

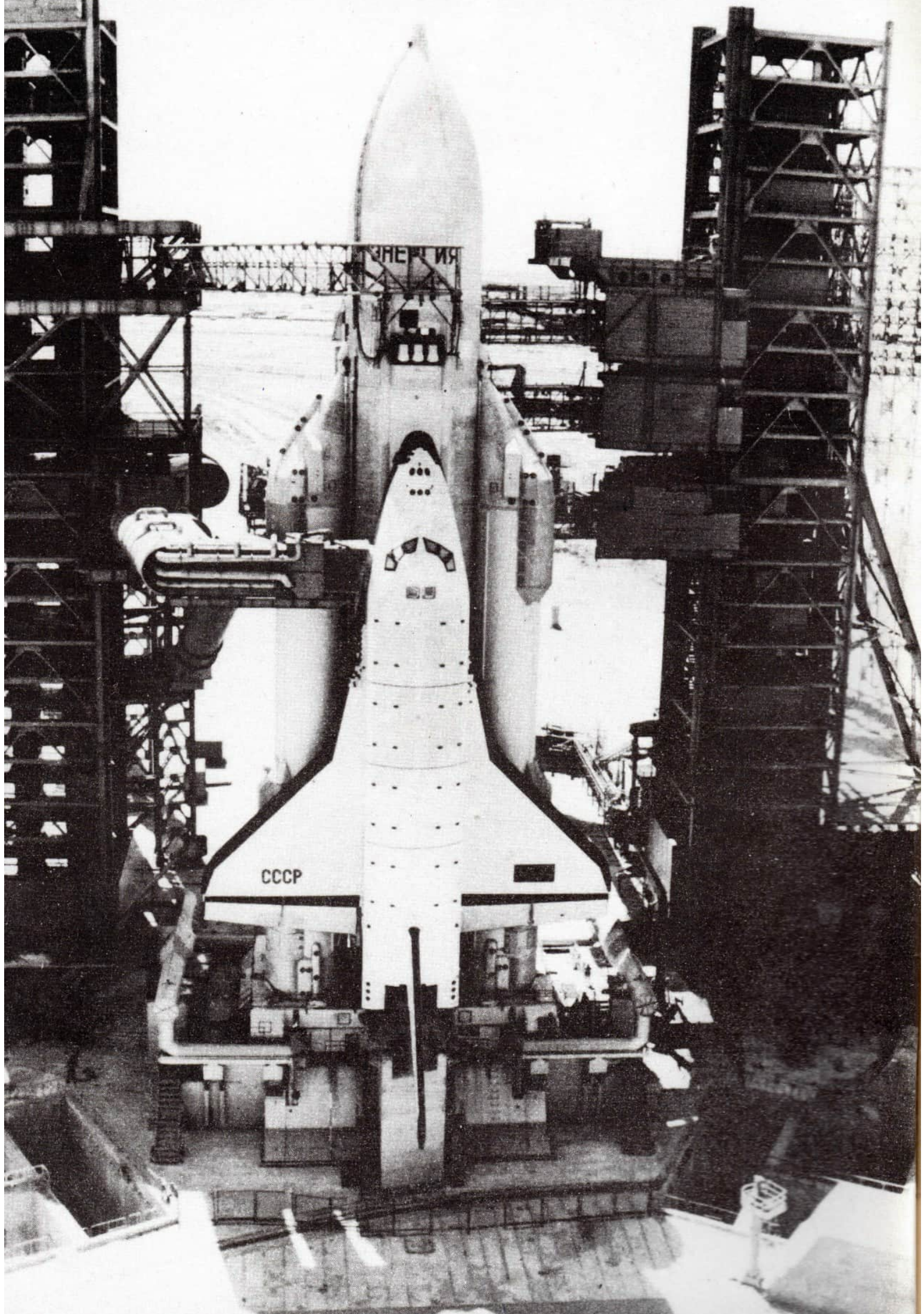
AS

Volk und Wissen
Volkseigener Verlag
Berlin
ISSN 0004-6310
Preis 0,60 M
Jahrgang 1989

