um 2 % gegenüber dem geometrisch ermittelten Wert vergrößert. Will man die genauen Finsternisdaten berechnen, so muß man diese Vergrößerung berücksichtigen. Das kann auf zwei Wegen geschehen, und zwar – traditionell – durch eine zweiprozentige Vergrößerung der errechneten Werte für Halb- und Kernschatten-durchmesser oder durch eine entsprechende Vergrößerung des Wertes für den Erddurchmesser. Beide Wege führen aber zu etwas unterschiedlichen Angaben über die Größe der Finsternis, d. h. über die Zahl, die angibt, wie weit der Mond in den Halbschatten bzw. den Kernschatten der Erde eintaucht. So kommt es, daß z. B. das berühmte Finsternisverzeichnis „Canon der Finsternisse“ des österreichischen Astronomen v. OPPOLZER eine am 7. 10. 1987 in Europa sichtbare Mondfinsternis als kleine partielle Finsternis bezeichnet, während es sich nach modernerer Auffassung um eine Halbschattenfinsternis handelt.

Die Finsternis beginnt mit dem Eintritt des Mondes in den Halbschatten um 2 h 53 min MEZ; eine deutliche Helligkeitsminderung des linken Mondrandes dürfte allerdings erst um die Mitte der Finsternis um 5 h 01 min zu bemerken sein, wenn der Mond den Kernschatten der Erde fast berührt. Er befindet sich zu dieser Zeit 11° über dem Südwesthorizont

von Berlin. Um 6 h 36 min geht der Mond für einen Beobachter in Berlin unter.

Das Ereignis wird keinen sonderlich tiefen Eindruck hinterlassen, und doch handelt es sich um eine bemerkenswerte Mondfinsternis. Was ist daran bedeutsam?

Jeweils nach 18 Jahren 10 Tagen oder 18 Jahren 11 Tagen (je nachdem, wie viele Schaltjahre in diesem Zeitraum liegen) wiederholen sich alle Finsternisse unter nahezu gleichen Bedingungen. Das ist die bekannte Sarosperiode, die schon im Altertum mit großem Erfolg zur Vorhersage von Finsternissen benutzt wurde. In der folgenden Tabelle sind einige „Vorläufer“ und „Nachfolger“ unserer Finsternis vom 7. 10. 1987 zusammengestellt. Die Größe ist in Einheiten des Monddurchmessers gegeben; H bedeutet Halbschatten, K Kernschatten.

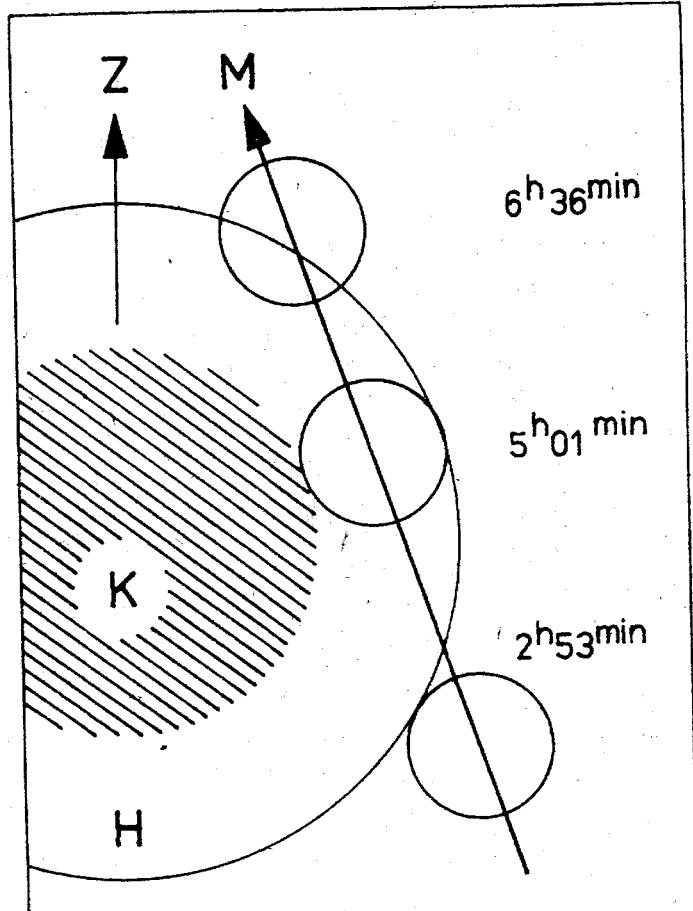
Datum	Größe (H)	Größe (K)
4. 9. 1933	0,70	—
15. 9. 1951	0,80	—
25. 9. 1969	0,90	—
7. 10. 1987	0,99	—
17. 10. 2005	1,06	0,06
28. 10. 2023	1,12	0,12

Schon auf den ersten Blick zeigt sich, daß die nach jeweils einer Sarosperiode aufeinanderfolgenden Finsternisse einander nicht ganz gleich sind: Die Größen ändern sich von Mal zu Mal. Eine Serie solcher Finsternisse beginnt mit einer ganz kleinen Halbschattenfinsternis; die Erscheinung wird mit jedem Durchlauf durch die Sarosperiode größer und kann etwa von der Größe 0,7 an auch mit dem bloßen Auge wahrgenommen werden. Nach weiteren 4 bis 5 Durchläufen wird die Finsternis als partielle Kernschattenfinsternis beobachtbar, erscheint später als totale und nach rund drei Jahrhunderten wieder als partielle Kernschattenfinsternis. Schließlich endet die Reihe mit immer kleiner werdenden Halbschattenfinsternissen. Ein vollständiger Ablauf (die „Lebensdauer“) einer derartigen Finsternisreihe umfaßt 1 250 bis 1 550 Jahre.

Unsere Finsternis vom 7. 10. 1987 markiert demnach gerade den Übergang zu einer Folge künftiger, immer größer werdender Kernschattenfinsternisse; sie ist tatsächlich ein Grenzfall. Übrigens wird am 3. 3. 1988 eine (allerdings bei uns unbeobachtbare) Halbschattenfinsternis des Mondes stattfinden, deren Vorgängerin am 21. 2. 1970 noch eine kleine partielle Kernschattenfinsternis war – das Gegenstück zur Finsternis vom 7. 10. 1987!

KLAUS LINDNER

Bild: Verlauf der Halbschattenfinsternis am 7. 10. 1987
(H: Halbschatten, K: Kernschatten, M: Mondbahn, Z: Richtung zum Zenit)



W

Wissenswertes

Unterrichtssendungen des Fernsehens für den Astronomieunterricht

Im Schuljahr 1987/88 werden folgende Sendungen ausgestrahlt:

1. „Künstliche Erdsatelliten“, zur Stoffeinheit 2.4.
2. „Die Sonne“ (vorläufiger Titel), zur Stoffeinheit 3.1.
3. „Kosmische Dimensionen“ (vorläufiger Titel), zur Stoffeinheit 3.3.

Bei der ersten Sendung handelt es sich um eine unveränderte Übernahme der Sendung aus dem Fach Physik, Klasse 9. Die Sendungen „Die Sonne“ und „Kosmische Dimensionen“ werden zur Zeit neu produziert, da die beiden bisher zu diesen Stoffeinheiten ausgestrahlten Sendungen nicht mehr den Anforderungen des neuen Lehrplans genügen. „Astronomie in der Schule“ wird rechtzeitig metho-

dische Hinweise zur Nutzung dieser Sendungen veröffentlichten.

Sendetermine im Schuljahr 1987/88

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

1. „Künstliche Erdsatelliten“ (22 min)

Lehrerinformationssendungen:

Mo., 23.11., 18.00 Uhr II

Mo., 30.11., 18.25 Uhr II

Sendezeiten für den Unterricht:

	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Mo., 7.55 Uhr	7.12.	14.12.	4.1.
II		(21.12.)	
Mi., 8.50 Uhr	9.12.	16.12.	6.1.
II			
Do., 11.05 Uhr	10.12.	17.12.	7.1.
II			
Fr., 8.50 Uhr	-	18.12.	-

Sendezeiten für den individuellen Empfang:

Mo., 21.12., 17.05 Uhr II

Mo., 11.1., 17.05 Uhr II

2. „Die Sonne“ (vorläufiger Titel)

Lehrerinformationssendungen:

Mo., 4.1., 17.05 Uhr II

Mo., 11.1., 18.25 Uhr II

Sendezeiten für den Unterricht:

	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Mo., 7.55 Uhr	18.1.	25.1.	1.2.
II			
Mi., 8.50 Uhr	20.1.	27.1.	3.2.
II			
Do., 11.05 Uhr	21.1.	28.1.	4.2.
II			
Fr., 8.50 Uhr	-	29.1.	5.2.

Sendezeiten für den individuellen Empfang:

Mo., 1.2., 17.05 Uhr II

Mo., 29.2., 18.00 Uhr II

3. „Kosmische Dimensionen“ (vorläufiger Titel)

Lehrerinformationssendungen:

Mo., 4.4., 18.25 Uhr II

Mo., 11.4., 18.25 Uhr II

Sendezeiten für den Unterricht:

	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Mo., 7.55 Uhr	18.4.	25.4.	8.25 Uhr
II			16.5.
Mi., 8.50 Uhr	20.4.	27.4.	10.05 Uhr
II			18.5.
Do., 11.05 Uhr	21.4.	28.4.	12.10 Uhr
II			19.5.
Fr., 8.50 Uhr	22.4.	29.4.	(abweichende Sendezeiten)

Sendezeiten für den individuellen Empfang:

Mo., 2.5., 16.15 Uhr

Mo., 16.5., 17.05 Uhr

HORST RÖPKE

Blick auf den Büchermarkt

Der nachstehenden Zusammenstellung liegt das Börsenblatt für den Deutschen Buchhandel, Sonderausgabe zur Leipziger Buchmesse 1987, zugrunde.

1. Neuerscheinungen

A. KOWAL/L. DENISSOW: **In den Weltraum zum Nutzen der Menschheit**. Staatsverlag der DDR Berlin/Verlag Progress Moskau. Etwa 480 S., zahlreiche Fotos; etwa 25,- Mark. Best.-Nr. 772 274 8.

In populärwissenschaftlicher Weise wird gezeigt, welchen großen Nutzen eine friedliche Erschließung des Kosmos für die gesamte Menschheit hat und welche Perspektiven sich eröffnen. Behandelt werden die Nutzung der Weltraumtechnik für die verschiedensten Belange des Nachrichtenwesens, der Navigation und der Geodäsie, für den Umweltschutz sowie Forschungen unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit. Die historische Entwicklung der Raumfahrt und ihrer Technik wird skizziert und auf die internationale Zusammenarbeit eingegangen.

M. SCHMIDT: Weltraumrüstung. Strategie – Widerspruch – Alternativen. Staatsverlag der DDR. Etwa 240 S.; etwa 9,80 Mark. Best.-Nr. 772 235 0.

Dieser Sammelband setzt sich mit den aggressiven strategischen, politischen und ideologischen Zielstellungen des USA-Weltraumrüstungsprogramms auseinander, behandelt seine ökonomischen und wissenschaftlich-technischen Aspekte und zeigt die Kräfte und politischen Ebenen, von denen der breite Widerstand ausgeht. Hintergründe, Inhalt und Auswirkungen des SDI-Programms werden aus marxistisch-leninistischer Sicht analysiert.

H. GUTZER/H.-D. PAUER: **Wenn Kepler einen Computer gehabt hätte**. VEB Fachbuchverlag Leipzig. Etwa 192 S. mit 46 Bildern, 4 Tabellen und 11 BASIC-Programmen; etwa 9,80 Mark; erscheint III/87. Best.-Nr. 547 229 8.

In unterhaltsamer Weise werden historische Aufgaben, die seinerzeit von Archimedes, Kepler bzw. Darwin gelöst wurden, mit modernen BASIC-Programmen vorgerechnet.

P. AHNERT: **Kalender für Sternfreunde 1988**. Johann Ambrosius Barth Leipzig. Etwa 190 S., etwa 55 Bilder, davon 15 farbig, zahlr. Tab.; 5,70 Mark. Best.-Nr. 793 805 5.

M. J. MAROW: **Die Planeten des Sonnensystems**. BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig. Reihe Kleine Naturwissenschaftliche Bibliothek, Bd. 60. Etwa 344 S. mit etwa 91 Abb.; etwa 15,50 Mark; ersch. vorauss. IV/87.

Moderne Vorstellungen über die Planeten und ihre Begleiter und die auf ihnen herrschenden Bedingungen sowie ihre himmelsmechanischen Charakteristika (Besonderheiten ihrer Bewegung, innerer Aufbau, Oberfläche und Atmosphäre).

J. HAMEL: **Astrologie – Tochter der Astronomie?** Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin. Reihe akzent. 128 S., etwa 60 vierfarbige Abb.; 4,50 Mark; ersch. III/87. Best.-Nr. 654 156 6.

Sachlich-informativer Überblick über die historische Rolle der Astrologie.

H. MIELKE: **Geschichte der Weltraumfahrt**. (Quartettspiel). Verlag für Lehrmittel Pößneck. 32 Spielkarten, 32 S. Textheft; 2,40 Mark; erscheint IV/87. Best.-Nr. 334 841 0.

36 Flugkörper werden im Text und Bild vorgestellt.

2. Nachauflagen

P. AHNERT: **Astronomisch-chronologische Tafeln für Sonne, Mond und Planeten**. Johann Ambrosius Barth Leipzig. 3., überarbeitete Aufl. Etwa 100 S., 4 Bilder, 50 Tab.; etwa 18,- Mark. Best.-Nr. 793 792 5.

A. W. BUTKEWITSCH/M. S. SELIKSOW: **Ewige Kalender**. BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig. Reihe Kleine Naturwissenschaftliche Bibliothek, Bd. 23. 5., bearbeitete Aufl. Etwa 120 S., etwa 22 Abb.; 5,90 Mark. Best.-Nr. 665 696 1.

G. DAUTCOURT: **Was sind Pulsare?** BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig. Reihe Kleine Naturwissenschaftliche Bibliothek, Bd. 24. 5. Aufl. 98 S., 22 Abb.; 4,90 Mark; ersch. vorauss. III/87. Best.-Nr. 665 706 7.

G. DAUTCOURT: **Was sind Quasare?** BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig. Reihe Kleine Naturwissenschaftliche Bibliothek, Bd. 29. 4., bearbeitete Aufl. Etwa 83 S., 20 Abb.; 4,90 Mark. Best.-Nr. 665 753 4.

Herzlichen Glückwunsch

Am Tag des Lehrers 1987 wurde HANS JOACHIM NITSCHMANN, Leiter der Sternwarte „Johannes Franz“ in Bautzen und Mitglied des Redaktionskollegiums von „Astronomie in der Schule“, zum Oberstudienrat befördert. Den Titel Studienrat erhielten KLAUS SCHMIDT, Leiter der Schulsternwarte und des Kleinplanetariums „Alexej Leonow“ in Herzberg, und WOLFGANG SEVERIN, Fachberater für Astronomie in Wittenberg. Beide Kollegen sind Korrespondenten von „Astronomie in der Schule“.

J. HOPPE: *Johannes Kepler*. BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig. Reihe Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner, Bd. 17. 5. Aufl., 96 S., 10 Abb.; 4,70 Mark; ersch. vorauss. II/87. Best.-Nr. 665 586 2.

K. LINDNER: *Jugendlexikon Astronomie*. VEB Bibliographisches Institut Leipzig. 2., durchgesehene Aufl., 192 S., 143 Abb., 47 Tab.; 6,50 Mark. Best.-Nr. 577 853 7.

MANFRED SCHUKOWSKI

Berufungen

In das Redaktionskollegium von „Astronomie in der Schule“ wurden berufen: Dr. rer. nat. ULRICH BLEYER, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Einstein-Laboratorium für Theoretische Physik der AdW der DDR; Dr. rer. nat. HANS-ERICH FRÜHLICH, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentralinstitut für Astrophysik der AdW der DDR; Dr. sc. phil. NINA HAGER, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentralinstitut für Philosophie der AdW der DDR; OL VOLKER KLUGE, Fachberater für Astronomie im Kreis Ueckermünde; OL MONIKA KOHLHAGEN, Leiter der Astronomischen Station Rostock; OL JÖRG LICHTENFELD, stellvertretender Direktor des Raumflugplanetariums „Fliegerkosmonaut Sigmund Jähn“, Halle; GUNTER ZIMMERMANN, Fachberater für Astronomie im Kreis Greiz.

Als Korrespondenten von „Astronomie in der Schule“ wurden berufen: OL HEINZ ALBERT, verantwortlicher Redakteur der Zeitschrift „Astronomie und Raumfahrt“, Crimmitschau; OLAF FISCHER, Diplomlehrer Astronomie/Physik, Leipzig; DIETER FRISCH, Fachberater für Astronomie im Stadtbezirk Berlin-Hellersdorf; LUTZ KLINNERT, Fachberater für Astronomie im Kreis Strausberg; ANNELORE MUSTER, Lehrer an der Martin-Luther-Universität Halle; ERHARD WEIDNER, Fachberater für Astronomie im Kreis Gotha.

R

Rezensionen

BERNHARD, H.; LINDNER, K.; SCHÜKOWSKI, M.: *Wissenspeicher Astronomie*. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, 1986. 190 Seiten, zahlreiche Bilder, teils farbig und Tabellen. Preis 7,10 M.

Als Wissenspeicher hat das Buch gegenüber dem Lehrbuch für Astronomie den Vorteil größerer Freiheit in der Stoffauswahl und -anordnung. Durch die Übersicht auf dem ersten Blatt gegenüber der zweiten Umschlagseite erfaßt man mit einem Blick den gesamten Inhalt, der im wesentlichen der hierarchischen Einteilung der astronomischen Wissenschaft folgt. Der Inhalt wird bestimmt durch die Kapitel: Grundbegriffe, Grundgesetze; Methoden und Instrumente der Astronomie; Orientierung am Sternhimmel; Sonnensystem; Sterne; Sternsysteme; Kosmologie und Raumfahrt. Es schließen sich ein Anhang zur Geschichte der Astronomie und der Raumfahrt sowie ein aussagekräftiges Register an.

Der Informationsgehalt des Buches für Schüler und auch für Lehrer ist durch die übersichtliche Kapitel- und Abschnittseinteilung des Inhaltsverzeichnisses, die in der oberen rechten bzw. linken Ecke jeder Seite augenfällig wiederholt wird, und durch die zahlreichen Querverbindungen und Verweise optimal erschlossen.

In einzelnen Kapiteln fallen Niveauunterschiede auf. Ausgesprochen komplizierte Sachverhalte werden in 7.1. Struktur des Kosmos und in 7.2. Geschichte des Kosmos angesprochen (Raumstruktur, Weltmodelle). Dagegen ist der Strahlengang im Fernrohr (2.2.) durch die Beschränkung auf achsparallele Einfallstrahlen zu einfach dargestellt.

Im Abschnitt 3.2. werden die scheinbaren Sternbewegungen so dargestellt, wie sie sowohl von der Nordhalbkugel als

auch von der Südhalbkugel der Erde aus beobachtet werden können. Diese Darstellungsweise ist als besonders instruktiv zu bezeichnen. Dagegen ist im gleichen Abschnitt die Zeichnung der im Ost- und Westpunkt zusammenfallenden Knoten von Horizont-, Äquator- und Ekliptikebene irreführend.

Unterschiedlicher Meinung kann man im Abschnitt 3.3. sein über die Festlegung des „Beobachtungsortes“ als Mittelpunkt mehrerer Koordinatensysteme. Hier sollte eigentlich die jährliche Fixsternparallaxe in die Betrachtung einbezogen werden, zumal deren erste Messung Bedeutung für die endgültige Bestätigung der copernicanischen Lehre hatte und die Verbindung zu den Sternentfernung herstellt. Im Anhang ist das Todesjahr von BRADLEY verdrückt. Es muß 1762 heißen. Auf Seite 176 ist der Vorname von SCHUKOWSKI falsch.

Die hier genannten einschränkenden Bemerkungen ergeben sich aus der Sicht des Rezensenten. Den meisten Lesern des Buches werden sie mit Recht unwichtig erscheinen. In der Tat ist der vorliegende Wissenspeicher ein außerordentlicher Gewinn nicht nur für Schüler und Lehrer, sondern darüber hinaus für viele an der Astronomie interessierte Leser. Das empfindet auch der Rezensent beim Vergleich der wohltuenden relativen Ausführlichkeit der Darlegungen gegenüber der im Lehrbuch (verständlicherweise) zwangsläufigen Knappheit.

Jeder Leser wird das Buch zur Schnellinformation über astronomische Fragen gern und mit Gewinn zur Hand nehmen. Daran hat die interessante und aufgelockerte Darstellungsweise mit vielen Querverbindungen und instruktiven Bildern, Graphiken sowie Tabellen wesentlichen Anteil.

KLAUS-GUNTER STEINERT

U

Umschlagseiten

Titelseite – „Frieden für heute und alle Zeiten, Frieden für unser Volk und alle Staaten, Frieden für die heute Lebenden und für jene, die morgen geboren werden.“

ERICH HONECKER, Generalsekretär des ZK der SED und Vorsitzender des Staatsrates der DDR, auf dem VII. Parlament der FDJ.

Aus „Das aktuelle Bild“ 13/1985.

2. Umschlagseite – Am 15. Mai 1987 erfolgte vom Kosmodrom Baikonur aus der Start einer neuartigen Trägerrakete mit der Bezeichnung „Energie“. Mit der 60 m hohen, zweistufigen Universal-Trägerrakete, die eine Startmasse von mehr als 2000 Tonnen hat und rund 100 Tonnen Nutzlast in eine Erdumlaufbahn bringen kann, sind vielfältige wissenschaftliche und volkswirtschaftliche Aufgaben lösbar. In der zweistufigen Version beträgt die Triebwerksleistung 170 Millionen PS.

Aufnahme: ADN-ZB/TASS

3. Umschlagseite – Linkes Bild: Titelblatt der vermutlich ältesten populären astronomischen Veröffentlichung in Berlin, GOTTFRIED KIRCHS „Merkwürdige Himmelsbegebenheiten“, Berlin 1725. Rechtes Bild: Die älteste Sternwarte der Berliner Akademie (Standort in der heutigen Clara-Zetkin-Straße), Wirkungsstätte von G. KIRCH und J. E. BODE. Foto: Archiv der Archenhold-Sternwarte.
Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf den Seiten 80 bis 82.

4. Umschlagseite – Die offenen Sternhaufen h und chi Persei am 30. August 1976. Aufnahme mit Tessar 4,5/36, ZU 2-Astroplatte bei 70 min Belichtungszeit.

Aufnahme: WOLFRAM FISCHER, Sternwarte Sohland

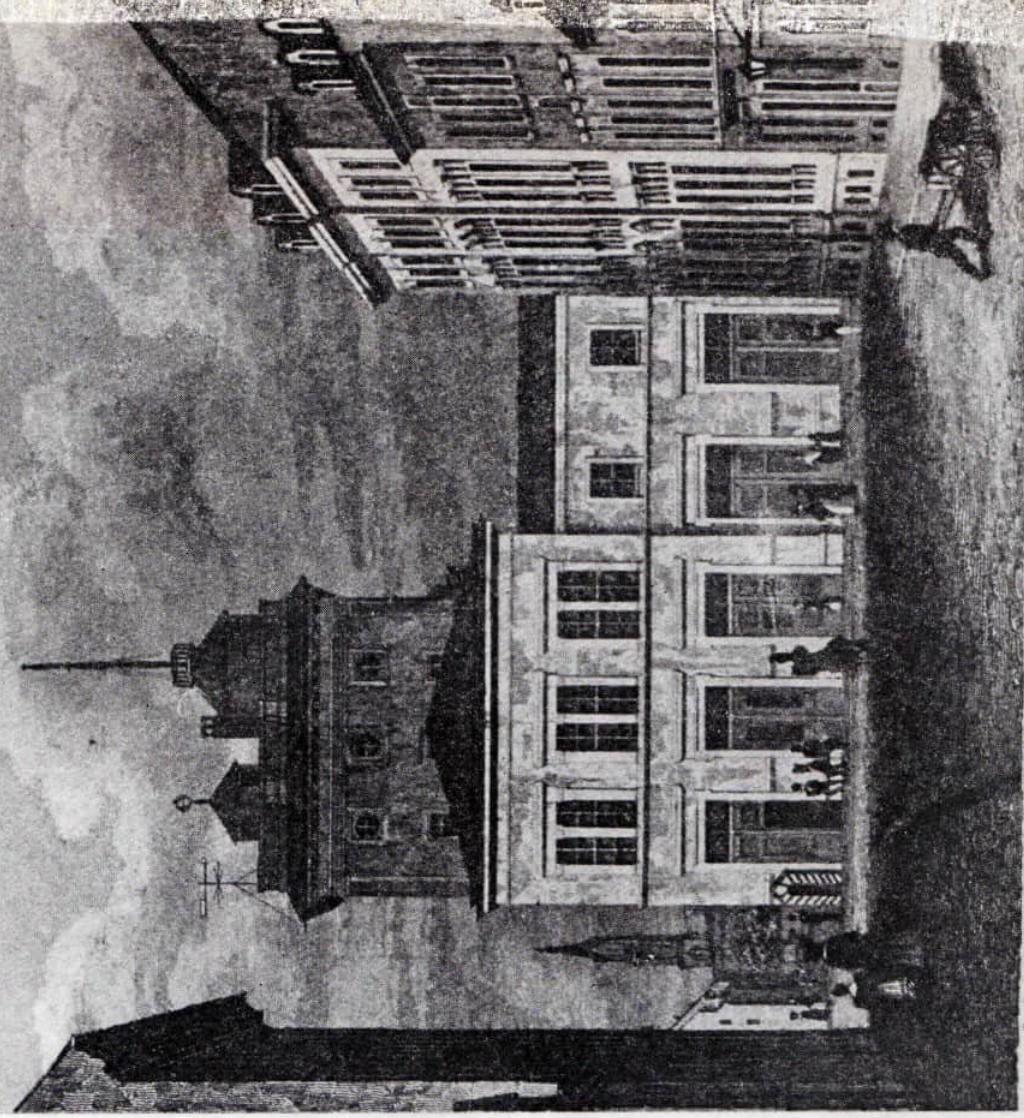
Serchvürdige Schenke Hettin, so sich im heorstehenden 1726. Jahre zurragen werden, Denen Siebhavernder Astronomie

und
Betrachtung des Himmels
zu gesetzen/
und zur Aufzunterung dieselben mit Gleiß zu
observiren,
berechnet und aufgeleßt

von
Christfried Kirchen,
Observatore Astronomico bey der Königl. Preuß.
Societät der Wissenschaften.

Nicht einer Geographischen Figur, die da angeiset, wie die Sonnen-Simler
mij anno 1726, den 25. Sept. sich auf dem ganzen Erdboden
verhalten werde, und nöthiger Erfärlung derselben.

Zu finden bei Ambrosius Haude, Königl. privilegierten, wie auch des
Königl. Societät der Wissenschaften Buchhändler und Factor,



Verlag von George Gropius in Berlin.

ges. v. Salenborg.

ges. v. Arin.



ISSN 0004-6310 · Astronomie in der Schule · Berlin · 24 (1987) 4 · S. 73–96

ASTRONOMIE

IN DER SCHULE

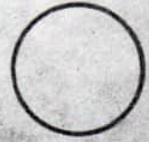
5

Jahrgang 1987
ISSN 0004-6310
Preis 0,60 M

Volk und Wissen
Volkseigener Verlag
Berlin



ERDE



Inhalt

● Astronomie

Redaktion: An einen Neunzigjährigen	98
CH. FRIEDEMANN: Stellarer Massenverlust durch Sternwinde	98

● Unterricht

K. ULLERICH: Zur Stoffeinheit „Mond“	101
H. BERNHARD: Zur Stoffeinheit „Raumfahrt“	103
P. KLEIN: Zur Anwendung des Taschenrechners im Astronomieunterricht . .	105
H. SUE, R. BAHLER, H. RISSE, CH. HÖFNER: Zur Gestaltung fakultativer Kurse	109
H. RÖPKE: Zur UnterrichtsfernsehSendung „Künstliche Erdsatelliten“	111

● Beobachtung

K. LINDNER: Rund um das Wintersechseck – Zwei aktuelle Aufgaben für differenzierte Beobachtungen	113
--	-----

● Kurz berichtet

Wissenswertes	114
Schülerfragen	117
Zeitschriftenschau	117
Rezensionen	118

● Abbildungen

Umschlagseiten	119
--------------------------	-----

● Dokumentation (A. MUSTER)

● Karteikarte

J. LICHTENFELD: Aufgaben für fakultative Kurse 11

Redaktionsschluß: 10. 8. 1987

Auslieferung an den Postzeitungsvertrieb: 12. Oktober 1987

Из содержания

Х. ФРИДЕМАНН: Потеря массы звёзд посредством звездного ветра	98
К. УЛЛЕРИХ: К учебной теме «Луна»	101
Х. БЕРНХАРД: К учебной теме «Космонавтика»	103
П. КЛЕЙН: К применению карманных калькуляторов в школьной астрономии . .	105
Х. РЁПКЕ: По поводу телевизионной учебной передаче «Искусственные спутники земли»	111

From the Contents

CH. FRIEDEMANN: Stellar Mass Lost by Stellar Wind	98
K. ULLERICH: Towards the Instructional Topic "The Moon"	101
H. BERNHARD: Towards the Instructional Topic "Space Flight"	103
P. KLEIN: Applying Pocket-Computers in Astronomy Instruction	105
H. RÖPKE: Towards the Instructional Telecast "Artifical Satellites"	111

En Résumé

CH. FRIEDEMANN: La perte de masse stellaire à cause des vents étoilés . .	98
K. ULLERICH: Au sujet « La lune »	101
H. BERNHARD: Au sujet « L' aviation interplanétaire »	103
P. KLEIN: L' emploi du calculateur de poche dans l'enseignement astronomique	105
H. RÖPKE: A l'émission de télévision scolaire « Satellites artificiels »	111

Del contenido

CH. FRIEDEMANN: Diminución de la masa estelar por vientos estelares . .	98
K. ULLERICH: El párrafo del programa de enseñanza « La luna »	101
H. BERNHARD: El párrafo del programa de enseñanza « Vuelas espaciales »	103
P. KLEIN: En cuanto a la aplicación de la mini-computadora de bolsillo en la enseñanza de astronomía	105
H. RÖPKE: En cuanto a la emisión escolar de la televisión « Satélites artificiales »	111

ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Heft 5

24. Jahrgang 1987

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:

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

Redaktionskollegium:

Oberstudienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Klaus Lindner (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Horst Bienioschek, Dr. rer. nat. Ulrich Bleyer, Dr. rer. nat. Hans-Erich Fröhlich, Dr. phil. Fritz Gehlhar, Dr. sc. phil. Nina Hager, Prof. Dr. sc. nat. Dieter B. Herrmann, Oberlehrer Volker Kluge, Oberlehrer Monika Kohlhagen, Oberlehrer Jörg Lichtenfeld, Oberstudienrat Hans Joachim Nitschmann, 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, Günter Zimmermann.

Drahomira Günther (redaktionelle Mitarbeiterin), Dr. sc. phil. Siegfried Mischalk (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 4-9-1835-5,2 Liz. 1488

Erscheinungshinweise:

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, Volks-eigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, Leninstraße 16, Leipzig, DDR - 7010.

ISSN 0004-6310



An einen Neunzigjährigen

Lieber, verehrter Herr Dr. Ahnert!

Im Landeslehrerbuch des Freistaates Sachsen vom Jahre 1924 ist im „Verzeichnis der Lehrkräfte an den Volks- und Hilfsschulen des Freistaates Sachsen“ der folgende Eintrag zu lesen:

„Ahnert, Paul, Fra 19 22. 11. 97 Burkhardtsdorf Ch II“

Was lehrt uns das?

Erstens: Sie sind einer der Unseren! „Fra 19“ heißt, Sie, der am 22. 11. 1897 Geborene, haben Ihre pädagogische Ausbildung am Lehrerseminar Frankenberg absolviert und 1919 Ihr Examen abgelegt. Des weiteren erfahren wir, daß Sie 1924 Lehrer in Burkhardtsdorf, Schulaufsichtsbezirk Chemnitz II, waren. Sie sind diesem Beruf innerlich immer treu geblieben, auch dann, als Sie von den Nazis aus dem Schuldienst gejagt wurden und – vor mehr als einem halben Jahrhundert – Ihren Weg als Astronom an der Sternwarte Sonneberg begannen. Wie anders könnte man Ihre Zuwendung zu den Lernenden aller Altersklassen deuten, die aus jeder Ihrer vielen Veröffentlichungen spricht? Wie anders könnte man Ihren „Kalender für Sternfreunde“ verstehen?

Zweitens: Wir haben allen Grund, Ihnen herzlich zu gratulieren! Denn Sie feiern am 22. November dieses Jahres Ihren 90. Geburtstag! An diesem Tage werden Sie auf ein reiches, umfassendes Lebenswerk zurückblicken, Sie werden von Fachkollegen, Amateurastronomen und Astronomielehrern aller Altersklassen hohe Ehrungen erfahren. Fünf Jahrzehnte lang haben Sie Ihre Kraft und Ihr Wissen der astronomischen Forschung und der Weitergabe astronomischer Kenntnisse gewidmet; ungezählten professionellen und nichtprofessionellen Astronomen sind Sie Vorbild geworden.

Wir grüßen Sie zu Ihrem Ehrentage mit den allerbesten Wünschen!

Redaktion der Zeitschrift
ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Christian Friedemann

Stellarer Massenverlust durch Sternwinde

Bei Massenverlustvorgängen ist man geneigt, vor allem an solche katastrophalen Ereignisse zu denken, die mit Supernova- oder Novaexplosionen bzw. der Bildung von planetarischen Nebeln verknüpft sind. Weit weniger spektakulär, aber ebenfalls bedeutsam sind die Massenabflüsse senkrecht zur Ebene von Gas-Staub-Scheiben um extrem junge Sterne, die die sogenannten bipolaren Nebel hervorrufen. Darüber hinaus kommt es auch im Laufe der Entwicklung der Komponenten enger Doppelsternsysteme zu einem Massenaustausch, wenn der sich rascher entwickelnde massereichere Stern sein ihm zustehendes Rochesches Raumvolumen ausfüllt und Masse über die Roche-Grenze zur ursprünglich masseärmeren Komponente überfließt und dort zur Beschleunigung der Entwicklungsvorgänge beiträgt.

Empirische Beweise und theoretische Überlegungen zur Existenz von Sternwinden

Unauffälliger, aber in der Wirkung zum Teil genauso wichtig ist jener Prozeß des Massenverlustes, der während eines Großteiles der Lebenszeit der meisten Sterne wirksam ist, und für den der Begriff ‚Sternwind‘ geprägt wurde. Man versteht hierunter einen aus den Sternatmosphären in den interstellaren Raum gerichteten Gas- und gegebenenfalls Teilchenstrom. Bereits 1929 zog BEALS aus spektroskopischen Beobachtungen des Veränderlichen P Cygni die richtigen Schlüsse über die ablaufenden Vorgänge, und die von ihm erstmalig untersuchten ‚P-Cygni-Profile‘ stellarer Linien stehen nun als Synonym für Abströmvorgänge gasförmiger stellarer Materie.

Abgesehen von dem inzwischen an vielen Sternen geführten empirischen Nachweis von Sternwinden gibt es auch theoretische Gründe, die derartige Vorgänge erwarten lassen. So machte PARKER 1958 darauf aufmerksam, daß die Gravitationskraft der Sonne nicht in der Lage ist, das koronale Gas mit einer Temperatur von rund 10^6 K gravitativ zu binden. Weil vom interstellaren Gas von außen nicht genügend Druck auf die Korona ausgeübt wird, kann sie sich nicht im hydrostatischen Gleichgewicht befinden und muß expandieren. Dabei erhöht sich die Geschwindigkeit des koronalen Gases vom Unterschallbereich in der Nähe der Photosphäre zu Überschallgeschwindigkeiten in größeren Entfernung von ihr. Komplikationen für die theoretische Behandlung des Verhaltens des Gasstromes, des sogenannten 'Sonnenwindes', ergeben sich aus der Rotation und dem Magnetfeld der Sonne. Diese Überlegungen lassen sich bis zu einem gewissen Grad auch auf die stellaren Koronen übertragen.

Einen empirischen Hinweis auf die Existenz des Sonnenwindes sah BIERMANN 1951 im Verhalten der Ionenschweife der Kometen. Direkte Messungen der physikalischen Parameter des vorwiegend aus Protonen, Elektronen und Heliumkernen bestehenden Sonnenwindes wurden von Bord von Erdsatelliten und Raumsonden vorgenommen. Charakteristische Werte des zeitlich stark schwankenden Teilchenstromes sind in Erdnähe $1-10$ Teilchen/cm 3 , die sich mit Geschwindigkeiten von rund 500 km/s von der Sonne weg bewegen. Für einen reinen Protonenstrom ergibt sich aus diesen Daten eine Masseverlustrate von etwa 10^{-14} Sonnenmassen/Jahr, d. h. ein vernachlässigbarer Betrag für unsere Sonne.

Wie bereits erwähnt wurde, gelang der spektroskopische Nachweis eines Sternwindes im optischen Spektralbereich des zum Prototyp avancierten Veränderlichen P Cygni. In Bild 1 sind zwei typische P-Cygni-Profiles dargestellt. Ihre Gesamtstruktur läßt sich in drei Komponenten zerlegen: Am stärksten sind die breiten stellaren Absorptionslinien, in deren Zentren eine schmale Emissionslinie erkennbar ist. Außerdem befindet sich im kurzweligen Flügel der stellaren Linien noch eine Absorptionslinie, die ebenfalls vom gleichen chemischen Element herrührt. Die schwache Emissionslinie ist das Ergebnis der Strahlung aus einer ausgedehnten Gashülle geringer Dichte um den betreffenden Stern. Die blauverschobenen schmalen Absorptionslinien weisen auf eine Bewegung des Gases in den äußeren Schichten der zirkumstellaren Hülle in Richtung auf den Beobachter hin. Die zeitlichen Variationen der Linienprofile zeigen Unregelmäßigkeiten im Sternwind an.

Die klassischen spektroskopischen Beobachtungen im optischen Spektralbereich werden in neuerer Zeit durch Satellitenbeobachtungen von Spektral-

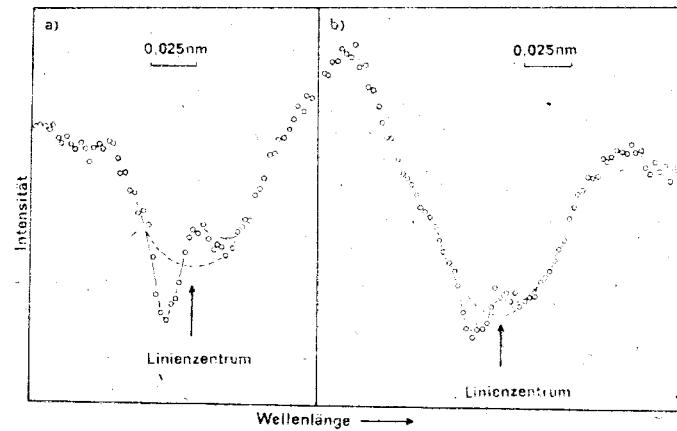


Bild 1: Die breiten photosphärischen Absorptionslinien von neutralem Mangan (a) $\lambda = 403.08$ und b) 403.31 nm) im Spektrum von α Orionis zeigen typische P-Cygni-Profile: die zu kürzeren Wellenlängen verschobene Absorption und eine unverschobene Emissionslinie. Gestrichelt ist der ungestörte Verlauf der photosphärischen Linie dargestellt (nach BER-NAT und LAMBERT).

linien im ultravioletten Teil des elektromagnetischen Spektrums sowie auch von Rekombinationslinien des Wasserstoffs im Infraroten, infraroter Kontinuumstrahlung, Radiofrequenzstrahlung des CO-Moleküls und Maser-Strahlung einiger Moleküle (H_2O , OH, SiO) entscheidend ergänzt. Der besondere Wert der Ultraviolet-Beobachtungen liegt darin, daß die untersuchten Linien wertvolle Informationen über den Sternwind in den Außenbereichen der zirkumstellaren Hülle, in denen die Dichte gering ist, liefern.

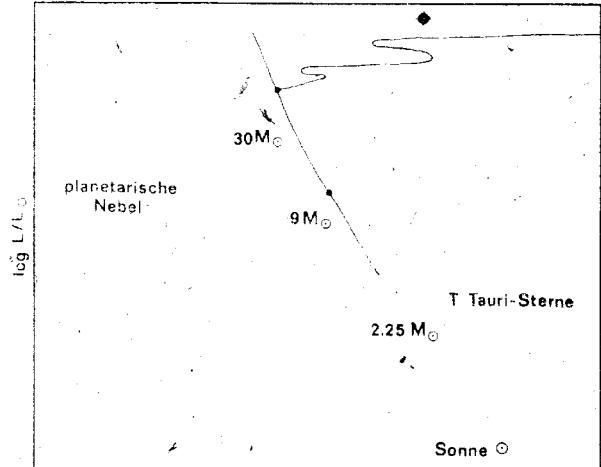


Bild 2: Verteilung der Sterne mit Sternwind im Hertzsprung-Russell-Diagramm. Außer der Hauptreihe sind die theoretischen Entwicklungswägen einiger Sternmodelle mit unterschiedlichen Massen und der Bildpunkt der Sonne eingezeichnet. Die offenen Kreise kennzeichnen Vor-Hauptreihensterne. Die Größe der Kreise ist ein Maß für die Massenverlustrate (nach CASSINELLI).