Astronomie
in der Schule

1





Inhalt

- Vor dem IX. Pädagogischen Kongreß**
- 2 *J. Stier:* Gedanken zwischen zwei Kongressen
- Astronomie**
- 3 *D. Möhlmann:* Planetologisch relevante Eigenschaften des Sonnensystems
- 5 *M. Reichstein:* Phobos und Deimos nah erlebt
- 15 *L. Clausnitzer:* Leben und Werk *Wilhelm Tempels*
- Unterricht**
- 16 *U. Lindner:* Zur Leistungskontrolle im Astronomieunterricht
- 19 *D. Klix:* Beobachtungsvarianten im Stoffgebiet «Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis»
- Beobachtung**
- 22 *K. Lindner:* Der Riese und der Zwerg
- 22 *H. J. Nitschmann:* Zur Beobachtung des Andromedanebels
- Kurz berichtet**
- 23 Wissenswertes
- Abbildungen**
- 24 Umschlagseiten
- Jahresinhaltsverzeichnis 1988 (A. Muster)**
- Karteikarte**
- L. Gräfe:* Zuordnung der Lichtbilder zu den Stoffeinheiten des Lehrplanes (II)
- Redaktionsschluß: 6. 12. 1988**

Из содержания

- 2 *Й. Штир:* Размышления между двумя съездами
- 3 *Д. Мёльманн:* Планетологически значимые качества солнечной системы
- 5 *М. Рейхштейн:* Фобос и Деймос – изучены вблизи
- 15 *Л. Кляусницер:* Жизнь и творчество Вильгельма Темпеля
- 16 *У. Линднер:* Контроль учебных результатов по астрономии
- 19 *Д. Кликс:* Варианты наблюдательной программы по теме «свёзды, звездные системы, сверхгалактика»

From the contents

- 2 *J. Stier:* Reflections between two Congresses
- 3 *D. Möhlmann:* Planetologically Relevant Qualities of the Solar System
- 5 *M. Reichstein:* Phobos and Deimos Seen from the Vicinity
- 15 *L. Clausnitzer:* Life and Achievements of Wilhelm Tempel
- 16 *U. Lindner:* Knowledge Control in Astronomy Instruction
- 19 *D. Klix:* Variants of the Observation Programme for the Topic «Stars, Star Systems, Metagalaxy»

En résumé

- 2 *J. Stier:* Réflexions entre deux congrès
- 3 *D. Möhlmann:* Réflexions au développement des planètes
- 5 *M. Reichstein:* Vu d'une distance proche – Phobos et Deimos
- 15 *L. Clausnitzer:* La vie et l'œuvre de Wilhelm Tempel
- 16 *U. Lindner:* Le contrôle dans l'enseignement astronomique
- 19 *D. Klix:* Des variantes de l'observation au chapitre «Des étoiles, des systèmes étoilés, la métagalaxie»

Del contenido

- 2 *J. Stier:* Pensamiento entre dos congresos
- 3 *D. Möhlmann:* Cualidades del sistema solar que son relevantes en cuanto a la planetología
- 5 *M. Reichstein:* Phobos y Deimos vistos de cerca
- 15 *L. Clausnitzer:* La vida y la obra de Wilhelm Tempel
- 16 *U. Lindner:* En cuanto a los controles de los conocimientos en la enseñanza de astronomía
- 19 *D. Klix:* Observaciones de varias maneras en la unidad de enseñanza «Estrellas, sistemas estelares, metagalaxia»



Heft 1

26. Jahrgang 1989

Herausgeber: Verlag Volk und Wissen
Volkseigener Verlag Berlin,
Krausenstraße 50, Postfach 1213,
Berlin, DDR-1086, Telefon 2 04 30,
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. sc. 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-H.1260-88- Liz. 1488

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

ISSN 0004-6310

Gedanken zwischen zwei Kongressen

Joachim Stier

1978 hatte ich das Glück und die Ehre, als Mitglied der Karl-Marx-Städter Delegation am VIII. Pädagogischen Kongreß teilnehmen zu dürfen; Glück, weil das unmittelbare Erleben dieses schulpolitischen Höhepunktes nachhaltige Spuren in meiner Entwicklung hinterließ, und Ehre, weil es in unserem Bezirk viele ausgezeichnete Astronomielehrer gab, die durch gute tägliche Erziehungs- und Bildungsarbeit nicht weniger Anspruch auf eine Delegation erworben hatten.

1971 war die schrittweise Einführung des neuen Lehrplanwerkes zur weiteren inhaltlichen Ausgestaltung der polytechnischen Oberschule abgeschlossen. Es folgten Jahre intensiven Lehrplanstudiums, gewissenhafter Interpretation und schöpferischer Anstrengungen zur Umsetzung im pädagogischen Alltag.

Auf dem Kongreß wurde Bilanz gezogen, wurde das Erreichte an den vom VIII. und IX. Parteitag der SED beschlossenen gesellschaftlichen und schulpolitischen Zielen gemessen und gewertet, und es wurden neue, durch die nationale und internationale Entwicklung bedingte Positionen gesetzt. Im Mittelpunkt des Referates unseres Ministers wie auch der Diskussion stand die Erziehung der allseitig entwickelten Persönlichkeit, des aktiven Gestalters der gesellschaftlichen Prozesse der Zukunft.

Besonders beeindruckt hat mich die schlichte Klarheit, mit der Genossin *Honecker* das Fundament unserer Erziehungs- und Bildungsarbeit in ihrem Referat umriß: *„Jede Schule ist der herrschenden Ideologie untergeordnet. Wir haben dies nie geleugnet und bekennen uns mit gutem Grund dazu. Denn wir vermitteln in unserer Schule die Ideologie der Arbeiterklasse, eine Ideologie, die den Lebensinteressen des Volkes dient. ... Welche, wenn nicht unsere Weltanschauung, unsere Ideologie, die immer mehr Menschen auf der Erde erfaßt, weil sie wahr ist, weil sie menschlich ist, sollten wir unseren Kindern empfehlen! Sie ist das Beste, was wir unserer jungen Generation übermitteln können und übermitteln müssen.“*

Bereits während des Zuhörens unterzog ich meinen Unterricht einer ersten Prüfung. Bei vielen Positionen konnte ich feststellen, daß ich bisher auf dem richtigen Wege war und auch als Fachberater meine Kollegen gut orientiert hatte. Andere Aspekte waren mir Anregung, nach besseren, effektiveren Möglichkeiten zu suchen. Allein die Frage, „wie wir

es verstehen, die Erziehungsarbeit so zu führen, daß sich durch Wissen Erkenntnisse, Überzeugungen, moralische Haltungen der Jugend entwickeln“ und die Feststellung: *„Eine solide mathematische und naturwissenschaftliche Bildung betrachten wir als unentbehrliche Grundlage für die Herausbildung eines wissenschaftlichen Weltbildes und die Vorbereitung der Jugend auf die Arbeit, den Beruf“* waren mir Anlaß, meine Arbeit als Lehrer, Arbeitsgemeinschaftsleiter und Fachberater immer wieder neu zu durchdenken.