Inzwischen wurde für eine ganze Anzahl von Sternen Massenverlustraten abgeschätzt. Ein Blick in Bild 2 zeigt, daß sich die untersuchten Sterne praktisch über das ganze Hertzsprung-Russell-Diagramm (HRD) verteilen. Das bedeutet aber, daß Sternwinde bei massmäßig sehr unterschiedlichen

Sternen, die sich zudem in verschiedenen Entwicklungsphasen befinden, auftreten. Die geringere Anzahl von Vorhauptreihensternen am unteren Ende der Hauptreihe im HRD ist sicher eine Folge der schwierigeren Beobachtungsbedingungen für diese Objekte, zu denen die T Tauri Veränderlichen gehören. Die Lücke im HRD bei den Hauptreihensternen mit Spektraltypen von A5 bis etwa G5 besagt nicht, daß diese Sterne keine Sternwinde hätten, sondern zunächst nur, daß bisher keine Werte dafür angegeben werden können, weil entsprechende Indikatoren fehlen. Ein indirekter Hinweis auf Sternwinde bei den Hauptreihensternen mit Spektraltypen später als F5 wird in den kleinen Rotationsgeschwindigkeiten gesehen, die diese Sterne besitzen. Die niedrigen Rotationsgeschwindigkeiten können die Folge eines Drehimpulsverlustes durch die Kopplung des stellaren Magnetfeldes an das expandierende koronale Plasma sein.

Im Riesenast des HRD finden sich unter anderen solche bekannten Sterne wie μ Cephei, α Scorpis, α Orionis und α Herculis. Zu den Objekten mit starkem Massenverlust gehören auch die sogenannten Becklin-Neugebauer-Objekte, die entwicklungsmäßig die Vorläufer massereicher Sterne auf der Hauptreihe sind. Die Becklin-Neugebauer-Objekte treten als kompakte Infrarotquellen in Erscheinung, weil sie noch in eine optisch dicke Staubhülle eingebettet sind, die uns den Blick auf den Stern verwehrt. Der radioastronomisch mit Hilfe von Moleküllnien-Emissionen an diesen Objekten geführte Nachweis von Gasgeschwindigkeiten in der Größenordnung von $10\text{--}100 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ erscheint für einen rein gravitativen Masseneinfall zu groß und spricht eher für eine Expansion der zirkumstellaren Hülle.

Die aus den verschiedenen Beobachtungen abgeleiteten Massenverlustraten liegen für die meisten Sterne im Bereich von $10^{-5}\text{--}10^{-8}$ Sonnenmassen/Jahr.

Mit dem vorliegenden Datenmaterial für O-Sterne diskutierte SNOW die Frage nach einer eventuellen Abhängigkeit der Massenverlustrate von stellaren Parametern. Dabei fand er nur eine gute Korrelation zwischen der Leuchtkraft der Sterne und den Massenverlustraten. Die häufigen zeitlichen Veränderungen der P-Cygni-Profilen in der Größenordnung von Stunden bis Tagen deuten darauf hin, daß die Massenverlustrate beachtlichen Schwankungen unterworfen ist.

Die bemerkenswert gleichmäßige Verteilung von Sternen mit Sternwinden im HRD läßt erwarten, daß für ihre Ausbildung verschiedene Mechanismen wirksam sein könnten. Diese Vermutung wird erhärtet, wenn man die Eigenschaften der Sternwinde von Sternen hoher und niedriger Leuchtkraft vergleicht: So sind in den Außengebieten der zirkumstellaren Hüllen um leuchtstarke O- und B-Sterne Sternwindgeschwindigkeiten von $600\text{--}3\,500 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ typisch. Sie wurden vorwiegend an den Li-

nien mehrfach ionisierter Atome (z. B. O⁵⁺, N⁴⁺) gemessen, deren Existenz auf Temperaturen von mehr als 10^5 K schließen läßt. Die abgeleiteten Massenverlustraten liegen im Bereich von 10^{-8} bis 10^{-5} Sonnenmassen/Jahr. Bei den Sternen der Spektraltypen G, K, M ergeben sich andere charakteristische Werte für den Sternwind. Die berechneten Endgeschwindigkeiten betragen nur 5 bis $10 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$. Diese Werte liegen bedeutend unter den photosphärischen Entweichgeschwindigkeiten und deuten darauf hin, daß die Sternwinde weiter außen entstehen, wo dann die lokalen Entweichgeschwindigkeiten überschritten werden. Die Massenverlustraten variieren über einen Bereich von etwa 10 Größenordnungen. Für sonnenähnliche Zwergsterne ergaben sich 10^{-14} Sonnenmassen/Jahr, für späte Riesensterne 10^{-8} und für die kühleren Überriesen und Mirasterne 10^{-5} Sonnenmassen/Jahr.

Hypothesen zur Erklärung des Sternwindphänomens
Zur Erklärung des Sternwindphänomens wurde bereits eine Anzahl von Hypothesen ausgearbeitet, die sich grob in drei Kategorien einteilen lassen. Die Strahlungsmodelle werden für die Vorgänge bei den sehr leuchtstarken Sternen in Betracht gezogen. In den äußeren Schichten ihrer Atmosphären kann es zu einer Beschleunigung des Gases durch Strahlungswechselwirkung kommen, wenn die Wellenlängenabhängige Opazität (d. h. die Undurchsichtigkeit der Materie für Strahlung) im Bereich des Strahlungsmaximums nur genügend hoch ist. Die Energieübertragung der Photonen auf das Gas erfolgt durch Impulse bei der Wechselwirkung der Photonen mit den teilweise ionisierten Atomen, wobei die Opazität in den zahlreichen starken Resonanzlinien im ultravioletten Spektralbereich eine wesentliche Rolle spielt. Die fortschreitende Dopplerverschiebung der Linienopazität (infolge der Bewegung der Ionen) in das unverdünnte photosphärische Strahlungsfeld kann eine starke Beschleunigung der Ionen zu hohen Geschwindigkeiten bewirken. Die theoretisch abgeschätzten Massenverlustraten stimmen nur für die B-Sterne mit den Beobachtungen überein, während sich bei den leuchtstarken O-Sternen theoretische Maximalwerte von einigen 10^{-6} Sonnenmassen/Jahr ergeben, die eine Größenordnung unter den beobachteten Maximalwerten liegen.

Bei den Sternen später Spektraltypen erlauben die kühlen Atmosphären die Bildung von Staubteilchen. Auf sie wirkt der Strahlungsdruck von der infraroten Kontinuumsstrahlung und kann die Teilchen und das sie umgebende Gas nach außen treiben. Anders als bei den O-Sternen im liniengetriebenen Falle hängt jetzt die Beschleunigung nicht vom Geschwindigkeitsgradienten ab, und als Folge davon ändert sich die Beschleunigung langsamer und die resultierende Endgeschwindigkeit ist niedriger.

Bei den Koronamodellen greift man im Prinzip auf die Sonnenwindmodelle zurück und paßt sie den stellaren Verhältnissen an. Das bedeutet die Betrachtung stärkerer Massenverlustraten und dementsprechend höherer Gasdichten, erlaubt aber andererseits auch eine Vereinfachung der physikalischen Voraussetzungen, die sich aus dem geringeren empirischen Wissen bei den Sternen ergibt. So wird ein ständig fließender Gasstrom mit sphärischer Geometrie ohne Berücksichtigung von Magnetfeldern angenommen. Wie schon eingangs erwähnt wurde, expandieren die stellaren Koronen als Folge des Gradienten des Gasdruckes, der durch die Zufuhr akustischer oder mechanischer Wellenergie aus der Konvektionszone des Sternes aufrechterhalten wird. Wegen der höheren Elektronendichten ist die Kühlung durch Strahlung verstärkt und die sich einstellenden Temperaturverläufe sind sicher sehr verschieden von dem in der Sonnenkorona.

Beiden bisher vorgestellten Hypothesen haftet der Nachteil an, daß sie für sich allein nicht alle Beobachtungstatsachen erklären können. Es war daher folgerichtig, Grundideen der Strahlungs- und Koronahypothese zu einer Hybridhypothese zu verbinden. Bei ihr wird der Gasstrom zunächst durch den Druckgradienten in der Korona beschleunigt und später in den äußeren Koronaschichten durch die Übertragung von Photoenergie auf das Gas durch die Strahlungswechselwirkung in den Resonanzlinien auf höhere Geschwindigkeiten gebracht. Auf diese Weise könnte man einer Schwierigkeit ausweichen, die sich aus der relativ hohen Gasdichte in den Sternwinden der O- und B-Riesen ergibt. Sie würde in einem bestimmten Höhenbereich der Koronen zu Rekombinationsprozessen führen, die ihrerseits einen merklichen Temperaturabfall nach sich ziehen.

Schlußbemerkungen

Mit der kurzen Charakterisierung der verschiedenen Hypothesen wurden nur grundlegende Probleme angesprochen; ohne auf Einzelheiten einzugehen. Immerhin bereitet es noch einige Schwierigkeiten, die in verschiedenen Wellenlängenbereichen gesammelten Beobachtungsdaten zu einem konsistenten Bild zu vereinigen. Nach den vorliegenden Kenntnissen werden die Hülle früher Sterne durch den Strahlungsdruck beschleunigt. Der Betrag und die zeitlichen Veränderungen der Massenverlustraten werden vermutlich von mechanischen Prozessen (z. B. Rotation, Schwingungen) bestimmt. Bei den Sternen später Spektraltypen gibt es drei Möglichkeiten, den Sternwind zu beschleunigen: Bei sonnenähnlichen Hauptreihensternen ohne Staub in der Hülle wird die thermische Druckbeschleunigung durch die heißen Koronen wesentlich. Bei den kühlen Riesensternen ohne Koronen, aber mit genügend Staubteilchen in den Hülle, spielt die Wechselwirkung der stellaren Kontinuumsstrah-

lung mit den Staubteilchen die entscheidende Rolle. Als dritter Mechanismus wurden in jüngerer Zeit die Impulsübertragung von Alfvénwellen oder periodische Stoßwellen in Betracht gezogen.

Literatur:

- BERNAT, A. P., und LAMBERT, D. L.: **COPERNICUS Observations of Betelgeuse and Antares**. *Astrophys. J.* **204**, 830 (1976).
CASSINELLI, J. P.: **Stellar Winds**. In *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* **17**, 275 (1979), Annual Reviews Inc. Palo Alto California.
CONTI, P. S.: **Mass Loss in Early-Type Stars**. In *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* **16**, 371 (1978), Annual Reviews Inc. Palo Alto, California.
DEUTSCH, A. J.: **Mass Loss from Stars: A Review, in Mass Loss from Stars**. (Herausgeber: M. HACK) 1969, D. REIDEL Publishing Company, Dordrecht, Holland.
DRECHSEL, H.: **Zirkumstellare Hülle**. In *Mitteilungen der Astronomischen Gesellschaft* No. 60, 123 (1983).
HENNING, Th.: **Die Natur der Becklin-Neugebauer-Objekte**. *Die Sterne* **59**, 336 (1983).
SNOW, T. P.: **An Ultraviolet View of Stellar Winds, in Mass Loss and Evolution of O-Type Stars**. IAU Symposium No. 83, 65 (1979), (Herausgeber: P. S. Conti und C. W. H. de Loore), D. REIDEL Publishing Company, Dordrecht, Holland.

Anschrift des Verfassers:

Dr. CHRISTIAN FRIEDEMANN
Universitäts-Sternwarte
Schillergäßchen 2
Jena
DDR - 6900

Zum Unterricht nach dem neuen Lehrplan

Nachfolgende Beiträge enthalten Empfehlungen zur unterrichtlichen Gestaltung der Stoffeinheiten 2.3. „Mond“ und 2.4. „Raumfahrt“

Klaus Ullerich

Zur Stoffeinheit „Mond“

1. Inhaltliche Schwerpunkte

In den zwei Stunden dieser Stoffeinheit sollen die Schüler Wissen über den natürlichen Begleiter der Erde erwerben bzw. vertiefen. Im Lehrplan ist ausgedruckt: „Schwerpunkte bei der Behandlung des Mondes bilden dessen Bewegungen, Phasen, Finsternisse und einige seiner physikalischen Eigenschaften. Die Schüler sind zu befähigen, den Wechsel der Mondphasen und das Entstehen der Finsternisse zu erklären.“ Dabei ist erzieherisch die Erkenntnis wichtig, daß der Mensch von der Erscheinung zum Wesen vordringen muß, um zu richtigen Erkenntnissen zu gelangen. Während der Weg bei den Planeten von den wahren Bewegungen zum Verständnis der scheinbaren führt, halten wir es in dieser Stoffeinheit für zweckmäßig, aus den beobachteten Erscheinungen auf das Wesen des Sachverhalts zu schließen. Dafür spricht unter an-

derem, daß sich die Bewegungen des Mondes am Himmel viel leichter als die Bewegungen der Planeten beobachten lassen. Dazu sieht der Lehrplan eine Beobachtungsaufgabe vor, die als Hausbeobachtung durchgeführt werden kann. Entsprechend den genannten Schwerpunkten läßt sich der Stoff dieser Stoffeinheit wie folgt gliedern:

- **Bewegungen, Phasen, Finsternisse**
- **Physikalische Eigenschaften, Oberfläche.**

Nach der Erarbeitung dieser Inhalte sollen folgende Ziele erreicht sein:

Die Schüler

- kennen die wahren und scheinbaren Bewegungen des Mondes,
- kennen die Phasen des Mondes und die wichtigsten Arten der Finsternisse,
- können die Entstehung der Phasen und der Finsternisse erklären,
- können wichtige physikalische Eigenschaften des Mondes erklären (geringe Fallbeschleunigung, geringe Gewichtskraft auf der Oberfläche im Vergleich zur Erde, Fehlen einer Atmosphäre und damit verbundene Folgen),
- kennen wichtige Oberflächenformen des Mondes.

Bei den Schülern wird durch das Erklären der Mondphasen und der Finsternisse die Überzeugung gefestigt, daß der Mensch in der Lage ist, die beobachtbaren Erscheinungen durch Anwendung erkannter Naturgesetze zu erklären und vorherzusagen. Sie erwerben die Überzeugung, daß astronomische Ereignisse wie Finsternisse kein Grund für Aberglauben sind.

Was ist bei der methodischen Gestaltung des Unterrichts in dieser Stoffeinheit zu beachten?

2. Zu den Bewegungen des Mondes

Das Ergebnis der Mondbeobachtung sollte die Grundlage für die Erarbeitung der scheinbaren und wahren Bewegungen des Mondes sein. Die von den Schülern während der Beobachtung angefertigte Skizze zeigt ihnen, daß der Mond außer seiner Teilnahme an der täglichen Rotation der scheinbaren Himmelskugel von einem Tag zum anderen eine deutlich erkennbare Ortsveränderung von West nach Ost zeigt. Das ist der Ausgangspunkt für die Überlegungen zur wahren Bewegung des Mondes. Die Schüler wissen aus der Stoffeinheit „Planeten“, daß sich der Umlauf der Planeten um die Sonne als West-Ost-Bewegung der Planeten am Himmel erkennen läßt. Von den Schülern vermutete Ursachen für die Ortsveränderung des Mondes finden ihre Bestätigung in einer Demonstration am Schultellurium. Für besonders interessierte Schüler bietet sich als zusätzliche Aufgabe an, mit dem Taschenrechner aus der mitgeteilten Entfernung Erde-Mond und der Dauer des Monats die Bahngeschwindigkeit des Mondes zu berechnen und mit der Bahngeschwindigkeit der

Erde zu vergleichen. Wird die Beobachtung gemäß Aufgabe 5 erst später durchgeführt, werden also die Bewegungen des Mondes mit Hilfe des Telluriums und der entsprechenden Lehrbuchabbildungen erarbeitet, dann kann die Beobachtung der Bestätigung einer Vorhersage über die Stellung des Mondes am Himmel dienen.

Trotz der Beobachtung ist die Überlagerung der wahren und scheinbaren Mondbewegung erfahrungsgemäß für die Schüler nicht immer leicht durchschaubar; die Erarbeitung dieses Sachverhalts sollte daher zeitlich nicht zu knapp geplant werden. Der Lehrer ist gut beraten, wenn er Analogiebeispiele aus dem Erfahrungsbereich der Schüler zur weiteren Veranschaulichung heranzieht (Karussell o. a.).

3. Die Phasen des Mondes

Auch hier kommt das Ergebnis der Beobachtungsaufgabe 5 zum Tragen: Verfolgen der Veränderung der Mondphasen. Die Schüler haben die an sich triviale Erkenntnis, daß die Lichtgestalt des Mondes sich ständig verändert, in ihrem Beobachtungsprotokoll skizziert und dabei festgestellt, daß die Änderung der Mondposition relativ zu den Sternen von der Änderung der Mondphase begleitet wird. Eine Demonstration am beleuchteten Tellurium zur Prüfung des beobachteten Sachverhalts führt zum Erkennen der Ursachen für die Änderung bzw. Entstehung der Phasen. Auch eine entsprechende Abbildung im Lehrbuch läßt diesen Schluß zu, wenn auch im Unterricht der dreidimensionalen Darstellung mit dem Tellurium der Vorzug gegeben werden sollte. Möglich sind auch einfache Experimentieranordnungen z. B. mit Erdglobus, Ball, lichtstarker Taschenlampe. Wesentlich ist, daß die Schüler erkennen, daß die Bewegung des Mondes, seine Beleuchtung durch die Sonne und der Standort des Beobachters wichtige Bedingungen für die Erklärung der Entstehung bzw. Änderung der Mondphasen sind. Dabei sollten die Schüler auch erkennen, daß der Mond stets zur Hälfte von der Sonne beleuchtet ist, daß es sich bei den Phasen um die wechselnde Größe des für uns sichtbaren Teils der beleuchteten Mondoberfläche handelt.

4. Die Finsternisse

Ein emotional betonter Lehrvortrag über ein historisches Beispiel der Nutzung abergläubischer Vorstellungen über die Entstehung von Sonnenfinsternissen zur Durchsetzung oder Aufrechterhaltung der Macht kann den Stundenabschnitt einleiten. Der Lehrplan weist eine Schülertätigkeit aus, die das Erklären der Entstehung der Finsternisse zum Inhalt hat. Das kann durch einen vorbereiteten Schülervortrag unterstützt werden, wobei auch entsprechende Inhalte aus dem Physikunterricht der Klasse 6 wiederholt werden. Zur Demonstration des Sachverhalts eignet sich wiederum das Tellu-

Zur Stoffeinheit „Raumfahrt“

1. Inhaltliche Schwerpunkte

Während vor allem in den Stoffeinheiten „Planeten“ und „Mond“ auf den Einsatz der Raumfahrttechnik in der astronomischen Forschung und damit verbundener Ergebnisse eingegangen wird, stehen in der Stoffeinheit „Raumfahrt“ die Aufgaben und der Nutzen der Raumfahrt für die Menschheit sowie das Ringen der UdSSR sowie anderer sozialistischer Länder um den ausschließlich friedlichen Charakter der Raumfahrt im Blickpunkt des Unterrichts. Technische Einzelheiten der Raumfahrt und Raketentechnik gehören nicht zum Gegenstand des Faches.

Die Stoffeinheit lässt sich vorteilhaft nach folgenden Unterrichtsinhalten gliedern, die zugleich die stofflichen Schwerpunkte sichtbar machen.

Raumfahrt für die Erde

- Zur Entwicklung der Raumfahrt und damit verbundener bedeutender Ersterfolge
- Einsatz der Raumfahrt in der astronomischen Forschung und bei der Erderkundung
- Nutzen der Raumfahrt für die Volkswirtschaft

Raumfahrt für den Frieden

- Zielstrebige, planmäßige und wissenschaftliche Entwicklung der sowjetischen Raumfahrt
- Streben der Sowjetunion nach internationaler Zusammenarbeit in der Raumfahrt und um die Sicherung ihres friedlichen Charakters
- Kampf gegen die Einbeziehung der Raumfahrt und des Weltraums in die Hochrüstungspolitik des US-Imperialismus

Die unterrichtliche Erörterung dieser Stoffeinheit soll folgende **Ergebnisse** erzielen:

Die Schüler

- kennen wichtige Aufgaben und den Nutzen der Raumfahrt für die Menschheit
- kennen wichtige Zielstellungen und Prinzipien der sowjetischen Raumfahrt, das Streben der UdSSR nach weltweiter Zusammenarbeit in der Raumfahrt, das Ringen der Sowjetunion um die Sicherung der friedlichen Nutzung der Raumfahrt sowie ihren Kampf gegen die Militarisierung des Weltraums
- besitzen Wissen über den Mißbrauch der Errungenschaften der Raumfahrt durch den US-Imperialismus
- gelangen zu Einsichten in die Abhängigkeit der Ziele und Nutzung der Ergebnisse der Raumfahrt vom Charakter der Gesellschaft
- haben Einblick in die Entwicklung der Raumfahrt
- besitzen Kenntnisse über die Rolle der Raum-

rium. Die Demonstration von Sonnen- und Mondfinsternissen kann dann zu einem Vergleich beider Finsternisse genutzt werden. Die Neigung der Mondbahnebene gegen die Erdbahnebene lässt sich mit Hilfe einer Lehrbuchabbildung hinreichend erläutern. Es genügt, die Erkenntnis gewinnen zu lassen, daß es wegen dieser Neigung nicht bei jedem Mondumlauf zu Finsternissen kommt. Der wesentliche Zuwachs an Wissen und Können gegenüber der Behandlung des Sachverhalts im Physikunterricht der Klasse 6 besteht darin, daß die Schüler im Astronomieunterricht befähigt werden, aus der Kenntnis der Bewegungsgesetze von Erde und Mond das Eintreten von Finsternissen zu erläutern.

5. Zu den physikalischen Eigenschaften des Mondes
Die Schülertätigkeit „Erklären der physikalischen Verhältnisse auf dem Mond“ verlangt von den Schülern, daß sie solche physikalischen Eigenschaften wie die im Vergleich zur Erde geringe Fallbeschleunigung und das damit zusammenhängende Fehlen einer Atmosphäre mit ihren Folgen aus der Masse und dem Radius des Mondes in einer qualitativen Aussage ableiten. Dabei ist von Bedeutung, daß die Schüler die theoretische Herleitung der für die Abschätzung des Betrages der Fallbeschleunigung auf dem Mond notwendigen Gleichung verstehen und diese selbst interpretieren können. Obwohl eine numerische Berechnung der Fallbeschleunigung auf dem Mond unter Verwendung des Taschenrechners nicht sehr aufwendig ist, sollte der Abschätzung des Betrages der Vorzug gegeben werden. Wesentlicher als die numerische Berechnung ist, daß die Schüler erkennen: die Fallbeschleunigung auf den Himmelskörpern hängt von deren Masse und Radius ab.

6. Zur Oberfläche des Mondes

Die Behandlung der Oberfläche geht von der Beobachtung des Mondes mit dem bloßen Auge und mit dem Fernrohr aus (Beobachtungsaufgabe 6). Die Schüler haben bei der Beobachtung mit dem bloßen Auge dunkle Gebiete erkannt und einige davon in ihre Skizze eingetragen. Mit Hilfe der Wandkarte „Erdmond“ erkennen sie diese Stellen als Tiefebenen und übernehmen die Namen in die Skizze. Während der Fernrohrbeobachtung erkennen die Schüler Kettengebirge und Krater, die ebenso identifiziert werden.

Auf diesen Erkenntnissen baut die Systematisierung der Formen auf, wobei neue Forschungsergebnisse der Raumfahrt einbezogen werden. Den Abschluß der Stunde bilden Hinweise auf Satelliten anderer Planeten, wozu Ergebnisse schulastronomischer Beobachtungen und Forschungen der Raumfahrt genutzt werden sollen.

Anschrift des Verfassers:
StR KLAUS ULLERICH
 Wilhelm-Külz-Straße 30 b
 Burg
 DDR - 3270

2. Empfehlungen zum methodischen Vorgehen bei ausgewählten Schwerpunkten der Stoffeinheit

2.1. Raumfahrt für die Erde

Bei der Behandlung des stofflichen Schwerpunktes „Raumfahrt für die Erde“ geht es vor allem darum, daß die Schüler wichtige Aufgaben und den Nutzen der Raumfahrt für die Menschheit kennenlernen. Mit der Frage „Was nützt der Menschheit die Raumfahrt?“ kann ein Unterrichtsgespräch eingeleitet werden, wobei die Schüler Einsatzbereiche der Raumfahrt nennen, die sie bereits kennen. Die Erörterung des genannten Schwerpunktes sollte sich auf folgende Einsatzbereiche der Raumfahrt konzentrieren:

- Astronomische Forschungen
- Fernerkundung der Erde
- Nutzung für die Volkswirtschaft

Da die Schüler bereits aus den Stoffeinheiten „Planeten“ und „Mond“ vom Einsatz der Raumfahrttechnik in der astronomischen Forschung wissen, werden an dieser Stelle wichtige Ergebnisse zusammengefaßt. Die Schüler erhalten den Auftrag, mit Hilfe der Tabelle auf Seite 48 des Lehrbuches Aufgabenbereiche des Einsatzes der Raumfahrt in der astronomischen Forschung und Arbeitsvorhaben zu nennen (1). Im Unterrichtsgespräch wird erarbeitet, daß sich die Fernerkundung der Erde mit Hilfe der Raumfahrt vor allem auf die genauere Erforschung der Erdatmosphäre, der Erdoberfläche und des Erdinneren konzentriert. Das Erfassen globaler und territorialer Übersichten dient der Meteorologie, der Kartographie, der Ozeanologie, der Geographie, der Geologie und anderen Wissenschaften sowie der Volkswirtschaft. Der Lehrer informiert, daß die UdSSR zur Erforschung der Erde bemannte Raumstationen mit langer Lebensdauer einsetzt, in denen mehrere Kosmonauten gleichzeitig arbeiten können. An dieser Stelle sollte auf den Einsatz der Raumstation „Mir“ hingewiesen werden. Das Nennen von Beispielen, wie sich die DDR an der Fernerkundung der Erde beteiligt, soll die Aufmerksamkeit der Schüler auf einen wichtigen politischen Aspekt lenken. Mit Hilfe von Bildern der Multispektralkamera läßt sich belegen, wie sich die DDR an diesen Forschungen beteiligt. Dabei sollten Aufnahmen von der Erdoberfläche gezeigt werden, die mittels dieser Kamera angefertigt wurden. Dazu steht allen Schulen die Lichtbildreihe R 1115 „Nutzen der Raumfahrt“ zur Verfügung.

Mit der Frage, welchen ökonomischen Nutzen die Raumfahrt hat, läßt sich die Erörterung der Bedeutung der Raumfahrt für die Volkswirtschaft motivieren. Die Schüler erhalten den Auftrag, mit Hilfe der Tabelle auf Seite 50 des Lehrbuches, die durch aktuelle Informationen ergänzt werden kann, an Beispielen den **schnellen** und **vielseitigen** Nutzen

der Raumfahrt für die Volkswirtschaft zu erläutern (1). Dazu sollten Bilder aus der Diareihe R 1115 gezeigt werden.

Mit der anschließenden Erörterung der Frage, wozu Aufgaben und Nutzen der Raumfahrt in der sozialistischen Gesellschaft dienen, wird den Schülern ein wesentlicher gesellschaftlicher Aspekt der Raumfahrt verdeutlicht. Dabei ist herauszuarbeiten, daß sich Zielsetzungen der Raumfahrt zum Nutzen der Menschheit nur verwirklichen lassen, wenn der friedliche Charakter der Raumfahrt gewahrt bleibt.

2.2. Raumfahrt für den Frieden

Bei der Behandlung des stofflichen Schwerpunktes „Raumfahrt für den Frieden“ kommt es u. a. darauf an, den Schülern Einblick in den Kampf gegen die Militarisierung des Weltraums durch den US-Imperialismus zu geben. Dabei gibt es gute Möglichkeiten, die Schüler zum parteilichen Werten von Ereignissen und Entwicklungstendenzen der Raumfahrt zu erziehen.

Die Erörterung des Kampfes gegen die Militarisierung des Weltraums kann mit folgenden Bemerkungen des Lehrers eingeleitet werden: In der Zeitschrift der Kriegsakademie der US-Marine erschien unter dem Titel „Der Weltraum – eine Herausforderung an die USA“ (1981) ein Beitrag, der nachfolgendes Zitat enthält:

„Die Nation, die den Weltraum kontrolliert, bekommt ein politisches Druckmittel, wenn nicht sogar die Kontrolle auf der Erde und sie wird wiederum in der Lage sein, den Gang der Menschheitsgeschichte zu verändern. Deshalb ist es notwendig, eine US-Weltraumstreitmacht mit dem Ziel der US-amerikanischen Überlegenheit zu schaffen.“ Dieses Zitat wird im Unterrichtsgespräch gewertet und herausgearbeitet, daß reaktionäre Kreise in den USA mit der Einbeziehung der Raumfahrt und des Weltraums in die Rüstung militärische Überlegenheit über die UdSSR erzielen wollen, um ihre Weltherrschaftspläne zu verwirklichen.

Um Einblick zu geben, daß die US-Imperialisten die Raumfahrt von Anfang an für militärische Zwecke mißbrauchen, sollte von den Schülern der Text des vorletzten Abschnittes auf Seite 51 des Lehrbuches kommentiert werden (1). Ein Lehrervortrag arbeitet heraus, daß unter der Amtszeit des US-Präsidenten REAGAN die Militarisierung der Raumfahrt und des Weltraums eine bisher beispiellose Forcierung erfuhr. Dabei soll auch auf das SDI-Programm eingegangen werden, wobei es wenig ideologisch-erzieherischen Effekt hat, wenn man nur behauptet, das Programm habe friedensgefährdenden Charakter, ohne konkret darzustellen, daß das Programm sowohl Festlegungen zur Entwicklung von Raketenabwehrsystemen sowie von Antisatellitenwaffen und kosmischen Angriffswaffen enthält. Es muß betont werden, daß das SDI-Programm eine wesentliche Grundlage der US-Weltraummilitarisierung ist. Der Lehrer nennt einige Vorhaben des Programms.

Dazu gehören die Entwicklung von speziellen Weltraumwaffen und neuartigen Militärsatelliten, die zur kosmischen Kriegsführung vorgesehen sind. Ferner sind die Errichtung von Ausbildungsstationen für Militärastronauten und der Start bemannter Raumstationen zum Zwecke der Einrichtung einer einheitlichen Kommandozentrale für die Kriegsführung aus dem Weltraum geplant.

Der Lehrer sollte auch darlegen, daß die REAGAN-Regierung das US-Sternenkriegsprogramm als SDI (Strategische Verteidigungsinitiative), als Forschungsobjekt deklariert, in dessen Ergebnis einmal Weltraumwaffen entwickelt, erprobt und stationiert werden sollen. Mit Beispielen wird belegt, wie das SDI-Programm bereits aus dem Stadium der Forschung in das der praktischen Erprobung übergegangen ist. Dazu können folgende Fakten angeführt werden.

13. 9. 1985: Erster scharfer Schuß mit einer Anti-Satellitenwaffe von einem Satelliten-Killer, Zerstörung eines Forschungssatelliten

27. 9. 1985: Von einem Luftwaffenstützpunkt in den USA wird mit einem Laserstrahl eine in großer Höhe fliegende Rakete getroffen und zerstört

27. 6. 1986: Drei in 15 km Höhe fliegende Flugkörper werden von einer Rakete vom Boden aus zerstört.

Hier lassen sich weitere aktuelle Beispiele anfügen. Ein Unterrichtsgespräch wertet das Wesen dieses Programms und arbeitet heraus, daß seine Verwirklichung die Existenz der gesamten Menschheit unseres Planeten bedroht. Der Lehrer sollte aktuelle Beispiele anführen, wie vor allem die UdSSR um die Vereitelung der imperialistischen Pläne zur Weltraumrüstung ringt und diesem Vorhaben ein Programm zur friedlichen Nutzung des Kosmos entgegengesetzt. Dazu lassen sich folgende Fakten nennen: Seit dem Start von Sputnik 1 drängt die UdSSR auf die ausschließlich friedliche Nutzung der Raumfahrt und des Weltraums. Sie schlug bereits 1958 den Vereinten Nationen einen Vertrag über die Nutzung des Weltraums für ausschließlich friedliche Zwecke vor. Infolge des Widerstandes der USA und ihrer Verbündeten konnte der UNO-Weltraumvertrag erst 1967 abgeschlossen werden. Auf Grund des Strebens aggressiver Kreise der USA, Raumfahrt und Weltraum in die Hochrüstungspolitik einzubeziehen, unterbreitete die UdSSR 1981 der UNO den Entwurf über den Abschluß eines Vertrages zum Verbot der Stationierung von Waffen beliebiger Art im Weltraum. 1983 beschloß die 38. UNO-Vollversammlung eine Resolution zur Verhinderung des Wettrüstens im Weltall. Dafür stimmten 147 Länder, darunter die UdSSR. Dagegen stimmte die USA als **einziges** Land und brachte damit die vollständige Isolierung der USA in diesen Fragen zum Ausdruck.

Es ist herauszuarbeiten, daß die UdSSR konsequent für eine internationale Zusammenarbeit zur fried-

lichen Nutzung der Raumfahrt und des Weltraums ringt. Beispiele dafür sind die VEGA-Mission zum Kometen Halley, die geplanten Raumfahrtunternehmen zum Phobos (1988) und zur Vesta (1990). Die UdSSR schlug ferner den Vereinten Nationen ein 3-Stufen-Programm gemeinsamer praktischer Maßnahmen von Staaten zur Erforschung und Nutzung des Weltraums für friedliche Zwecke vor (2). Erzieherisch wichtig ist, daß im Ergebnis dieser Beobachtungen den Schülern bewußt wird, daß der Planet Erde als Lebensraum des Menschen im Sonnensystem einmalig ist. Um das Leben auf unserer Erde zu bewahren, verstärken die UdSSR, die sozialistischen Staaten und alle friedlichen Kräfte ihre Aktionen, um den Frieden zu erhalten und zu sichern. Diese Tatsache sollte auch für die Schüler persönlich bedeutsam werden. Durch das gemeinsame und entschlossene Handeln der ständig wachsenden Friedenskräfte wird möglich sein, die menschenfeindlichen Pläne des US-Imperialismus zur Einbeziehung der Raumfahrt und des Weltraums in die nukleare Hochrüstungspolitik zu vereiteln. Weitere Hinweise zur inhaltlichen und methodischen Gestaltung dieser Stoffeinheit sind u. a. aus dem Heft 1/1986 von „Astronomie in der Schule“ zu entnehmen.

Literatur:

(1) **Astronomie Lehrbuch für Klasse 10.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1987.

(2) NAUMANN, H.-D.: **Dreistufenplan für friedliche Erforschung und Nutzung des Weltraums.** In: Astronomie in der Schule 24 (1987) 1, 20.

Anschrift des Verfassers:

OStR Dr. HELMUT BERNHARD

Redaktion „Astronomie in der Schule“

Postfach 440

Bautzen

DDR - 8600

Peter Klein

Zur Anwendung des Taschenrechners im Astronomieunterricht

Ab 1. 9. 1987 wird auch im Astronomieunterricht der Taschenrechner benutzt. Der folgende Beitrag gibt inhaltliche und didaktisch-methodische Anregungen, wie auf der Grundlage des neuen Lehrplans im Astronomieunterricht mit dem Taschenrechner gearbeitet werden kann. Gleichzeitig veröffentlichten wir in diesem und in den nächsten Heften Aufgaben, Lösungswege, damit verbundene Ergebnisse sowie methodische Hinweise für den Einsatz des Taschenrechners im Fach Astronomie.

Die Nutzung des Taschenrechners eröffnet dem Astronomieunterricht eine Reihe neuer Möglichkeiten, dem gewachsenen Anspruch an die Bildungs-

und Erziehungsarbeit in diesem Fach noch besser gerecht zu werden. Diese ergeben sich insbesondere bei der Berechnung von Größen.

Die didaktisch-methodische Konzeption des neuen Lehrplans weist der Anwendung der Mathematik einen besonderen Stellenwert zu. In der Anwendung der Mathematik im Astronomieunterricht hat die Berechnung von Größen mit Größengleichungen eine gewichtige Rolle. Dieser kann mit dem Einsatz des elektronischen Taschenrechners (ETR) in hoher Qualität entsprochen werden, wenn die numerische Lösung von Aufgaben der Entwicklung astronomischer Vorstellungen und Ideen dient; sich dieser unterordnet und jeder Formalismus vermeiden wird. Die Ergebnisse von Erprobungen im obligatorischen und fakultativen Unterricht belegen das.

Die Zielstellung der Berechnung von Größen im Astronomieunterricht leitet sich aus den grundsätzlichen Zielvorgaben des Lehrplanes ab. (1) Im Wesentlichen geht es darum, mit Hilfe von Berechnungen

- astronomische Erkenntnisse zu gewinnen, zu vertiefen und zu erweitern;
- astronomische Arbeitsmethoden kennenzulernen und anzuwenden;
- Bezüge zur gesellschaftlichen Praxis herauszustellen und
- zur Ausprägung politischer Standpunkte und sittlich-moralischer Eigenschaften beizutragen.

Um dem gerecht zu werden, sollten die Schüler bei der Ausführung von Berechnungen einen vollständigen Erkenntnisweg durchlaufen.

Das heißt: Es sind die notwendigen Übergänge vom realen Objekt, also dem astronomischen Sachverhalt, zur astronomischen Idealisierung, deren Abbildung auf mathematische Strukturen einschließlich der numerischen Bearbeitung, und zur Rückführung und Anwendung der Erkenntnisse auf gleiche, ähnliche oder neue astronomische Sachverhalte zu beachten, einzuhalten und dem Schüler möglichst deutlich zu machen.

Die Berechnung beispielsweise des Quotienten aus r^3 und T^2 für alle Planeten führt letztlich „nur“ zu dem Ergebnis, daß der Zahlenwert dieses Quotienten annähernd gleich 1 ist, wenn die großen Halbachsen in Astronomischen Einheiten und die Umlaufzeiten in Jahren angegeben werden. Der astronomische Inhalt wird damit noch nicht erschlossen. Die qualitative Formulierung wird den Schülern in der Regel mitgeteilt.

Die Anwendung der durch die Berechnung bestätigten quantitativen Beziehung zwischen dem mittleren Sonnenabstand und der Umlaufzeit z. B. auf die Berechnung der Umlaufzeit des Kometen Halley oder die eines z. Z. aktuellen Raumfahrtkörpers stellt eine echte Rückführung auf einen astronomischen Sachverhalt bzw. auf eine technische Anwendung dar.

Der neue Lehrplan (1) fordert explizit 5 Berechnungen, das Lehrbuch bietet 17 Aufgaben mit numerischem Charakter an und demonstriert 5 Berechnungen.

Im bisherigen Astronomieunterricht spielten Berechnungen von Größen nur eine untergeordnete Rolle. Das hat seine Ursache in erster Linie in dem Widerspruch zwischen dem zur Verfügung stehenden Zeitvolumen und dem z. T. erheblichen Zeitaufwand für die Durchführung von Berechnungen.

Bei einigen Schülern baute sich bisher bei mathematischen Anwendungen im Astronomieunterricht eine „psychologische Barriere“ auf, die ihre Ursache meist in dem sprichwörtlich „astronomischen Zahlenmaterial“ verbunden mit Unsicherheiten im Verwenden von Potenzen hat. Hohe Fehlerquoten führten zu Abneigungen bei den Schülern, der große Zeitaufwand für berichtigende Erläuterungen zu Einschränkungen beim Einsatz von Berechnungen durch den Lehrer.

Der Einsatz des Taschenrechners SR 1 im Astronomieunterricht mindert diese Hemmnisse wesentlich und beseitigt sie z. T. vollständig.

Er macht die Beachtung einiger Positionen erforderlich, die sich aus Erprobungen im Astronomieunterricht in Merseburg und Rostock ergeben.

- Im rein numerischen Bereich führt der Taschenrechneinsatz zu einer **erheblichen Zeiteinsparung**.

Die durch den Taschenrechneinsatz sich ergebende schnellere Bewältigung numerischer Anforderungen sollte nicht zu einer vordergründigen zeitlichen Ausweitung numerischen Arbeitens führen. Vielmehr kann durch die Zeiteinsparung der **qualitativen Seite der astronomischen Sachverhalte**, der Ausführung anspruchsvoller geistiger Tätigkeiten und der **Entwicklung schöpferischer Fähigkeiten größere Aufmerksamkeit gewidmet werden**.

- Der Einsatz des ETR im Astronomieunterricht eröffnet die Möglichkeit, bisher **kaum genutzte und z. T. neuartige Aufgaben**, Aufgabentypen und Aufgabenfolgen im Erkenntnisprozeß einzusetzen, die unter anderem

- zu tieferem Verständnis astronomischer Sachverhalte,
- zur Entwicklung und Festigung geistiger Fähigkeiten,
- zur Erhöhung der Solidität und Anwendungsbereitschaft astronomischen Wissens und
- zu hoher Selbständigkeit und schöpferischem Denken bei der Wissensaneignung führen und dabei einen Beitrag zur Ausprägung von Haltungen und Einstellungen leisten können.

Das trifft beispielsweise zu für:

- die numerische Bestätigung des 3. KEPLERSchen Gesetzes;
- die Anwendung des 3. KEPLERSchen Gesetzes auf Raumfahrtprobleme;

- die Berechnung und den Vergleich der Solar- konstanten für alle Planeten;
- die Ermittlung von Sterndichten und Sternradien und deren Veranschaulichung;
- die Gewinnung von inhaltlichen Aussagen über Entwicklungszustände und den Verlauf von Zustandsgrößen im HRD aus numerischen Ergebnissen;
- die numerische Herleitung von $r = 1/p$;
- die Berechnung der Fallbeschleunigung an der Mondoberfläche;
- die Masseberechnung für Sterne und
- die numerische Auswertung von Beobachtungen.

Der Einsatz des ETR eröffnet in diesem Zusammenhang eine spezifische Möglichkeit der differenzierten Förderung von Schülern und Schülergruppen.

– In der Astronomie wird mit Meßwerten für Größen gearbeitet, die ihrem Wesen nach **Näherungswerte** sind. Führt man eine Rechnung mit Näherungswerten durch, so wird das Resultat im allgemeinen ebenfalls nur angenähert richtig sein. Dabei hängt die Genauigkeit des Ergebnisses in erster Linie von der Genauigkeit der Eingangswerte ab.

Die sinnvolle Genauigkeit des Resultats einer Rechnung hängt vom verwendeten Rechenhilfsmittel nur ab, wenn dieses die Genauigkeit einschränkt. Das ist für den SR 1 kaum der Fall. Der Rechner täuscht mit seiner meist achtstelligen Angabe eine Genauigkeit vor, die in der Regel nicht erreichbar ist.

Obwohl die Schüler im Mathematikunterricht frühzeitig mit den Regeln für das Rechnen mit Näherungswerten vertraut gemacht werden und diese häufig – vor allem im Physikunterricht – Anwendung finden, gibt es hier erhebliche Unsicherheiten.

Ein Beispiel aus der praktischen Erprobung soll das verdeutlichen.

Für $p = 0,182''$ erscheint in der Anzeige des SR 1 für r nach Betätigung der Funktionstaste

1/x 5,4945055.

Nach dem Wert für r befragt geben an der Erprobung beteiligte Schüler der Klasse 9 und 10 an:

$r = 5,4945055 \text{ pc}$.

Vor dem Einsatz des SR 1 im Astronomieunterricht sollten sich Schüler und Lehrer mit den Regeln des Rechnens mit Näherungswerten wiederholend vertraut machen (siehe Lehrbücher für das Fach Mathematik ab Klasse 6).

Eine Abstimmung mit dem Mathematik- und Physikunterricht ist dabei erforderlich.

Das konsequente und regelgerechte Arbeiten mit Näherungswerten ist in erster Linie eine Erziehungsfrage.

– **Fehlerbetrachtungen** sind ein Element der Lebensverbundenheit des Astronomieunterrichts. Sie stellen einen wichtigen Praxisbezug des Unterrichts dar. Teilweise machen sie echte Praxisbezüge überhaupt erst möglich.

Wird die Angabe der Parallaxe eines Sterns (z. B. Beteigeuze mit $p = 0,011''$) zur Berechnung der Entfernung durch eine Fehlerangabe ergänzt (z. B. $\Delta p = \pm 0,001''$), kann errechnet werden, zwischen welchen Entfernungsschranken sich der Stern befinden kann.

Fehlerbetrachtungen leisten einen Beitrag bei der Erziehung zu Genauigkeit, Sorgfalt und Ehrlichkeit.

Sie fordern zur kritischen Wertung der eigenen Arbeit heraus. Sie führen zur Anerkennung der Leistungen einzelner Wissenschaftler und des wissenschaftlich-technischen Gerätebaus. Sie können astronomische Dimensionen anschaulicher machen.

Im Physikunterricht werden die Schüler ab Klasse 6 systematisch zur Durchführung von Fehlerbetrachtungen erzogen. Sie lernen die im Mathematikunterricht eingeführte Mittelwertbildung anwenden und arbeiten mit zuverlässigen Stellen eines Rechenresultats.

Darauf kann der Astronomieunterricht aufbauen.

– Aufgaben zur Ermittlung von Größen mit Hilfe von Größengleichungen mit astronomischem Inhalt können auch Gegenstand des Mathematik- und Physikunterrichts sein.

(Der Lehrplan Physik Kl. 10, gültig ab 1. 9. 1988, sieht das ausdrücklich vor.)

● Das ist eine Form der Koordinierung des Astronomieunterrichts mit den anderen Fächern. Physik- und Mathematiklehrer der Klasse 10 zeigten sich an entsprechendem Aufgabenmaterial sehr interessiert.

– Im Schuljahr 1987/88 ist die Besonderheit zu beachten, daß die Schüler der Klasse 10 erstmalig im Unterricht mit dem Taschenrechner arbeiten. Dadurch kann es notwendig werden, bei numerischen Arbeiten auf Eingaberegeln und bestimmte Eigenschaften (z. B. rationelle Verwendung der Vorrangautomatik und Konstantenrechnung) hinzuweisen.

Ab 1988/89 wird das nicht mehr notwendig, da dann die Schüler ab Klasse 7 systematisch mit dem Rechner vertraut gemacht wurden.

Aufgaben zur Arbeit mit dem Taschenrechner

Die Auswahl der Aufgaben orientiert sich am Lehrplan. Dabei werden teilweise auch Größengleichungen verwendet, die nicht explizit Gegenstand des Unterrichts in den Fächern Astronomie, Physik oder Mathematik sind. Das erscheint dann richtig, wenn durch ihre Anwendung ein Beitrag zum astronomischen Wissen und Können der Schüler im Sinne der Lehrplanforderungen geleistet wird.

Das bezieht sich beispielsweise auf die Nutzung von:

$$- P \approx m^4 \quad (P \text{ in } P_s; m \text{ in } m_s)$$

$$- P = R^2 \cdot T^4 \quad (P \text{ in } P_s; R \text{ in } R_s; T \text{ in } T_s)$$

Der Einsatz der Aufgaben liegt, falls nicht vom Lehrplan ausdrücklich gefordert, im Ermessen des Lehrers. Er ist abhängig von den für die Unterrichtsstunde bzw. Unterrichtseinheit gesetzten Zielen und den pädagogischen Bedingungen (Zeitvolumen, mathematische Fähigkeiten der Schüler, Einstellung der Schüler usw.).

Aufgabe 1: Berechnung der Umlaufzeit einer Raumstation (Stoffeinheit 2.4.)

Der Mond ist ein natürlicher Satellit der Erde. Seine mittlere Entfernung von der Erde und seine Umlaufzeit sind bekannt.

Die „Prawda“ meldete am 8. 9. 1986, daß die Raumstation SALUT 7 auf eine Bahn Höhe von 480 km angehoben wurde. Berechnen Sie die neue Umlaufzeit der Station!

Lösung: Gegeben:

$$a_M = 3,844 \cdot 10^5 \text{ km} \quad T_M = 27,32166 \text{ d.}$$

$$= 39343,2 \text{ min}$$

$$a_s = R_E + h$$

$$= 6371 \text{ km} + 480 \text{ km}$$

$$= 6851 \text{ km}$$

Gesucht: T_s

$$\frac{T_s^2}{T_M^2} = \frac{a_s^3}{a_M^3}$$

$$T_s = \sqrt{\frac{a_s^3 \cdot T_M^2}{a_M^3}}$$

$$T_s = \sqrt{\frac{6851^3 \text{ km}^3 \cdot 39343,2^2 \text{ min}^2}{(3,844 \cdot 10^5)^3 \text{ km}^3}}$$

$$T_E = 93,61 \text{ min}$$

Ergebnis: Die Umlaufzeit der Station beträgt 94 Minuten.

Bemerkung: Wegen der Vorrangautomatik des SR 1 ist die Verwendung des Speichers (z. B. für den Divisor) nicht erforderlich.

Die Berechnung erfolgt mit:

$$6851 \boxed{y^x} 3 = \boxed{x} 39343,3 \boxed{x^2} \boxed{:} 3,844 \boxed{EE}$$

$$5 \boxed{y^x} 3 = \boxed{V}$$

Methodischer Hinweis:

Der Einsatz der Aufgabe kann als Anwendung des 3. KEPLERschen Gesetzes im Zusammenhang mit einer Raumfahrtthematik zu dessen Wiederholung bzw. kombiniert erfolgen. Sie sollte mit dem erzieherisch wichtigen Erkenntnisziel erfolgen, daß erkannte Naturgesetze zur Beherrschung der Natur dienen und wie in diesem Fall ihre technische Anwendung in der Raumfahrt finden können.

Inhaltliche Überlegungen zum 3. KEPLERschen Gesetz sollten zur Erkenntnis von $a_s = R_E + h$ führen.

Wird die Aufgabe als Hausaufgabe gelöst, muß diese Überlegung vorbereitend im Unterricht erfolgen bzw. ein entsprechender Hinweis gegeben werden.

Aufgabe 2: Berechnung der Fallbeschleunigung auf dem Mond (Stoffeinheit 2.3.)

Berechnen Sie mit Hilfe von

$$F = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad \text{und} \quad a = \frac{F}{m}$$

die Fallbeschleunigung a , die auf einen Körper der Masse m in der Nähe der Mondoberfläche wirkt und vergleichen Sie diese mit der in der Nähe der Erdoberfläche!

Lösung: Gegeben:

$$\gamma = 6,670 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$$

$$r_M = 1,738 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$m_M = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$$

Gesucht: g_M

$$g_M = \frac{F}{m_M}$$

$$g_M = \frac{\gamma \cdot m \cdot m_M}{m \cdot r_M^2}$$

$$g_M = \frac{\gamma \cdot m_M}{r_M^2}$$

$$g_M = \frac{6,670 \cdot 10^{-11} \cdot 7,35 \cdot 10^{22} \text{ m}}{(1,738 \cdot 10^6)^2 \text{ s}^2}$$

$$g_M = 1,62 \text{ m.s}^{-2}$$

$$\frac{g_E}{g_M} = 6,05$$

$$g_M \approx \frac{1}{6} g_E$$

Bemerkung: Der Divisor braucht nicht gespeichert zu werden; $\boxed{x^2}$ bindet kein Register.

Methodischer Hinweis:

Aus dem Ergebnis sind wesentliche Aussagen über die physikalischen Verhältnisse auf dem Mond ableitbar. Die Aufgabe kann nach inhaltlicher Vorbereitung im Unterricht als vorbereitende Hausaufgabe oder im Unterricht gelöst werden. Im Lehrbuch (2) wird nach Herleitung von

$$g_M = \gamma \cdot m_M \cdot r_M^{-2}$$

eine Abschätzung des Verhältnisses der Beschleunigung aus den Radien und Massen von Erde und Mond vorgenommen. Der Einsatz des ETR macht eine exakte Berechnung möglich.

Literatur

(1) Lehrplan Astronomie Klasse 10. Berlin 1986.

(2) Lehrbuch Astronomie Klasse 10. Berlin 1987.

(wird fortgesetzt)

Anschrift des Verfassers:

OStR PETER KLEIN

57. POS „Josef Schares“

Rostock 5

DDR - 2520

Vorschau auf das Heft 6/1987

Uranus und sein Ringsystem – Zur Stoffeinheit „Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis“ – Zur Unterrichtsmittelausstattung für den Astronomieunterricht – Zuordnung von Lichtbildreihen zu den Stoffeinheiten des Lehrplans

Wortmeldungen zur Weiterentwicklung des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“

Im folgenden veröffentlichen wir weitere Stellungnahmen zur zukünftigen Gestaltung des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“ (s. Heft 6/1986).

Bitte senden auch Sie der Redaktion Ihre Erfahrungen, Erkenntnisse und Standpunkte zu! Sie geben damit wertvolle Hilfe bei der Ausarbeitung des neuen Rahmenprogramms!

Zur Gestaltung fakultativer Kurse

HERWIG SUE, POS Dallgow, Kreis Nauen

Als langjähriger Leiter fakultativer Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ kann ich die Einschätzung zur Bewährung des Rahmenprogramms bestätigen. In Gesprächen mit ehemaligen Schülern, die Mitglieder eines solchen Kurses waren, kommt immer wieder zum Ausdruck, daß das in den Kursen vermittelte Wissen, das über den obligatorischen Unterricht hinausgeht, sie anregte, sich auch später noch mit astronomischen Problemen zu beschäftigen.

Vor allem die größere Zahl der Beobachtungen führte zu einem stärkeren Verständnis der Positionsastromie. Aber auch die vermittelten Methoden der Kenntnisaneignung (u. a. selbständige Erarbeitung von Fakten aus der Fachliteratur und deren Vortrag vor dem Schülerkollektiv) erleichterte ihnen die Arbeit im Beruf und beim Hobby. Um hierzu als Leiter richtige Akzente zu setzen, war eine mehrjährige Erfahrung notwendig. Aus dem umfangreichen Material des Rahmenprogramms mußte eine sinnvolle Auswahl getroffen werden, um die Schüler optimal zu entwickeln. Bedeutsam hierfür war vor allem, daß die Schüler selbst die Teilnahme am Kurs entschieden. Dann konnten auch leistungsschwächere Schüler erfolgreich sein, weil sie durch ihr Interesse an den Darlegungen motiviert wurden.

Um einen weiteren Aufschwung der fakultativen Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ zu erreichen, ist die Umgestaltung der Kurse ratsam. Die in den Schlußfolgerungen dazu genannten Aspekte finde ich richtig. Weiterhin sollte Leitern, die einen Kurs neu übernehmen, der Einstieg erleichtert werden. Dazu kann ein präziser Plan Möglichkeiten schaffen. Notwendig ist auch eine noch stärkere Berücksichtigung der organisatorischen Bedingungen der Schulen, was im neuen Rahmenprogramm durch ein- und zweijährige Kurse und die Stoffauswahl durch den Leiter zum Ausdruck kommt.

Die zur Weiterentwicklung des Rahmenprogramms unterbreiteten Vorschläge finden meine volle

Zustimmung. Die hier angestrebte Einheit von Bildung und Erziehung an konkreten Beispielen ermöglicht es uns, das Bewußtsein unserer Jugendlichen noch besser zu entwickeln.

Eine enge Verbindung von Wissenschaft und Wissenschaftsgeschichte ist notwendig, damit die Schüler eine Vorstellung über die Entwicklung der astronomischen Kenntnisse erhalten. Für bedeutsam halte ich die Aufnahme von Untersuchungen des Lichtes. Hierzu sind die Extinktion, die Szintillation und die Refraktion treffend ausgewählte Bereiche. Gerade im Grundkurs in der 9. Klasse sind es immer wieder solche Fragen, die die Schüler beantwortet haben wollen. Wann und warum flackern die Sterne? Warum sehen Mond und Sonne anders aus am Horizont als bei der Kulmination? Warum sind Sterne am Horizont schwächer zu sehen? Das sind Fragen, die bei abendlichen Beobachtungen mit Schülern der 9. Klasse sehr häufig gestellt werden.

Für die zweijährige Variante ist das weitere Bestehen von Grund- und Wahlkurs angebracht. Der Inhalt für den Grundkurs ist richtig bestimmt. Er schafft günstige Voraussetzungen für die Gestaltung eines Wahlkurses und „nimmt“ dem obligatorischen Unterricht kaum „Stoff weg“. (Beim Grundkurs des zur Zeit noch gültigen Rahmenprogrammes muß der Leiter schon sorgfältig planen, um für den Astronomieunterricht in Klasse 10 noch genügend interessante Probleme zu lassen!) Der Grundkurs des neuen Rahmenprogramms dagegen schafft sogar noch Möglichkeiten, das Interesse der Schüler für den obligatorischen Unterricht zu wecken. Die Behandlung der „Grundlagen astronomischer Beobachtung“ kann für Schülervorträge im Astronomieunterricht in Klasse 10 genutzt werden. Die Inhalte der Wahlkurse sind auch effektiver gestaltet worden. Etwas skeptisch bin ich, ob ein selbständiger Wahlkurs „Raumfahrt“ die Schüler über ein Jahr begeistern kann. Im Mittelpunkt stehen hier Berechnungen und technische Probleme. Die Nutzung der Beobachtung kommt zu kurz. Dieser Kurs ist für Spezialisten konzipiert worden und übersteigt damit meiner Meinung nach den Charakter einer allgemeinbildenden Schule.

OL ROLF BAHLER, PÖS Neetzow, Kreis Anklam

Die fakultativen Kurse entsprechend den neuen Anforderungen inhaltlich und organisatorisch weiter auszugestalten, ist eine Aufgabe von vorrangiger Bedeutung. Ich bin der Meinung, daß die bisherigen fakultativen Kurse nach Rahmenprogramm folgendes in guter Qualität zu leisten in der Lage waren:

- Der enorme Zuwachs an Erkenntnissen auf dem Gebiet Astronomie/Raumfahrt wurde in ausgewählter Form an eine große Schülergruppe herangetragen.
- Durch eine enge Verknüpfung des Lernens mit praktischen Tätigkeiten wurde eine positive Ent-

wicklung der geistigen Aktivität bei den Schülern eingeleitet.

- Es wurden Denk- und Arbeitsweisen im naturwissenschaftlichen Bereich vermittelt.

Der explosionsartige weitere Zuwachs an Kenntnissen und Erkenntnissen auf dem Gebiet der Astronomie und Raumfahrt macht jedoch immer wieder neue Überlegungen nötig, wie diesem Entwicklungsprozeß gleichzeitig mit dem Blick auf die weitere Ausformung der Schülerpersönlichkeit Rechnung getragen werden kann.

Die FK (R) haben sich in der Praxis bewährt. Kollegen, die langjährig mit dem Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“ gearbeitet haben, stellen jedoch auch fest:

- Von der Theorie her waren stellenweise Überhöhungen vorhanden (Grundkurs).
- Es blieb nicht immer genügend Zeit, historische Zusammenhänge deutlich zu machen.
- Die Abgrenzungen zum obligatorischen Unterricht waren nicht deutlich genug ausgewiesen.
Es wurde gefordert, die Gestaltung der Kurse flexibler zu machen und mehr Ausweichmöglichkeiten anzubieten.

In Auswertung der Arbeit nach Rahmenprogramm halte ich folgende Überlegungen für besonders wichtig:

- Inhaltliche Entlastung des Grundkurses, Verbesserung des Stoff-Zeit-Verhältnisses.
- Verbesserung der Planungsarbeit durch Angabe der Stundenzahl für das jeweilige Thema.
- Deutliches Hervorheben des Stoffanteils, der über den obligatorischen Unterricht hinausgeht.
- Einrichtung der Möglichkeit für die Schüler, nur einen Jahreskurs zu absolvieren.

Die Anzahl der vorgeschlagenen Wahlkurse läßt zusammen mit dem Grundkurs mehrere Ausführungsvarianten des fakultativen Kurses zu. Das ist begrüßenswert.

Es ist zu begrüßen, daß darüber hinaus weitere Varianten für die Gestaltung des Kurses angeboten werden. So kann besser auf spezielle Neigungen der Schüler und auch der Leiter reagiert werden. Es kann auch die materielle Basis der Schule, ein nicht zu unterschätzender Faktor, besser berücksichtigt werden. Auch die angebotene Möglichkeit, einen nur einjährigen Kursus zu absolvieren, wird ganz sicher die Zustimmung sehr vieler Kollegen finden. Das stellt eine echte Bereicherung in der Palette der fakultativen Kurse dar.

Das vorgesehene neue Rahmenprogramm stellt hohe Ansprüche an die Leiter des Kurses. Deshalb halte ich eine vielseitige Unterstützung für erforderlich. Insbesondere sollten konkrete Hinweise zum Studium von Veröffentlichungen zu aktuellen Ereignissen in Astronomie und Raumfahrt gegeben werden.

OL HERMANN RISSE, 39. POS Dresden

Das bisherige Programm war zweifellos eine wert-

volle Hilfe für Leiter und Teilnehmer des fakultativen Kurses. Es ist aber auch klar, daß nur in den wenigsten Fällen der vorgesehene 2-Jahres-Ablauf (Grundkurs und ein Wahlkurs) konsequent absolviert wurde bzw. werden konnte. Dazu sind die Bedingungen an den einzelnen Schulen zu verschiedenen.

Hauptimpuls für die Bereitschaft der Schüler zur Teilnahme am Kurs ist die Erwartung, viele Beobachtungen am Fernrohr vornehmen zu können, vor allem ausführlicher und intensiver als bei den obligatorischen Unterrichtsbeobachtungen. Außerdem reicht die innere Beteiligung der Teilnehmer vom verständlichen Interesse bis zur Begeisterung. Diese schülerpsychologische Sicht auf die Neugestaltung des Kursprogramms sollte in die Überlegungen mit eingehen. Daher muß der Kursleiter ohnehin differenziert mit den Kursteilnehmern arbeiten. Diese Bemerkungen sollen sagen, daß eine absolute Rahmenprogrammtreue schwerlich einzuhalten ist, obgleich Grundanliegen und Ziele des Programms im Auge behalten werden.

Aus den angeführten Gründen ist die im Material über die Weiterentwicklung der Kursarbeit deutlich und mehrfach akzentuierte Selbständigkeit der Schüler bei Himmelsorientierung, Fernrohrbedienung, Objektbeobachtung und Auswertung ein echter Fortschritt. Damit wird eine noch bessere tätigkeitsorientierte Wissensaneignung erreicht.

Die angegebenen 6 Linienführungen durchziehen prinzipiell das gesamte Rahmenprogramm, sollten sich aber bei der Feingliederung der einzelnen Kurse deutlich und durchgängig widerspiegeln. Die hierin eingeschlossenen Kenntnisse und Erkenntnisse sind wesentliche Bildungs- und Erziehungs-inhalte, die Unterricht und Kurs gemeinsam umfassen und die die fakultative Arbeit fest in das Gesamtanliegen der Schulpolitik eingliedern.

Die Neufassung bzw. die Verdeutlichung der Schwerpunkte in den einzelnen Kursen ist insofern zu begrüßen, als jeder thematische Kursteil ein systematisch aufgebautes und eigenständiges Teilgebiet aus Astronomie und Raumfahrt den Schülern vertiefend nahebringt. Denn wenn schon Astronomie und Raumfahrt im Kursangebot stehen, dann muß die Stofffülle des Gesamtprogramms ausgewogene Vorgaben enthalten über Umfang und Abgrenzung der einzelnen Kursthemen.

Es ist einer Diskussion wert, ob der Leiter alle Kursteilnehmer für **einen** Wahlkurs interessieren soll bzw. mit den Schülern **einen** bestimmten Wahlkurs erwählt, oder ob nicht doch auch **die** Schüler differenziert Stoff erhalten sollen, deren Interessen einem anderen Wahlkurs gelten. Es ist Erfahrungstatsache, daß es bereits unter Schülern „Experten“ oder „Enthusiasten“ gibt. Solche Ausnahmen wird es geben müssen. Das im Material enthaltene Beispiel über die Himmelsfotografie möchte ich in diesem Zusammenhang bestätigen.

Zum Kurs Raumfahrt empfehle ich, die Satellitenarten und -bahnen nicht nur allgemein zu behandeln. Es müssen, als Programmpunkt speziell ausgewiesen, verstärkt die Technik und die Aufgabenstellungen von Koppelungseinheiten der gegenwärtig zu erwartenden sowjetischen kosmonautischen „Alltagsarbeit“ vermittelt werden. Dies wird in den nächsten Jahren und Jahrzehnten Hauptinhalt des sowjetischen Raumfahrtprogramms sein.

In der Regel arbeitet an einer Schule nur ein fakultativer Kurs Astronomie und Raumfahrt, so daß die neuen Teilnehmer bei einem Wahlkurs-Jahrgang die fehlenden Grundkursgrundlagen jeweils nachvermittelt bekommen. Das ist nicht problematisch, weil es sich im Grundkurs um beobachtungspraktische und manuelle Vorgänge handelt. Dafür sind die astronomieinteressierten (nachholenden) Schüler, und Kursteilnehmer sind es ja, immer zu haben. Das hat noch nie Schwierigkeiten bereitet. Die Wahlkurse „Sonnensystem“ und „Sterne und Sternsysteme“ enthalten zahlreiche Beobachtungsanforderungen, so daß diese Kursteile für mehrere praktische Tätigkeiten Übungs- und Festigungsmöglichkeiten für die Grundkursfertigkeiten einräumen.“

Ein Einjahresprogramm ist auch noch aus dem Grunde als Variante unerlässlich, weil sich Schüler z. T. nur im 9. Schuljahr der Astronomie und der Raumfahrt widmen, da in der 10. Klasse vielfach ein durch die Berufsorientierung bedingtes Interesse an anderen Kursen besteht.

Damit ist zugleich und nochmals hervorgehoben, daß an vielen Schulen generell nach der Ein-Jahres-Variante vorgegangen wird. In solchen Fällen gelang es mir immer, neben dem grundkurseigenen Beobachtungsprogramm mit Hilfe der Wahlkurspositionen unterrichtsvertiefend zu wirken, ohne mich dabei fest an einen der bisherigen Wahlkurse gehalten zu haben. Zwar sind die damit berücksichtigten Schülerinteressen allein nicht leitend und bindend für den Jahresverlauf des fakultativen Kurses, doch sollte bei Ein-Jahres-Kursen eine gewisse Variabilität innerhalb der Wahlkurse gestattet sein. Daraus sind schon etliche Dauer-Unterrichtsmittel und verwertbare Messe-Exponate entstanden. Einige seien als Beispiel genannt: Bewegliches Maßstabsmodell „Doppelplanet Erde-Mond“; aktualisierbare Magnettafel für Sonnen-, Mond- und Planetenstände; Foliensatz zum Strahlenverlauf in verschiedenen Fernrohrarten; Bahnmodell der Halley-Passage in bezug auf die Erdbahn; Zusammensteckbare elliptische Kometenbahnscheiben; Bewegliches Raummodell des Sternbildes Cassiopeia; Anschauungstafelsatz zum Thema „Sonne“.

CHRISTA HÖFNER, POS „Otto Grotewohl“, Merseburg

Die Ziele des Rahmenprogramms lassen sich in der angestrebten Qualität nur erfüllen, wenn an allen Schulen das Prinzip der Freiwilligkeit der Teilnahme gewahrt wird. Dann sind auch leistungsschwache,

aber an der Astronomie interessierte Schüler zu großen Anstrengungen zu stimulieren. Entsprechend den personellen Voraussetzungen an den Oberschulen wird den Schülern der 8. Klassen ein Angebot unterbreitet; in FDJ-Veranstaltungen erhalten die Schüler einen Überblick über den Inhalt der Kurse und die Eltern werden in einer Elternversammlung damit vertraut gemacht.

Es ist zu begrüßen, daß für die Vereinfachung der Planungsarbeit die Beziehungen zwischen Theorie und Praxis exakter formuliert sind. Dem kommt auch entgegen, daß die Richtungen der Vertiefung im Wissen und Können der Schüler gegenüber dem obligatorischen Unterricht genauer ausgewiesen sind.

In der praktischen Arbeit mit dem fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ ist es nicht empfehlenswert, mit gemischten Gruppen zu arbeiten oder nach einem Jahr noch Schüler aufzunehmen, denen der Vorlauf fehlte. Der didaktisch-methodische Aufwand für das Heranführen dieser Schüler geht zu Lasten der Schüler, die von Anfang an Mitglieder des FK (R) waren. Als wesentlich günstiger hat sich herausgestellt, zwei Kurse zu führen – einen für die 9. Klasse und einen für die 10. Klasse. Sind die dafür notwendigen personellen Voraussetzungen an der Schule nicht gegeben, wurden in unserem Kreis erfolgreiche Schüler in den FK (R) der Nachbarschule delegiert.

Im Wahlkurs 2 „Sterne und Sternsysteme“ soll zu 1.1. „Physikalische Eigenschaften der Sterne und ihre Erforschung“ auch die absolute Helligkeit berechnet werden. Diese Schülertätigkeit ist meines Erachtens nicht mehr effektiv zu realisieren, weil unseren Schülern dafür die mathematischen Voraussetzungen fehlen. In den letzten Jahren habe ich diese Berechnung nicht mehr im FK (R) durchgeführt, weil zu viel Zeit für die Schaffung der mathematischen Voraussetzungen gebraucht wurde. Oder ist mit „Berechnen der absoluten Helligkeiten“ nur gemeint, daß diese Berechnung möglich ist, daß der Leiter des FK (R) sie an einem Beispiel demonstriert?

Horst Röpke

Zur Unterrichtsfernseh-sendung „Künstliche Erdsatelliten“

Im Schuljahr 1987/88 stehen drei Sendungen zur Unterstützung des Astronomieunterrichts nach dem neuen Lehrplan zur Verfügung: „Künstliche Erdsatelliten“, zur Stoffeinheit 2.4. (Übernahme aus dem Physikunterricht, Klasse 9), „Die Sonne“, zur Stoffeinheit 3.3. (Neuproduktion), „Kosmische Dimensionen“, zur Stoffeinheit 3.3. (Neuproduktion). Zu allen Sendungen erfolgen Annotationen durch unsere Zeitschrift.

Ziele der Sendung „Künstliche Erdsatelliten“

Mit Hilfe der Sendung ist es möglich, drei Schwerpunkte der Stoffeinheit 2.4. „Raumfahrt“ zu realisieren:

- 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.

Die Sendung kann die politisch-moralische Bildung und Erziehung im Astronomieunterricht wesentlich unterstützen. Mit authentischen Bild- und Ton-dokumenten werden Pioniertaten der UdSSR auf dem Gebiet der Raumfahrt dargestellt. Die Darlegung am Beispiel des Gruppenfluges von VALERI BYKOWSKI und SIGMUND JÄHN soll bei den Schülern Stolz auf unsere sozialistische Heimat erwecken. Die sechs Beispiele der Nutzung von künstlichen Erdsatelliten in unterschiedlichen Anwendungsbereichen verdeutlichen dem Schüler, daß die Realisierung solcher Vorhaben, woran verschiedene Wissenschaftsdisziplinen beteiligt sind, nur in einer umfassenden Gemeinschaftsarbeit möglich ist.

Inhalt und Aufbau der Sendung¹

- Der Einstieg in die Sendung erfolgt über eindrucksvolle Aufnahmen vom Start und vom Aufstieg des Raumschiffes Sojus 31 mit dem Raumschiffkommandanten VALERI BYKOWSKI und Fliegerkosmonaut SIGMUND JÄHN am 26. August 1978 (Originalgeräusche – Startkommandos mit Übersetzung ins Deutsche).
- Historische Aufnahmen vom Start von Sputnik 1 (mit eingeblendetem Funksignal) leiten eine Rückblende ein. Pioniertaten sowjetischer Raumfahrttechnik werden gewürdigt. Die Zuschauer sehen den ersten Menschen im Weltenraum, JURI GAGARIN, in Wostok 1 (1961), aufgenommen von einer Fernsehkamera.
- Mit einem Blick in das wissenschaftliche Untersuchungsprogramm der Kosmonauten in Salut 6 (Hörschwellenuntersuchung, Arbeit mit wissenschaftlichen Geräten), mit Bildern vom Leben in Salut 6 (u. a. Gewichtslosigkeit) beginnt der zweite Abschnitt der Sendung. Es erfolgt die Einführung zu Betrachtungen über die Bedingungen des Flugs von künstlichen Erdsatelliten.
- Vom Sprecher wird die Frage gestellt: „Wie hält sich ein Körper auf einer Bahn um die Erde?“ Mit Hilfe eines Trickfilmteils werden Erläuterungen zum Zustandekommen der Geschwindigkeit eines Körpers gegeben, die erforderlich ist, da-

mit sich dieser auf einer Bahn um die Erde bewegt. Während der Zuschauer auf die Triebwerke einer Rakete blickt und den Start dieser Rakete „mit erlebt“, wird mitgeteilt, daß gewaltige Schubkräfte erforderlich sind, um einem Raumflugkörper mit großer Masse bei Brennschluß eine derartige Geschwindigkeit geben zu können.

Über Trick (Satelliten auf verschiedenen Bahnen) wird anschaulich dargestellt, daß bei künstlichen Erdsatelliten die Geschwindigkeiten bei Brennschluß zwischen 7,9 und 11,2 km/s liegen müssen, um diese auf Umlaufbahnen um die Erde bringen zu können.

- Die Frage „Warum aber bewegen sich künstliche Erdsatelliten auf so unterschiedlichen Bahnen?“ leitet den nächsten Abschnitt der Sendung ein (im Bild Erdball mit Umlaufbahnen).

Die Beantwortung („... hängt von der Aufgabe ab, welche die Satelliten erfüllen sollen“) erfolgt parallel zu dynamischen Bildfolgen von Raumflugkörpern wie Kosmos 97, Molnija, Meteor, Kosmos 110 und Sojus, indem aus der Vielzahl der möglichen Aufgaben sechs Gebiete genannt werden:

„Künstliche Erdsatelliten dienen der Erforschung des erdnahen Raumes, der Nachrichtenübermittlung, der Wetterbeobachtung, medizinisch-biologischen Experimenten, physikalisch-technischen Versuchen und der Erdbeobachtung.“

- Die Frage „Welchen Nutzen ziehen wir in der DDR aus der Arbeit künstlicher Erdsatelliten?“ wird an drei Beispielen relativ ausführlich in Bild und Text beantwortet:

(Beispiel 1: Nachrichtenübermittlung; Beispiel 2: Wetterbeobachtung; Beispiel 3: Erdfernerkundung)

- In einer Reportage (Originalton – Interview) aus dem Zentralinstitut für Physik der Erde der AdW in Potsdam wird deutlich, welchen volkswirtschaftlichen Nutzen Erdfernbeobachtungen mit der MKF 6 haben. Im Bild können die Schüler vergrößerte MKF-6-Aufnahmen unseres Norddarßgebietes betrachten. Die Darstellungen in Bild und Wort darüber, daß mit Hilfe solcher Aufnahmen Rückschlüsse auf den Prozeß der Küstenbildung, auf den Reifegrad pflanzlicher Kulturen, auf erforderliche Maßnahmen des Umweltschutzes u. a. gezogen werden können, sind für die Schüler beweiskräftig.
- Der letzte Abschnitt der Sendung wird eingeleitet mit Realfilmaufnahmen von der Landung der Kapsel mit V. BYKOWSKI und S. JÄHN.
- S. JÄHN macht abschließend vor der Kamera Aussagen (Originalton) zu Raumfahrt und Fortschritt der Menschheit, zu Fragen der friedlichen Nutzung künstlicher Erdsatelliten.

¹ Dieser Abschnitt ist übernommen aus ANTOL, W.: Methodische Anleitung Unterrichtsfernsehen, Physik, Klasse 9, S. 16–18 ZSF Potsdam, 1983

Hinweise zur Nutzung der Sendung

Inhaltliche Schwerpunkte und Gestaltung der Sendung (z. B. Einstieg unter historischem Aspekt) bieten es als günstigste Variante an, die Sendung in der 1. Unterrichtsstunde der Stoffeinheit zu nutzen. Die Hauptinhalte der Sendung entsprechen den beiden ersten Abschnitten des Lehrbuchtextes „Entwicklung der Raumfahrt“ und „Wichtige Aufgaben der Raumfahrt“.

Für die dabei in der Sendung nicht berücksichtigten Schwerpunkte „Pioniere der Raumfahrt“ und „Bedeutung der Raumfahrt für die astronomische Forschung“ ist im neuen Lehrbuch (S. 45 bzw. S. 48) eine Ergänzung gegeben. Diese könnte – erweitert durch entsprechende Sachliteratur – unter gleicher Themenstellung in Form von Schülerkurzreferaten vorgenommen werden.

Eine Vorbereitung des Sendungsempfangs durch ein Tafelbild (z. B. in Form einer Gliederung, Vorgabe schwieriger Sachverhalte) ist infolge der klaren Sendungsstruktur nicht notwendig. Empfehlenswert ist dagegen die Verteilung spezieller Beobachtungsaufgaben (z. B. für Schülergruppen oder einzelne leistungsstarke Schüler) als zusätzliche Motivation. Dazu ist folgende Aufgabenstellung geeignet:

„Erläutern Sie den Zusammenhang von Flugbahn und Aufgabenerfüllung der Nachrichtensatelliten, (bzw. ... der Wettersatelliten, ... der Satelliten für Erdfernerkundung – als 2. und 3. Aufgabe), anhand des entsprechenden Sendungsabschnittes!“

Nach dem Sendungsempfang bietet sich die Arbeit mit dem Lehrbuch unter der Zielsetzung der Vervollständigung des Inhalts der Unterrichtsstunde und der Festigung des Sendungsinhaltes an.

Auf folgende Sachverhalte wäre dann einzugehen:

1. ZIOLKOWSKI und OBERTH (S. 45),
2. Etappen der Mondforschung (S. 46/47),
3. Aufgabenbereiche der Raumfahrt in der astronomischen Forschung (Tabelle, S. 48),
4. Zusammenhang zwischen den Aufgaben der Raumflugkörper und ihren Bahnen (Aufgabe 2, S. 49; Abb. 49/1) (Einordnen der Sendungsbeispiele); Tabelle S. 48 (als Weiterführung).
5. Weitere Anwendungsbereiche der Raumfahrt unter wirtschaftlichem Gesichtspunkt (Tabelle, S. 50, Aufgabe 1, S. 51).

Die Sachverhalte 3, 4 und 5 sind auch für die Hausaufgabenstellung geeignet.

Beim Einsatz der Sendung ist zu berücksichtigen, daß diese aus dem Jahr 1980 stammt und für den Physikunterricht bestimmt war, demzufolge können entsprechende Aktualisierungen notwendig werden.

Anschrift des Verfassers:

Dr. HORST RÖPKE

Zentralinstitut für Schulfunk und Schulfernsehen
an der PH „Karl Liebknecht“ Potsdam

Potsdam

Am Neuen Palais

DDR - 1500

B

Beobachtung

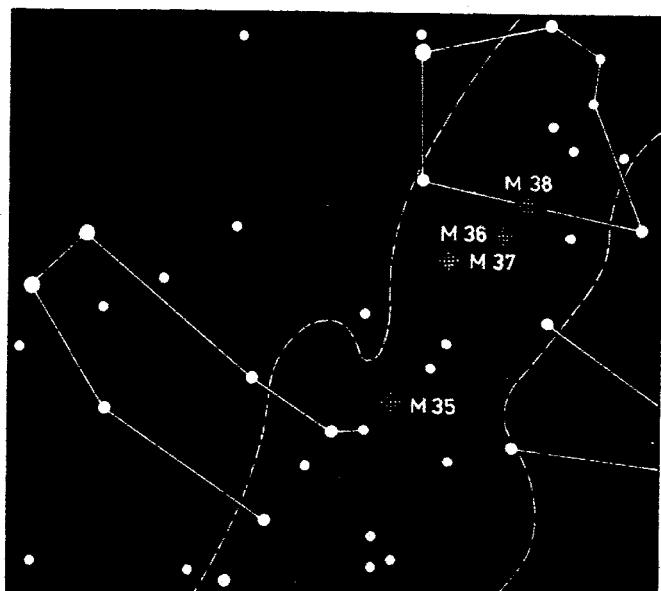
Rund um das Wintersechseck

Sehr zu Recht wird die Himmelsgegend, in der sich das Wintersechseck befindet, als der schönste Teil des von Mitteleuropa aus sichtbaren Sternhimmels bezeichnet. Natürlich hat die auffällige Häufung heller Sterne zu diesem Urteil Anlaß gegeben; aber darüber hinaus bietet das Wintersechseck dem Beobachter eine Vielzahl interessanter und attraktiver Objekte. Einige sind sogar schon mit dem bloßen Auge zu sehen, zum Beispiel die offenen Sternhaufen Plejaden und Hyaden im Stier sowie der Orionnebel. Bei Beobachtungen mit dem bloßen Auge wird der Lehrer seine Schüler aber auch auf die rötliche Farbe des linken Schultersterns Beteigeuze im Orion und des Aldebaran im Stier aufmerksam machen – beide Sterne haben Photosphärentemperaturen unter 4000 K – und ihnen erläutern, daß die Farbe des Sterns Kapella im Fuhrmann exakt der Farbe des Sonnenlichtes entspricht: Kapella und die Sonne besitzen gleiche Photosphärentemperaturen. Schließlich gehört auch die Milchstraße zu den astronomischen Objekten, die im Bereich des Wintersechsecks mit dem bloßen Auge zu beobachten sind.

Aus der Vielzahl interessanter Objekte, die das Schulfernrohr in dieser Himmelsgegend zu zeigen vermag, wählen wir vier offene Sternhaufen aus. Sie tragen die Nummern 35 bis 38 des Messier-Kataloges und sind wie eine Kette angeordnet, die die Sternbilder Zwillinge und Fuhrmann durchzieht. Wegen ihrer relativ großen scheinbaren Gesamtheiligkeit, die zwischen 5,3 und 7,0 Größenklassen liegen, sind sie auch schon mit einem guten Fernglas zu sehen.

Es ist kein Zufall, daß diese Sternhaufen (und weitere in den angrenzenden Sternbildern Einhorn und Perseus) nahezu in der Mitte des Milchstraßenbandes, unweit des galaktischen Äquators, angeordnet sind. Offene Sternhaufen kommen besonders häufig in der Scheibenebene, der Symmetrieebene unseres Sternsystems vor. Wir beobachten hier also eine Erscheinung, aus der sich ein Hinweis auf die Struktur der Galaxis ableiten läßt und die unsere Vorstellungen von der Struktur der Galaxis bestätigt.