Entscheidende Impulse erhielt ich durch den Kongreß auch für meine Mitarbeit im Redaktionskollegium unserer Fachzeitschrift und in der Forschungsgemeinschaft „Methodik des Astronomieunterrichts“ der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften. Die Aufgabensammlung (Karteikartenbeilage unserer Zeitschrift 1979 bis 1981) war Resultat der Überlegungen eines unter meiner Leitung arbeitenden Autorenkollektivs. Die in „Astronomie in der Schule“ geführte Unterrichtsdiskussion trug zunehmend dazu bei, solche Kongreßpositionen wie Verstärkung der Selbsttätigkeit der Schüler, das Verbinden von Theorie und (Beobachtungs-) Praxis oder das weltanschauliche und fachliche Verknüpfen des Wissens und Könnens auch den Astronomielehrern immer nachhaltiger ins Bewußtsein zu rücken. Ich habe mich bemüht, meine Erkenntnisse



und Erfahrungen in dieses kollektive Vorhaben durch Beiträge in unserer Fachzeitschrift und eine Pädagogische Lesung einzubringen, immer bestrebt, neben dem „Was“ vor allem das „Wie“ herauszuarbeiten.

An vielen vom VIII. Pädagogischen Kongreß gestellten Aufgaben haben wir erfolgreich gearbeitet, aber inzwischen sind auch neue herangereift. Die Entwicklung – national wie international – ist seit den siebziger Jahren entschieden fortgeschritten. Der gesellschaftlichen Notwendigkeit und pädagogischen Erkenntnissen folgend wurden Lehrpläne partiell verändert, ergänzt, erneuert. Wieder werden sie studiert und interpretiert. Ausgerüstet mit gereiften Erfahrungen und neuen Ideen, bemühen sich Lehrer aller Fächer, den neuen Anforderungen gerecht zu werden, noch bessere Ergebnisse bei der Lehrplanerfüllung zu erzielen und gemeinsam mit

den Schülern intensiv an der Persönlichkeitsentwicklung zu wirken.

Nun bereiten wir uns wieder auf einen Kongreß vor, wollen wir Rechenschaft ablegen über real Geleistetes und den Finger auf die Aspekte legen, die uns in Zukunft mehr Aufmerksamkeit und Anstrengung abverlangen werden. Das bildungspolitische Konzept des XI. Parteitages der SED ist uns dabei Richtschnur. Der IX. Pädagogische Kongreß wird unserer Schule den Weg bis an die Schwelle des neuen Jahrtausends weisen. An uns allen wird es liegen, mit aller Kraft und Leidenschaft dafür zu sorgen, daß es ein friedlicher, ein erfolgreicher Weg wird! Die Astronomielehrer, dessen bin ich mir sicher, sind bereit, ihren Teil dazu beizutragen.

Anschrift des Verfassers: *StR Joachim Stier*, Hirschsteinweg 3, Mylau, DDR-9803

Planetogonisch relevante Eigenschaften des Sonnensystems

Diedrich Möhlmann

Vorbemerkung

Dieser und zwei folgende Beiträge zur Planetogonie behandeln den gegenwärtigen Stand der Kenntnisse über die Prozesse, die zur Bildung des Sonnensystems und seiner Satellitensysteme führten. Da dieses Forschungsgebiet noch keineswegs abgeschlossen ist, kann keine „Standard-Lehrmeinung“ vorgestellt werden. Es werden daher die unterschiedlichen Ansätze beschrieben und gewertet. Basis für eine Auseinandersetzung sind die bekannten Eigenschaften des Sonnensystems und seiner planetaren Satellitensysteme, die planetogonisch relevant sind. Der folgende Beitrag stellt die wichtigsten dieser Parameter zusammen und diskutiert ihre mögliche planetogonische Bedeutung.

Einleitung

Ursprung, Entstehung und frühe Entwicklung des Planetensystems sind ein altes und noch nicht vollständig geklärtes wissenschaftliches Problem der „planetaren Kosmogonie“ oder kurz der „Planetogonie“. Die erste wissenschaftliche Basis für die Planetogonie wurde durch *Copernicus*, *Galilei* und *Kepler* mit der Kenntnis realer Strukturen (von Teilen) des Sonnensystems gegeben. Hinzu kam mit *Newton* die Formulierung der Grundgesetze der Mechanik und des Gravitationsgesetzes und mit *Descartes* der Gedanke des Entstehens stabiler Konfigurationen durch das Wirken von Naturgesetzen. In diesem Sinne kann *Descartes* (1644) als der Begründer der Planetogonie angesehen werden.

Diese evolutionären Ansätze wurden von *Kant* (1755) und *Laplace* (1796) weiterentwickelt. Dabei ist der wesentliche Unterschied zwischen den Ansätzen von *Kant* und *Laplace* die Rolle des Dreh-

impulses, der bei *Laplace* entscheidend für die Entwicklung planetarer Ringe aus der Materie der abkühlungsbedingt schrumpfenden Protosonne war, und dessen Einfluß im *Kantschen* Modell eines kontrahierenden primordialen Nebels unwesentlich ist.

Bevor auf diese unterschiedlichen Ansätze, die im Laufe der Zeit noch weiter ausgebaut wurden, eingegangen wird, sollen jedoch erst die wesentlichsten Eigenschaften der Satellitensysteme von Sonne, Jupiter, Saturn und Uranus zusammengestellt werden, die mit einer modernen planetogonischen Theorie zu erklären sind. Dabei wird davon ausgegangen, daß aus den Eigenschaften dieser vier entwickelten Satellitensysteme trotz aller Unterschiede verallgemeinerbare Konsequenzen für die Entstehungsmechanismen von Satellitensystemen abgeleitet werden können.

Im Sonnensystem existieren vier Satellitensysteme:

1. Die Sonne und ihre Planeten
2. Jupiter und seine Satelliten
3. Saturn und seine Satelliten
4. Uranus und seine Satelliten

Planetogonisch relevante Eigenschaften

Die folgenden, den vier oben erwähnten Satellitensystemen gemeinsamen Eigenschaften dieser Systeme sollten planetogonisch bedingt sein:

- 1) **Komplanarität** – d. h., die Bahnneigungen nahezu aller Satelliten sind klein gegenüber einer gemeinsamen Bahnebene.
- 2) **Zirkularität** – d. h., es treten nur kleine Exzentrizitäten in den Bahnen auf.
- 3) **Anisotropie** – d. h., daß in jedem System eine dominierende Orientierung der Bahnbewegung und der Rotation vorliegt, die aber von System zu System unterschiedlich sein kann.
- 4) **Heterogenität** – unterschiedliche relative Häufigkeiten von Elementen und Isotopen weisen auf eine „schlechte Durchmischung“ der präplanetaren Materie hin.
- 5) **Quasiperiodizität** – d. h. radial reguläre Verteilung der Bahnradialen der Satelliten. Es existiert eine Vielzahl von analytischen Darstellungen zur Beschreibung dieser regulären Folgen. Am bekanntesten ist das „Titius-Bode-Gesetz“.
- 6) **Massen-Ähnlichkeit** – d. h., die hypothetischen Massen der Planeten (die resultieren, wenn man zu den heute vorhandenen Elementen die fehlenden Massen gemäß der kosmischen Häufigkeit der Elemente ergänzt) liegen alle bei 10^{26} kg bis 10^{27} kg.
- 7) **Impact-Geschichte** – alle alten planetaren Oberflächen (zumindest der atmosphärenlosen Körper) zeigen Einschlag-Strukturen durch kleinere Körper.
- 8) **Isochronismus** – d. h., alle bisher untersuchte feste Materie des Sonnensystems (Erde, Mond, Meteorite) weist auf ein praktisch gleichzeitiges Entstehen mit einem Alter von $4,55 \cdot 10^9$ Jahren hin. Alle feste Materie müßte sich in einem Intervall von etwa 50 Millionen Jahren durch z. T. noch schnellere Prozesse geformt haben.

Diese Liste planetogonisch relevanter Parameter ist bei weitem nicht komplett. Die Tatsache aber, daß viele der genannten Eigenschaften für alle vier der eben erwähnten Satellitensysteme gelten, weist auf eine weitere wesentliche Eigenschaft hin, nämlich auf die

- 9) **Vergleichbarkeit** – d. h. auf die z. T. gemeinsamen Eigenschaften der vier Systeme. Dies ist ein wesentlicher Hinweis auf eine gemeinsame bzw. vergleichbare Prozeßkette bei der Entstehung dieser vier Systeme aus Satellitensystemen und relativ massivem Zentralkörper.