KLAUS LINDNER



Die Sternbilder Zwillinge und Fuhrmann mit den offenen Sternhaufen M 35, 36, 37 und 38. Die Begrenzung der Milchstraße ist als gestrichelte Linie eingetragen.

Zwei aktuelle Aufgaben für differenzierte Beobachtungen

Die beiden folgenden Aufgaben eignen sich als differenzierte Beobachtungs-Hausaufgaben, die jeweils nur einer Gruppe von zwei oder drei Schülern erteilt werden sollten. Das Verfahren der Winkelschätzung über Fingerbreite, Faustbreite und Handspanne bei ausgestrecktem Arm muß den Schülern bei der Erteilung der Aufgaben demonstriert werden (vgl. Bild 115/2 des alten Lehrbuchs Astronomie, Klasse 10). Natürlich hat der Lehrer bei der Kontrolle und Bewertung der Aufgaben zu berücksichtigen, ob zur angegebenen Zeit das Wetter überhaupt eine Beobachtung zuließ.

Aufgabe 1

Schätzen Sie am Abend des 1. 12. 1987 stündlich den Winkelabstand zwischen Mond und Jupiter, und notieren Sie die Ergebnisse in Form der folgenden Tabelle!

Uhrzeit	geschätzter Winkelabstand
17h	...
18h	...
...	...
usw.	...

Aufgabe 2

Schätzen Sie am Abend des 28. 12. 1987 stündlich den Winkelabstand zwischen Mond und Jupiter und notieren Sie die Ergebnisse in Form der folgenden Tabelle!

Uhrzeit	geschätzter Winkelabstand
17h	...
18h	...
...	...
usw.	...

Schätzen Sie ferner, zu welchem Zeitpunkt am 28. 12. 1987 Mond und Jupiter das gleiche Azimut aufweisen, also genau senkrecht übereinander stehen! Welcher der beiden Himmelskörper befindet sich zu diesem Zeitpunkt höher über dem Horizont?

Folgende Ergebnisse sind bei diesen Aufgaben zu erwarten:

Uhrzeit (MEZ)	Winkelabstand Aufgabe 1	Aufgabe 2
17h	6°	3°
18h	6°	4°
19h	7°	4°
20h	7°	4°
21h	8°	5°
22h	8°	5°
23h	8°	6°
24h	9°	6°

Am 28. 12. 1987 sind die Azimute von Mond und Jupiter zwischen 21h und 24h MEZ nahezu gleich; jeder Zeitpunkt in diesem Intervall ist also als richtige Lösung anzuerkennen. Der Mond befindet sich in größerer Höhe als Jupiter.

KLAUS LINDNER



Wissenswertes

Mitteilung über die Weiterführung der externen Vorbereitung von Diplomlehrern auf den Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie vom 10. Juli 1987

Zur Qualifizierung einer ausreichenden Anzahl von Diplomlehrern, die über die notwendige fachliche und methodische

Befähigung zur Erteilung des Astronomieunterrichts in der allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule verfügen, besteht seit 1962 die Möglichkeit der externen Vorbereitung auf den Erwerb der Lehrbefähigung.

Die bestehende Form der externen Vorbereitung von in der Schulpraxis tätigen Diplomlehrern auf den Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie hat sich bewährt und wird mit einem 8. Durchgang vom Juli 1988 bis Februar 1990 fortgesetzt.

Dieser Durchgang umfaßt einen Einführungskurs von einer Woche im Juli 1988, einen Kurs von 2 Wochen im Februar 1989 und einen Abschlußkurs von einer Woche im Juli 1989. Die Teilnehmer an der externen Vorbereitung legen in den Winterferien 1990 an den Hochschulen eine mündliche Prüfung im Fach Astronomie und in der Methodik des Astronomieunterrichts ab. Nach erfolgreich abgelegter Prüfung erhalten die Teilnehmer einen Nachweis über den Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie nach externer Vorbereitung.

Die konkreten studienorganisatorischen Festlegungen werden von den mit der Ausbildung betrauten Einrichtungen getroffen.

Die Hauptformen der Vorbereitung der Teilnehmer sind das Selbststudium auf der Grundlage der vom Ministerium für Volksbildung bestätigten „Prüfungsanforderungen zum Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie nach externer Vorbereitung“¹ und die Lehrveranstaltungen in den oben genannten Kursen. Durch die Hochschulen wird zur Unterstützung des Selbststudiums der Teilnehmer Studienmaterial zur Verfügung gestellt.

In Abänderung der bisherigen Verfahrensweise (vgl. Mitteilung vom 30. September 1981, VuM Nr. 11, S. 106) sind die Delegierungsunterlagen

- Aufnahmeantrag für Studienbewerber,
- Beurteilung,
- Nachweis über den Hochschulabschluß als Diplomlehrer,
- Delegierungsschreiben des Kreisschulrates für die Teilnehmer an der externen Vorbereitung auf den Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie auf dem Dienstwege über den Kreis- und Bezirksschulrat an den Direktor für Studienangelegenheiten der nachfolgenden Ausbildungseinrichtungen bis zum 15. Februar 1988 einzureichen.

¹ Erscheint in der Zeitschrift „Astronomie in der Schule“, Heft 2/1988.

Für Bewerber aus den Bezirken:

Potsdam	Pädagogische Hochschule
Halle	„Karl Liebknecht“
Berlin	Am Neuen Palais
Cottbus	Potsdam
Frankfurt/Oder	1 5 7 1
Dresden	Pädagogische Hochschule
Karl-Marx-Stadt	„K. F. W. Wander“ Wigardstraße 17
Rostock	Dresden
Schwerin	8 0 6 0
Magdeburg	Pädagogische Hochschule
Neubrandenburg	„Liselotte Herrmann“ Goldberger Straße 12
Erfurt	Güstrow
Gera	2 6 0 0
Suhl	Friedrich-Schiller-Universität
Leipzig	Schloßgasse 1
Jena	6 9 0 0

Die Mitteilung vom 30. September 1981 über die Weiterführung der externen Vorbereitung von Lehrern auf den Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie (VuM Nr. 11, S. 106) ist damit gegenstandslos.

Ministerium für Volksbildung
Hauptabteilung Lehrerbildung
Prof. Dr. MÜLLER
Hauptabteilungsleiter

Berlin, den 10. Juli 1987

Spezialkurse für die Weiterbildung der Lehrer im Fach Astronomie

(Republikoffenes Gesamtangebot 1988–1992)

Diese Ausschreibung enthält das Gesamtangebot der von den verschiedenen Einrichtungen für die Zeit bis 1992 geplanten republikoffenen Spezialkurse im Fach Astronomie. Die Gesamtübersicht der republikoffenen Spezialkurse in Marxismus-Leninismus, Pädagogik-Psychologie sowie für die Leiter und Mitarbeiter außerschulischer Einrichtungen ist in der „Deutschen Lehrerzeitung“ Nr. 22/87 veröffentlicht. Für die Spezialkurse der einzelnen Schuljahre ab 1989 erfolgt eine jährliche gesonderte Ausschreibung in der „Deutschen Lehrerzeitung“ bzw. in den Fachzeitschriften, in denen die genauen Durchführungstermine mitgeteilt werden sowie eingetretene Veränderungen berücksichtigt sind.

Die Information über die auf die einzelnen Bezirke begrenzten Spezialkurse wird durch die Bezirkskabinette für Unterricht und Weiterbildung in Zusammenarbeit mit den Pädagogischen Kreiskabinetten in eigener Verantwortung gesichert. Diese Ausschreibungen und bezirklichen Informationen sind bei der persönlichen Auswahl von Spezialkursen und der Planung des Zeitpunktes der Teilnahme zu berücksichtigen, um den Spezialkursbesuch mit dem Besuch des Grundkurses und von Fachkursen sowie mit persönlichen und schulischen Erfordernissen optimal abzustimmen. Diese Planung ist in Rücksprache mit dem Direktor der Schule bzw. dem Leiter der Einrichtung und der Schulgewerkschaftsleitung, erforderlichenfalls nach Beratung mit dem Fachberater vorzunehmen. Zu jedem Spezialkurs werden folgende Angaben gemacht:

- Das Thema;
- Zielstellungen des Kurses und Hinweise zu den Teilnehmerzielgruppen (fehlen entsprechende Angaben, ist der betreffende Kurs für alle Lehrer geeignet);
- Inhaltliche Schwerpunkte;
- Die Einrichtung, die den Spezialkurs durchführt und die Einrichtung, bei der die Anmeldung erfolgt;
- Der Zeitpunkt der Durchführung und die Aufnahmekapazität sowie Quartiermöglichkeiten.

(Es bedeuten zum Beispiel:

30 = Es stehen 30 Plätze Lehrgangskapazität mit Übernachtung zur Verfügung.

30* = Es stehen 30 Plätze Lehrgangskapazität, aber nicht für alle Übernachtungsmöglichkeiten zur Verfügung.

30** = Es stehen 30 Plätze Lehrgangskapazität, aber keine Übernachtungsmöglichkeiten von seiten der Einrichtung zur Verfügung, d. h., die Teilnehmer müssen sich selbst um Quartier bemühen.)

Die Bewerbung zur Teilnahme an einem Spezialkurs erfolgt mit einer Anmelde-/Antwortkarte. Die Vordrucke sind beim Pädagogischen Kreiskabinett zu erhalten. Die Anmeldekarte ist vom Direktor der Schule bzw. vom Leiter der Einrichtung mit zu unterschreiben. Zu den Spezialkursen in den Winterferien muß die Anmeldung bis zum 30. 11., zu den Sommerferien bis zum 30. 4. des jeweiligen Schuljahres erfolgen. Die Antwortkarte mit bestätiger Teilnahme gilt als Teilnehmerausweis. Sie berechtigt zugleich zum Lösen einer Schülerfahrkarte zwischen dem eingetragenen Wohnort und dem Ort der Kursdurchführung und ist beim Kauf der Fahrkarte vorzulegen.

Für die Teilnahme an den Spezialkursen werden keine Gebühren erhoben. Kosten für Verpflegung und für Lehr- und Studienmaterial tragen die Teilnehmer selbst.

Anschriften

Bezirkskabinete für Unterricht und Weiterbildung

Siegfriedstraße 210, Berlin, 1130

Goethestraße 12, Gera, 6500

An der Markthalle, Postfach 64 D, Karl-Marx-Stadt, 9000

Yorkstraße 2, Potsdam, 1500

Weinbergstraße 17, Schwerin, 2500

Sternwarte „Johannes Franz“ Bautzen, Czornebohstraße 82, Bautzen, 8600.

Spezialkurse im Fach Astronomie in den Jahren

1988 bis 1992

Spezialkurse an der Sternwarte „Johannes Franz“ Bautzen:

Zur fachlichen und didaktisch-methodischen Qualifizierung von Leitern fakultativer Kurse

Geeignet für Fachlehrer für Astronomie und Leiter fakultativer Kurse.

Berechnen der Sternzeit; Sternpositionen. Arbeit mit dem „Telementor“. Empfehlenswerte Beobachtungsobjekte. Physikalische Experimente. Ausgewählte fachwissenschaftliche Grundlagen. Didaktisch-methodische Aspekte. Astrofotografie.

Sternwarte Bautzen – Anmeldung dort

4.–8. 7. 1988, Sommer 1991

Kap. 45

Zur Struktur, Kinematik und Entwicklung des Milchstraßensystems

Geeignet für Fachlehrer für Astronomie.

Entfernungsbestimmung. Methoden zur Erfassung des Aufbaus des Milchstraßensystems. Kinematik und Dynamik. Sternpopulationen unter besonderer Berücksichtigung der offenen und Kugelsternhaufen. Kern. Zur didaktisch-methodischen Behandlung der Thematik im Unterricht.

Sternwarte Bautzen – Anmeldung dort

Sommer 1989

Kap. 45

Zur Kosmogonie des Sonnensystems

Geeignet für Fachlehrer für Astronomie.

Physik der Planeten und Kleinkörper sowie des interplanetarischen Raumes. Entstehung und Entwicklung der Körper des Sonnensystems. Geschichte der Erforschung des Sonnensystems. Didaktisch-methodische Aspekte der Behandlung der Körper des Sonnensystems im Unterricht.

Sternwarte Bautzen – Anmeldung dort

Sommer 1990

Kap. 45

Zu ausgewählten Problemen der Kosmologie

Geeignet für Fachlehrer der Astronomie.

Beobachtungsgrundlagen der Kosmologie. Kosmologische Modelle. Elementarteilchenphysik und Kosmologie. Weltanschaulich-philosophische Aspekte. Didaktisch-methodische Probleme der Behandlung der Kosmologie im Astronomieunterricht.

Sternwarte Bautzen – Anmeldung dort

Sommer 1992

Kap. 45

Alle Anmeldungen für diese Spezialkurse an der Sternwarte Bautzen sind direkt zu richten an:

Sternwarte „Johannes Franz“

Czornebohstraße 82

Bautzen

8600

Relativistische Astrophysik und Kosmologie

Geeignet für Fachlehrer für Astronomie und Leiter fakultativer Kurse.

Klassische Physik; spezielle Relativitätstheorie; Allgemeine Relativitätstheorie. Einsteinsche Gleichungen und Planetenbewegung. Starke Gravitationsfelder. Schwarze Löcher. Astrophysikalische Beobachtungsmöglichkeiten. Kosmologie; einfache Weltmodelle; Energiebilanz der Weltmodelle; Prozeßabläufe im expandierenden Kosmos; Bedeutung für die Elementarteilchentheorie. Geschichte der kosmologischen Vorstellungen.

Zentralinstitut für Astrophysik der AdW/BÜW Potsdam

Sommer 1989 und 1991

Kap. 25

Moderne Beobachtungsinstrumente und Beobachtungsmethoden

Im Kurs werden neue astronomische Beobachtungsgeräte vorgestellt und unter Anleitung entsprechende Beobachtungen und Auswertungen durchgeführt. Es werden Anregungen für die Durchführung der obligatorischen Schülerbeobachtungen gegeben. Geeignet für Fachlehrer für Astronomie. Kennenlernen neuer astronomischer Beobachtungs- und Auswertungsgeräte. Praktische Arbeit in der Sternwarte unter Anleitung von Fachastronomen. Objekte für obligatorische Schülerbeobachtungen. Vermittlung neuester Kenntnisse über Doppelsterne, Veränderliche, Röntgensterne und Radioquellen.

Uni Jena/BÜW Gera

9.–12. 2. 1988, Winter 1990 und 1992

Kap. 25*

Zur Geschichte der Astronomie

Herausbildung der Astronomie im Altertum. Astronomie im Mittelalter. Geburt der Astrophysik. Astronomie und Astrophysik des 20. Jahrhunderts. Behandlung historischer Fakten im Astronomieunterricht.

Archenhold-Sternwarte Berlin-Treptow/BUW Berlin

4.-8. 7. 1988, Sommer 1990

Kap. 35**

Zur Gestaltung anspruchsvoller und interessanter geistig-praktischer Schülertätigkeit im fakultativen Unterricht Astronomie und Raumfahrt

Der Kurs soll einen Beitrag zur fachlichen und didaktisch-methodischen Qualifizierung der Leiter fakultativer Kurse an Oberschulen leisten.

Planung des methodischen Vorgehens und Führung des Erkenntnisprozesses. Beobachtungsinstrumentarium und Hilfsmittel für Beobachtungen. Praktische Hinweise zur Vorbereitung und Auswertung astronomischer Beobachtungen. Astrophotographie. Differenzierte Praktika in visuellen und photographischen Beobachtungen; spektroskopische Beobachtung der Sonne; Bestimmung der Abmessung von Oberflächenformationen des Mondes; photographische Planetenbeobachtungen u. a.

Schulsternwarte Schwerin/BUW Schwerin

Winter 1989

Kap. 25

Spezialkurs für Leiter und Mitarbeiter schulastronomischer Einrichtungen

Zur fachwissenschaftlichen, didaktisch-methodischen und praktischen Qualifizierung (Beobachtungspraktikum; Unterstützung des obligatorischen und fakultativen Unterrichts; außerunterrichtliche Arbeit; kulturpolitische Arbeit; wissenschaftliche Beobachtungstätigkeit).

Schulsternwarte Rodewisch/BUW Karl-Marx-Stadt

Sommer 1990

Kap. 50

Untersuchungen zum Pädagogischen Prozeß im Astronomieunterricht

Seit Beginn des Jahres 1986 läuft an 15 Mittelschulen der Volksrepublik Bulgarien eine Untersuchung zum Pädagogischen Prozeß im Astronomieunterricht. Sie hat zum Ziel, die in den frühen siebziger Jahren erfolgte Aufteilung des astronomischen Unterrichtsstoffes auf den Physikunterricht der 8. und der 10. Klasse der Einheitlichen Mittelschule kritisch zu überprüfen und ein System astronomischer Kenntnisse für die Ausbildung in diesem für alle bulgarischen Schüler obligatorischen Schultyp zu schaffen. Beteiligt sind Wissenschaftler der Universität „Kliment Ochridski“, Sofia, und der Technischen Hochschule „Angel Kantscheff“, Russe, sowie Fachberater und Astronomie- und Physiklehrer.

Gegenwärtig werden in der bulgarischen Einheitlichen Mittelschule im Physikunterricht der 8. Klasse Elemente der sphärischen Astronomie, die Gesetze der Planetenbewegung, die Physik der Planeten und Elemente der Raumfahrttechnik unterrichtet. In der 10. Klasse lernen die Schüler im Physikunterricht die Physik der Sonne und der Sterne, die Galaxis und die außergalaktischen Sternsysteme sowie eine Einführung in die Kosmologie kennen. Insgesamt stehen für den Astronomieunterricht – wie bisher – etwa 15 Unterrichtsstunden zur Verfügung; Astronomie wird jedoch im Gegensatz zur früheren Situation nicht als selbständiges Fach unterrichtet und auf zwei nicht aufeinanderfolgende Klassenstufen aufgeteilt.

Die Untersuchungen zum Pädagogischen Prozeß im Astronomieunterricht stehen im Zusammenhang mit der Schulreform, die gegenwärtig in der VR Bulgarien vorbereitet und durchgeführt wird und die auf einen Beschuß des ZK der BKP und des ersten Volksbildungskongresses der VR Bulgarien zurückgeht. Diese Reform zielt auf eine stärkere Berücksichtigung der modernen Wissenschaft und ihres hohen Entwicklungstempos bei gleichzeitiger Dominanz des Pädagogischen Prozesses.

Die Untersuchungen gehen von einer Literaturanalyse aus und sollen in eine Neubestimmung des Inhalts und der Methodik des Astronomieunterrichts münden. Dabei sollen auch Unterrichtsmittel – insbesondere solche, die für die

Aktivierung der Schülertätigkeiten geeignet sind – und Dialogprogramme für den Unterricht am Computer einbezogen werden. Das Ergebnis der Untersuchungen soll dem Ministerium für Volksbildung für den Einsatz in der Schulpraxis als optimales System des Astronomieunterrichts in der Einheitlichen Mittelschule der VR Bulgarien vorgeschlagen werden.

Das gesamte Vorgehen gliedert sich in drei Etappen. In der ersten Etappe sollen typische Fehler, Mängel und Probleme des gegenwärtigen Astronomieunterrichts ermittelt werden. Das geschieht durch ein System von Vergleichsarbeiten mit Aufgaben unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades und durch eine Umfrage bei den beteiligten Schulpraktikern. Die Aufgaben für die Vergleichsarbeiten sind so ausgewählt und formuliert, daß sie zum Teil durch unreflektierte Wiedergabe des Lehrstoffes, zum Teil durch Anwendung der im Unterricht erworbenen Kenntnisse in analogen Situationen und zu einem Teil auch durch Nutzung des Wissens in unbekannten Situationen gelöst werden können. Die vorläufigen Ergebnisse zeigen, daß nur ein sehr geringer Teil des Unterrichtsstoffes von den Schülern wirklich schöpferisch angeeignet wird. Das stimmt mit einem Ergebnis unserer Umfrage bei den Lehrern überein: Formen des aktiven Wissenserwerbs werden im Astronomieunterricht selten angewandt.

In der zweiten Etappe soll die Neubestimmung des Inhalts, der Methodik und der benötigten Unterrichtsmittel erfolgen und die Effektivität des darauf begründeten Astronomieunterrichts untersucht werden. Zu diesem Zwecke werden mehrere methodische Varianten ausgearbeitet und in Kontroll- und Vergleichsklassen erprobt. Die Ergebnisse von Kontrollarbeiten, die in diesen Klassen geschrieben werden, sollen über die Vollständigkeit und die Tiefe der Kenntnisse, die Beziehungen zu den astronomischen und physikalischen Vorkenntnissen der Schüler und die Fähigkeit der Schüler zur schöpferischen Nutzung der erworbenen Kenntnisse Auskunft geben. Um die Zuverlässigkeit der Ergebnisse zu erhöhen, sind Vergleiche mit Klassen bzw. Schülergruppen, die nach der herkömmlichen Methodik unterrichtet wurden, vorgesehen.

Die dritte Etappe der Untersuchungen besteht in der Erprobung eines nach der Auswertung der zweiten Etappe und nach den Umfrageergebnissen korrigierten inhaltlichen und methodischen Konzeptes für den Astronomieunterricht.

Die Auswahl der an den Untersuchungen beteiligten Schulen erfolgte so, daß die Selektionsfaktoren die Ergebnisse möglichst wenig beeinflussen können. Es wurden Schulen unterschiedlicher Typen, Schulen in unterschiedlichen Bezirken Bulgariens und Schulen mit unterschiedlichen Schülerzahlen gewählt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden mit Sicherheit einen bedeutenden Anstieg in der Qualität des Astronomieunterrichts in der VR Bulgarien bewirken.

N. S. NIKOLOFF, T. Sch. STEFANOWA

Erfahrungsaustausch zur Arbeit der Schulsternwarten

Im Rahmen eines Instruktionslehrganges für Fachberater Astronomie beim Zentralinstitut für Weiterbildung in Ludwigsfelde fand am 9. 4. 1987 auch ein Erfahrungsaustausch für Schulsternwarten und Planetarien statt. Es wurde durch die Teilnehmer dargestellt, wie vielfältig sie in ihren Einrichtungen die vorhandenen Möglichkeiten für die Bildung und Erziehung der Schüler sowie für die Weiterbildung der Astronomielehrer nutzen. Alle Teilnehmer begrüßten es sehr, daß das Ministerium für Volksbildung zum ersten Mal eine derartige Beratung durchführte und die Absicht zu ähnlichen Vorhaben in der kommenden Zeit erklärte. Während diese erste Zusammenkunft mehr der gegenseitigen Information über den Stand der Arbeit diente, wird es bei künftigen Beratungen sicher möglich sein, einzelne Schwerpunkte auszuwählen und ausführlicher zu diskutieren. Wir halten es für sehr nützlich, daß der Anfang dazu gemacht wurde.

EDGAR OTTO

Zweckmäßige Aufbewahrung von Schulfernrohren

Die von CHRISTIAN SCHOLZ in unserer Zeitschrift (1986, Heft 4, S. 92 und IV. Umschlagseite) beschriebene Art der Aufbewahrung von Schulfernrohren ist nicht ganz unproblematisch. In einer Zuschrift an die Redaktion weist Kollege CARSTEN KRUSE, Gera, darauf hin, daß die Rohre in der dargestellten Aufbewahrungshalterung stark auf Biegung beansprucht werden, was sich auf die Bildqualität negativ auswirken könnte. Es ist demzufolge ratsam, die Achsen- systeme mit den Ausgleichsgewichten getrennt von den Rohrkörpern aufzubewahren.

Astrophysikalische Weltraumprojekte der UdSSR

Die Sowjetunion bereitet gegenwärtig unter zumeist internationaler Beteiligung eine Reihe anspruchsvoller Raumfahrt- projekte für extraterrestrische, astrophysikalische Forschungen vor, die bis in die 90er Jahre für diesen Bereich der Weltraumforschung Maßstäbe setzen:

- Projekt RÖNTGEN

Im Rahmen dieses Projektes wird ein spezieller Astro- Modul zum Betrieb an der Raumstation MIR vorbereitet, mit dem die Untersuchung von Röntgenstrahlungen in einem sehr breiten Energiebereich erfolgt. Der Modul enthält 4 Röntgenteleskope und 3 Hilfsgeräte.

Beteiligung: UdSSR, Großbritannien, Niederlande, BRD, ESA.

- Projekt GRANAT

Ziel ist der Start eines Erdsatelliten, mit dem die Temperaturen des heißen Plasmas in Galaxien-Zentren sowie Prozesse in Röntgenpulsaren und in Gebieten um Schwarze Löcher untersucht werden sollen. Dieses Projekt stellt derzeit das bedeutendste Vorhaben zur Erforschung von Gamma-Ausbrüchen dar, deren Quelle in Neutronensternen mit superstarken Magnetfeldern gesehen wird.

Beteiligung: UdSSR, Frankreich

- Projekt GAMMA

Im Rahmen dieses Projektes erfolgt der Start eines speziellen Satelliten mit etwa 2 t Nutzlast in eine etwa 350 km hohe Bahn, der 2 Gammateleskope und ein Röntgenteleskop enthält.

Beteiligung: UdSSR, Frankreich, VR Polen

- Projekt AELITA

Dieses Projekt dient Forschungen im Submillimeterbereich. Ziel ist die Untersuchung der „kalten“ Materie – Staub und Molekularwolken – im Milchstraßensystem und in anderen Galaxien, ferner von Inhomogenitäten der kosmischen Urstrahlung. Zu diesem Zweck wird ein 1-m-Teleskop mit Tieftemperatur-Kühlung auf eine Erdumlaufbahn gebracht.

Beteiligung: UdSSR, Interkosmos

- Projekt AKTIWNY – IK

Hierbei handelt es sich um ein weiteres Magnetosphären- Forschungsvorhaben, das speziell zur Erforschung von Methoden der aktiven Diagnose dient. Gearbeitet wird mit injizierten niederfrequenten Radiowellen, für die die Magnetosphäre ein nahezu idealer Wellenleiter ist. Eingesetzt werden ein Satellit und ein gesteuerter Subsatellit, die Messungen an magnetisch gekoppelten Punkten vornehmen.

Beteiligung: UdSSR, Interkosmos

- Kosmisches Radioteleskop

Mit diesem Projekt wird der Start kosmischer Radioteleskope auf Bahnen mit einem Apogäum von mehr als 100 000 km vorbereitet. Sie arbeiten mit terrestrischen Teleskopen als Interferometer und sollen eine Reichweite von 15 Milliarden Lichtjahren ermöglichen. Zu den Hauptforschungsobjekten gehören Quasare. Ferner soll das System zu Erdvermessungen höchster Genauigkeit eingesetzt werden, insbesondere zur Bestimmung der Kontinentaldrift sowie zur Indikation von Erscheinungen, die Erdbeben vorausgehen.

Beteiligung: UdSSR, (internat. noch offen).

HANS-DIETER NAUMANN

S

Schülerfragen

Woher kommt die Sonnenenergie?

Das zuverlässige Funktionieren der Sonne als Energiequelle ist für uns Menschen eine Existenzfrage. Aber auch die Bedeutung der Sonne als Prototyp aller sonnenähnlichen Sterne erklärt das nie nachlassende Interesse an den Vorgängen in und auf ihr.

Schon recht lange ist bekannt, daß in der Sonne durch die Fusion von Wasserstoff zu Helium Energie freigesetzt wird. Dieses sogenannte Wasserstoffbrennen ist die Quelle unserer Sonnenenergie. Nach neuesten Erkenntnissen beträgt die Temperatur im Sonneninnern etwa $1,5 \text{--} 10^7 \text{ K}$. Diese Temperatur ist ausreichend für den Ablauf der Kernreaktionen. Ungeachtet vieler Versuche gibt es keine vernünftige Alternative für eine Erklärung des Ursprungs der Sonnenenergie. Ursache für das ständige Bemühen, einen vom derzeitigen Fusionszyklus abweichenden Vorgang für die Energieerzeugung zu finden, ist die Tatsache, daß bei der Kernfusion sehr viele Neutrinos frei werden müßten, die wir aber nicht in ausreichender Menge beobachten. Die Beobachtung der Neutrinos ist sehr schwierig, denn diese Teilchen unterliegen der schwachen Wechselwirkung und gelten als masselos ($\text{Ruhemasse} = 0$). Die derzeit anerkannte Lösung des Problems der Sonnenneutrinos besteht aber nicht in einem Abgehen vom Wasserstoffbrennen, sondern in einer Weiterentwicklung unserer Vorstellungen von den Neutrinos. Es gibt demnach drei Sorten von Neutrinos, das Elektronen- oder e -Neutrino, das Myonen- oder μ -Neutrino und das τ -Neutrino. Schreibt man den Neutrinos eine kleine Ruhemasse zu ($10^{-3} < m_\nu < 10 \text{ eV}$), so können diese Neutrinoarten ineinander übergehen. Dieser Vorgang heißt Neutrino-Oszillation. Da sich die bisherigen Experimente mit Sonnenneutrinos auf das e -Neutrino beschränken, kann das erwähnte Defizit durch Umwandlung dieser Neutrinos in μ - und τ -Neutrinos erklärt werden.

ULRICH BLEYER

Z

Zeitschriftenschau

VERÖFFENTLICHUNGEN DER ARCHENHOLD-STERNWARTE BERLIN-TREPTOW. D. B. HERRMANN: Friedrich Simon Archenhold und seine Treptower Sternwarte. Vorträge und Schriften Nr. 65, 1986. Broschur, 40 S. mit 15 Abb.; Preis 3,- Mark.

DIE STERNE. R. W. DICK: Zur Auffindung des Planeten Neptun an der Berliner Sternwarte im September 1846. 62 (1986) 5, 251–258. Details der Entdeckungsgeschichte, insbesondere im Hinblick auf das Verhältnis des Direktors J. F. Encke (1791 bis 1865) zum Gehilfen J. G. Galle (1812–1910) und dem damaligen Studenten H. L. d'Arrest (1822–1875). — R. CHINI/E. KRÜGEL: Trübe Aussichten in der Milchstraße: Vom Staub zwischen den Sternen. 62 (1986) 5, 259–265. Die Staubuntersuchungen der Autoren führten bisher zu folgenden Ergebnissen: 1. Der Staub in vielen Sterngebieten unterscheidet sich von dem im interstellaren Raum. 2. Die Modellrechnun-

gen grenzen die Eigenschaften dieses anomalen Staues auf wenige Möglichkeiten ein. 3. Um zu eindeutigen Aussagen über die Größenverteilung der Staubkörner zu gelangen, sind (noch ausstehende) Polarisationsmessungen nötig.

— H. MEUSINGER: **Die mysteriöse dunkle Korona unseres Milchstraßensystems. II.** 62 (1986) 5, 266–276. Während im ersten Teil Argumente für das Vorhandensein einer nicht-leuchtenden, aber dynamisch auffälligen Massenkomponente im Milchstraßensystem und in anderen Galaxien aufgeführt wurden, wird im vorliegenden zweiten Teil Fragen nachgegangen, die diese Annahme auslöst: Wo ist die Masse verborgen? Welche physikalische Struktur hat sie? Welche kosmologischen Konsequenzen ergeben sich daraus? Wenn eine schlüssige Antwort auch offenbleiben muß, so kann die Diskussion von Lösungsvorschlägen, Problemen und Widersprüchen doch als Musterbeispiel für Wege und Schwierigkeiten astronomischer Forschung gelten. Darin liegt aus unserer Sicht der besondere Wert dieses Aufsatzes.

— U. SAREIK: **Angewandte Astronomie im Mittelalter.** 62 (1986) 5, 284–292. Untersuchung der Lichtöffnungen in der Südkapelle der Klosterkirche zu Veßra (Bauzeit um 1210) und der Michelskapelle im ersten Obergeschoß des Nordturmes des Erfurter Domes (Bauzeit um 1160) als Beispiele für die Nutzung astronomischer Kenntnisse für sakrale Zwecke. Dieser Aufsatz bietet ein Beispiel für Möglichkeiten lokalgeschichtlicher Forschungen unter astronomischem Aspekt.

— J. DORSCHNER: **Wasser auf dem Mars.** 62 (1986) 5, 298–302. Ein Forschungsüberblick zur Frage der Herkunft des Wassers, das auf dem Mars verschiedenartige eindrucksvolle Spuren hinterlassen hat. — G. RÜDIGER/S. HUBRIG: **Zum Beispiel Wega.** 62 (1986) 6, 315–327. Die Existenz einer Hülle aus grobkörnigem „Staub“ um die Wega gilt heute als sicher. Ihre Entdeckung gab den Auftakt zu weiteren: Bei über 40 Sternen wurden ähnliche Phänomene gefunden. Zu ihnen gehören Fomalhaut (α Piscis Austrini) und β Pictoris; meist sind es F- und G-Sterne. Der Staub um β Pictoris bildet — auch im Visuellen unübersehbar — eine ausgedehnte, weit in den Raum hinausreichende Scheibe. In ihren Schlußbemerkungen formulieren die Autoren: „Sonnen- und Sternphysik gehen mit großen Schritten aufeinander zu, die Integration nach so vielen Jahren fein säuberlicher Trennung ist in Sicht, jahrhundertealtes Spekulieren über die Geschichte unserer kosmischen Heimat, des Sonnensystems, fließt mit neuen Beobachtungsergebnissen über die bisher unzugängliche nahe Umgebung ferner Sterne zusammen, wandelt sich dabei in Wissenschaft um.“ Eine Ergänzung zu den Angaben dieses Beitrages findet sich in Heft 2/1987, 108–110 unter dem Titel „Das ‚Wega-Phänomen‘ bei den sonnennahen Hauptreihensternen.“ — M. SCHUKOWSKI: **Bestimmung des Wochentages für ein beliebiges Datum mit Hilfe eines Taschenrechners.** 62 (1986) 6, 353–357.

JENAER RUNDSCHEID. P. KÖHLER/M. STEINBACH: **Tendenzen im astronomischen Gerätbau.** 31 (1986) 3, 108–110. Der Bau großer Teleskope, von Schul- und Amateurfernrohren und Planetarien hat aus der Weltraum- und der Computer-technik entscheidende Impulse erhalten. Diese drei Bereiche werden aus der Sicht der Geräteentwicklung im Kombinat VEB Carl Zeiss Jena betrachtet. — V. SCHORCHT: **Die Geschichte eines „Wunders“ — 60 Jahre ZEISS-Planetarien aus Jena.** 31 (1986) 3, 110–117. — J. ROSE: **Das Planetarium Jena — ältestes Planetarium umfassend rekonstruiert.** 31 (1986) 3, 118–121. — R. HENKEL: **Die Schul- und Volkssternwarte „K. E. Ziolkowski“ in Suhl.** 31 (1986) 3, 121–122. — In vorliegendem Heft findet sich eine Reihe weiterer Aufsätze zu ZEISS-Neuentwicklungen (COSMORAMA, SPACEMASTER RFP-DP 3) und über ZEISS-Planetarien und -Fernrohre in aller Welt.

ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT. T. MARWINSKI: **Planeten und Planetoidenfamilien.** 24 (1986) 6, 162–166. Aufbau und innere Struktur des Planetoidengürtels. — D. BRUNS: **Von Salut bis MIR.** 24 (1986) 6, 167–173. Ein zusammenfassender Überblick über 15 Jahre wissenschaftliche Orbitalstationen der Sowjetunion. — W. ROLOFF: **Eine Astrokamera 4,5/210 mm für Weitwinkelauflnahmen.** 24 (1986) 6, 173–176. Aufbau und Justierung dieser Selbstbaukamera sowie damit erreichbare Ergebnisse. — M. REICHSTEIN:

Uranussatelliten — Reste eines massereicheren Systems. 25 (1987) 1, 5–12. Überlegungen zur Geschichte der Uranussatelliten im Ergebnis des Vorbeifluges der Sonde Voyager 2 an Uranus. Die zehn neu entdeckten planetennahen Minimonde (Durchmesser zwischen 15 und 180 km) besitzen eine Albedo von nur 10 Prozent, erscheinen also sehr dunkel. Sie werden als Restmaterie der Planetenentstehung oder als Trümmer eines früheren Uranussatelliten gedeutet. Für die fünf größeren Uranusmonde werden ihre grundsätzlichen Entwicklungswege auf der Basis kraterstatistischer Untersuchungen und der allgemeinen Strukturanalyse dieser Himmelskörper skizziert. — H. SCHOLZE: **Das Fernrohr des Sternfreundes.** 25 (1987) 1, 15–21. Dargestellt werden Kennzeichen, Leistungsfähigkeit und Abbildungsfehler von Fernrohren mit dem Ziel, den Nutzer zur Wertung der spezifischen Eigenschaften der verschiedenen Fernrohrtypen zu befähigen. — Heft 2/87 ist dem 20jährigen Bestehen von INTERKOSMOS gewidmet und enthält Übersichtsbeiträge zu INTERKOSMOS-Ergebnissen und zur Beteiligung von DDR-Einrichtungen an Untersuchungen zur Kosmischen Physik (S. 35–44), kosmischen Meteorologie (44–45), zu kosmischen Nachrichtenverbindungen (45–48), zur kosmischen Biologie und Medizin (48–52) sowie Fernerkundung der Erde (52 bis 56). Das Heft wird beschlossen mit einem Beitrag von SIGMUND JÄHN: **Der erste gemeinsame bemannte Weltraumflug UdSSR-DDR.** (56–59). — J. BÜCHNER/L. M. SELJENYI: **Interbol erforscht die Magnetosphäre.** 25 (1987) 3, 77–80. Information über ein für Anfang der 90er Jahre geplantes Vier-Satelliten-Unternehmen der Interkosmos-Kooperation zur Untersuchung des Magnetschwanzes der Erde. — H.-D. NAUMANN: **Fünf Jahre KOSPAS-SARSAT.** 25 (1987) 3, 80 bis 82. Durch dies satellitengestützte Such- und Rettungssystem wurden bisher mehr als 650 Menschen gerettet. An der Weiterentwicklung des Systems wird gearbeitet. — K. GUHL: **Sternwartenbau ohne Kuppel.** 25 (1987) 3, 88–89. Beschreibung des Fernrohrschaftbaus der Sternwarte Comthurey (Kr. Neustrelitz) als einer Möglichkeit für einen Kompromiß zwischen vertretbarem Aufwand und gewünschtem Nutzen.

MANFRED SCHUKOWSKI

R

Rezensionen

AHNERT, P.: **Kalender für Sternfreunde 1987**, kleines astronomisches Jahrbuch. Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig, 1986. 171 Seiten mit 43 zum Teil farbigen Abbildungen. Pappband, 5,70 M.

Erfreulicherweise war auch diesmal der beliebte „Ahnert“ rechtzeitig da: schon im Herbst 1986 stand er im Buchhandel zur Verfügung. Wieder enthält dieses für Astronomielehrer und Leiter fakultativer Kurse gleichermaßen unentbehrliche Jahrbuch mit wenig Einschränkungen alles, was für die praktische Beobachtungsarbeit erforderlich ist, getrennt für Beobachtungen mit bloßem Auge und Feldstecher und solche mit dem Fernrohr. Aber auch diesmal sind wieder Änderungen in der Gliederung vorgenommen worden, so daß man sich wiederum erst im Gebrauch üben muß. Damit hat sich die vor Jahresfrist an gleicher Stelle geäußerte Hoffnung, daß in dieses — eines unserer wertvollsten — Arbeitsmittel endlich Ruhe einzehen möge, leider nicht erfüllt. Hoffen wir mit dem Verfasser „daß die jetzt getroffene Anordnung des Kalenders ... für die künftigen Jahrgänge beibehalten werden kann“.

Während beispielsweise die neue Anordnung der Angaben für die Planeten als wohltuend, weil übersichtlicher und bequemer in der Handhabung, empfunden wird (das sollte unbedingt so bleiben, auch die „k“-Werte für Merkur, Venus

und Mars sind wieder da!), gibt es doch Dinge, die man vermisst. So fehlen seit 1986 die Angaben über die Meteorströme. Leider fehlen aber auch die Angaben über die Finsternisse des Jahres 1987. Wenn auch die beiden Sonnenfinsternisse (29. März und 23. September) bei uns nicht gesehen werden können, so hätten doch die beiden Halbschattenfinsternisse des Mondes Erwähnung finden müssen. Bei der Halbschattenfinsternis am 14. April taucht der Mond mit acht Zehntel seines scheinbaren Durchmessers in den Halbschatten der Erde ein, so daß – auch für ungeübte Beobachter auffällig – eine deutliche Trübung des Mondnordrandes erkennbar sein wird. Außerdem bedeckt der Mond genau zum Zeitpunkt der Mitte der Finsternis den hellen Hauptstern Spica im Sternbild der Jungfrau! Mit einer Größe der Finsternis von 1,0 streift der Mond bei der Halbschattenfinsternis am 7. Oktober den Kernschatten der Erde, so daß eine starke, auffällige Abdunklung des Südrandes des Mondes eintreten wird.

Auch sei nochmals (zum wievielen Male eigentlich schon?) die Bitte ausgesprochen, die Diagramme der Bewegungen der Jupitermonde in jedem Jahrgang im gleichen Maßstab zu bringen, damit die von vielen Astronomielehrern in mühevoller Arbeit gefertigten Arbeitsschablonen zur schnellen und sicheren Identifizierung der Jupitermonde nicht jährlich neu hergestellt werden müssen.