Im Hinblick auf diese so postulierte Vergleichbarkeit ist eine weitere Eigenschaft von Interesse, nämlich das

- 10) **Drehimpulsverhältnis** – d. h., beim Verhältnis von Spin (Eigenrotations-Drehimpuls) des Zentralkörpers und Bahndrehimpuls der Satelliten dominiert im Sonnensystem der Bahndreh-

impuls der (äußeren) Planeten, in den genannten planetaren Satellitensystemen dominiert der Spin des Zentralkörpers.

Bei vorausgesetzter Vergleichbarkeit der Systeme ist diese unterschiedliche Drehimpulsverteilung ein Hinweis auf die untergeordnete Bedeutung des Drehimpulses bei planetogonischen Prozessen.

Planetogonische Konsequenzen

Die im vorigen Abschnitt genannten planetologisch relevanten Eigenschaften führen zu den folgenden Schlußfolgerungen, welche den Rahmen der möglichen planetogonischen Prozeßketten deutlich einengen.

Die Komplanarität ist ein sehr zwingender Hinweis auf eine präplanetare (präsatellitäre) Scheibe um den sich ggf. selbst erst (z. T. aus dieser Scheibe) bildenden Zentralkörper. Diese Scheibe wird als „präplanetare Scheibe“ bezeichnet.

Das Sonnensystem entstand aus einer axialsymmetrischen Scheibe, aus der sich die einzelnen Satellitensysteme frühzeitig abkoppelten

Die Zirkularität der Bahnen der Planeten und Satelliten besagt, daß die präplanetare Scheibe axialsymmetrisch war. Diese Axialsymmetrie kann verstanden werden als Folge des Wirkens von Reibungskräften (eventuell auch von Magnetfeldern) in der Scheibe. Derartige Kräfte sind übrigens nötig, um den Drehimpuls in der Scheibe so nach außen zu transportieren, daß sich ein Zentralkörper überhaupt bilden kann. Solche viskosen Wechselwirkungen waren also in der präplanetaren Scheibe notwendigerweise wirksam.

Die Anisotropie in den Drehimpulsverteilungen der einzelnen Systeme weist auf eine frühe Entkopplung dieser Systeme in der Scheibe hin. Zu dem gleichen Schluß führt die erwähnte Heterogenität in den Elemente- und Isotopenverteilungen, die als Resultat einer frühen Isolierung einzelner Materialverteilungen in der Scheibe verstanden werden kann.

Die Quasiperiodizität in der Anordnung der Bahnradialen weist entweder auf einen ordnenden Mechanismus nach der Planeten- und Satellitenentstehung hin oder aber auf das Wirken früher, die Scheibe strukturierender Prozesse bereits vor der Planeten- und Satellitenentstehung.

Da ein derartiger ordnender Mechanismus, der in den vier Systemen gleichermaßen wirksam gewesen sein muß, nicht bekannt ist, sollte eine frühe Strukturierung der Scheibe angenommen werden.

Dies wäre auch mit den Schlußfolgerungen aus der Anisotropie und der Heterogenität verträglich.

Der sichtbare Widerspruch zu dem ja strukturzerstörend wirkenden Einfluß der Reibung, die offenbar wirksam gewesen sein muß, kann dann gelöst werden, wenn man annimmt, daß entweder die planetogonischen Prozesse erst nach dem Abklingen der Reibungseffekte einsetzten oder daß diese strukturbildenden Prozesse schon früher und wesentlich schneller verliefen und zu einem Endzustand führten, der von der Reibung praktisch nicht mehr beeinflußt wurde. Es sind bei ausreichend großer Massendichte vor allem gravitative Instabilitäten, welche diese Forderung erfüllen können. In diesem Falle könnten große Protoplaneten entstehen, wie sie auch mit der hypothetischen Massen-Ähnlichkeit verträglich sind. Im Falle später planetogonischer Prozesse in einer bereits relativ massearmen Scheibe könnten die Planeten dann

nur noch durch Anlagerungsprozesse (Stöße) wachsen (sog. Stoß-Akkretion).