Im 4. Teil des Kalenders „Berichte und Aufsätze aus der Astronomie“ sind vor allem die Beiträge „Pioneer 10 auf dem Flug ins All“, „Neue Methoden zum Auffinden unsichtbarer Planeten bei fernen Fixsternen“, „Gedanken zu ‚SETI‘“ und „Frühzeit der wissenschaftlichen Astronomie im antiken Griechenland“ von herausragendem Interesse. Dagegen ist der Beitrag „Die Uranusmonde“ von den Ereignissen hoffnungslos überrollt worden, was bei solchen Beiträgen und einem Redaktionsschluß, der 18 Monate vor Erscheinen des Kalenders liegt, nicht anders zu erwarten ist. Sicher sollte man in dieser Rubrik generell auf weniger zeitempfindliche Beiträge zurückgreifen.

Die kritischen Anmerkungen schmälern jedoch in keiner Weise den hohen Wert, den der „Ahnert“ nun schon seit 39 Jahren (!) für alle Schulastronomen hat.

HANS JOACHIM NITSCHMANN

H. MIELKE: Transpress Lexikon Raumfahrt Weltraumforschung. Transpress Verlag, Berlin 1986, 568 Seiten, 738 z. T. farbige Abb., 37 Tab. Bestellnummer 566 7204, Preis 36,- M. Es ist zu begrüßen, daß ein neues Lexikon zur Raumfahrt vorliegt. Damit setzt MIELKE eine bewährte Tradition fort, Geschichte, Ereignisse, Ergebnisse und Entwicklungstendenzen der Raumfahrt lexikalisch zu erfassen. Die über 700 Bilder, worunter sich leider nur wenige Farbfotos befinden, tragen recht gut zur Illustration des Textes bei. Für Lehrer und Schüler ist der Titel ein geeignetes Nachschlagewerk. Beim Entwicklungstempo der Raumfahrt und der relativ langen Herstellungszeit solcher Druckerzeugnisse ist es schwierig, ein solches Lexikon aktuell zu gestalten. Da das Manuskript bereits 1984 abgeschlossen wurde, mußten jüngere Daten der Raumfahrt unberücksichtigt bleiben.

Der Titel des Buches wurde um die Weltraumforschung erweitert. Wenn man dem Stichwort „Weltraumforschung“ folgt, dann wird das Buch dem neuen Titel nicht in vollem Umfang gerecht. Unter dem genannten Stichwort werden u. a. „Erdforschung“ und „Naturwissenschaftliche Grundlagenforschung“ unter Weltraumbedingungen angegeben. Jedoch sucht man im Lexikon dann vergebens nach diesen Stichworten. Die zur Astronomie angeführten Stichworte enthalten nicht immer alle dazu notwendigen Angaben. So fehlt unter dem Stichwort „extraterrestrische Astronomie“ ein Hinweis auf die Erforschung der Himmelskörper des Sonnensystems mit Hilfe der Raumfahrttechnik. Bei weiteren Auflagen sollte deshalb geprüft werden, wie dieses wichtige Nachschlagewerk dem Untertitel „Weltraumforschung“ noch besser gerecht werden kann.

M. REICHSTEIN: Saturn und seine Eiskörperwelt. Planetarium der Carl-Zeiss-Stiftung (Herausgeber), Jena 1984, 72 Seiten, 27 Abb., 4 Tab. Preis 2,80 M.

Der bekannte Geowissenschaftler, der auch in „Astronomie in der Schule“ publiziert, gibt in dieser Schrift einen Überblick über neue Erkenntnisse vom Saturnsystem, die mit Hilfe der US-Voyager-Sonden gewonnen wurden. Die Verflechtung bekannter Daten mit neueren Ergebnissen verdeutlicht den Erkenntnisfortschritt. Aus gegenwärtigen Erkenntnissen über die Physik dieser Himmelskörper werden Schlüsse über ihre Entstehung abgeleitet. Bilder und Tabellen tragen zur Illustration des Textes bei. Leider haben nur die Umschlagseiten farbige Abbildungen. Die Veröffentlichung wird interessierten Lehrern und Schülern zum Studium empfohlen.

HELMUT BERNHARD

LINDNER, KLAUS: Jugendlexikon Astronomie. VEB Bibliographisches Institut Leipzig, 1. Auflage 1986, 192 Seiten, 143 Abbildungen, Bestell-Nr. 577 853 7, Preis 6,50 M.

Nur 65 Seiten weniger als sein Vorgänger, das Jugendlexikon „Astronomie und Raumfahrt“, enthält das neue Jugendlexikon „Astronomie“. Obwohl die Raumfahrt, die sicherlich später in einer Extraausgabe erscheint, herausgenommen würde, ist es ein attraktives Nachschlagewerk geblieben. Das Jugendlexikon enthält nahezu das gesamte Fachvokabular, das ein Abgänger der 10. Klasse in Astronomie kennt (und mehr), ist dessen Wortschatz angepaßt und außerdem sehr handlich (120 mm × 190 mm, Paperback) sowie von ansprechender Bild- und Druckqualität.

KLAUS LINDNER hat den astronomischen Teil überarbeitet und einige Begriffe hinzugefügt. Durch den Wegfall der Raumfahrt konnte auch der Bildteil erweitert werden (z. B. Abbildungen von Sternwarten, extragalaktischen Objekten, Porträts von Astronomen u. a.). Er macht den alphabetisch angeordneten Text in hohem Maße anschaulich. Eine Bereicherung ist auch die Wiedergabe des Sternhimmels zu verschiedenen Jahreszeiten (Südhorizont) im Anhang des Bändchens. Dort, wo sich Hinweise auf das Lehrbuch Astronomie (10. Klasse) finden, wird in der nächsten Auflage eine Änderung notwendig werden wegen des neuen Lehrbuches ab Schuljahr 1987/88.

WOLFGANG KÖNIG

Umschlagseiten

Titelseite – Erstes Spezialistenlager junger Astronomen im Bezirk Potsdam an der Schulsternwarte der POS Dahlewitz, Kreis Zossen.

Aufnahme: JÜRGEN TESKE

2. Umschlagseite – Große Sonnenfleckengruppe am 1. Oktober 1979. Deutlich erkennbar sind die Granulation und Fackelgebiete am Sonnenrand. Maßstäblich ist die Größe der Erde eingezzeichnet. Die Aufnahme wurde am 130/1950-mm-Zeiss-Refraktor der Sternwarte Bautzen (Okularprojektion unter Verwendung eines Sonnenprismas) gewonnen.

Aufnahme: Ing. WOLFGANG SCHWINGE, Sternwarte Bautzen

3. Umschlagseite – Ergebnisse der Modellbauer der Schule Nr. 3 von Taganrog (UdSSR). Die Modelle der Arbeitsgemeinschaft „Junge Raumschiffkonstrukteure“, zu der auch der Schüler IGOR ISKOW (s. Bild) gehört, fanden auf einer zentralen Ausstellung große Anerkennung und wurden mit Medaillen ausgezeichnet.

Aufnahme: ADN-ZB/TASS

4. Umschlagseite – Netzwerk-Nebel im Sternbild Schwan.

Aufnahme: Universal-Spiegelteleskop, Karl-Schwarzschild-Observatorium Tautenburg.

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 · Geschichte

HERRMANN, DIETER B.

Berlin – Stadt der Astronomie

Astronomie in der Schule, Berlin 24 (1987) 1, 3–5; 1 Abb., 2 Lit.

Darstellung der Entwicklung der astronomischen Wissenschaft in Berlin von ihren Anfängen im 16. und 17. Jahrhundert bis zur Gegenwart.

ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Schulpolitik – AU

FEIN, BERND; SCHMIDT, HELMUT

Zu Ansprüchen an die Weiterentwicklung der Qualität des Astronomieunterrichts, seiner Ergebnisse sowie Anforderungen an seine inhaltliche Führung

Astronomie in der Schule 24 (1987) 3, 50–57; 2 Lit.
Darlegung der Ansprüche an die politisch-pädagogische Arbeit der Astronomielehrer und der Fachberater für Astronomie, die sich aus der qualitativen Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts ergeben.

ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Fachwissenschaft · Sonnensystem

REICHSTEIN, MANFRED

Das Satellitensystem des Uranus (II)

Astronomie in der Schule 24 (1987) 1, 5–8; 1 Tab., 4 Abb.
Vorstellung neuer Erkenntnisse über die Uranussatelliten Umbriel, Ariel und Miranda, die mit Hilfe von Raumsonden gewonnen wurden.

ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Methodik AU · Beobachtungen

LINDNER, KLAUS

Astronomische Daten im Schuljahr 1987/88

Astronomie in der Schule 24 (1987) 3, 68–72; 4 Abb.
Zusammenstellung wichtiger astronomischer Daten, die Astronomielehrern und Leitern von fakultativen Kursen „Astronomie und Raumfahrt“ Hilfen für die Beobachtungsplanung und Aktualisierung des Unterrichts bieten.

ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Geschichte der Astronomie

FÜRST, DIETMAR

Joseph Fraunhofer (1787–1826)

Astronomie in der Schule 24 (1987) 1, 8–10; 2 Abb., 4 Lit.
Beschreibung des Wirkens von Joseph Fraunhofer, der einer der Pioniere der modernen technischen Optik ist.

ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Raumfahrt

MÖHLMANN, DIEDRICH

Friedliche Nutzung des Weltraums – die Alternative zur Militarisierung des Kosmos

Astronomie in der Schule 24 (1987) 4, 74–77.
Darlegung von neuen Möglichkeiten für die Erforschung und technische Nutzung des Weltraums mit Hilfe der Raumfahrt. Erläuterung der internationalen Kooperation der UdSSR bei der Kosmosforschung.

ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Methodik AU · Beobachtung

WALTHER, UWE

Orientierung und Beobachtung

Astronomie in der Schule 24 (1987) 1, 10, 15–16; 1 Lit.
Darstellung von Vorschlägen für Orientierungsaufgaben sowie deren Lösungswege bei schulastronomischen Beobachtungen.

ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Raumfahrt · Philosophie

HAGER, NINA

Raumfahrt in der weltanschaulichen Auseinandersetzung

Astronomie in der Schule 24 (1987) 4, 77–80; 15 Lit.

Es werden Hauptfragen der weltanschaulichen Auseinandersetzung auf dem Gebiete der Raumfahrt genannt. Der Verfasser setzt sich mit Argumenten der Hauptbefürworter der US-amerikanischen kosmischen Rüstung auseinander.

ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Lehrplan AU

BIENIOSCHEK, HORST

Ziele, Inhalte und didaktisch-methodische Konzeption des Astronomieunterrichts nach dem neuen Lehrplan

Astronomie in der Schule 24 (1987) 2, 26–48; 5 Lit.
Erläuterung der Ziele, Inhalte und didaktisch-methodischen Konzeption des neuen Lehrplans für den Astronomieunterricht, der ab 1. 9. 1987 in Kraft tritt.

ASTRONOMIE IN DER SCHULE

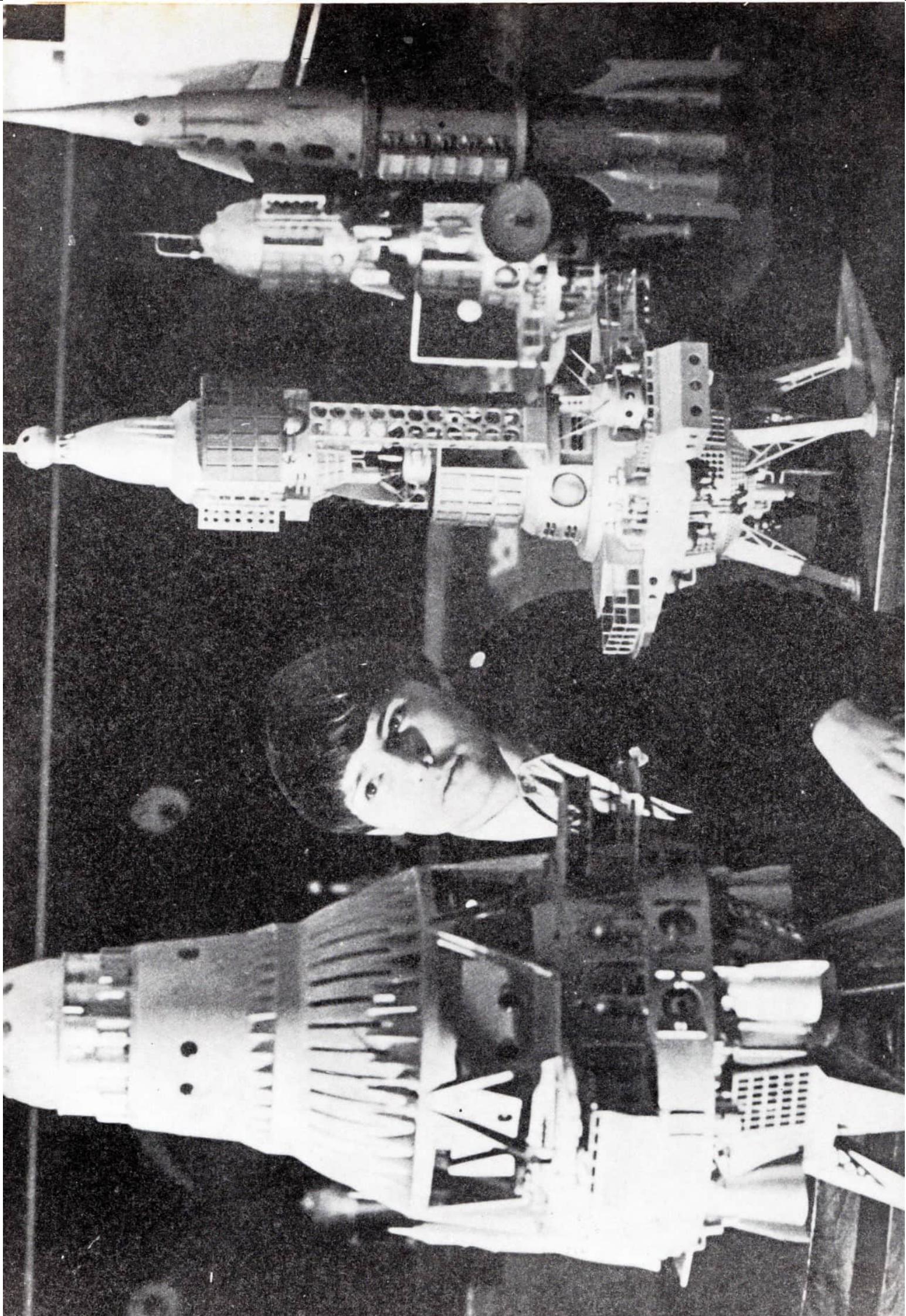
Astronomie · Geschichte

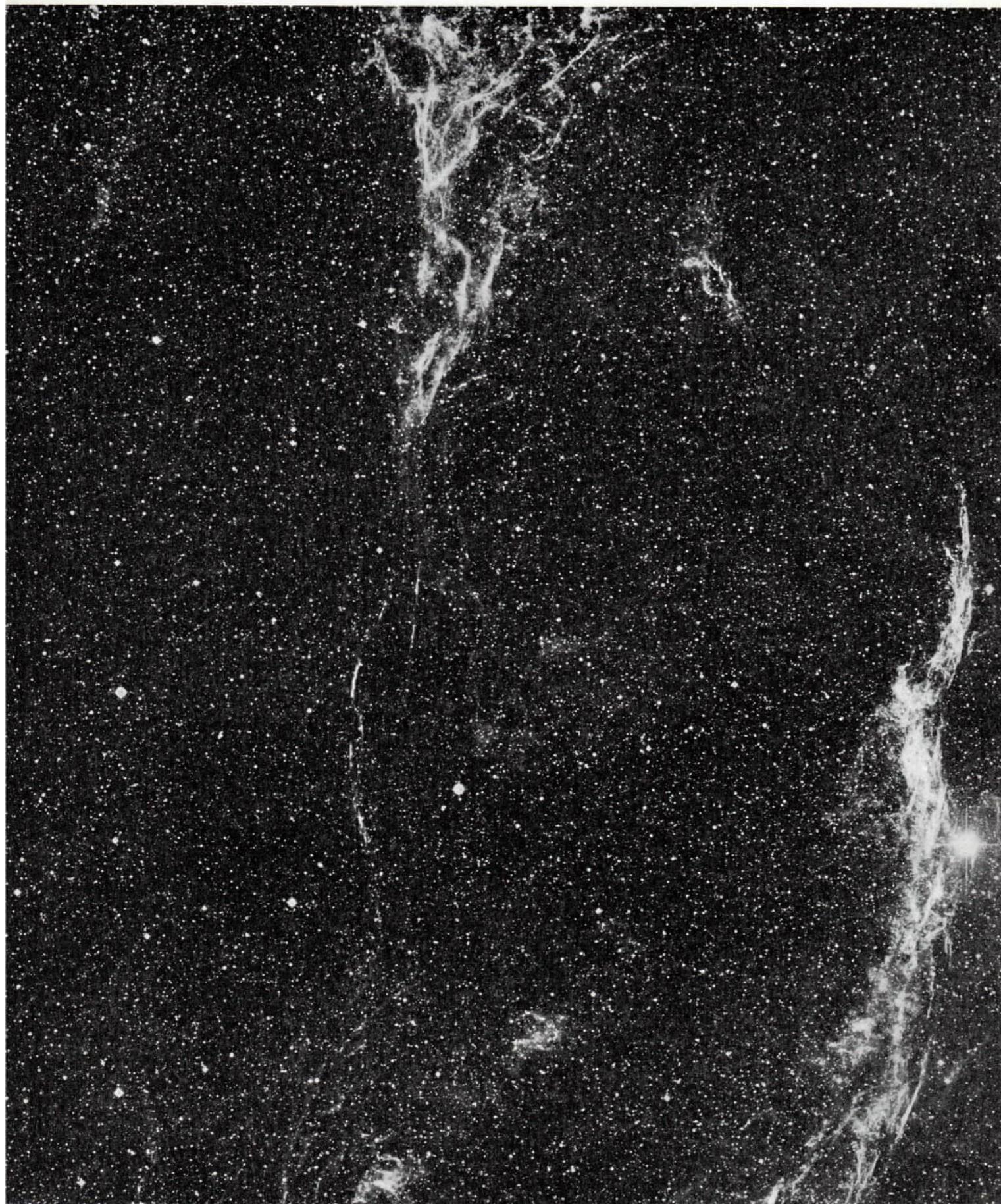
HAMEL, JÜRGEN

Zur Geschichte der populären Astronomie in Berlin

Astronomie in der Schule 24 (1987) 4, 80–82; 2 Abb., 2 Lit.

Darstellung der Entwicklung der populären Astronomie in Berlin von den Anfängen bei BODE über HUMBOLDT, MÄDLER, DIESTERWEG, FOERSTER, BÜRGEL bis zur Gegenwart.





ISSN 0004-6310 · Astronomie in der Schule · Berlin 24 (1987) 5 · S. 97–120

ASTRONOMIE

IN DER SCHULE

6

Jahrgang 1987
ISSN 0004-6310
Preis 0,60 M

Volk und Wissen
Volkseigener Verlag
Berlin



1955-1956

1955-1956

● Das aktuelle Thema

Interview: Zeiss-Großplanetarium/Berlin 122

● Astronomie

M. REICHSTEIN: Uranus und sein Ringsystem 123

● Unterricht

K. LINDNER: Zur Gestaltung des Unterrichts im Stoffgebiet „Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis“ 127

H. RÖPKE: „Die Sonne“ — eine neue UnterrichtsfernsehSendung 135

H. HIRRLE, M. SCHUKOWSKI, G. MÜNZEL, E. OTTO: Zur Gestaltung fakultativer Kurse 137

P. KLEIN: Zur Anwendung des Taschenrechners im Astronomieunterricht (II) 140

● Beobachtung

W. WEISS: Komet Borrelly 1987P 143

● Kurz berichtet

Rezensionen 144

● Abbildungen

Umschlagseiten 144

● Karteikarte

J. LICHTENFELD: Aufgaben für fakultative Kurse 12

Redaktionsschluß: 5. 10. 1987

Auslieferung an den Postzeitungsvertrieb: 7. Dezember 1987

Из содержания

Интервью: Большой планетарий Цейсса в Берлине	122
М. РЕЙХШТЕЙН: Уран и его кольцевая система	123
К. ЛИНДНЕР: К оформлению учёбы по теме «Звёзды, звездные системы, сверхгалактика»	127
Х. РЁПКЕ: «Солнце» — новая учебная реляция телевидения	135
П. КЛЕИН: К использованию карманных калькуляторов при преподавании астрономии (II)	140

From the Contents

Interview: The Great ZEISS Planetarium in Berlin	122
M. REICHSTEIN: Uranus and its Ring System	123
K. LINDNER: Towards the Instructional Treatment of the Topic "Stars, Stellar Systems, Metagalaxy"	127
H. RÖPKE: "The Sun" — a New Instructional TV-Relation	135
P. KLEIN: Applying Pocket Computers in Astronomy Instruction (II)	140

En résumé

Interview: Le grand-planétarium de Zeiss à Berlin	122
M. REICHSTEIN: L'Uranus et son ensemble d'anneaux concentriques	123
K. LINDNER: A la préparation du sujet « Des étoiles, des systèmes étoilés, la métagalaxie »	127
H. RÖPKE: « Le soleil » — une nouvelle émission de télévision scolaire	135
P. KLEIN: L'emploi du calculateur de poche dans l'enseignement astronomique (II)	140

Del contenido

Interviú: El planetario grande de Berlín	122
M. REICHSTEIN: El Urano y su sistema de anillos	123
K. LINDNER: La presentación de las lecciones sobre los asuntos Estrellas, Sistemas estelares, Metagalaxia	127
H. RÖPKE: El Sol — una nueva emisión escolar de la televisión	135
P. KLEIN: En cuanto a la aplicación de la minicomputadora de bolsillo en la enseñanza de astronomía (II)	140

ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Heft 6

24. Jahrgang 1987

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:

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

Redaktionskollegium:

Oberstudienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Klaus Lindner (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Horst Bienoschek, Dr. rer. nat. Ulrich Bleyer, Dr. rer. nat. Hans-Erich Fröhlich, Dr. phil. Fritz Gehlhar, Dr. sc. phil. Nina Hager, Prof. Dr. sc. nat. Dieter B. Herrmann, Oberlehrer Volker Kluge, Oberlehrer Monika Kohlhagen, Oberlehrer Jörg Lichtenfeld, Oberstudienrat Hans Joachim Nitschmann, 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, Günter 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-4-9-2422-5,2 Liz. 1488

Erscheinungshinweise:

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, Leninstraße 16, Leipzig, DDR - 7010.

ISSN 0004-6310

Neue Stätte der Wissenschaft und Bildung in der Hauptstadt der DDR

Der Generalsekretär des ZK der SED und Vorsitzende des Staatsrates der DDR, ERICH HONECKER, eröffnete Anfang Oktober das Zeiss-Großplanetarium Berlin im Ernst-Thälmann-Park der Hauptstadt. Er hatte den Bau 1984 angeregt. Unter den zahlreichen Ehrengästen der Eröffnungsveranstaltung befanden sich Mitglieder des Politbüros des ZK der SED und des Ministerrates der DDR, u. a. der Minister für Volksbildung, MARGOT HONECKER.

Das Großplanetarium – das bisher am besten gestaltete und leistungsfähigste aller von Carl Zeiss Jena gebauten Planetarien – ist ein Ergebnis kollektiver Arbeit von Bau- und Montageschaffenden, Architekten, Ingenieuren, Elektronik- und Gerätespezialisten sowie Wissenschaftlern. Mit dieser Einrichtung entstand auch ein neuer Anziehungspunkt für die Jugend, um sich Wissen über das Weltall auf erlebnisbetonte Weise anzueignen und das wissenschaftliche Weltbild zu festigen.

Planetariums-Kuppel gestattet. So sind z. B. alle von Zeiss entwickelten Zusatzprojektoren und Effektprojektoren vorhanden sowie die neue Blue-Sky-Anlage zur Erzeugung des blauen Himmels. Außerdem verfügen wir über Panorama-Projektoren (zentrales und peripheres Panorama), eine Multivisions-Anlage, die es gestattet, den gesamten Himmel mit Bildinhalten zu überdecken, sowie eine Lasershows-Anlage. Erwähnung verdient außerdem die speziell für das Berliner Planetarium entwickelte Tontechnik, die ungewöhnliche akustische Effekte mittels 70 Lautsprecherpaaren, die über den gesamten Himmel verteilt sind, zuläßt. Außerdem ist auch die Projektion von Video-Aufzeichnungen und Filmen im großen Kuppelsaal möglich. Zu den Besonderheiten des Berliner Planetariums gehört aber auch die großzügige Gestaltung des gesamten Bauwerkes. Das Foyer mit seiner zentralen Ausstellung über die Geschichte der Astronomie in Berlin lädt auch außerhalb von Veranstaltungen zum Verweilen ein, denn es verfügt über eine Einrichtung zum Buch- und Souvenir-Verkauf sowie über ein Kaffee. Der 160 Plätze umfassende Kino- und Vortragssaal bietet vielfältige Möglichkeiten einer interessanten Programmgestaltung, und das Sonnen-Teleskop 200 aus dem Kombinat Carl Zeiss Jena vollendet die Liste der Attraktionen.

Chefredakteur: Das Planetariumsgerät – das sogenannte Herz des Planetariums – ist eine wissenschaftlich-technische Meisterleistung der Werkträger des VEB Kombinat Carl Zeiss Jena. Würden Sie uns einige technische Einzelheiten und Einsatzmöglichkeiten des Gerätes nennen?

Prof. Dr. sc. D. B. HERRMANN: Das Cosmorama zeigt einen verblüffend echten Anblick des gestirnten Himmels und wurde bereits vom Direktor des Edmonton-Space-Science-Centre anlässlich der Übergabe des ersten Cosmorama 1984 als „das weltbeste Gerät“ bezeichnet. Neben den bisher üblichen Projektionsmöglichkeiten sind insbesondere hervorzuheben: naturgetreue Farbwiedergabe, heller Sterne, Simulation veränderlicher Sterne, Nachahmung der Säntillation, Zoom-Effekte bei Jupiter und Saturn, Sonnen- und Mondfinsternissimulation und – was die Steuerung anbelangt – der Einsatz von insgesamt 19 Mikro-Rechnern für das Cosmorama und alle Zusatzeinrichtungen.

Chefredakteur: Ihr Mitarbeiterkollektiv hat sich bestimmt vielseitige und interessante Aufgaben gestellt, um mit Hilfe des Zeiss-Großplanetariums das geistig-kulturelle Leben unserer Hauptstadt weiter zu bereichern. Bitte erläutern Sie uns einige Vorhaben!

Prof. Dr. sc. D. B. HERRMANN: Wir eröffnen mit dem Programm „Phantastisches Weltall“, für das Wissenschaftler, Komponisten, Musiker, Grafiker, Dichter, Schauspieler und Techniker eine bisher ein-

Zeiss-Großplanetarium Berlin

Der Chefredakteur von „Astronomie in der Schule“, Oberstudienrat Dr. HELMUT BERNHARD, interviewte den Direktor des Zeiss-Großplanetariums Berlin, Ernst-Thälmann-Park, Prof. Dr. sc. D. B. HERRMANN, anlässlich der Eröffnung dieser Bildungseinrichtung am 9. Oktober 1987.

Chefredakteur: Im Berliner Jubiläumsjahr erhielt unsere Hauptstadt eine weitere Attraktion. Heute eröffnete das Zeiss-Großplanetarium Berlin im Ernst-Thälmann-Park seine Pforten. Prof. Dr. HERRMANN, Sie wurden zum Direktor berufen. Dazu möchte ich Sie, auch im Namen unserer Leser, herzlich beglückwünschen.

Es heißt, die neue Einrichtung ist eine der größten und modernsten ihrer Art auf unserem Kontinent. Können Sie sich dazu näher äußern?

Prof. Dr. sc. D. B. HERRMANN: Das Besondere des Zeiss-Großplanetariums besteht einerseits in dem Kernstück, dem Projektionsgerät „Cosmorama“ aus dem VEB Kombinat Carl Zeiss Jena. Es stellt die Summe einer über sechzigjährigen Tradition auf dem Gebiet des Planetariumsbau in Jena dar. Zusätzlich verfügt das Zeiss-Großplanetarium über eine Reihe weiterer technischer Möglichkeiten, deren Einsatz eine Fülle von Effekten unter der 23-m-

mälige Zusammenarbeit entwickelt haben. Dieses Programm verfolgt das Ziel, dem fachlich nicht oder wenig informierten Zuschauer ein „Wissenschaftserlebnis“ zu verschaffen. Außerdem zeigen wir das Kinderprogramm „Sterne, Nebel, Feuerräder“ und speziell zur Problematik der beschreibenden Astronomie „Der Himmel über den Dächern Berlins“. Während die beiden ersten Programme produziert wurden, handelt es sich bei dem letzten Programm um einen live-Vortrag. Wir werden das Repertoire nach und nach ausbauen und erst in der Gesamtheit mehrerer Programme alle technischen Möglichkeiten des Planetariums voll zur Geltung bringen. Mit jedem Programm verfolgen wir die Absicht, zur Ausprägung eines wissenschaftlichen Weltbildes unserer Besucher beizutragen. Ein vielfältiges Angebot an Dokumentarfilmen, Vorträgen, Konferenzen und Foren halten wir im Kino- und Vortragssaal für unsere Gäste bereit.

Chefredakteur: Sie sprachen von Veranstaltungen insbesondere für die Jugend. Gibt es schon Vorstellungen, wie das Planetarium für den obligatorischen und fakultativen Astronomieunterricht und für die Weiterbildung der Astronomielehrer genutzt werden kann?

Prof. Dr. sc. D. B. HERRMANN: Auf dem Gebiet der Planetariumsarbeit für den obligatorischen und fakultativen Astronomieunterricht haben wir gute Erfahrungen seit Jahrzehnten mit den Treptower Kleinplanetarien ZKP I und ZKP II gemacht. Die enge Zusammenarbeit mit den Abteilungen Volksbildung der Räte der Stadtbezirke und der Archenhold-Sternwarte wird deshalb in der gewohnten Form fortgesetzt. Gemeinsam mit dem Ministerium für Volksbildung überlegen wir, wie man auch die Möglichkeiten eines Großplanetariums effektiv für die Bildung und Erziehung der Schüler nutzen kann. So bin ich z. B. überzeugt, daß unser Programm „Phantastisches Weltall“, welches anschaulichen Einblick in kosmische Entwicklungsprozesse und in den historischen Werdegang der Astronomie gibt, einen guten Beitrag zur Motivierung der Schüler für den Astronomieunterricht leisten kann. Das genannte Programm ist auch geeignet, das Wissen der Jugendlichen über das Weltall nach Abschluß des Astronomieunterrichts in der 10. Klasse zu festigen und zu vertiefen. In Vorbereitung befindet sich ein spezielles Programm für die Teilnehmer der Jugendweihe, und möglichst bald werden auch Veranstaltungen im Rahmen der Lehrerweiterbildung im Planetarium ebenso stattfinden wie Urania-Referenten-Konferenzen. Außerdem haben Interessenten die Möglichkeit, an mehreren Arbeitsgemeinschaften des Planetariums teilzunehmen oder die Bibliothek der Einrichtung zweimal wöchentlich zu nutzen.

Chefredakteur: Ich bedanke mich für das Gespräch und wünsche Ihnen und Ihren Mitarbeitern viele Erfolge bei der interessanten und verantwortungsvollen Tätigkeit.

Uranus und sein Ringsystem

Nachdem in den Heften 6/1986 und 1/1987 über neue Erkenntnisse vom Satellitensystem des Uranus berichtet wurde, die vor allem Ergebnis des Vorbeifluges der Voyager-Sonde sind, befaßt sich der nachfolgende Beitrag mit heutigen Vorstellungen über die Rotationsgeschwindigkeit und atmosphärische Störungen, über den inneren Aufbau und über das Ringsystem von Uranus, die ebenfalls Resultat des Einsatzes der Raumfahrttechnik sind.

Trotz der gewiß nicht geringen Fortschritte, die sich aus der ergebnissen teleskopischen Erforschung des Uranus gerade im letzten Jahrzehnt ergeben hatten, war dennoch eine ganze Reihe fundamentaler Parameter bis zur Ankunft der Voyager-Sonde Ende Januar 1986 recht ungenügend definierbar geblieben. So gab es über die Existenz seines Magnetfeldes grundsätzlich nur theoretische Vorstellungen, wobei man zur Feldstärke selbst und die wahrscheinliche Neigung der Achse des vermuteten Dipolfeldes im Verhältnis zur Lage der Rotationspole am wenigsten wissenschaftlich begründete Vorhersagen wagen konnte.

Auch über die Rotationsgeschwindigkeit des Uranus ließen sich in ihrer Genauigkeit nur unbefriedigende Angaben machen. Als Fortschritt war aber zu erkennen, daß sich die nach verschiedenen Methoden gewonnenen Werte in den letzten Jahren immer deutlicher auf eine Spanne von 16 bis 18 Stunden für eine Umdrehung eingependelt – und damit in eine Größenordnung, innerhalb der der richtige Wert auch tatsächlich gefunden werden sollte:

Mit zu den heikelsten Themen gehörten Vorhersagen über das Vorhandensein diskreter Wolkenfelder oder gar über deren unterschiedliche Driftgeschwindigkeiten in der Uranusatmosphäre. Paradoxerweise wollte man vor mehreren Jahrzehnten, ja schon vor fast 100 Jahren eine gewisse grobe Bänderung beiderseits des Uranusäquators deutlich gesehen haben, obwohl dies mit dem verbesserten irdischen Instrumentarium der Gegenwart nicht gelingen wollte. Entweder war dieser Effekt grundsätzlich eine Täuschung ähnlich dem Phänomen der Marskanäle gewesen oder die starke Verkipfung der Rotationsachse des Uranus zu seiner Bahnebene hat eben das ihre zu so unterschiedlichen Befunden beigetragen (vgl. Bild 1). Zur Zeit erblicken wir nämlich den Südpol des Uranus annähernd in der Mitte seiner Tagseite, denn die Rotationsachse liegt uns in einer sogar um 98° zum Pol seiner Bahnebene verkippten Stellung vor. Eine

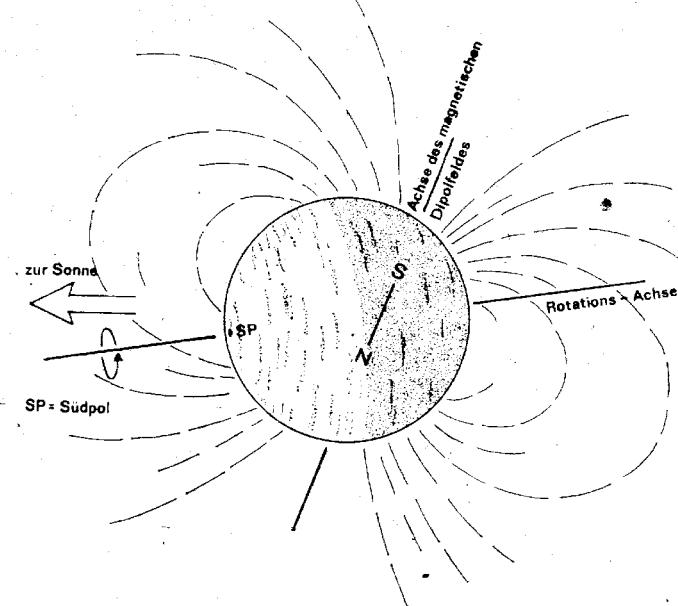


Bild 1:

Nach den Meßergebnissen der Voyager-Sonde vom Vorbeiflug 1986 hat Uranus ein Magnetfeld, das eigenartigerweise nicht nur um 60° mit seiner Achse zu der Rotationsachse verkippt erscheint, sondern das zusätzlich mit seinem Zentrum auch noch um zirka ein Drittel des Planetenradius vom Massenmittelpunkt versetzt vorliegt.

mögliche Bänderung seines Wolkensystems wäre also gegenwärtig, nur unter sehr spitzem Winkel nahe der Peripherie des Planetenkörpers von der Erde aus wahrnehmbar. Vor und nach 21 Jahren lief und läuft dagegen der Uranusäquator wieder über die Mitte der uns zugewandten Tagseite des Planeten, was dann mit optimaler Erkennbarkeit der atmosphärischen, äquatorparallelen Strömungen am Uranus von der Erde aus identisch ist. Doch auch schon jetzt erlauben die hervorragenden Aufzeichnungen der Planetensonde Voyager 2 aus dem Jahre 1986 einige detaillierte Angaben über die Strömungsverhältnisse in seiner eisigen Hochatmosphäre.

Rotation und atmosphärische Strömungen des Uranus

Erst Wochen nach der Uranus-Passage von Voyager 2 konnte man mit einiger Sicherheit aus den registrierten Pulsationen der polnahen Radioemissionen des Planeten auf eine Rotationszeit der Hauptmasse seines flüssigen Inneren von 17,24 Stunden schließen. Damit ließen sich endlich auch die schon zuvor während der Phase der größten Annäherung der Sonde an den Planeten erkannten zonalen Unterschiede in den Driftgeschwindigkeiten der wenigen, sich meist nur schwach von der Umgebung abhebenden Methanwolkenfelder verschiedener Breiten richtig ins Gesamtsystem einordnen.

Bei Aufsicht auf den Südpol rotiert Uranus im Antizugzeigersinn. Den gleichen Umlauf zeigen die Wolken, deren schnelle Drift meist der Rotationsbewegung vorausseilt, so daß man hier von einer Superrotation der Atmosphäre sprechen kann, ähn-

lich den Verhältnissen auf der Venus und im Äquatorbereich von Jupiter und Saturn. Doch auf Uranus finden wir die größten Relativgeschwindigkeiten im Verhältnis zum flüssigen Untergrund nicht in Äquatornähe, sondern derzeit in höheren Breiten etwa von 50° bis 70° verwirklicht. Die Spitzenwerte der gleichsinnig zur Rotation umlaufenden Winde reichen aus, jeweils einen Umlauf der Wolkenfelder von rund 17 Stunden in Äquatornähe bis auf 14 Stunden bei 70° südlicher Polhöhe zu verkürzen. Anders als bei Jupiter und Saturn muß wegen der fast in der Bahnebene liegenden Rotationsachse des Uranus aber vor einer zu schematischen Verallgemeinerung dieser ersten Strömungsbefunde auf die gesamte Umlaufperiode des Planeten von 84 Jahren gewarnt werden. Wir kennen ja zur Zeit nur das saisonale Verhalten einer einzigen Uranushemisphäre, die sich gerade in einer fast ganztägigen Beleuchtungsposition befindet, wenn auch unter sehr geringer Strahlungsintensität.

Man hatte daher von vornherein wegen des fast 20fachen Uranusabstandes zur Sonne im Vergleich zur Erde mit nicht mehr als 2 K saisonal bedingten Temperaturunterschieden auf beiden Hemisphären des Planeten gerechnet. Dennoch war man erstaunt, daß die Meßreihen der Voyager-Sonde praktisch sogar Temperaturgleichheit für beide Polgebiete ergeben. Diesem Befund lagen die Werte der Infrarotemission des Planeten über den Methanwolken vom 0,6 bar- (oder $0,6 \cdot 10^5$ Pascal-) Niveau zugrunde.

Substantiell besteht die Uranusatmosphäre zu über 80 % aus Wasserstoff. An zweiter Stelle folgt ein Heliumanteil um 12 bis 15 %, was etwa dem solaren Heliumgehalt entspricht und etwas über den Werten von Jupiter und Saturn liegt. Der Methananteil erreicht trotz seiner auffälligen Kondensationserscheinungen im Wolkenniveau nahe 1000 mbar, wo schon fast 80 K herrschen, aber kaum 2 %. Dennoch ist der bleiche, blaugrüne Gesamteindruck der Planetenscheibe für unser Auge fast ausschließlich auf die Eigenschaft des Methans zurückzuführen, viel Licht aus dem roten, also dem des sichtbaren Spektrums zu absorbieren.

Das neue Uranusprofil vom Kern bis zur Magnetosphäre

Selbst unter Berücksichtigung der Voyagerergebnisse müssen unsere Modellvorstellungen über den inneren Aufbau des Uranus noch immer als sehr vage bezeichnet werden. Am allgemeinsten akzeptiert wurde bisher ein Dreischalenmodell; wobei aber nur sehr ungenaue Angaben über die vermutliche Tiefenlage oder Reichweite der einzelnen „Schalen“ gemacht werden konnten. Danach läßt sich zentral ein metallreicher und dem Elementgehalt silikatischer Substanzen verwandter Kern annehmen, dem vielleicht 15 % der Gesamtmasse des Planeten angehören und der möglicherweise ein

Drittel oder rund 8 000 km vom Gesamtradius des Uranus erfassen kann (vgl. Bild 2).

Es folgt als sogenannter Mantel darüber eine mächtige Hülle, etwa 10 000 bis 12 000 km dick und etwa zwei Drittel der Planetenmasse beinhaltend. Diese Masse wird auch oft einfach als „Mantelozean“ angesprochen, denn ihre Hauptkomponente sollte unter hohem Druck und über 1000° heißes „Wasser“ sein, untergeordnet vermischt mit einigen anderen leichtflüchtigen Komponenten, vor allem Ammoniak. Als äußere Hülle lagert über diesem „Ozean“ nach neueren Auffassungen eventuell ohne scharfen Übergang, so daß man dann eigentlich nur noch von einem Zweischalenmodell sprechen kann, die bis zum Wolkenniveau rund 5 000 km mächtige Atmosphäre des Uranus mit Wasserstoff als der nach oben zunehmend dominierenden Substanz.

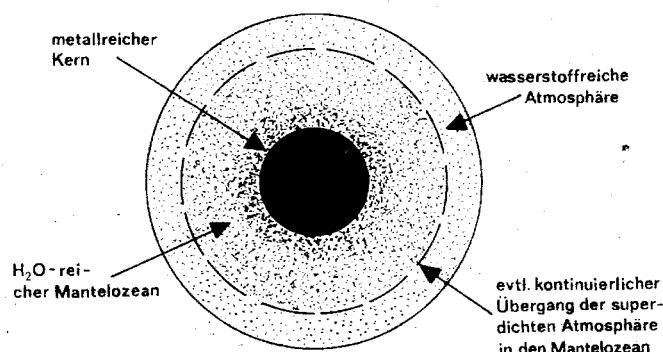


Bild 2:
Das Schalenmodell vom Aufbau des Uranusinnern wird nach den modernen Vorstellungen von einem relativ kleinen Kern mit schweren Elementen, einem mächtigen „Mantelozean“ und einer sich wohl ohne besonders scharfe Grenze nach oben daraus entwickelnden atmosphärischen Hülle gekennzeichnet.

Da die Rotationsperiode des Planeten mit 17,24 Stunden etwas geringer ist, als man früher angenommen hatte, kann unter Berücksichtigung der mit 2,5 % relativ starken Abplattung des Planeten damit gerechnet werden, daß im Vergleich zu den älteren Modellvorstellungen auch die Dichteverteilung zum Innern hin ein etwas geringeres Gefälle zeigt, als bisher angenommen wurde. Dazu paßt auch, daß bei Uranus als einzigm der vier Planetenriesen bisher höchstens 30 % seiner Temperaturabstrahlung nicht solaren Ursprungs sind, während dieser Wert bei Jupiter, Saturn und Neptun als Folge noch nicht abgeschlossener Kontraktionsvorgänge viel höher liegt.

Die im Vergleich zur Erde 50fache Stärke des Magnetfeldes vom Uranus bestätigen dagegen die Modellvorstellungen der Existenz einer flüssigen Phase mit mindestens zum Teil ionisierten Elementen im Mantelbereich des Planeten.

Extrem anders und einmalig im Sonnensystem ist aber vor allem die Raumorientierung des magneti-

schen Dipolfeldes vom Uranus. Niemand konnte voraussehen, daß die magnetische Feldachse rund 60° zur Rotationsachse geneigt ist; und noch weniger war zu ahnen, daß das Zentrum des modellierten Dipolfeldes um etwa 0,3 Uranusradien – das sind rund 8 000 km – seitlich vom Uranusmassenzentrum versetzt liegen würde (vgl. Bild 1). Als originelle Nebenwirkung wären dadurch für einen Beobachter über der Wolkendecke des Planeten die inzwischen auch tatsächlich nachgewiesenen Nordlichtphänomene hier besonders gut aus Positionen in Äquatornähe, statt ausschließlich in Polnähe wie bei uns, zu beobachten.

In Richtung zur Sonne findet sich gegenwärtig die Magnetosphäre des Uranus mit ihrer äußersten Begrenzung, der sogenannten Shockfront, mit dem auftreffenden Partikelstrom des Sonnenwindes etwa 600 000 km weit von ihm entfernt. Mindestens die zehnfache Länge, also über 6 Millionen km, erreicht in der entgegengesetzten Richtung jedoch der lange Schweif des magnetischen Dipolfeldes. Alle bekannten Uranussatelliten, und erst recht die Ringsubstanzen, bewegen sich also innerhalb seines magnetischen Feldes.

Das Ringsystem

Spätestens seit 1984 gilt es als sicher, daß alle vier Gasriesen des Sonnensystems das Prädikat „Ring-Planet“ verdienen, auch wenn die Zeugnisse für den Neptun erst aus zwei bis drei Spuren bestehen, die von der Erde aus bisher nur durch Sternbedeckungen erkannt werden konnten.

Solche Verfinsterungen oder Okkulationsereignisse des Sonnenlichtes durch Ringsubstanzen waren es auch, die am 10. März 1977 die Mehrzahl der Uranusringe entdecken ließen. Zunächst hat man nur die fünf deutlichsten Verfinsterungsphänomene zu Ringzeugnissen zu erklären gewagt, und sie erhielten nach einer Zählung von innen nach außen die Symbole α , β , γ , δ und ϵ . Spätere Auswertungen dieses Bedeckungsvorganges unter Hinzuziehung der Ergebnisse weiterer Sternokkultationen ließen dann bis Ende April 1978 innerhalb des α -Ringes noch drei weitere Ringe erkennen, die (leider) nach einer anderen Zählmethode nunmehr von außen nach innen numeriert wurden und damit die Ziffern 4, 5 und 6 erhielten. Eine vierte, ebenfalls sehr schwache Ringspur konnte in dieser Zeit noch zwischen den Bahnen des β - und des γ -Ringes erkannt werden. Sie wurde als η -(Eta-)Ring in die Literatur eingeführt (vgl. Tabelle und Bild auf der 4. Umschlagseite).

Überrascht hatte zunächst die Schmalheit der neuen Uranusringe. Sie waren scharf begrenzt und schienen in der Mehrzahl kaum 4 bis 8 km breit zu sein. Nur der äußerste oder „Epsilon“ genannte Ring machte davon eine deutliche Ausnahme. Er erreicht nämlich eine Breite von etwa 100 km, doch die erwies sich, über die Gesamtlänge betrachtet, keineswegs als konstant, sondern verringerte sich in einem

Das Ringsystem des Uranus

Bezeichnung	Entdeckung durch Sternbedeckung (OKK) oder Voyager	Zeitpunkt der Entdeckung	Abstand vom Uranuszentrum in km	Gegenseitiger Abstand in km	mittlere Ringbreite oder Durchmesser bei Satelliten in km
1986 Ring 2*	Voyager 2	23. 1. 1986	18 000–21 000		
Ring 6	OKK	10. 4. 1978	41 900	21 000	± 2 600 etwa 5–10
Ring 5	OKK	10. 4. 1978	42 300	400	5–10
Ring 4	OKK	10. 4. 1978	42 600	300	5–10
Ring d	OKK	10. 3. 1977	44 800	2 200	10–15
Ring β	OKK	10. 3. 1977	45 700	900	10–15
Ring γ	OKK	10. 4. 1978	47 200	1 500	etwa 5
Ring γ	OKK	10. 3. 1977	47 700	500	etwa 60 m
Ring δ	OKK	10. 3. 1977	48 300	600	max. 20
1986 U 7	Voyager 2	20. 1. 1986	49 300	1 000	Ø 15
1986 U 1 R	Voyager 2		50 050	1 800	?
Ring ε	OKK	10. 3. 1977	51 200	1 200	20–100
1986 U 8	Voyager 2	20. 1. 1986	53 300	1 900	Ø 25

* Bezeichnung inoffiziell

Ringabschnitt bis zu einer Schmalheit von kaum mehr als 20 km im radialen Durchmesser.

Zusätzlich stellte sich noch bald aus der Summe von über zehn Sternbedeckungen heraus, daß dieser Ring mit einem mittleren Bahndurchmesser von 102 400 km gar nicht kreisrund war, sondern die Ringpartikel liefen erstaunlich exzentrisch in der Äquatorebene des Uranus, und zwar so, daß der Entfernungunterschied etwa 800 km erreichte. Als weitere Gesetzmäßigkeit wurde auch bald erkannt, daß der Ring gerade an seinem uranusnächsten Abschnitt am schmalsten war und umgekehrt am fernsten Punkt am breitesten.

Noch fünf weitere Ringe erwiesen sich mit der Zeit als schwach elliptisch, wenn auch nicht so deutlich wie der Epsilon-Ring; und hinzu kam, daß auch sie – wenn auch zunächst schwer nachzuweisen – über den jeweiligen vollen Umfang nicht von konstanter Breite sind.

Im Vergleich zum Ringsystem des Saturn gibt es aber noch eine Eigenschaft, die diese Ringmaterie stark von der des klassischen Ringplaneten unterscheidet. Die Uranusringsubstanz kann nämlich wegen ihrer geringen Helligkeit nicht einfach aus H₂O-Eispartikeln bestehen, sondern sie wirkt mit ihren sehr geringen Albedoewerten um 0,05 schwarz wie Holzkohle. Doch ob es sich wirklich um organische Substanz handelt, die aus zersetzttem Methaneis hervorging, wie viele annehmen, kann bis heute noch nicht als bewiesen gelten.

Wer nun erwartet hatte, die Voyager-Sonde würde bei ihrer Uranuspassage vor allem auf den besten Nahaufnahmen noch eine Vielzahl weiterer, lichtschwächerer Ringe erkennen lassen, wurde eines anderen belehrt. Nur ein einziger weiterer schmaler Ring gab sich an der Grenze der Wahrnehmbarkeit als innerer Nachbar des Epsilon-Ringes in etwa 1 200 km Abstand zu ihm zu erkennen. Er erhielt als 10. Ring des Systems die vorläufige Bezeichnung 1986 U 1 R.

Zu den wichtigsten Erkenntnissen über die Körpergröße der einzelnen Ringsubstanzen gehört der Nachweis, daß es sich vorwiegend um relativ grobe Fraktionen handeln muß, denn die Hauptmasse steckt mit Sicherheit in über kubikmetergroßen Körpern, während ein nennenswerter Staubkornanteil innerhalb der Ringe kaum vorhanden ist. Auch das ist ein gravierender Unterschied zum Aufbau des Ringsystems vom Saturn.

Komponenten einer sehr feinkörnigen Staubfraktion ließen sich aber dennoch, und zwar zonenweise zwischen den schmalen Ringen in deutlich diffuser Verteilung unter besonderen Beleuchtungsbedingungen nachweisen (Bild auf der 3. Umschlagseite). Diese ergaben sich, als die Voyager-Sonde ihren uranusnächsten Punkt bereits passiert hatte.

Man hatte übrigens erwartet, ähnlich wie beim F-Ring im Saturnsystem als Begleiter der schmalen Ringe des Uranus vielleicht sogar über 10 „Hirtenmonde“ geringer Größe zu entdecken. Doch konnten solche Begleitsatelliten bisher nur für den Epsilon-Ring in Gestalt der Uranus-Monde U₇ und U₈ aufzufindig gemacht werden. Sie erwiesen sich als die kleinsten der zehn neu entdeckten Uranussatelliten, und ihre Durchmesser liegen bei 15 bis 25 km. Die Herkunftsfrage der Uranusringe gilt zwar noch nicht als endgültig entschieden, doch hat die Konzeption viel Zuspruch gefunden, die in den Ringsubstanzen dasjenige Kollisionsmaterial der uranusferneren Satelliten sieht, welches nach der Zerstreuung in den Raum infolge von Impaktereignissen auf ihrer Oberfläche dem Uranussystem doch nicht ganz verloren ging.

Anschrift des Verfassers:

Doz. Dr. MANFRED REICHSTEIN
Martin-Luther-Universität
Sektion Geographie
Heinrich- und Thomas-Mann-Straße 26
Halle
DDR - 4020

Zum Unterricht nach dem neuen Lehrplan

Mit dem nachfolgenden Beitrag geben wir erste methodische Hilfen zur praktischen Umsetzung des Stoffgebietes „Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis“. Nachdem in den Heften 3, 4, 5 und 6/1987 von „Astronomie in der Schule“ die Autoren der Unterrichtshilfen und des Lehrbuches (BERNHARD, KÜHNHOLD, LINDNER, ULLERICH) ihre Überlegungen zur Gestaltung des Astronomieunterrichts nach dem neuen Lehrplan darlegten, bitten wir unsere Leser um Erfahrungsberichte, wie sie Ziele und Aufgaben des neuen Lehrplans im Unterricht realisierten, welche Probleme sich ergaben und wie dabei die oben angeführten methodischen Empfehlungen geholfen haben.

Klaus Lindner

Zur Gestaltung des Unterrichts im Stoffgebiet „Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis“

Das Stoffgebiet „Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis“ ist das dritte und letzte Stoffgebiet des Astronomieunterrichts. In ihm werden die Schüler bis an die Grenzen des Weltalls geführt; in ihm erhalten ihre Kenntnisse über die Astronomie einen relativen Abschluß. Dabei werden hohe Ansprüche an das Vorstellungsvermögen der Schüler gestellt. Bisher Gelerntes ist mit völlig neuen Vorstellungen zu verbinden, und es ist mit Zahlen und Fakten zu operieren, die weit jenseits der Alltagserfahrungen liegen. Den Schülern dabei zu helfen, ist eine sehr anspruchsvolle Aufgabe für den Astronomielehrer. Dieser Beitrag soll an ausgewählten Schwerpunkten zeigen, wie der Lehrer dieser Aufgabe gerecht werden kann.

Der zentrale Begriff

Es ist für die Schüler eine große Hilfe, daß im Stoffgebiet „Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis“ die Elemente des Unterrichtsstoffes in eine sachlogisch zwingend angeordnete Aussagenkette eingebunden sind und daß das Stoffgebiet einen zentralen Begriff besitzt, der in allen drei Stoffeinheiten eine wesentliche Stellung einnimmt: Es ist der Begriff „Stern“. Die Schüler lernen ihn in der einführenden Stoffeinheit am Beispiel der Sonne kennen. Sie vertiefen ihr Wissen über diesen Begriff und weiten es aus, wenn sie in der Stoffeinheit „Sterne“ über physikalische Eigenschaften und über die Entstehung und Entwicklung der Sterne unterrichtet werden, und sie benötigen diesen Begriff wieder bei den Betrachtungen zum Aufbau der Galaxis, der Galaxien und der Metagalaxis am Ende des Schuljahres. Hier wird eine Linienführung der Begriffsentwicklung deutlich, die der Lehrer kennen muß.

Der Begriff „Sonne“ ist den Schülern nicht neu. Vom selbstverständlichen Alltagswissen abgesehen, hatten sie auch im Astronomieunterricht schon mit diesem Begriff zu tun; sie haben (im Stoffgebiet „Das Sonnensystem“) die Sonne als Gravitationszentrum für alle Körper des Sonnensystems betrachtet. Dadurch erhielt die Sonne in ihren Augen eine gewisse Sonderstellung.

Nun erfahren die Schüler, daß die Sonne ein Stern ist. Ein Stern – das war für die meisten von ihnen bisher nichts anderes als ein Lichtpunkt am nächtlichen Himmel. Die neue Erkenntnis „Die Sonne ist ein Stern“ verbindet – für viele unserer Schüler erstmalig – das Erscheinungsbild der Sterne mit der Vorstellung von riesigen, weißglühenden Gaskugeln. Schon diese Vorstellung zu fordern, ist anspruchsvoll; unter irdischen Bedingungen ist eine solche Gaskugel nicht demonstrierbar. Die Schüler müssen lernen, daß sich das Erscheinungsbild der Sonne nur deshalb so gravierend von dem der anderen Sterne unterscheidet, weil die Entferungen von der Erde zu eben diesen Sternen so unvergleichlich viel größer sind als die Entfernung Erde – Sonne. Mit einer Tabelle (Tabelle 1) kann der Lehrer diese Entfernungsverhältnisse veranschaulichen.

Tabelle 1

Strecke	Entfernung in km	Entfernung in AE	Laufzeit des Lichtes
Sonne – Erde	$1,5 \cdot 10^8$	1	8,3 Min.
α Centauri – Erde	$4,0 \cdot 10^{13}$	266 000	4,2 Jahre
Sirius – Erde	$8,3 \cdot 10^{13}$	553 000	8,7 Jahre
Polarstern – Erde	$6,2 \cdot 10^{15}$	41 333 000	650 Jahre

Ein solcher Entfernungsvergleich kann den Schülern aber auch verständlich machen, daß die Sonne, physikalisch „ein Stern wie viele andere“, für uns durchaus ein ganz besonderer Stern ist! Sie ist der Stern, dem wir unsere Existenz verdanken, und sie ist der Stern, den wir am besten von allen untersuchen können. Bestimmte Einzelheiten, die an anderen Sternen wegen der großen Entfernungen nicht beobachtbar sind, lassen sich auf der Sonne zum Teil schon mit dem Schulfernrohr beobachten. In der Stoffeinheit „Die Sonne“ steckt also mehr, als ihr Name vermuten läßt. Begriffe, die in ihr gebildet und gefestigt werden – wie z. B. „Leuchtkraft“, „Spektrum“, „Energiefreisetzung“, „Kernfusion“ –, sind Grundlage für das Verständnis der Aussagen und Zusammenhänge, mit denen sich die Schüler in der Stoffeinheit „Sterne“ zu befassen haben. Das muß der Astronomielehrer berücksichtigen – auch und gerade deshalb, weil seine Schüler zum Zeitpunkt der Behandlung der Sonne noch keine Kenntnisse über Spektren, über die Frequenzbereiche des elektromagnetischen Spektrums und über die Kernfusion besitzen. Der Astronomieunterricht muß diese Kenntnisse bereitstellen, aber nicht

Entwicklung der Metagalaxis

vor		im Modell vor
20 · 10 ⁹ Jahren	Urknall	einem Jahr
15 · 10 ⁹ Jahren	Bildung der ersten Galaxien und darin der ersten Sterne	einem Dreivierteljahr
4,6 · 10 ⁹ Jahren	Entstehung des Sonnensystems	einem Vierteljahr
3,6 · 10 ⁹ Jahren	Lebewesen auf der Erde	zwei Monaten
3 · 10 ⁶ Jahren	Menschen	etwa einer Stunde
16 Jahren	Schüler * der Klasse 10	0,02 Sekunden

nur als Vorleistung für den Physikunterricht, sondern ganz gezielt als Vorleistung „für sich selbst“, nämlich für die Weiterarbeit mit diesen Kenntnissen in der Stoffeinheit „Sterne“. Vom Spektrum müssen die Schüler wissen, wie es entsteht und daß es die Möglichkeit eröffnet, den physikalischen Zustand und die chemische Zusammensetzung selbstleuchtender Himmelskörper zu ermitteln. Nur wer Kenntnisse über Spektren besitzt, kann wirklich begreifen, wie Photosphärentemperatur und Leuchtkraft eines Sterns aus seinem Spektrum ermittelt werden. Nur wer dies vermag, kann im Hertzsprung-Russell-Diagramm mehr sehen als ein merkwürdiges Muster von Punkten; und nur dem, der den in diesem Diagramm graphisch dargestellten Zusammenhang verstanden hat, sind tiefgehende Einsichten in die Entstehung und Entwicklung der Sterne möglich.

Es zeigt sich also, daß die Bildung des Begriffs „Stern“ schon in der Stoffeinheit „Die Sonne“, also drei Wochen vor der Stoffeinheit „Sterne“ beginnt. Die Arbeit mit diesem Begriff endet auch nicht mit der letzten Stunde der Stoffeinheit „Sterne“, denn dort, wo über die Anordnung der Sterne im Raum, über Galaxien, Galaxienhaufen und die Metagalaxis gesprochen wird, sind ja weitere Elemente dieses Begriffes angefragt. Da ist von jungen Sternen die Rede, von Sternhaufen, Sternsystemen und schließlich von der Entstehung der ersten Sterne. Kenntnisse über die Entstehung und Entwicklung der Sterne und alle damit verbundenen Fakten bleiben also bis zum Ende des Stoffgebietes bedeutsam.

Die Physik der Sonne

Ein ganz wichtiges Prinzip im Astronomieunterricht ist es, den Schülern zu zeigen, wie astronomische Erkenntnisse gewonnen und weiterverarbeitet werden. Es durchzieht auch das gesamte Stoffgebiet „Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis“.

In der Stoffeinheit „Die Sonne“ fragen wir: „Was beobachten wir an der Sonne?“ „Durch welche Strahlungen werden uns Erkenntnisse über die Sonne zugänglich?“ „Welche Einflüsse übt die

Sonne auf der Erde aus?“ „Woraus besteht das Sonnenlicht?“ „Wie hell leuchtet die Sonne?“ „Was geschieht im Inneren der Sonne?“ „Woher stammt die Sonnenenergie?“

Hier wird deutlich, daß wir uns immer weiter in die Sonne „hineinfragen“, daß wir – konsequenter als im bisherigen Lehrplan – vom Beobachtbaren zum theoretisch Erschließbaren gelangen. Damit ist die Stoffeinheit „Die Sonne“ ein gutes Beispiel dafür, wie bei der Erforschung eines astronomischen Objekts von der Erscheinung zum Wesen vorgedrungen wird. Das kann und soll der Lehrer auch seinen Schülern bewußt machen, denn damit vermag er ihnen erkenntnistheoretische Einsichten von erheblicher weltanschaulicher Relevanz zu vermitteln. Entsprechend seiner Planung kann er hier auch auf die Fernsehsendung „Die Sonne“ zurückgreifen.

Weitere Ansatzpunkte für die Herausarbeitung der Erkenntnismethoden sind die Themen „Sonnenpektrum“ und „Leuchtkraft der Sonne“. Bei letzterem können wir auf bewährte methodische Wege zurückgreifen.

Bei der Beobachtung der Sonne mit dem Schulfernrohr ist die Aufmerksamkeit der Schüler besonders auf die Kugelgestalt, auf die scharfe Abgrenzung der Sonnen„scheibe“ von ihrer Umgebung und auf die Sonnenflecke zu lenken. Form und Abgrenzung der Sonne machen die Wirkung der Gravitationskraft deutlich; aus der Erscheinung der Sonnenflecke kann auf veränderliche Prozesse im Sonneninneren geschlossen werden. Bei der Beobachtung des Sonnenpektrums lernen die Schüler die Spektralanalyse als ein für die gesamte Astronomie (und weit darüber hinaus) sehr wichtiges Forschungsverfahren kennen. Die Beobachtung der Sonne sollte aber auch dazu genutzt werden, früher im Astronomieunterricht erworbene Kenntnisse zu reaktivieren, neu anzuwenden und damit zu festigen. Dazu zählen Kenntnisse über die Rotation der Erde (erkennbar an der Bewegung des Sonnenbildes auf dem Projektionsschirm), über die Ermittlung der Koordinaten der Sonne und über die unterschiedlichen Kulminationshöhen der Sonne im Sommer und im Winter.

Entfernungen und Leuchtkräfte der Sterne

Bei der Einführung in die Stoffeinheit „Sterne“ sollen die Schüler erkennen, daß die Bestimmung der Entfernung eines Sterns eine grundlegende Voraussetzung für die Ermittlung weitergehender Aussagen ist. Gleichzeitig wird aber mit der Behandlung der Entfernungsbestimmung eine Grundlage dafür geschaffen, daß die Schüler in der nachfolgenden Stoffeinheit „Sternsysteme und Metagalaxis“ eine Vorstellung über die räumliche Anordnung der Sterne im Weltall und dadurch auch eine Vorstellung über die Struktur der Galaxis und der anderen Sternsysteme gewinnen können. Eine überzeugende Motivation ergibt sich, wenn wir die

Ergebnisse der Beobachtungsaufgabe 8 heranziehen. Dort geht es um die unterschiedlichen scheinbaren Helligkeiten der Sterne: Was sind die Ursachen der beobachtbaren Helligkeitsunterschiede? Sind die Entferungen der Sterne von der Erde so unterschiedlich? Wie kann man diese Entfernungen messen?

Es ist eine sehr begrüßenswerte Neuerung des künftigen Lehrplans, daß der Begriff „Parallaxe“ schon zu einem sehr frühen Zeitpunkt, nämlich in der Stoffeinheit „Planeten“ des Stoffgebietes „Das Sonnensystem“ eingeführt wird. Natürlich geschieht das dort mit einer anderen Zielsetzung. Es wird ein qualitativer Nachweis der Bewegung der Erde um die Sonne, also eine Bestätigung des heliozentrischen Weltbildes, gesucht. Der Begriff „Parallaxe“ wird damit in einen historischen Zusammenhang gestellt. Auch die Art und Weise, in der die Schüler mit der Parallaxe bekannt gemacht werden, ist bemerkenswert: „Beobachtet man von der Erde aus einen Stern, dann stellt man wegen des Umlaufs der Erde um die Sonne im Laufe eines Jahres eine entsprechende Verschiebung der Sterne an der scheinbaren Himmelskugel, die Sternparallaxe, fest.“ (Lehrbuch Astronomie, S. 31). Die Schüler erfahren also zuerst, wie sich die Parallaxe für einen irdischen Beobachter darstellt. (Das aber ist die entscheidende Frage, um die der bisherige Lehrplan einen Bogen gemacht hat. So blieb letztlich das Problem ungelöst; wie Parallaxen von der Erde aus gemessen werden können!)

Wenn wir in der Stoffeinheit „Sterne“ die Entfernungsbestimmung und die Parallaxe behandeln, können die Schüler auf dieses Wissen zurückgreifen. Das erleichtert ihnen das Verständnis für das Meßprinzip in beträchtlichem Maße. Auch das neue Lehrbuch wird hier Unterstützung geben: Statt der bisherigen Definition „Die Parallaxe eines Sterns ist der Winkel, unter dem die Basisstrecke Erde – Sonne vom Stern aus erscheinen würde“ finden wir im neuen Lehrbuch: „Die Parallaxe ist der halbe Winkel zwischen den Blickrichtungen von zwei gegenüberliegenden Punkten der Erdbahn zum Stern.“ Wir gehen also von der Erde aus und beziehen die Vorkenntnisse der Schüler über die scheinbaren Verschiebungen der Sterne infolge des Erdumlaufs um die Sonne in unsere Betrachtungen mit ein.

Nach wie vor wird aber deutlich zu machen sein, daß keinesfalls für alle Sterne eine Entfernungsbestimmung nach diesem Verfahren möglich ist. Nach wie vor gilt: Je weiter ein Stern entfernt ist, um so kleiner ist seine Parallaxe und um so schwieriger ist es, sie zu messen. Bei etwa 100 pc liegt die Grenze der Meßbarkeit von Sternparallaxen. Unsere Schüler werden fragen: „Was ist jenseits dieser Grenze?“ „Wie werden die Entfernungen der Sterne ermittelt, bei denen keine parallaktischen Verschiebungen nachgewiesen werden können?“

Der bisher gültige Lehrplan sah an dieser Stelle die Behandlung der photometrischen Entfernungsbestimmung vor und erreichte dabei – aus heutiger Sicht betrachtet – für viele Schüler die obere Grenze der mathematischen Belastbarkeit. Im Gegensatz dazu wird es in Zukunft genügen, die Möglichkeit der Entfernungsbestimmung aus Leuchtkraft und scheinbarer Helligkeit darzulegen. Auf die absolute Helligkeit, die im Grunde nur eine anders dimensionierte und anders definierte Angabe der Leuchtkraft darstellt, wird dabei verzichtet. Wir brauchen die absolute Helligkeit nicht, weil wir in der Leuchtkraft eine gleichbedeutende, aber methodisch viel besser verarbeitbare Größe nutzen können:

- Sie ist bereits in der Stoffeinheit „Die Sonne“ eingeführt und als Quotient aus abgestrahlter Energie und dazu erforderlicher Zeit definiert worden; die Schüler haben bei der Berechnung der Sonnenleuchtkraft schon praktisch mit diesem Begriff gearbeitet und sind mit ihm vertraut.
- Sie ist aus der Schärfe (bzw. Breite) bestimmter Absorptionslinien im Spektrum des betreffenden Sterns unmittelbar zu ermitteln (Lehrbuch Astronomie, S. 65). Das bedeutet erstens eine Wiederholung und Anwendung der Kenntnisse über Spektren und zweitens eine Möglichkeit, das Problem der Entfernungsbestimmung mit viel mehr innerer Logik anzugehen, als das bisher möglich war. (Wenn wir bisher über photometrische Entfernungsbestimmung, über den Entfernungsmodul, über die Formel $m - M = 5 \cdot \lg r - 5$ sprachen, dann konnten wir den Schülern nicht sagen, woher denn die Astronomen die absolute Helligkeit des betreffenden Sterns kennen. Hier blieb eine logische Lücke, die das methodische Gefüge der Stoffeinheit durchbrach.)

Es gibt noch zwei weitere Gründe, die Leuchtkraft anstelle der absoluten Helligkeit bei der Behandlung der Entfernungsbestimmung zu nutzen:

- Die Leuchtkraft ist als Strahlungsleistung des Sterns definiert. Sie hat also die physikalische Dimension einer Leistung, einer Größe, die die Schüler kennen.
- Die Leuchtkraft wird in den nachfolgenden Betrachtungen über das HRD, dem in der Stoffeinheit „Sterne“ eine zentrale Bedeutung zukommt, als eine der grundlegenden Größen benötigt.

Wenn wir unseren Schülern den Zusammenhang zwischen Leuchtkraft, scheinbarer Helligkeit und Entfernung erläutern, dann machen wir ihnen damit auch verständlich, daß es eine Möglichkeit geben muß, aus Leuchtkraft und scheinbarer Helligkeit die Entfernung zu bestimmen. Das neue Lehrbuch wird dazu eine Abbildung enthalten, auf der Ausschnitte aus den Spektren eines Sterns mit hoher und eines Sterns mit geringer Leuchtkraft gegenübergestellt sind. Die beobachterische Bestimmung der scheinbaren Helligkeit wird im Lehrbuch so erläutert: „Zur Bestimmung der schein-

baren Helligkeit eines Sterns ist es z. B. möglich, das Sternlicht auf einen an das Fernrohr angegeschlossenen Fotowiderstand fallen zu lassen. Aus der gemessenen Stromstärke bestimmt man dann die scheinbare Helligkeit des betreffenden Sterns.“ Das ist natürlich nur eine der vielen Möglichkeiten, und auch sie ist in stark vereinfachter Form wiedergegeben. Aber sie nimmt auf Kenntnisse über den Fotowiderstand Bezug, die die Schüler im Physikunterricht der Klasse 9 gewonnen haben. Ebenso gut könnte man die Durchmesser der Schwärzungsscheibchen auf fotografischen Himmelsaufnahmen als Maß für die scheinbaren Helligkeiten der Sterne heranziehen. Auch die Ergebnisse der Beobachtungsaufgabe 8, auf die in diesem Zusammenhang unbedingt Bezug zu nehmen ist, tragen dazu bei, daß bei den Schülern die Einsicht gefestigt wird, daß die Ausgangswerte für die Berechnung der Sternentfernung auch hier, wie im Falle der jährlichen Parallaxe, von der Erde aus meßbar sind. Die mathematische Verarbeitung ist dann nicht mehr Gegenstand des obligatorischen Astronomieunterrichts.

Das Spektrum und das Hertzsprung-Russell-Diagramm

Mit der Formulierung „Möglichkeit der Bestimmung der Temperatur und der Leuchtkraft aus dem Spektrum“ wird im neuen Lehrplan auf weitere Verfahren der Erkenntnisgewinnung eingegangen. Wir zeigen den Schülern, daß die Bedeutung der Spektralanalyse weit über das hinausgeht, was sie darüber in der Stoffeinheit „Die Sonne“ erfahren haben. Sie müssen wissen, daß sich nicht nur die chemische Zusammensetzung, sondern auch zwei wesentliche physikalische Eigenschaften der Sterne aus dem Spektrum erschließen lassen; und da diese beiden Eigenschaften – die Photosphärentemperatur und die Leuchtkraft – als Eingangsgrößen für das HRD benötigt werden, aus dem sich weitere Aussagen über den betreffenden Stern gewinnen lassen, wird das Sternspektrum zum entscheidenden Mittel bei der Erforschung der Sterne.

Der methodische Ansatz, der im wesentlichen durch die Sachlogik bestimmt wird, könnte folgendermaßen aussehen: (Bild 1)

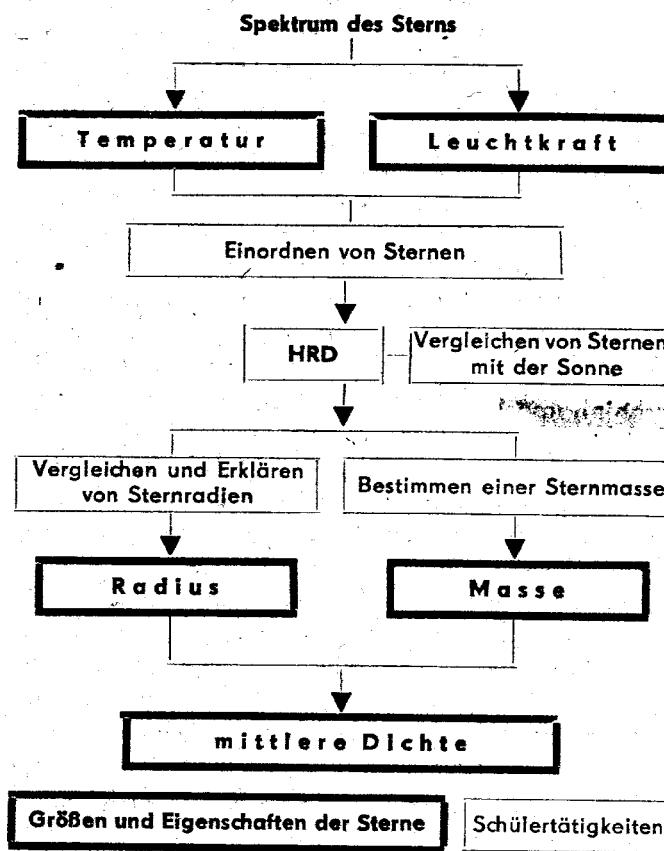
Aus dem Spektrum des Sterns kann die Anzahl der Absorptionslinien und die relative Breite bestimmter Absorptionslinien entnommen werden. Daraus bestimmt der Astronom die Photosphärentemperatur und die Leuchtkraft des Sterns. (Die Photosphärentemperatur kann auch aus der Farbe des Sternlichtes ermittelt werden. Daß die Sterne in unterschiedlichen Farben leuchten, haben die Schüler als Ergebnis der Beobachtungsaufgabe 9 erfahren. Hier nun erhalten sie die Erklärung für diese Erscheinung.)

Führt man diese Untersuchungen für sehr viele

Sterne durch, so erhält man eine Wertetabelle. Sie liefert die Daten für weitergehende Untersuchungen. Viele in dieser Wertetabelle aufgeführte Sterne lassen erkennen, daß sie eine Gesetzmäßigkeit befolgen, die man etwas salopp mit „Je heißer, desto heller“ beschreiben kann. Um zu überprüfen, ob diese Gesetzmäßigkeit für alle Sterne gilt, bedient man sich einer graphischen Darstellung, des HRD. Dabei zeigt sich, daß die meisten Sterne in der Tat die vermutete Gesetzmäßigkeit befolgen; jedoch gibt es eine nicht zu vernachlässigende Anzahl von Sternen, für die die genannte Beziehung nicht gilt.

Was nun folgt; ist die aus dem bisherigen Lehrplan bekannte, methodisch gut durchgearbeitete Entwicklung des Unterrichtsverlaufes bis zu der Stelle, an der die Schüler verstehen, warum Riesen und Weiße Zwerge diese Bezeichnungen zu Recht tragen und wie aus der Lage des Diagrammpunktes eines Sterns im HRD dessen ungefährer Radius ermittelt werden kann.

In Bild 1 ist das graphisch angedeutet. Vom HRD aus weist aber auch ein Pfeil auf die Sternmasse. Dazu müssen wir im Unterricht ein wenig ausholen: Unseren Schülern ist das Gravitationsgesetz gut bekannt. Sie wissen, daß die Himmelskörper auf Grund ihrer Masse einander anziehen. Erfahrungsgemäß treten keine Probleme auf, wenn man ihnen verständlich macht, daß sich aus der Beobachtung der Umlaufzeit und der Entfernung zwischen den beiden zu einem Doppelstern verbundenen Sternen deren Massen errechnen lassen. Genau so wird



dieser Sachverhalt auch im neuen Lehrbuch beschrieben! Nach der Erläuterung des Begriffes „Doppelstern“ (wir sprechen nicht mehr von einem „Doppelsternsystem“, um spätere Verwechslungen mit dem Begriff „Sternsystem“ zu vermeiden) heißt es da: „Massebestimmung bei Doppelsternen. Da die Gravitationskraft von den Massen abhängig ist, lassen sich aus der Beobachtung der Umlaufszeit und der Entfernung zwischen den beiden Sternen eines Doppelsterns die Massen dieser Sterne errechnen. Trägt man die so bestimmten Massen dieser Sterne in das HRD ein, so erkennt man, daß die Sterne in der Hauptreihe entsprechend ihren Massen angeordnet sind. Hauptreihensterne hoher Leuchtkraft sind massereiche, Hauptreihensterne niedriger Leuchtkraft sind massearme Sterne. Bei Riesen und Überriesen ist keine solche Gesetzmäßigkeit vorhanden; sie haben kaum größere Massen als Hauptreihensterne.“

Hier greifen wir auf Kenntnisse aus dem Physikunterricht Klasse 10 zurück, in dem die Masse eines Zentralkörpers aus Satellitendaten berechnet wird. Die Verbindung zwischen der theoretischen Erörterung und dem realen Anblick eines Doppelsterns wird durch die Beobachtungsaufgabe 10 hergestellt.

Den Schülern werden die Doppelsterne als Eichpunkte für eine vierte Größe im HRD vorgestellt. Durch Abschätzen der Massen einiger Hauptreihensterne lernen sie leicht verstehen, daß sowohl Radius als auch Masse eines Hauptreihensterns aus seinem Diagrammpunkt im HRD bestimmbar sind. Da über 90 % aller Sterne zur Hauptreihe gehören, wird mit diesem Verfahren die Mehrzahl aller Sterne erfaßt. Die Ermittlung der mittleren Dichte aus Radius und Masse bietet dann keine Probleme mehr. Was hier in aller Kürze beschrieben wurde, ist einer der Knotenpunkte im methodischen Konzept der Stoffeinheit „Sterne“. Und weil das Ableiten physikalischer Eigenschaften der Sterne aus dem HRD eine zentrale Stellung in der Stoffeinheit einnimmt, weil es Einsichten in physikalische Zusammenhänge vermittelt und, über den Astronomieunterricht hinausgreifend, das Verstehen graphischer Darstellungen physikalischer Zusammenhänge übt; finden wir auch an dieser Stelle eine Konzentration von Schülertätigkeiten im Lehrplan.

Das beschriebene methodische Vorgehen macht es möglich, die entscheidenden Knotenpunkte des Wissens durch Schülertätigkeiten hervorzuheben. Wir entwickeln auf diese Weise das Können der Schüler und ihr Verständnis des HRD. Auch die Aufgaben im Lehrbuch sind dieser Zielsetzung untergeordnet.

Da das HRD künftig konsequent als Verknüpfung zwischen den beiden Größen Temperatur und Leuchtkraft eingeführt wird, werden die auf der Anschauungstafel „Hertzsprung-Russell-Diagramm“

enthaltenen Skalenteilungen für die visuelle absolute Helligkeit und die Spektralklasse für den obligatorischen Astronomieunterricht nicht mehr benötigt. Das hat zwei Konsequenzen.

Erstens werden die Schüler deutlicher als bisher auf die Betrachtung der Besetzungsgebiete orientiert; die verwirrende Vielfalt von Skalen wird reduziert. Zweitens aber entsteht die Notwendigkeit, den Schülern beim Umgang mit den logarithmisch geteilten Skalen für Temperatur und Leuchtkraft zu helfen. Der Lehrer muß ihnen erläutern, daß derartige Achsenteilungen die Darstellung besonders großer Wertebereiche von Größen ermöglichen. Er muß ihnen aber auch zeigen, daß z. B. beim Eintragen von Punkten in das Diagramm einige Besonderheiten zu beachten sind. So befindet sich der Teilstrich 50 nicht in der Mitte zwischen den Teilstichen 10 und 100. Sehr hilfreich ist es, wenn der Lehrer auf der Anschauungstafel die Teilung der Leuchtkraftachse ergänzt. Das kann durch Einfügen der Teilstiche für 10^{-3} , 10^{-1} , 10 und 1000 sowie für $5 \cdot 10^{-3}$, $5 \cdot 10^{-2}$, $5 \cdot 10^{-1}$, 5, 50, 500 und 5000 Sonnenleuchtkräfte geschehen. (Die Teilung der Temperaturachse ist erfahrungsgemäß wegen der kleineren Intervalle leichter verständlich. Hier bedarf es solcher Hilfen nicht.)

Physikalische Demonstrationsexperimente

Zur methodischen Bewältigung des Unterrichtsstoffes gehört, daß die Erarbeitung wesentlicher Kenntnisse und Erkenntnisse im Astronomieunterricht durch physikalische Demonstrationsexperimente gestützt werden kann und soll. Die Beobachtung des Sonnenspektrums kann zum Beispiel durch ein Demonstrationsexperiment ergänzt werden, bei dem der Lehrer den Schülern ein Linienspektrum zeigt. Das ist wichtig, weil mit schulischen Mitteln erzeugte Sonnenspektren im allgemeinen keine Absorptionslinien erkennen lassen und weil erst das Zusammenwirken der Beobachtung mit diesem Experiment den Schülern die wesentlichen Aussagen des Spektrums erschließt. Daß darüber hinaus mit einer derartigen Kombination bei den Schülern das Verständnis für die enge Verbindung von Physik und Astronomie gefördert wird, ist völlig im Sinne des Lehrplans.