Die offenbare Impact-Geschichte planetarer Oberflächen führt zu zwei Interpretationsmöglichkeiten. Entweder sind diese Impact-Strukturen die letzten Überreste des durch Zusammenstöße verursachten Wachstums der Planeten aus kleineren Körpern (Stoß-Akkretion der Planetesimale), oder diese Strukturen weisen wenigstens auf eine Impact-Epoche erst nach der eigentlichen Planetenentstehung hin.

Alle diese Gesichtspunkte sind nun möglichst in einem „planetogonischen Szenarium“ zu vereinen, das eine im Prinzip vergleichbare Entstehungs-Prozeßkette von Planeten und Satelliten beschreibt. Gleichzeitig können sie als Kriterien für die Anwendbarkeit unterschiedlicher planetogonischer Theorien genutzt werden.

Anschrift des Verfassers: **Prof. Dr. Diedrich Möhlmann**, Institut für Kosmosforschung der Akademie der Wissenschaften der DDR, Rudower Chaussee 5, Berlin, DDR-1199

Phobos und Deimos nah erlebt

Manfred Reichstein

Es darf erwartet werden, daß unser Interesse am Mars in nächster Zukunft, stimuliert durch eine Vielzahl von Raumfahrtunternehmen, rasch zunehmen wird, und relativ viel ist schon in der modernen Literatur über die morphologischen und substantiellen Merkmale der Körper im Marssystem geschrieben worden. Weitaus spärlicher finden sich dagegen anschauliche Interpretationen über die Besonderheiten vom Tanz der Marssatelliten um ihren Planeten, der so überraschend andersartige Erscheinungsbilder zu erzeugen vermag als die, die wir von unserem Mond her gewohnt sind. Aber gerade das Wechselspiel der Konstellationen im Marssystem entspricht in vielerlei Hinsicht mehr dem Regelfall unter den Planeten. Damit kommen wir zum tieferen Sinn der folgenden Informationen.

Zum einen soll durch detaillierte Beschreibung der Marsszene erreicht werden, jedem Interessierten schon jetzt den imposanten Erfahrungsbereich zu erschließen, der sich mit Hilfe der Raumfahrt in absehbarer Zeit als neue, dem Menschen zugängliche Wirklichkeit ergeben wird. Und zum anderen könnte die Kenntnis der dazugehörigen Fakten einen besonderen Anreiz für manchen Lehrer bieten, die Vorstellungskraft der Schüler auf ein lohnendes und auch anregendes Thema zu lenken.

Vereinfachte Proportionen erleichtern das Verständnis

Wir können uns das so fremdartige Bewegungsspiel der Marssatelliten aus der Perspektive eines Beobachters auf seiner Oberfläche leichter vor Augen führen, wenn wir mit etwas vereinfachten Proportionen operieren, die aber den grundsätzlichen Charakter der Verhältnisse nicht verändern dürfen. Unter diesem Vorbehalt verwenden wir folgende vereinfachte Parameter:

1. Der Marstag, der in Wirklichkeit 24 Stunden

und 37 Minuten dauert, wird um etwa 2,5 % kürzer aufgefaßt, also wie der irdische als 24-Stundentag angesprochen.

2. Der Phobosumlauf, der 7 Stunden 39 Minuten und 26,6 Sekunden dauert, wird um etwa 4 % verlängert und damit zu 8 Stunden angesetzt. Wir erreichen mit diesen relativ kleinen Veränderungen die sehr einprägsame Relation, wonach nunmehr 3 Phobosumläufe einer Marsumdrehung gleichkommen (vgl. Bild 1).