In der Stoffeinheit „Die Sonne“ behandeln wir weiterhin einige Auswirkungen der Sonnenstrahlung auf das Leben, die Erde und den erdnahen Raum. Ein Ausdruck solcher Auswirkungen sind die Polarlichter. Nur ganz selten kann in unseren Breiten ein Polarlicht beobachtet werden, aber mit einer Demonstration des elektrisch angeregten Leuchtens von CO_2 oder N_2 in einer Spektralröhre vermag der Astronomielehrer ein „Polarlicht in der Röhre“ in den Fachunterrichtsraum zu holen, und er vermag seinen Schülern auf diese Weise auch deutlich zu machen, daß sie diese Erscheinung ja bereits kennen. Natürlich muß er auf den Modell-

charakter dieses Experiments hinweisen, der sich z. B. darin ausdrückt, daß im Experiment die Ladungsträger durch ein äußeres elektrisches Feld beschleunigt werden.

Die Einbeziehung physikalischer Demonstrationsexperimente in den Astronomieunterricht darf nicht zu einem „Physikunterricht im Astronomieunterricht“ führen. Das Experiment ist kein Selbstzweck, sondern es ist dem methodischen Ziel des Astronomieunterrichts untergeordnet. Wir betonen diesen Aspekt, indem wir vorwiegend Experimente auswählen, mit denen die Schüler im Physikunterricht bereits bekannt gemacht wurden. Die neue Betrachtungsweise, die Anwendung der physikalischen Kenntnisse auf astronomische Fragestellungen, ist das Entscheidende. Dadurch werden physikalische Demonstrationsexperimente zu einem wichtigen Mittel der Vertiefung von Kenntnissen und Erkenntnissen im Astronomieunterricht. Auf einen weiteren bedeutsamen Sachverhalt soll hier nur hingewiesen werden: Physikalische Demonstrationsexperimente können – im Gegensatz zu den meisten schulastronomischen Beobachtungen – unmittelbar in den Unterricht im Fachunterrichtsraum, also in den normalen unterrichtlichen Erkenntnisprozeß einzbezogen werden! Sie können genau zu dem Zeitpunkt stattfinden, zu dem sie vom Lehrer entsprechend seinem methodischen Konzept geplant werden, und das ist auch genau der Zeitpunkt, zu dem die Schüler das Experiment als Hilfe bei der Aneignung und Festigung des Wissens benötigen. Daß physikalische Demonstrationsexperimente niemals am astronomischen Originalobjekt vorgenommen werden können, sondern ihrem Wesen nach immer Modellexperimente sind, fällt demgegenüber wenig ins Gewicht.

Festigung

Festigung des Wissens und Könnens im Astronomieunterricht ist ein methodisches Problem, über das in den vergangenen Jahren immer wieder diskutiert wurde. Nur selten waren die Astronomielehrer zufrieden mit den Möglichkeiten und den Erfolgen ihrer diesbezüglichen Bemühungen, und immer wieder mußten sie vor der angespannten Stoff-Zeit-Relation zurückweichen, mußten Festigungsphasen kürzen oder ganz weglassen. Der neue Lehrplan weist wegen der Entlastungen und Vereinfachungen in allen drei Stoffgebieten ein weitaus günstigeres Verhältnis von zu vermittelndem Inhalt und zur Verfügung stehender Unterrichtszeit auf. Die Voraussetzungen dafür, daß alle Schüler im Astronomieunterricht ein wirklich dauerhaftes, solides – oder anders formuliert, auf lange Zeit nutzbares – Wissen und Können erwerben, sind wesentlich günstiger geworden.

Auch im Stoffgebiet „Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis“ ist die Festigung des Wissens und Könnens ein wesentlicher Bestandteil des Unterrichts.

Sie ist es, obwohl sich das Schuljahr und, jedenfalls für die Mehrzahl unserer Schüler, die Schulzeit dem Ende zuneigen, obwohl in dieser Phase des Schuljahres die schriftlichen Arbeiten der Abschlußprüfung absolviert werden.

Festigung ist sowohl ein durchgängiges Prinzip – im Sinne ständiger Ergebnissicherung – als auch eine bestimmte Aufgabe bestimmter Unterrichtsabschnitte. Sie schließt als didaktische Funktion die methodischen Verfahren *Üben* und *Wiederholen* ein. Im weiteren Sinne zählen auch das *Anwenden*, das *Vertiefen*, das *Systematisieren* und das *Kontrollieren* zur Festigung.

Das *Üben* ist ein Festigungsverfahren, das im Stoffgebiet „Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis“ nur bei der Arbeit mit dem HRD eingesetzt wird. Aufgaben, wie z. B. die Aufgaben 38 bis 40 auf S. 85 des neuen Lehrbuches sowie andere im Lehrbuch enthaltene Aufgaben, erleichtern dem Lehrer die Vorbereitung auf diese Unterrichtsphase. Allgemein gilt aber, daß Astronomie kein so übungsintensives Fach ist wie etwa die Mathematik.

Indem die Schüler neu erworbene Wissen und Können *anwenden*, lernen sie, mit ihm umzugehen. Das Neue wird für sie handhabbar:

- In der Stoffeinheit „Die Sonne“ werden die Auswirkungen der Sonnenstrahlung auf das Leben, die Erde und den erdnahen Raum unter Anwendung von Wissen über die Erdatmosphäre (aus der Stoffeinheit „Aufgaben und Forschungsmethoden der Astronomie“) erläutert.
- In der Stoffeinheit „Sterne“ werden die Begriffe „Leuchtkraft“ und „Spektrum“ unter Anwendung der entsprechenden Kenntnisse aus der Stoffeinheit „Die Sonne“ ausgebaut.
- Die Entstehung und Entwicklung der Sterne kann von den Schülern nur verstanden werden, wenn sie ihre Kenntnisse über die Gravitation, die Kernfusion, die Entwicklung der Sonne und über das HRD auf die neue Fragestellung anwenden. Gleichzeitig aber werden eben diese Kenntnisse durch das Anwenden gefestigt.

Unter „*Vertiefen*“ verstehen wir das Betrachten eines Sachverhalts unter einem neuen, speziellen Aspekt. Auch dafür sollen zwei Beispiele genannt werden:

- Der Begriff „*Planet*“ wird in der Stoffeinheit „Überblick über das Sonnensystem“ erstmalig erwähnt und gegen den Begriff „*Stern*“ abgegrenzt. Eine ausführliche Behandlung erfährt er in den folgenden Stoffeinheiten, aber erst in der Stoffeinheit „Sterne“ setzt der Unterricht mit dem Aspekt „Entstehung und Entwicklung der Planeten“ den entscheidenden Schlußpunkt. Dies ist eine Vertiefung des Begriffes „*Planet*“, denn wir betrachten ihn nun unter dem ganz speziellen kosmogonischen Aspekt.

– Der Begriff „Stern“ wird, wie bereits beschrieben, in der Stoffeinheit „Die Sonne“ eingeführt und in der Stoffeinheit „Sterne“ unter den speziellen Aspekten Entfernung, Beschaffenheit, Entstehung und Entwicklung ausgeformt. Es bedeutet eine wichtige Vertiefung dieses Begriffs, wenn wir in der Stoffeinheit „Sternsysteme und Metagalaxis“ die Sterne auch als Systembestandteile betrachten!

Schon bei der Planung muß der Lehrer den gesamten Jahreslehrgang überschauen, damit er in der Lage ist, das Niveau bei der Einführung und das Niveau bei der Vertiefung zu bestimmen.

Festigung des Wissens und Könnens wird dort am effektivsten sein, wo die Schüler dazu angehalten werden, mit ihren Kenntnissen und Fähigkeiten zu arbeiten. Wir haben im neuen Lehrplan gute Chancen dazu. Sie aufzudecken, zu planen und auszuschöpfen mag manchmal Mühe bereiten; der Erfolg unseres Unterrichts – und das ist der Erfolg über den Tag der Schulentlassung hinaus – sollte uns Astronomielehrer indes diese Mühe wert sein.

Entwicklung im Kosmos

Die Linienführung „Entwicklung im Weltall“ ist von eminenter Bedeutung für die weltanschauliche Erziehung unserer Schüler. Diese Linie führt von der Entwicklung der Sonne über die Entwicklung der Sterne und der Planeten bis zum Urknall und zur heißen Frühphase der Metagalaxis. Die methodische Gestaltung der Unterrichtsstunden zu diesem Thema entscheidet wesentlich darüber, ob auch für die Schüler erkennbar wird, daß alle Himmelskörper und auch alle Systeme von Himmelskörpern eine Entwicklung durchlaufen, daß der Kosmos ein Evolutionskosmos ist, und ob sie sich hinter die im Unterricht formulierten Aussagen stellen.

Der neue Lehrplan ermöglicht die Betrachtung dieser Aussagen in ihrem historischen Zusammenhang; indem er fordert, von den Vorstellungen von Kant und Herschel über die Entstehung und Entwicklung von Sternen auszugehen. Dabei kommt es darauf an, deutlich zu machen, daß bereits der Philosoph Immanuel Kant und der Astronom Wilhelm Herschel naturgesetzlich begründete Vorstellungen über diese Prozesse ausgearbeitet haben. Unter Hinweis auf deren noch heute gültige Basis, das Gravitationsgesetz, ist dann der gegenwärtige Stand der Erkenntnis zu behandeln.

Dafür gibt es bereits ein umfangreiches Potential an methodischen Ideen und Erfahrungen. Viele Astronomielehrer haben, indem sie diese Themen unterrichteten, gelernt, die Erörterung der Energiefreisetzung in der Sonne und den Sternen mit deren Entwicklung logisch zwingend zu verbinden. Sie führen ihre Schüler im Unterricht so, daß diese selbstständig zu der Erkenntnis gelangen: „Die gegenwärtig in der Sonne ablaufende Kernfusion wird einmal ein Ende haben, denn der Wasserstoff im

Zentralgebiet der Sonne wird einmal verbraucht sein. Dann muß die Sonne in eine andere Entwicklungsphase eintreten.“

Es ist nur eine logische Fortsetzung, wenn in der Stoffeinheit „Sterne“ wiederum von dem Zusammenhang zwischen Energiefreisetzung und Sternentwicklung ausgegangen wird. Das Neue ist, daß wir vor dieser Überlegung eine andere einordnen, indem wir fragen, wie es zu den Bedingungen für die Kernfusion im Sterninneren kommen kann. Dafür fehlen sicher den meisten Schülern die Vorkenntnisse; und so wird es notwendig sein, daß der Lehrer zunächst das erforderliche Faktenmaterial bereitstellt, also Kenntnisse über die Ausgangsstoffe für die Bildung von Sternen, über die Kontraktionsphase, das Anwachsen des Druckes und der Temperatur im Sterninneren und schließlich das Erreichen der Anlauftemperaturen für die Kernfusion. Das kann entweder durch einen Lehrvortrag oder durch den 1. Teil des Films F 995 (Entwicklung eines Sterns) geschehen, wobei vor der Vorführung des Films Aufträge an die Schüler vergeben werden sollten.

Was aber nun folgt; die Diskussion im Schülerkollektiv, das Erörtern, wie sich Temperatur und Leuchtkraft beim Kontraktionsvorgang ändern, bis aus der Gaswolke ein Stern geworden ist, das Erinnern daran, warum so hohe Temperaturen für den Beginn der Kernfusion erforderlich sind, ist Aufgabe der Schüler. Es wäre ein grober pädagogischer Fehler, wenn wir ihnen diesen Teil des Erkenntnisprozesses wegnehmen würden, um das Ergebnis selber zu verkünden!

Natürlich muß der Lehrer seinen Schülern bei der Darstellung der Sternentwicklung im HRD helfen. Den Zusammenhang von Stern und zugeordnetem Diagrammpunkt werden viele Schüler nicht auf Anhieb verstehen; sie brauchen Zeit, sich da hineinzudenken. Und ebenso geduldig muß sie der Lehrer bei den ersten Versuchen begleiten, aus der Änderung der Temperatur, der Leuchtkraft, des Radius und der mittleren Dichte auf die „Wanderung“ des Diagrammpunktes zu schließen. Dazu haben wir aber schon im Vorfeld Übungen angestellt – der Umgang mit dem HRD als Zustandsdiagramm übt ja nicht nur den Begriff „Stern“ ein, er bereitet auch das Verstehen des HRD als Entwicklungsdiagramm vor. Der 2. Teil des Films 995 kann hier hilfreich sein, ebenso gute Erfahrungen gibt es mit Magnetapplikationen auf der Anschauungstafel „Hertzsprung-Russell-Diagramm“.

Bei der Behandlung der Spätstadien der Sterne kommt noch einmal die Relation von Gravitationskraft und Gasdruckkraft zur Sprache. Es wird gezeigt, daß durch das Erlöschen der Kernfusion wiederum ein Zustand eintritt, in dem die Gravitationskraft größer ist als die Summe der nach außen wirkenden Kräfte. Der Lehrer sollte auf den

analogen Fall am Anfang der Sternentwicklung hinweisen.

Am Ende dieser Thematik steht der Rückblick auf die Sonne; der Lehrplan fordert das Beschreiben der Entstehung und Entwicklung eines Sterns am Beispiel der Sonne. Hier sollen die Schüler auch zu der Frage geführt werden: „Wo stehen wir?“

Bedeutend schwieriger als die Behandlung der Kosmogonie der Sterne ist die Aufgabe, die Entstehung und Entwicklung der Planeten methodisch aufzuarbeiten. Dieses Gebiet ist methodisches Neuland für uns. Das beginnt mit der Motivation: Vielleicht werden sich unsere Schüler wundern, daß wir so „unlogisch“ vorgehen und in der Stoffeinheit „Sterne“ nun wieder die doch schon abgeschlossene geglaubte Thematik der Planeten aufgreifen.

Der zu erwartende geringe Umfang der Vorkenntnisse zwingt sicher auch hier dazu, den Schülern das nötige Faktenmaterial zur Verfügung zu stellen. Das kann in Form eines Lehrervortrages geschehen, aber auch das Lehrbuch kann als Quelle für die Fakten genutzt werden. Der entsprechende Textabschnitt wurde so gestaltet, daß er durch die Schüler in selbständiger Arbeit erfaßbar ist und Material für eine angeregte Diskussion liefert. Natürlich geht es nicht ohne Elemente der Festigung ab: Kenntnisse über die Unterschiede zwischen erd- und jupiterartigen Planeten werden benötigt. Aber nun erhalten die Schüler eine Erklärung für die gravierenden Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der beiden Planetengruppen; sie lernen bei der Diskussion dieser Fakten verstehen, daß Temperatur und Strahlung der entstehenden Sonne einen entscheidenden Einfluß auf die Urplaneten ausübten.

Die Hauptphasen der frühen Entwicklung der erd- und jupiterartigen Planeten (das Aufschmelzen, die Entstehung der Uratmosphären und die Bildung einer kraterreichen Gesteinskruste) enthalten weiteren Stoff für die Diskussion. Immerhin wissen unsere Schüler längst, wie die Oberflächen von Merkur, Mars und Mond aussehen. Warum sieht die Oberfläche der Erde so ganz anders aus? Wie ist zu erklären, daß die heutige chemische Zusammensetzung der Erdatmosphäre völlig verschieden von der Uratmosphäre unseres Planeten ist? Warum haben Mond und Merkur heute keine Atmosphären mehr? In solchen Fragen verbirgt sich Zündstoff für ein Feuerwerk von Erkenntnissen, die sich die Schüler selbst erarbeiten können, wenn der Lehrer die Diskussion richtig lenkt. Die Behandlung der Veränderung der Erde durch den Menschen und durch andere Lebewesen im Unterricht sollte zu einer parteilichen Stellungnahme des Lehrers und der Schüler zur Verantwortung der Wissenschaftler und aller Menschen für die Erhaltung der natürlichen Umwelt auf der Erde führen. Wenn wir das schaffen, haben wir im Astronomieunterricht einen politischen Ak-

zent gesetzt, der die Schüler über Friedenssicherung und globale Probleme nachzudenken veranlaßt, der sie dazu bringt, dieses Nachdenken in aktives Handeln umzusetzen und der von enormer emotionaler Wirksamkeit ist!

Mit den Themen „Urknall“ und „heiße Frühphase der Metagalaxis“ wird eine Linienführung abgeschlossen, die den Astronomieunterricht in weiten Bereichen charakterisiert. Die Schüler haben mit dem Begriff „Entwicklung“ umzugehen gelernt, sie sind nun damit vertraut, daß Sterne und Planeten Entwicklungsprozesse durchlaufen. Völlig neu ist jedoch für sie, wie sich die Entwicklung der Metagalaxis, des größten im Astronomieunterricht betrachteten Systems, darstellt.

Fragen von interessierten Schülern haben auch in der Vergangenheit oft dazu geführt, daß im Unterricht – vor allem in den letzten beiden Stunden des Jahreslehrganges – über die frühe Entwicklung der Metagalaxis gesprochen wurde; aber eine planmäßige Erarbeitung von Kenntnissen darüber war ja bisher im Astronomieunterricht nicht vorgesehen. Wir dürfen auch nicht daran vorbeigehen, daß es in dieser Zeit – kurz vor Schuljahresende – beträchtliche Unterschiede in der Interessenlage der Schüler gibt. Einige Schüler interessiert das Thema sehr, andere fühlen sich davon gar nicht berührt. Hier ist in besonderer Weise die Schöpferkraft jedes Lehrers herausgefordert. Es gilt: Neues zu erproben.

Das Lehrbuch leitet die Stoffeinheit „Sternsysteme und Metagalaxis“ mit folgendem Text ein: „Im Jahre 1929 gelang dem amerikanischen Astronomen Edwin Powell Hubble eine der aufregendsten astronomischen Entdeckungen unseres Jahrhunderts: Alle Sternsysteme im Weltall bewegen sich wie die Trümmer eines detonierten Sprengkörpers voneinander weg. Ist der gesamte Kosmos einst explodiert?“ In der Expansion der Metagalaxis einen Entwicklungseffekt zu erkennen, ist nicht leicht. Es bedeutet eine wesentliche Hilfe für die Schüler, wenn der Lehrer ihnen verständlich machen kann, daß das gedankliche Zurückverfolgen – die Suche nach einer Antwort auf die Frage „Was war der Ausgangspunkt der Expansion?“ – auch die Frage nach der zeitlichen Veränderung der Metagalaxis beantwortet. Dies aber ist ein wichtiger Aspekt der Entwicklung.

Für viele Schüler wird die Erkenntnis, daß die Expansion der Metagalaxis Ausdruck der Entwicklung dieses Systems ist, vom Sensationellen überlagert. Das Thema „Urknall“ ist zweifellos ein attraktiver Diskussionsgegenstand; es soll aber mehr sein als ein glanzvoller Schlußpunkt des Astronomieunterrichts. Dazu brauchen die Schüler Beweise dafür, daß es eine derartige heiße und dichte Frühphase der Metagalaxis tatsächlich gegeben hat. „Flucht“ der Galaxien und 3-K-Strahlung gehören als be-

stätigende Fakten demzufolge unmittelbar zur Behandlung des Begriffes „Urknall“. Wie sie nachgewiesen wurden, kann im Unterricht nur angedeutet werden. Es genügt, darauf hinzuweisen, daß die Bewegungen der Galaxien im Raum aus genauen Untersuchungen der Spektren dieser Objekte ermittelt werden. (Dies ist eine sehr weitgehende didaktische Vereinfachung. Sie trifft aber das Wesentliche, und sie macht darüber hinaus die Schüler noch einmal nachdrücklich auf die große Bedeutung der Spektralanalyse aufmerksam.) Die 3-K-Strahlung ist eine Radiostrahlung, die mit radioastronomischen Instrumenten beobachtet wird. Dieser Sachverhalt ist für die Schüler sicher ohne weiteres verständlich.

Von großer Wichtigkeit ist, daß die Schüler den „Urknall“, den Beginn der Expansion der Metagalaxis, nicht als ein von der übrigen Entwicklung im Kosmos abgehobenes Ereignis werten. Die Entstehung der Galaxien, der Sterne und Planeten sowie deren weitere Entwicklung gehören zur Entwicklung der Metagalaxis, die mit dem „Urknall“ begonnen hat. Daß er in diese Entwicklung einzutragen ist, kann an einer Tabelle im Lehrbuch („Zeitpunkte in der Entwicklung der Metagalaxis“; S. 80) erläutert werden. Wendet man das methodische Mittel des zeitlichen Vergleichs auf diese Tabelle an, so ist deutlich zu sehen, in welchen Dimensionen sich die Entwicklung der Metagalaxis vollzogen hat. Hier soll jeder Schüler erkennen können, daß nach der Stellung des Menschen in der Entwicklung der Metagalaxis gefragt ist: (Tabelle 2; Seite 128). In diesem Modell sind die Schüler der 10. Klasse 0,02 Sekunden „alt“! Auch mit dieser Modellierung des zeitlichen Ablaufs führen wir also die Schüler so, daß sie erkennen können: Es geht um die Frage: „Wo stehen wir?“

Der „Urknall“ darf nicht mit einem Beginn der Existenz aller Materie gleichgesetzt werden. Damit die Schüler diese für die Formung ihres Weltbildes außerordentlich wichtige Erkenntnis gewinnen können, ist folgende Gedankenführung zweckmäßig:

Die Metagalaxis ist „unser“ Teil des Weltalls, ein Teilsystem, über das wir Aussagen machen können. Nur von diesem Teilsystem wissen wir, daß es jenen überdichten Zustand, den wir als „Urknall“ bezeichnen, durchlaufen hat. Gegenwärtig können wir über andere Teilsysteme des Weltalls nichts aussagen. Da im „Urknall“ alle Strukturen eines früheren Zustandes der Metagalaxis „zerschmolzen“ sind, können wir noch nichts über diesen früheren Zustand aussagen. Manche Astronomen nehmen an, daß sich in sehr ferner Zukunft die Metagalaxis wieder zusammenziehen wird und so einem weiteren „Urknall“ entgegengeht.

Der Lehrer muß hier eine so überzeugende und gleichzeitig so verständliche Sprache finden, daß er für seine Schüler glaubhaft bleibt, auch wenn diese

sich die beschriebenen Vorgänge nicht anschaulich vorzustellen vermögen. Der Hinweis auf die vielen noch ungelösten Fragen, die als Triebkräfte für die weitere Erforschung des Weltalls wirken, ist dann nur noch eine logische und für die Schüler akzeptable Folgerung aus dem bisher Gesagten.

Anchrift des Verfassers:
OL Dr. KLAUS LINDNER
EOS „Karl Marx“
Erfurter Straße 9
Leipzig
DDR - 7022

Zur Arbeit mit dem neuen Lehrplan, dem Lehrbuch und den Unterrichtshilfen

„Astronomie in der Schule“ will in den nächsten Heften über erste Erfahrungen bei der praktischen Umsetzung des neuen Lehrplans unter Einbeziehung des Lehrbuches und der Unterrichtshilfen berichten. Dazu bitten wir unsere Leser um Mitarbeit. Folgende Fragen zum *Nachdenken, Diskutieren und Beantworten* geben einige Anregungen für diese Aussprache:

- Wie gelingt es, die Schüler zur Aneignung grundlegender astronomischer Begriffe zu führen?
- Wie kann durch Anwendung physikalischer Gesetze den Schülern ein solides und anwendungsbereites astronomisches Wissen vermittelt werden?
- Wie werden schulastronomische Beobachtungen genutzt, um den Erkenntnisprozeß bei den Schülern zu fördern?
- Wie wird den Schülern exaktes Wissen über die Entwicklung im Weltall vermittelt?
- Wie lassen sich Sachverhalte der Raumfahrt nutzen, um die Schüler zum parteilichen Wertes mit dem Ziel zu erziehen, ihre ideologischen Positionen zu festigen?

Horst Röpke

„Die Sonne“ – eine neue Unterrichtsfernseh-sendung

Ziele der Sendung

Die Sendung soll zur Realisierung von Lehrplani Zielen der 3stündigen Stoffeinheit 3.1. „Die Sonne“ beitragen.

In den Vordergrund der Darstellung wurden bewußt dynamische Prozesse auf der Sonne sowie

dem Schüler schwer verständliche Sachverhalte gestellt. Dabei soll die Verwirklichung folgender Zielstellungen des Unterrichts unterstützt werden:

- Kennenlernen der Hauptmethoden der Sonnenforschung (Spektralanalyse, Radioastronomie),
- Kennenlernen des Aufbaus der Sonne und der Sonnenaktivität,
- Kennenlernen der Zusammensetzung der Sonnenstrahlung,
- Kennenlernen von Auswirkungen der Sonnenstrahlung auf der Erde,
- Kennenlernen des Kernfusionsprozesses im Innern der Sonne.

Die Sendung unterstützt mit dieser Abfolge die Unterrichtsführung der Stoffeinheit, wenn verdeutlicht werden soll, daß bei der Erforschung eines astronomischen Objektes von der Erscheinung ausgehend zum Wesen vorgedrungen wird. (s. auch Unterrichtshilfen Astronomie, S. 50)

Weiterhin wird durch die komplexe Nutzung der audiovisuellen Veranschaulichungsmöglichkeiten des Fernsehens eine die Schüler motivierende Wirkung angestrebt, verbunden mit der Ausprägung solcher Grundüberzeugungen wie

- Das Weltall ist erkennbar (z. B. Arbeitsmethoden der Solarphysik),
- Im Weltall finden ständig Prozesse der Veränderung und Entwicklung statt (z. B. Erscheinungsformen der Sonnenaktivität, Kernreaktionen).

Inhalt und Aufbau der Sendung

Eindrucksvolle Beziehungsbilder der Sonne zur Landschaft, zu Tieren und zum Menschen sowie ein kurzer historischer Exkurs zur Sonnenverehrung im Altertum sollen die Schüler einleitend motivieren, ihnen bewußt machen, welchen umfassenden Einfluß die Sonne auf unser Leben hat.

Der Satz: „Erst die moderne Naturwissenschaft entwickelte wissenschaftliche Methoden zur Erforschung der Sonne“ führt zum

1. Teil: Methoden zur Erforschung der Sonne.

Über Realaufnahmen werden kurz drei Methoden der Sonnenforschung vorgestellt:

- die optische Messung (Spektralanalyse; demonstriert im Sonnenobservatorium „Einsteinurm“ Potsdam),
- die radioastronomische Messung (im Observatorium für solare Astronomie in Tremsdorf bei Potsdam),
- die extraterrestrische Beobachtung durch Satelliten.

Mit dem Satz „Welche Erkenntnisse konnten aus den wissenschaftlichen Beobachtungen der Sonne gezogen werden?“ erfolgt die Überleitung zum

2. Teil: Aufbau der Sonne und Sonnenaktivität

Durch eine Trickdarstellung wird der Schichtenaufbau der Sonne demonstriert. Es folgen Realaufnahmen (Korona, Protuberanzen, Sonnenflecken) mit

einem knappen erläuternden Kommentar. Während einer Bildzusammenfassung dieser imposanten Erscheinungen wird auf den 11jährigen Aktivitätsrhythmus hingewiesen.

3. Teil: Die Strahlungsarten der Sonne

Mittels Trick wird der Strahlungsbereich der elektromagnetischen Strahlung dargestellt und unter Her vorhebung des sichtbaren Bereiches knapp erläutert. Verwiesen wird anschließend auf die Teilchenstrahlung.

4. Teil: Auswirkungen der Sonnenstrahlung

Wieder im Trick wird die Absorption von Strahlungsenergie in der Erdatmosphäre bzw. deren Durchlässigkeit für die sichtbare und die langwellige Strahlung demonstriert. Der Zusammenhang zwischen unterschiedlicher Sonnenaktivität und Veränderungen auf der Erde wird verdeutlicht. Ein gehender wird die Auswirkung der Teilchenstrahlung dargestellt (Sonnenwind, Einfluß auf das Erdmagnetfeld, Polarlicht, Entstehen von magnetischen Stürmen).

Abschließend wird darauf verwiesen, daß die Auswirkungen der Sonnenstrahlung auf Pflanze, Tier und Mensch z. Z. intensiv erforscht werden.

5. Teil: Die Energie der Sonne

In einfacher Form wird der Prozeß der Kernfusion ($H \rightarrow He$) im Trick dargestellt. Im Kommentar dazu werden folgende Zahlen genannt:

„In jeder Sekunde werden rund 600 Mio t Wasserstoff in rund 560 Mio t Helium umgewandelt. Die Differenz von 40 Mio t ist die freiwerdende Strahlung.“ Dabei wird der etwa 10 Mio Jahre dauernde Energietransport vom Sonneninnern zur Photosphäre erwähnt.

Im Abspann wird auf noch offene Fragen der Sonnenforschung verwiesen, es wird hervorgehoben, „daß jede neue Erkenntnis über die Sonne Auskünfte über grundsätzliche physikalische Gesetzmäßigkeiten im Kosmos gibt“.

Empfehlungen zur Nutzung der Sendung

Falls planmäßig möglich, sehen wir die 2. Unterrichtsstunde der Stoffeinheit „Sonne“ als günstigsten Einsatzzeitpunkt an, (zur Erleichterung der Abstimmung von Stoffvermittlung und Sendungsausstrahlung wird deshalb die Sendung über 3 Wochen ausgestrahlt). In diesem Fall kann der Hauptteil der Sendung in die Stoffvermittlung einbezogen werden (Strahlung, solarterrestrische Beziehungen). Der einleitende Sendungsteil (Forschungsmethoden, Aufbau und Aktivitäten) dient dann der Festigung des Wissens der Vorstunde. Der letzte Sendungsteil (Energie der Sonne) gibt den Ansatz für die weitere Stoffvermittlung in der 3. Stunde der Stoffeinheit.

Eine Sendungsnutzung der 3. Stunde der Stoffeinheit dient in starkem Maße der Festigung des Wissens. Falls zeitlich möglich, bietet sich nach Sendungsempfang die Durchführung einer schriftlichen

Kurzkontrolle unter Nutzung der Vorschläge in den Unterrichtshilfen (S. 53) an. Durch den Sendungsinhalt werden die Fragen 1, 3, 4 und 6 der Variante 1 beantwortet, ebenso die 16 Fragen der Variante 2 (außer den Fragen 4, 7, 15). Infolge der deutlichen Gliederung läßt sich bei Verhinderung des schulischen Sendungseinsatzes der individuelle häusliche Sendungsempfang durch die Schüler günstig gestalten, indem z. B. die einzelnen Sendungsabschnitte als Ausgangspunkt für Schülerekurzreferate genutzt werden. Ebenso ist eine abgegrenzte Aufgabenstellung zu einzelnen Sendungsteilen möglich (z. B. zum 1. Abschnitt „Methoden zur Erforschung der Sonne“ unter der Fragestellung: „Warum werden Spiegel-, Radioteleskope und Satelliten zur Sonnenbeobachtung eingesetzt? Verwenden Sie dazu auch das Lehrbuch, S. 8–12“). Verwiesen sei darauf, daß die Sendung keine Erläuterung der Begriffe „Spektrum“, „Leuchtkraft“ bringt. Günstig für die Sendungsrezeption ist deshalb besonders die Erarbeitung des Sonnenspektrums vor dem Sendungsempfang.

Hinweis: Sendezeiten s. Astronomie in der Schule 24 (1987) 4, bzw. DLZ 24/87.

Anschrift des Verfassers:

Dr. HORST RÖPKE
Zentralinstitut für Schulfunk und Schulfernsehen
an der PH „Karl Liebknecht“
Am Neuen Palais
Potsdam
DDR - 1571

Diskussion zur Weiterentwicklung des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“

Mit der Veröffentlichung nachfolgender Wortmeldungen beendet „Astronomie in der Schule“ die öffentliche Diskussion zum oben genannten Thema. Im Heft 1/1988 fassen wir die Ergebnisse der Aussprache zusammen, legen dazu Standpunkte und Schlußfolgerungen dar.

esse an bestimmten Himmelsobjekten geweckt, sie werden durch über das Jahr verteilte Beobachtungen des Sternhimmels mit der Himmelsmechanik vertraut und können gewonnene räumliche Modellvorstellungen explizit ins All übertragen. Nach meinen Erfahrungen hat sich die Arbeit mit Himmelsausschnittsskizzen bewährt.

Der geplanten Verstärkung der Anwendung der Mathematik auf astronomische Sachverhalte stimme ich voll zu, insbesondere im Hinblick auf ausgewählte Demonstrationsaufgaben, die Einsichten in die Erkennbarkeit von gesetzmäßigen Entwicklungen zwingend untermauern und festigen.

Auch die Darstellung der historischen Entwicklung der astronomischen Kenntnisse sollte durch die Diskussion zu ausgewählten mathematischen Arbeitsweisen unterstützt und verinnerlicht werden. Ich denke hier z. B. an den schon im Altertum bei den Chaldäern und Babylonier bekannten Saroszyklus der Finsternisse oder an die Titius-Bodesche Reihe (1766 aufgestellt) u. a. m. Astronomische Raumvorstellungen bereiten vielen Schülern immer wieder Schwierigkeiten. In begrenzter Anzahl ausgewählte typische Modellvorstellungen sollten während des Grundkurses oder auch bei der Behandlung ausgewählter Objekte vorgestellt oder, soweit möglich, rechnerisch erarbeitet werden.

Ein fester Bestandteil in jedem Kurs sollte ein (nach Diskussion mit den Kursteilnehmern) übernommener Arbeitsauftrag (oder auch mehrere) zur MMM sein. Hier bestehen im Bereich der Anfertigung von Anschauungsmaterial und Arbeitsmaterialien für den Astronomieunterricht viele Möglichkeiten für anspruchsvolle geistig-praktische Schülertätigkeiten und zur Entwicklung schöpferischer Initiativen bei einer Reihe von Schülern.

Für die organisatorische Gestaltung des fakultativen Kurses finde ich es angebracht, daß die Raumfahrt in einem eigenständigen Wahlkurs behandelt wird.

Es ist vorteilhaft, wenn eine Reihe von Varianten vorgeschlagen wird, aus der sich der Astronomielehrer die für seine Schulsituation geeignetste auswählen kann. Die im Entwurf vorgeschlagenen Varianten sowohl für die zweijährige Dauer des fakultativen Kurses als auch für eine einjährige Dauer des Kurses finde ich annehmbar. Gleichzeitig empfehle ich eine zusätzliche Variante. Wenn an einer Schule nur ein einziger fakultativer Kurs mit zweijähriger Dauer arbeitet, an dem sowohl Schüler der 9. als auch der 10. Klasse teilnehmen, sollte die Möglichkeit bestehen, Inhalte des Grundkurses auf zwei Jahre zu verteilen und zwar entsprechend dem für das jeweilige Jahr gewählten Wahlkurs. Inhalte des Grundkurses werden dann mit dem Inhalt des für das betreffende Jahr gewählten Wahlkurses kombiniert. Durch die Aufteilung des Inhaltes des Grundkurses auf zwei Jahre ist eine jährliche Be-

Zur Gestaltung fakultativer Kurse

OL HERMANN HIRRLE,
EOS Ludwigsfelde

Die tätigkeitsorientierte Wissensaneignung verdient im Rahmenprogramm eine besondere Aufmerksamkeit.

Eine Voraussetzung für eine erfolgreiche Arbeit mit den Schülern ist ihre Befähigung zum selbständigen Beobachten und zur Orientierung am Sternhimmel. Hierbei kommt es zu Erfolgserlebnissen bei den Schülern, sie können zudem ihre Fähigkeiten anderen gegenüber demonstrieren, es wird Inter-

schränkung des Inhaltes gegeben, die für die Schüler der 9. Klasse zeitlich eine ausreichende Behandlung ergibt, um tatsächlich auf grundlegendem Niveau eines betreffenden Wahlkurs aufzubauen zu können. Die Schüler der 10. Klasse haben ebenfalls die Möglichkeit, ihr Wissen über den Astronomieunterricht hinaus zu vertiefen und zu festigen. So wäre eine notwendige Annäherung bzw. An gleichung für den betreffenden Wahlkurs gegeben.

**Prof. Dr. sc. MANFRED SCHUKOWSKI,
Rat des Bezirkes Rostock, Abteilung Volksbildung**

Historische Aspekte haben sowohl im obligatorischen Astronomieunterricht als auch in den fakultativen Kursen nach Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“ ihren festen Platz.

Deshalb begrüße ich, daß der Entwurf des neuen Rahmenprogramms für fakultative Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ Untersuchungen zur Astronomiegeschichte der engeren Heimat in die Gestaltung des Kurses einschließt, wenn dazu im Territorium Möglichkeiten bestehen. Natürlich kann das im Programm nur in allgemeiner Weise formuliert sein. Da die Gegebenheiten von Ort zu Ort verschieden sind, bleibt es Aufgabe des Leiters des fakultativen Kurses, die reale örtliche Situation zu erkennen und sie im Sinne der Ziele des Rahmenprogramms zu nutzen. Ich möchte dafür im folgenden Anregungen geben:

- a) *Erforschung und Darstellung der Geschichte und der Funktion am Ort oder in der Nähe vorhandener astronomisch oder astronomiegeschichtlich interessanter Objekte, z. B.*
- *Sonnenuhren: Lage, Geschichte, Art, Funktionsweise; Erarbeitung einer Bild-Text-Dokumentation; evtl. Nachbau.*
- *Öffentliche Großuhren mit astronomischer Anzeige: Lage, Geschichte (vielfach noch unerschlossen oder nur lückenhaft bekannt), Art der astronomischen Anzeige(n), technische Lösung (z. B.: Wie wird die Mondphasenkugel vom Uhrwerk gedreht?), Bild-Text-Dokumentation.*
- Ähnliches gilt für Uhren mit astronomischen Anzeigen in Museen und Sammlungen.
- *Astronomisch interessante Gebäude und Objekte: Geschichte, Funktion, Art der Beziehung zur Astronomie, Bild-Text-Dokumentation.* In „Astronomie in der Schule“ wurden in den vergangenen Jahren einzelne solcher Objekte in knapper Weise vorgestellt. (1) Vieles gilt es zu ergänzen und manches zu entdecken.
- *Sternwarten und ihre Geschichte.* Dabei habe ich sowohl wissenschaftliche Einrichtungen (existierende und nicht mehr bestehende) als auch Volks- und Schulsternwarten im Blick. Insbesondere bei letzteren scheint es mir hohe Zeit, die Geschichte ihrer Entstehung, ihres Wachsens, ihrer Ausstattung, ihrer wissenschaftlichen, populärwissenschaftlichen und volksbildenden Le-

stungen zu dokumentieren. In wenigen Jahrzehnten wird manches unwiederbringlich verloren sein, worüber Personen und Dokumente heute Auskunft geben können.

Über den Tagesaufgaben vergessen wir leicht, wie wichtig es ist, sich auch der jüngsten Vergangenheit, der Geschichte unserer Republik, anzunehmen. Wir müssen uns vergegenwärtigen: Das Wissen darüber, was sich in unserem Lande, im Territorium, im Heimatort in den fünfziger und sechziger Jahren vollzog, formt sich für unsere heutigen Schüler nur aus Büchern und Filmen, aus den Erzählungen und Berichten von Eltern, Lehrern und anderen Menschen. Und wir müssen kritisch anmerken, daß „wir schon viel darüber (vermitteln), was sich in der Geschichte vollzog, aber noch zu wenig, wie es sich konkret vollzogen hat“. (2; S. 21). Durch lebendige anschauung und aktive Beschäftigung mit solchen Zeugen unserer jüngeren Geschichte kann das Geschichtsbewußtsein und -verständnis der Jugend gefördert werden.

– *Astronomisch interessante Objekte in Museen und Sammlungen: Astronomische Instrumente – Beschreibung, Funktion, Geschichte; wertvolle Bücher und Bilder; Meteorite; ... Im Fundus des Stadtgeschichtlichen Museums Wismar z. B. wurde kürzlich ein Stück als der Mondzeiger der 1945 zerstörten astronomischen Uhr dieser Stadt erkannt. Welch reizvolle Forschungsaufgabe läßt sich daraus ableiten!*

b) *Archivalische Forschungen:*

- Erschließung von Archivalien in Universitäts- und Stadtarchiven zum Leben und Wirken von Astronomen.
- *Suche nach Vorhersage, Beschreibung, Deutung astronomischer Ereignisse in alten Zeitungen oder Zeitschriften.* Was stand nach dem Start von Sputnik 1 (4. 10. 1957), der Erdumkreisung JURI GAGARINS (12. 4. 1961) oder dem Aufenthalt von SIGMUND JÄHN im Erdorbit (26. 8.–3. 9. 1978) in Zeitungen und Zeitschriften? (Die beiden erstgenannten Daten sind ja selbst für die jüngeren Lehrer nicht mehr selbsterlebte Geschichte!)
- *Vergleich wissenschaftlicher Auffassungen früherer Jahrzehnte – aus guter älterer populärwissenschaftlicher Literatur entnommen – mit den heutigen Wissenschaftserkenntnissen (Entwicklungs weg der Sterne; Energiefreisetzung pro zesse in Sternen; Physik der Planeten; ...).*

c) *Geschichte des Astronomieunterrichts:*

- Wie hat sich der Astronomieunterricht an der eigenen Schule entwickelt?: Was wurde gelehrt?
- Lehrbücher, -pläne; wer unterrichtete?; Wie viele Schüler des Altersjahrganges kamen im Schuljahr 1959/60, wieviele später in den Genuss des Astronomieunterrichts? (In der DDR gingen 1959 40 % der Schüler nach dem Abschluß der 8. Klasse in die 9. und 10. Klasse über; 1963

waren es rund 70 % (2; S. 13); an der eigenen Schule kann es von diesem statistischen Durchschnitt Abweichungen gegeben haben.) Wie entwickelte sich die Ausstattung an Unterrichtsmitteln für dieses Fach? . . .

— Erforschung des Lebens und Wirkens von Persönlichkeiten der Schulastronomie und der Popularisierung der Astronomie an der eigenen Schule oder im Territorium: Hervorragende Astronomielehrer und Fachberater; Leiter von Schul- und Volkssternwarten; . . . Das Leben und Wirken einzelner Menschen zu erforschen, erfüllt Geschichte mit Leben, vermittelt Achtung und Respekt vor Leistungen Älterer, fördert Vorsätze, Ähnliches zu leisten und ihnen nachzueifern.

d) *Forschungen zur Arbeit des Kulturbundes und der Urania auf astronomischem Gebiet im Territorium*

Ich wollte mit diesen Beispielen, die sich ergänzen und variieren lassen, Anregungen geben, wie die Vermittlung von Wissen und Können, die Ausprägung von Erkenntnissen und Gefühlen im fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ unter Nutzung von heimatgeschichtlichen Fakten noch vielfältiger gestaltet werden kann. Von den genannten Möglichkeiten werden für einen bestimmten Ort meist nur wenige zutreffen. Deshalb muß entsprechend den realen lokalen Gegebenheiten über Inhalte und Methoden entschieden werden. Der Charakter der fakultativen Kurse, seine Ziele und Aufgaben bleiben im Zentrum der Arbeit. Das sei noch einmal hervorgehoben. Indem wir uns dabei die Regionalgeschichte stärker als bisher erschließen, machen wir Astronomie konkret und interessant und tragen mit spezifischen Mitteln zur Förderung von Geschichtsbewußtsein und Heimatverbundenheit bei. Nicht zuletzt können bei solcher Arbeit Beharrlichkeit, Ausdauer und Zielstrebigkeit — wichtige Elemente wissenschaftlichen Denkens und Arbeitens — bestärkt werden.

Ergebnisse dieser Tätigkeit sollten Mitschülern, Eltern und anderen Interessierten vorgetragen, auf Messen der Meister von morgen vorgestellt, in Studien, Mappen, Broschüren festgehalten werden. Über Erfahrungen, Resultate und weiterführende Überlegungen sollte in Fachzirkeln und -kommissionen und im Erfahrungsaustausch der Leiter solcher fakultativer Kurse, aber auch in lokalgeschichtlichen Publikationen und in der Fachzeitschrift berichtet werden. Arbeitsergebnisse könnten Eingang in Sammlungen und Ausstellungen finden.

Literatur:

- (1) In „Astronomie in der Schule“ wurden z. B. vorgestellt:
Die Meridiänsäule in Dresden (1/83); Die Ostersäule von Lauterbach (1/83); Sternwarte Remplin (4/83); Ehemaliges Hauptgebäude der Universität Wittenberg (1/84); Gedenktafeln für J. D. Titius und J. G. Galle in Wittenberg (1/84).
- (2) M. HONECKER: *Die marxistisch-leninistische Schulpolitik unserer Partei*. Vorlesungen und Schriften der Parteihochschule „Karl Marx“ beim Zentralkomitee der SED. Berlin 1985.

GISELA MÜNZEL,

POS „Hermann Duncker“ Leipzig

So sehr ich die Vorteile schätze, die eine langjährige Arbeit mit einer entsprechend langfristig angelegten Konzeption bietet, so sehr begrüße ich auch den Vorschlag, daß neben den Zweijahresfachkursen auch Einjahreskurse Astronomie und Raumfahrt gestattet sind. Im Interesse der Schüler ist es wichtig, daß sie z. B. die Möglichkeit erhalten, den Kurs zu wechseln, wenn z. B. nur für die Klassenstufe 10 ein Informatik- oder Elektronikfachkurs angeboten wird. Allerdings würde ich selbst nur dann die Leitung eines FKR Astronomie und Raumfahrt in der Klassenstufe 9 für ein einziges Jahr übernehmen, wenn die Verhältnisse klar sind und meine Erwartungen von vornherein nur auf das eine Schuljahr gerichtet sind. Dann müßte nämlich der Arbeitsanteil in der Forschung und als Beobachtungshelfer von der AG Junge Astronomen übernommen werden.

Daß einzelne Schüler nach Abschluß der 9. Klasse aus einem anderen Fachkurs zur Astronomie überwechseln, ist nicht problematisch. Diese werden schnell in die Arbeit einbezogen und sind persönlich so interessiert, daß sie sich der Gruppennorm anpassen und schnell die notwendigen Grundkenntnisse erwerben. Allerdings würde ich auch mit einem Fachkurs, der nur für ein Jahr berechnet ist, schulübergreifend arbeiten, um Schülern aus Nachbarschulen die Chance für die Teilnahme an einem Fachkurs Astronomie zu geben. Schon die älteren Empfehlungen und Rahmenprogramme für Astronomie und Raumfahrt ließen uns als Leiter die Entscheidungsfreiheit für die Linienführung der Kursarbeit. Da ich ungünstige Arbeitsbedingungen für physikalische Schülerexperimente und Himmelsfotografie besitze, habe ich mich seit 1978 auf die Geschichte der Astronomie konzentriert und von dort her viele Ansatzpunkte gefunden, um schwierige astronomische Sachverhalte interessant zu erarbeiten.

Ich begrüße es sehr, daß das neue Rahmenprogramm der von mir bevorzugten Arbeitsrichtung Spielraum gewährt und die Beachtung der wissenschaftshistorischen Fragen stärker in den Vordergrund rückt. Gut wäre es, wenn im Grundkurs im ersten Abschnitt (Historische Entwicklung und Aufgaben von Astronomie und Raumfahrt) der Anteil der DDR etwas mehr betont und durch Literatur oder eine Bildreihe unterstützt würde.

Außerdem fehlt m. E. im Grundkurs bei der Erarbeitung der Entwicklung und der Aufgaben der Astronomie der Anstoß zur exakteren Beschäftigung mit dem bedeutsamen Gebiet der astronomischen Zeitmessung und dem Kalenderwesen. Während das Thema „Orientierung“ sehr gut berücksichtigt wird, wird die Zeitmessung und die Zeiteinteilung nur knapp erwähnt. Gerade im Zeitalter der Atomuhr sollten die Schüler über dieses ehemals vorrangig

bedeutsame Arbeitsgebiet der Astronomen – vielleicht in Verbindung mit der Untersuchung der Geschichte der Astronomie im Heimatkreis – etwas mehr erfahren.

OStR EDGAR OTTO, Leiter der Volks- und Schulsternwarte „Juri Gagarin“ in Eilenburg

Ich begrüße es sehr, daß dem Leiter des FKR viel Spielraum eingeräumt wird, um sein eigenes Programm aus den angegebenen Inhalten zusammenzustellen.

Einen besonderen Vorteil sehe ich in der Schaffung eines selbständigen Wahlkurses Raumfahrt, der den Interessenten dieses Gebietes jetzt Möglichkeiten zur systematischen Behandlung bietet. Andererseits kommt die Raumfahrt im Grundkurs zu kurz weg, was für Teilnehmer an den astronomischen Wahlkursen sicher von Nachteil ist.

Sehr positiv schätze ich die Neuerung ein, auch Kurse mit einjähriger Dauer zuzulassen, da gerade in unserem Fachgebiet die Interessen der Schüler nicht immer so stark auf ein Fach festgelegt sind. Trotzdem sollte im Interesse der Intensität der Zweijahreskurs angestrebt werden.

Falls der Einjahreskurs in Klasse 9 stattfinden sollte, erscheint mir jedoch die Festlegung ausschließlich auf den Grundkurs nicht günstig. Auch hier sollte eine Übernahme von Elementen aus den Wahlkursen zulässig sein.

Im Wahlkurs Raumfahrt verleitet der Abschnitt „Raumflugkörper“ zur Auffassung, daß hier vor allem eine **Beschreibung** der verschiedenen Arten im Vordergrund steht. Ich halte daher den Zusatz „... und ihre Bahnen“ für erforderlich, kommt doch gerade diesen Betrachtungen eine große Bedeutung für das Verständnis vieler Unternehmen zu.

Außerdem sollte auch über Methoden zur Beobachtung und Vermessung von Raumflugkörpern gesprochen werden, da schon die praktische Beobachtung selbst im FKR nicht möglich ist.

Die astronomischen Beobachtungen spielen im FKR eine noch größere Rolle als im obligatorischen Unterricht. Obwohl im FKR eine größere Beweglichkeit bei der Planung besteht, wird es trotzdem Schwierigkeiten geben, alle gewünschten Beobachtungen zu realisieren. Aus diesem Grunde sollte im Grundkurs die Trennung des „Überblicks über astronomische Objekte“ von ihrer „Beobachtung ...“ in Fortfall kommen.

Zur Nutzung eines größeren Beobachtungszeitraumes müßten theoretische Behandlung und praktische Beobachtung parallel über einen großen Zeitraum (möglichst über das gesamte Winterhalbjahr) laufen.

Zur Anwendung des Taschenrechners im Astronomieunterricht (II)

Im Heft 5/1987 veröffentlichten wir Aufgaben, die im Astronomieunterricht mit Hilfe des Taschenrechners gelöst werden können. Mit dem nachfolgenden Beitrag wird die Aufgabenreihe fortgesetzt.

Aufgabe 3: Berechnung der Quotienten $\frac{r^3}{T^2}$ für Planeten des Sonnensystems (Stoffeinheit 2.2.)

Zwischen der Umlaufzeit T und dem mittleren Bahndistanz r der Planeten zur Sonne besteht ein gesetzmäßiger Zusammenhang. Entnehmen Sie der Tabelle „Bahnen der Planeten“ im Lehrbuch die Werte von r in AE und T in a für die Planeten unseres Sonnensystems!

Untersuchen Sie, ob die folgende Gesetzmäßigkeit gilt:

$$\frac{r^3}{T^2} = \text{konstant!}$$

Lösung:

Planet	T in a	r in AE	$\frac{r^3}{T^2}$ in $\frac{\text{AE}^3}{\text{a}^2}$
Merkur	0,24	0,39	1,03
Venus	0,62	0,72	0,97
Erde	1,00	1,00	1,00
Mars	1,88	1,52	0,99
Jupiter	11,86	5,20	1,00
Saturn	29,46	9,54	1,00
Uranus	84,02	19,18	1,00
Neptun	164,79	30,06	1,00
Pluto	247,7	39,75	1,02

Ergebnis: Es gilt $\frac{r^3}{T^2} = \text{konstant}$ und für zwei Planeten kann formuliert werden:

Bemerkung: Die Eingabeordnung für die Funktion y^x ist zu beachten:

$$r \boxed{y^x} 3 \boxed{-} \boxed{:} T \boxed{x^2} \boxed{=}$$

Methodischer Hinweis:

Die Aufgabe kann eingesetzt werden als – vorbereitende Hausaufgabe oder – im Erkenntnisprozeß innerhalb der Unterrichtsstunde. Die Formulierung für zwei Planeten erfolgt in jedem Fall in der Unterrichtsstunde. Sie ist vom Lehrplan nicht explizit gefordert, wird aber für Berechnungen benötigt.

Die Aufgabe sollte in erster Linie zur quantitativen Formulierung des 3. KEPLERSchen Gesetzes genutzt, kann aber auch zu dessen Bestätigung eingesetzt werden.

Historische Bezüge bei der Interpretation der Aufgabenstellung bieten sich an.

Eine Anwendung des Aufgabenergebnisses kann z. B. in Aufgabe 4 erfolgen.

Wird die Aufgabe im Unterricht gelöst, kann nach Vorbereitung der Tabelle an der Tafel (bzw. Folie) durch differenzierte Arbeit das Endergebnis sehr rationell ermittelt werden.

Aufgabe 4: Berechnung der Umlaufzeit des Kometen Halley (Stoffeinheit 2.2.)

Um 1705 berechnete HALLEY unter anderem auch die Bahn eines Kometen, der 1682 besonders hell beobachtet wurde. Er berechnete für diesen einen mittleren Bahndistanz von der Sonne von 17,95 AE.

In welchen Zeitabständen müßte dieser Komet immer wieder zu beobachten sein?

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r_1^3}{r_2^3}$$

$$T_1 = \sqrt{\frac{r_1^3 T_2^2}{r_2^3}}$$

$$T_1 = \sqrt{\frac{17,95^3 A E^3 1^2 a^2}{1^3 A E^3}}$$

Ergebnis: $T_1 = 76 \text{ d}$

Bemerkung: die Berechnung erfolgt günstig mit

$$17,95 \boxed{y^x} 3 \boxed{=} \boxed{v}$$

Methodischer Hinweis:

Der Einsatz der Aufgabe erfolgt als Anwendung des 3. KEPLERSchen Gesetzes. Ihr ist der Vorrang vor der Berechnung der Umlaufzeit eines Planeten (z. B. des Saturn) zu geben. Es hat sich bewährt, die Lösung der Aufgabe mit einem Schülervortrag über die Wiederentdeckung des Kometen zu verbinden. Die Ermittlung der letzten bzw. nächsten Wiederkunft des Kometen und die Erläuterung von Raumfahrtforschungsergebnissen der VEGA-HALLEY-Missionen 1986 sind von Bedeutung für die Lebensverbundenheit des Unterrichts. Letztere sind Beispiel für die friedliche Nutzung des Welt- raums durch die UdSSR und andere beteiligte Länder.

Aufgabe 5: Berechnung der mittleren Abstände der großen Jupitermonde vom Jupiter aus deren Umlaufzeiten (Stoffeinheit 2.3.)

Aus der Beobachtung des Jupiters und seiner vier großen Monde Io, Europa, Ganymed und Kallisto soll deren mittlerer Abstand vom Planeten ermittelt werden.

Beobachtungsergebnisse:

Monde	Umlaufzeit	
Io	1 d 19 h	1,8 d
Europa	3 d 14 h	3,6 d
Ganymed	7 d 5 h	7,2 d
Kallisto	16 d 19 h	16,8 d

Die maximale Entfernung des Mondes Io wurde mit 3 Planetendurchmessern geschätzt.

Berechnen Sie die mittlere Entfernung der 4 Monde!

Lösung:

Gegeben: Durchmesser Jupiter $D = 143600 \text{ km}$
 Umlaufzeiten $T_I = 1,8 \text{ d}$
 $T_E = 3,6 \text{ d}$
 $T_G = 7,2 \text{ d}$
 $T_K = 16,8 \text{ d}$

Gesucht: mittlere Entfernungen r_I, r_E, r_G, r_K

$$r_I = 3 \cdot D_I$$

$$r_I = 4,3 \cdot 10^5 \text{ km}$$

$$\frac{r_E^3}{r_I^3} = \frac{T_E^2}{T_I^2}$$

$$r_E = \sqrt[3]{r_I^3 + T_E^2}$$

$$r_E = 6,8 \cdot 10^5 \text{ km}$$

$$r_G = 1,1 \cdot 10^6 \text{ km}$$

$$r_K = 1,9 \cdot 10^6 \text{ km}$$

Bemerkung: $r_I \boxed{\div} T_I^2$ wird als Festwert abgespeichert.

$$4,3 \boxed{EEX} 5 \boxed{y^x} 3 \boxed{\div} 1,8 \boxed{x^2} \boxed{=} \boxed{X \rightarrow M}$$

Dann erfolgt die weitere Rechnung sehr rationell mit

$$\boxed{MR} \boxed{x} T \boxed{x^2} \boxed{=} \boxed{y^x} 0,333 \boxed{=}$$

Methodischer Hinweis:

Die Aufgabe kann als Anwendung des 3. KEPLERSchen Gesetzes eingesetzt werden und hat hohen erzieherischen Wert. Sie läßt die Schüler erkennen, daß die für die Planetenbewegung formulierten Gesetze auch für weitere Probleme gültig sind (Gültigkeit von Naturgesetzen!).

Motivierend wirkt, wenn sich die Beobachtungsergebnisse z. B. aus der FKR-Arbeit ergeben. Auf jeden Fall sollten alle Schüler den Jupiter und seine hellen Monde selbst beobachtet haben.

Eine Fehlerbetrachtung sollte angefügt werden.

Aufgabe 6: Berechnung der Gravitationskraft zwischen Erde und Sonne (Stoffeinheit 2.1.)

Berechnen Sie die Gravitationskraft zwischen Erde und Sonne! Wie groß ist die Radialkraft, welche die Sonne auf die Erde ausübt?

Lösung:

$$\text{Gegeben: } m_E = 5,976 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$m_S = 1,989 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

$$\gamma = 6,670 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$$

$$r = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

Gesucht: F_G

$$F_G = \gamma \cdot \frac{m_S \cdot m_E}{r^2}$$

$$F_G = \frac{6,670 \cdot 10^{-11} \cdot 1,989 \cdot 10^{30} \cdot 5,976 \cdot 10^{24}}{(1,496 \cdot 10^{11})^2 \text{ m}^2} \text{ N}$$

Ergebnis: $F_G = 3,542 \cdot 10^{22} \text{ N}$

Radialkraft ist gleich der Gravitationskraft

Bemerkung: Die Eigenschaften des Rechners gestatten es, die Rechnung ohne jede Zwischenspeicherung fortlaufend durchzuführen.

Methodischer Hinweis:

Die Lösung der Aufgabe dient der Vertiefung des Zusammenhangs zwischen der Gravitationskraft und der Radialkraft. Im Physikunterricht wird ab 1.9. 1988 das Gravitationsgesetz zu Beginn der Klasse 10 eingeführt. Hier wird dann auch die Masse eines Zentralkörpers aus den Bahndaten eines Satelliten berechnet. Eine Reaktivierung des Gravitationsgesetzes bzw. der Regeln der Potenzrechnung sind deshalb kaum notwendig.

Unter Bezug auf das 1. KEPLERSche Gesetz ist eine weitere inhaltliche Durchdringung möglich.

Die Einbeziehung der Radialgeschwindigkeit liefert Aussagen zum 2. KEPLERSchen Gesetz.

Aufgabe 7: Berechnung der den Planeten von der Sonne zugestrahlten Leistung (Stoffeinheiten 2.2. und 3.1.)

Die Strahlungsleistung (Leuchtkraft) der Sonne beträgt $P = 3,8 \cdot 10^{23} \text{ kW}$.

Berechnen Sie für die Planeten unseres Sonnensystems die je Quadratmeter zugestrahlte Leistung (Solarkonstante) unter der Annahme, daß die Strahlung die Planetenatmosphären ungehindert durchdringen kann und der Einfall senkrecht erfolgt!

Lösung: $P_{\text{Str. S.}} = P_{\text{Kugel}} = P = \frac{P_{\text{Str. S.}}}{A_{\text{Kugel}}} = \frac{P_{\text{Str. S.}}}{4 \cdot \pi \cdot r^2}$

$$P = \frac{3,8 \cdot 10^{23} \text{ kW}}{4 \cdot \pi \cdot r^2}$$

Ergebnis:

Planet	r in 10^9 m	P in $\text{kW} \cdot \text{m}^{-2}$
Merkur	57,9	9,0
Venus	108,2	2,6
Erde	149,6	1,4
Mars	227,9	0,58
Jupiter	778,3	0,05
Saturn	1427	0,015
Uranus	2870	0,004
Neptun	4496	0,001
Pluto	5947	0,001

Bemerkung: Die Berechnung erfolgt sehr rationell,

$3,8 \cdot 10^3$

wenn $4 \cdot \pi$ als Konstante abgespeichert wird:

$$(1) \quad 3,8 \text{ EEX } 23 \div 4 \div \pi = X \rightarrow M$$

$$(2) \quad r \text{ } x^2 \text{ } 1/x \text{ } x \text{ } MR =$$

Methodischer Hinweis:

Die Aufgabe ist vor allem geeignet zur Verdeutlichung der physikalischen Verhältnisse auf den Planeten. Ihr Einsatz ist auch möglich zur Vertiefung nach der Berechnung der Strahlungsleistung der Sonne (z. B. als vorbereitende Hausaufgabe) oder im Zusammenhang mit der Erörterung der Lebensbedingungen auf anderen Planeten (z. B. als vorbereitende Hausaufgabe). Dabei sollte die Einmaligkeit unseres Planeten im Sonnensystem hervorgehoben und die Notwendigkeit seiner Erhaltung betont werden. Die notwendigen analytischen Überlegungen zum Finden des Lösungsweges können auf der Grundlage der Lehrbuchaussagen zur Berechnung der Strahlungsleistung der Sonne oder mit diesen selbstständig durch die Schüler erfolgen.

Die Funktion mathematischer Verfahren im Erkenntnisprozeß der Wissenschaft Astronomie kann mit Hilfe der Aufgabe verdeutlicht werden.

Die Berechnung kann differenziert erfolgen oder auf ausgewählte Planeten beschränkt werden. Es sollten dann solche ausgewählt werden, welche die Schüler selbst beobachtet haben.

Aufgabe 8: Berechnung des wahren Sonnenradius. (Stoffeinheit 3.1.)

Der scheinbare Radius der Sonne beträgt im Mittel $16'$.

Die mittlere Entfernung Erde–Sonne ist bekannt ($149,6 \cdot 10^6$ km). Berechnen Sie den wahren Sonnenradius! (Beachten Sie: $1' = 1/60^\circ$)

$$\text{Lösung: } \sin 16' = \frac{R_s}{149,6 \cdot 10^6 \text{ km}}$$

$$R_s = 149,6 \cdot 10^6 \text{ km} \sin \frac{16^\circ}{60}$$

$$\text{Ergebnis: } R_s = 696300 \text{ km}$$

Bemerkung: Die Eingabeordnung für trigonometrische Funktionen ist zu beachten. Rationell ist zu rechnen:

$$16 \div 60 = \sin x 149,6 \text{ EEX } 6 =$$

Andernfalls muß zwischengespeichert werden:

$$149,6 \text{ EEX } 6 \text{ } X \rightarrow M \text{ } 16 \div 60 = \sin x \text{ } MR =$$

Weiter ist die richtige Stellung des Umschalters für die Winkelmaße (DEG!) zu beachten.

Methodischer Hinweis:

Wird die Aufgabe als Hausaufgabe gestellt, ist eine inhaltliche Vorbereitung (Begriffsklärung, Skizze) erforderlich. Das Ergebnis muß veranschaulicht oder auf andere astronomische Erscheinungen angewandt werden (z. B. Aufgabe 11).

Aufgabe 9: Berechnung des scheinbaren Radius des Mondes (Stoffeinheiten 2.3. und 3.1.)

Die mittlere Entfernung Erde–Mond beträgt 384 000 km, der Radius des Mondes 1738 km. Unter welchem Winkel erscheint uns der Mondradius?

Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem scheinbaren Radius der Sonne!

$$\text{Lösung: } \sin \phi = \frac{R}{e}$$

$$\sin \phi = \frac{1738 \text{ km}}{384400 \text{ km}}$$

$$\phi = \arcsin \frac{1738 \text{ km}}{384400 \text{ km}}$$

$$\text{Ergebnis: } \phi = 0,259^\circ$$

$$\phi = 15,5'$$

Sonne und Mond erscheinen uns etwa unter dem gleichen Winkel.

Bemerkung: Ein Hinweis auf die Verwendung der F-Taste ist erforderlich:

$$1738 \div 384400 = F \sin$$

Auf den Zusammenhang zwischen der Sinus-Funktion und ihrer Umkehrung (arcsin) sollte kurz eingegangen werden.

Methodischer Hinweis:

Diese Aufgabe sollte im Zusammenhang mit der Mondbeobachtung eingesetzt werden. Sie eignet sich zum differenzierten Einsatz im Zusammenhang mit der Aufgabe 8. Eine inhaltliche Vorbereitung (Begriffsklärung, Skizze) ist notwendig. Soll dabei die Kugelform des Mondes vernachlässigt werden, ergibt die Ableitung den Tangens. Wegen des kleinen Winkels ist das unerheblich.

Aufgabe 10: Vergleich des Sonnenradius mit der Entfernung Erde–Mond (Stoffeinheiten 2.1. und 3.1.)

Vergleichen Sie den Radius der Sonne mit der mittleren Entfernung Erde–Mond!

Lösung: Gegeben: $R = 696300 \text{ km}$
 $e = 384400 \text{ km}$

$$\text{Gesucht: } \frac{R}{e}$$

$$\frac{R}{e} = \frac{696300 \text{ km}}{384400 \text{ km}}$$

$$\frac{R}{e} = 1,81$$

Ergebnis: Der Sonnenradius nimmt fast die doppelte Entfernung Erde–Mond ein.

Methodischer Hinweis:

Die Aufgabe dient der Veranschaulichung einer astronomischen Größe durch einen Vergleich.

Aufgabe 11: Vergleich der Strahlungsleistung je m^2 der Sonne mit einer Kraftwerksleistung (Stoffeinheit 3.1.)

Berechnen Sie aus der Gesamtstrahlungsleistung der Sonne die Strahlungsleistung je Quadratmeter der Sonnenoberfläche. Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit der Kraftwerksleistung der Kraftwerke Boxberg I und II (2520 MW)!

Lösung: Gegeben: $P_s = 3,8 \cdot 10^{23} \text{ kW}$

$$R_s = 7 \cdot 10^8 \text{ m}$$

$$P_k = 2,52 \cdot 10^6 \text{ kW}$$

$$\text{Gesucht: } P \text{ in } \text{kW} \cdot \text{m}^{-2} \text{ und } \frac{P_k}{P_s}$$

$$P = \frac{P_s}{A}$$

$$P = \frac{3,8 \cdot 10^{23} \text{ kW}}{4 \cdot \pi \cdot (7 \cdot 10^8)^2 \text{ m}^2}$$

$$P = 6,2 \cdot 10^4 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$\frac{P_k}{P} = 41 \text{ m}^2$$

Ergebnis:

– Die Sonne strahlt $6,2 \cdot 10^4 \text{ kW}$ je m^2 ihrer Oberfläche ab – 41 m^2 der Sonnenoberfläche strahlen die gleiche Leistung ab, wie die Kraftwerke Boxberg I und II als elektrische Leistung liefern.

Methodischer Hinweis:

Die Lösung der Aufgabe zielt auf die Veranschaulichung der Strahlungsleistung der Sonne.

Aufgabe 12: Berechnung der mittleren Dichte der Sonne (Stoffeinheit 3.2.)

Berechnen Sie die mittlere Dichte der Sonne!

Ordnen Sie die Sonne mit Hilfe der Lehrbuchtafel „Mittlere Dichten der Sterne“ einem Besetzungsgebiet des HRD zu!

Lösung:

Gegeben: $m = 1,989 \cdot 10^{33} \text{ g}$ Gesucht: ρ
 $r = 6,958 \cdot 10^{10} \text{ cm}$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m \cdot 3}{4 \cdot \pi \cdot r^3}$$

$$Q = \frac{1,989 \cdot 10^{33} \cdot 3 \text{ g}}{4 \cdot \pi \cdot (6,958 \cdot 10^{10})^3 \text{ cm}^3}$$

Ergebnis: $\rho_s = 1,4 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

- Die Sonne strahlt $6,2 \cdot 10^4 \text{ kW}$ je m^2 ihrer Oberfläche ab
Bemerkung:

Die Zahlen und Größen im Divisor sind multiplikativ verknüpft. Für die numerische Ausführung bedeutet das, fortlaufend zu dividieren. Das wird von den Schülern oft nicht erkannt und führt häufig zu Fehlern.

$$1,989 \quad \boxed{\text{EEX}} \quad 33 \quad \boxed{x} \quad 3 \quad \boxed{\div} \quad 4 \quad \boxed{\div} \quad \boxed{\pi} \quad \boxed{\div} \quad 6,958 \quad \boxed{\text{EEX}}$$

$$10 \quad \boxed{y^x} \quad 3 \quad \boxed{=}$$

Methodischer Hinweis:

Ohne die Anwendung des Ergebnisses wäre die Lösung der Aufgabe für die astronomische Bildung der Schüler unbedeutend. Diese wissen bereits aus dem Physikunterricht der Klasse 6, daß sich die Dichte aus Masse und Volumen berechnen läßt.

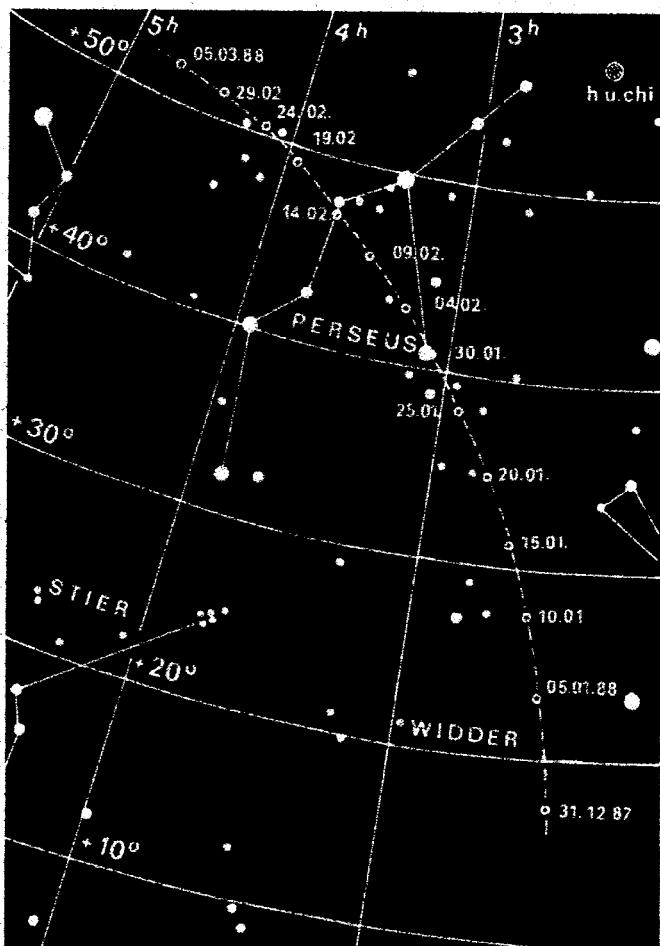
(wird fortgesetzt)

Anschrift des Verfassers:

OStR PETER KLEIN
57. POS „Josef Schares“
Rostock 5
DDR - 2520

Erscheinungen beobachtet. Regelmäßig zeigte er bisher einen eindrucksvollen Schweif. Ab Dezember 1987 wird er wegen seiner Erdnähe und der hohen Bahnneigung rasch an Höhe gewinnen und zu Beginn des Jahres 1988 bei mindestens achter Größenklasse für die DDR zirkumpolar werden. Im Zeitraum vom 7. 1. 1988 bis 17. 1. 1988 ergeben sich besonders günstige Beobachtungsmöglichkeiten, da störendes Mondlicht fehlt.

Visuell ist neben dem Zeiss-Schulfernrohr Telementor 63/840 mit dem Okular 40-H auch ein Feldstecher (7x50, 10x50 oder 8x30) geeignet, gute meteorologische Bedingungen vorausgesetzt. Als Aufsuchungshilfe kann neben den Ephemeriden die Darstellung des ungefähren Bahnverlaufs dienen. Aber auch eine photographische Beobachtung dürfte mancherorts möglich sein. Neben einer Kleinbildkamera und einem NP-27-Film ist hierzu noch ein Teleobjektiv ab 135 mm Brennweite erforderlich. Bei Vorhandensein eines Konverters 2x kann auch das Normalobjektiv 2,8/50 oder 1,8/50 benutzt werden. Die so vorbereitete Kamera wird am Ausgleichsgewicht der Telementormontierung befestigt, das Fernrohr



Komet P/Borrelly 1987P

Die für unser Sonnensystem angenommene Anzahl der Kometen ist bekanntlich sehr hoch. Um die Sonne wird eine riesige Wolke von Kometen vermutet, in der sich nach sehr unsicheren Abschätzungen etwa 10 Mio bis 10 Mrd Kometen aufhalten könnten. Ein äußerst geringer Anteil davon nähert sich der Sonne so weit, daß er beobachtet werden kann. Noch geringer wird die Anzahl der beobachtbaren Kometenerscheinungen, wenn nur amateur- bzw. schulastronomische Geräte zur Verfügung stehen. Wegen dieser Einschränkungen sollte man jede sich bietende Beobachtungsmöglichkeit nutzen. Eine solche ist mit dem Kometen P/Borrelly 1987P höchstwahrscheinlich gegeben. Er ist einer der für das Jahr 1987 angekündigten 22 periodischen Kometen, von denen 6 schon 1986 wiederentdeckt wurden, und zwei weitere sich möglicherweise aufgelöst haben, da sie bei den letzten Periheldurchgängen nicht aufgefunden werden konnten.

Der Komet Borrelly wurde 1904 entdeckt und danach in acht

Datum (0h UT)	Rekt. (1950)	Dekl. (1950)	d	r	m _{vis}	Mond	Elongation
31. 12. 1987	02h 24m	+18°6'	0,56	1,37	9,8	0,84	121°
5. 1. 1988	02h 27m	+23°4'	0,60	1,37	9,9	0,99	118°
10. 1. 1988	02h 31m	+27°8'	0,64	1,38	10,1	0,72	115°
15. 1. 1988	02h 38m	+31°6'	0,68	1,39	10,3	0,23	113°
20. 1. 1988	02h 45m	+35°1'	0,73	1,41	10,5	0,01	110°
25. 1. 1988	02h 54m	+38°2'	0,78	1,43	10,7	0,40	108°
30. 1. 1988	03h 04m	+40°9'	0,83	1,44	10,9	0,87	105°
4. 2. 1988	03h 15m	+43°3'	0,88	1,46	11,2	0,99	103°
9. 2. 1988	03h 28m	+45°4'	0,94	1,49	11,4	0,69	101°
14. 2. 1988	03h 42m	+47°2'	0,99	1,51	11,6	0,19	99°
19. 2. 1988	03h 57m	+48°8'	1,05	1,54	11,9	0,03	98°
24. 2. 1988	04h 13m	+50°1'	1,11	1,56	12,1	0,45	96°
29. 2. 1988	04h 29m	+51°2'	1,17	1,59	12,4	0,88	94°
5. 3. 1988	04h 47m	+52°1'	1,23	1,62	12,5	0,98	93°
10. 3. 1988	05h 05m	+52°7'	1,30	1,64	12,6	0,65	91°

selbst verwenden wir mit dem Okular 16-O einschließlich Strichkreuz als Leitrohr. Die Nachführung erfolgt zweckmäßig über einen geeigneten Stern bei einer Belichtungszeit von 2 bis 8 Minuten, je nach Winkelgeschwindigkeit des Kometen (s. Ephemeriden). Der Film wird normal entwickelt.

Einige Elemente und Ephemeriden von P/Borrelly

Periheldurchgang	18. Dezember 1987
Umlaufzeit	6,86 Jahre
Neigung der Bahn gegen die Ekliptik	30,32°

Es bedeuten d Entfernung von der Erde in AE, r Entfernung von der Sonne in AE, m visuelle Gesamthelligkeit, Mond 0,00 entspricht Neumond, 1,00 entspricht Vollmond. Die vorstehenden Elemente und Ephemeriden können noch geringfügige Änderungen erfahren.

Im IAU Circular 4404 vom 8. Juni 1987 ist die Wiederentdeckung des Kometen Borrelly durch A. C. GILMORE und P. M. KILMARTIN angezeigt.

WOLFGANG WEISS

R Rezensionen

Herrmann, D. B., *Eroberer des Himmels*. Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin 1986. 208 Seiten, 35 S/w-Fotos, 31 Reproduktionen, 44 Farbzeichnungen, Preis 19,80 M.

Seit Jahren in zahlreichen Gremien unseres Landes diskutiert, aber bisher nirgends niedergeschrieben, eine Geschichte der Raumfahrt aus marxistisch-leninistischer Sicht. Der Wissenschaftshistoriker D. B. HERRMANN hat sich jetzt dieser Aufgabe mit Erfolg gestellt. Der vorliegende Titel gibt erstmals einen geschlossenen Überblick zur Entwicklung der Raumfahrt von ihren Anfängen in der Antike bis zur Gegenwart. Der Verfasser versteht es, in erzählender Form Fragen nach den Gründen der Entstehung des Raumfahrtgedankens nachzugehen. Da in unserer Zeit Astronomie und Raumfahrt die mit COPERNICUS eingeleitete Revolution des wissenschaftlichen Weltbildes weiterführen, ist es richtig und notwendig, daß in dem Buch die engen Wechselbeziehungen zwischen beiden Disziplinen innerhalb ihrer historischen Entwicklung herausgearbeitet werden. Damit wird den Lesern u. a. deutlich, daß COPERNICUS, KEPLER, NEWTON u. a. mit ihren Erkenntnissen wichtige theoretische Grundlagen für den Raumflug erarbeiteten. Die Schrift bietet einen interessanten Einblick in den Werdegang der Raketentechnik, geht auf gesellschaftliche Hintergründe der heutigen Raumfahrt ein und gibt Ausblick auf ihre zukünftige Entwicklung. Es ist zu begrüßen, daß der Verfasser den Anteil deutscher Wissenschaftler und Techniker, aber auch utopischer Wissen-

schaftsschriftsteller an der Entwicklung der Raumfahrt sachlich darstellt und wertet. Die Schrift verdeutlicht eindrucksvoll das Ziel aller Pioniere der Raumfahrt: Raumfahrt muß ausschließlich zum Nutzen der Menschheit und nicht zu ihrer Vernichtung dienen. Dazu wird eine größere Anzahl von Belegen angeführt. Beim heutigen Spektrum der Einsatzmöglichkeiten der Raumfahrt für den Fortschritt der Erdbevölkerung ist es nicht möglich, in einem Buch mit Überblickcharakter Details zu erörtern. Diese Aufgabe müssen zukünftig spezifische Publikationen erfüllen.

Zu Recht wird in dem Titel der Entwicklungsweg der sowjetischen Raumfahrt eingehend erörtert. Der Verfasser geht nicht nur auf traditionelle Raumfahrtländer, wie die UdSSR und USA, ein, sondern informiert auch über neue Raumfahrtnationen, wie z. B. die Volksrepublik China, Japan und Frankreich. Hier werden Sachverhalte genannt, aber nicht ausführlich erörtert. Es fällt auf, daß z. B. die Republik Indien keine Erwähnung findet, obwohl dieses Land beträchtliche Aktivitäten in der Raumfahrt entwickelt. Ebenso hätte man gern mehr über Ziele, Aufgaben und Aktivitäten der ESA erfahren. Bei dem umfangreichen Bildmaterial, das heute zur Raumfahrt zur Verfügung steht, ist es sicher nicht einfach, immer eine aussagekräftige Bildauswahl zu treffen. Bei weiteren Auflagen sollten aus dieser Sicht einzelne Abbildungen nochmals geprüft und vielleicht durch andere ersetzt werden. Die Hinweise ergeben sich aus der Sicht des Rezensenten und sind sicher für die Leser wenig bedeutsam.

Die vorliegende erste deutsche marxistische Raumfahrtgeschichte ist ein echter Gewinn auf unserem Büchermarkt zum Sachgebiet Raumfahrt. Dazu kann man Autor und Verlag beglückwünschen. Die Publikation, welche eine gewisse Fortsetzung zu dem bereits vom gleichen Autor verfaßten Buch „Entdecker des Himmels“ ist, wird allen Astronomielehrern und Leitern fakultativer Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ vor allem deshalb zum Studium empfohlen, weil der neue Lehrplan und das zukünftige Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“ höhere Ansprüche an die Behandlung der Raumfahrt im Astronomieunterricht stellen.

HELmut BERNHARD

U Umschlagseiten

Titelseite — Der Generalsekretär des ZK der SED und Vorsitzende des Staatsrates der DDR, ERICH HONECKER, im Großplanetarium der Hauptstadt bei der Besichtigung der Ausstellung zur Geschichte der Astronomie in Berlin, die vom Direktor des Planetariums, Prof. Dr. sc. DIETER B. HERRMANN, erläutert wird.

Aufnahme: ADN-ZB

2. Umschlagseite — Gesamtansicht des Zeiss-Großplanetariums im Thälmann-Park der Hauptstadt der DDR.

Aufnahme: MARION GRÖNING, Dresden

3. Umschlagseite — Daß eine sehr feine Staubfraktion örtlich zwischen den schmalen Ringen vorhanden ist, ließ sich erst nachweisen, als die Voyager-Kameras kurz nach der Uranuspassage beim „Rückblick“ in Richtung Sonne den Effekt der Vorwärtsstreuung des Sonnenlichtes an den winzigen Partikeln registrierten. α , β , δ sind Ringbezeichnungen. Lesen Sie dazu den Beitrag „Uranus und sein Ringsystem“ auf Seite 123.

4. Umschlagseite — Daß die Uranusringe im Vergleich zu denen des Saturnsystems extrem schmal sind, zeigt diese Aufnahme der Voyager-2-Sonde. Im Bild beginnend mit den annähernd gleich schwachen Ringspuren sind die Ringe in der Abfolge 6, 5, 4, α , β , γ , δ (Ringbezeichnungen) zu sehen.

Lesen Sie dazu den Beitrag „Uranus und sein Ringsystem“ auf Seite 123.

Wir entbieten unseren Lesern, Autoren und Mitarbeitern herzliche Wünsche zum Jahreswechsel.

$\alpha \rightarrow$

$\beta \rightarrow$

$\delta \rightarrow$