3. Die mittlere siderische Umlaufzeit von Deimos wird von realen 30 Stunden 17 Minuten und 55 Sekunden um knapp 1 % verkürzt zu rund 30 Stunden Dauer angenommen. Dann hätte also nach genau 5 Marstagen ein fester Standort auf der Planetenoberfläche den fernerer der beiden Marsmonde einmal überrundet.

4. Der mittlere Abstand des Phobos vom Marszentrum wird statt der realen 9378 km ein wenig zu 9400 km aufgerundet. Dann stimmt sein Abstand zur Marsoberfläche trotz der „runden“ 6000 km immer noch besser als zu 1 % Differenz mit der Wirklichkeit überein.

5. Der mittlere Abstand des Deimos mit 23459 km vom Schwerezentrum läßt sich bei einem mittleren Marsradius von 3390 km ebenfalls um weniger

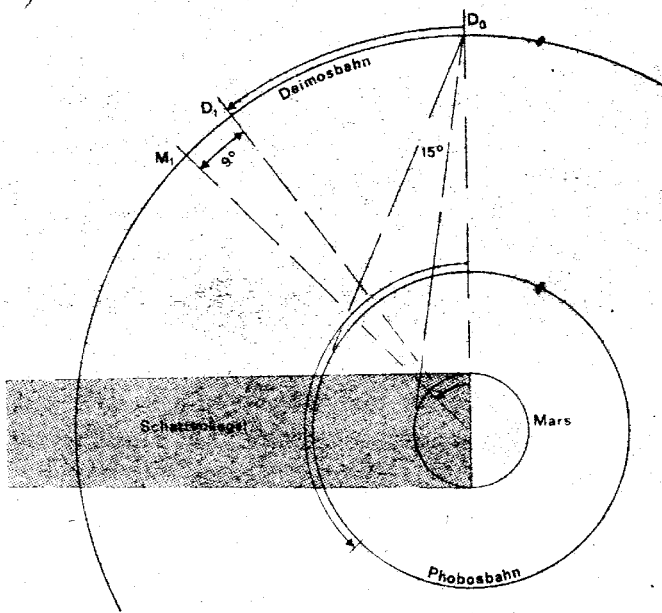


Bild 1: Die Bahnverhältnisse von Phobos und Deimos. Marsdurchmesser und Satellitenbahnen wurden im gleichen Maßstab dargestellt. Die Pfeile demonstrieren zum Vergleich die unterschiedliche Länge der jeweils in drei Stunden von den Satelliten durchlaufenen Bahnabschnitte. M_1 bis D_1 entspricht dem rotationsbedingten Vorlauf von etwa 9° , den ein Beobachter-Standpunkt auf der Marsoberfläche gegenüber dem Deimosumlauf in gleicher Zeitspanne erfährt. Der Blickwinkel von 15° bei D_0 zeigt den maximal sichtbaren Phobosabstand von der Marsperipherie aus der Deimosperspektive an.

als 1 % vereinfacht als praktisch identisch mit einer Marsoberflächendistanz von 20 000 km angeben. Daraus resultiert beim Vergleich mit dem Entfernungsspielraum des Mondes von der Erde, daß dieser rund 20mal weiter von uns entfernt ist als Deimos vom Mars, und im Vergleich zu Phobos hat er sogar die 60fache Distanz.

6. Für die Beschreibung der prinzipiellen Erscheinungen bei Finsternissen im Marssystem genügt es uns, statt mit den genaueren Phobosdurchmessern entsprechend seinen 3 verschiedenen Hauptachsen zu $27 \text{ km} \times 21 \text{ km} \times 19 \text{ km}$ zu arbeiten, von einem kugelförmigen Körper mit etwa 23 km Durchmesser auszugehen. Und für Deimos führt eine ganz ähnliche „Abrundung“ seiner tatsächlichen 3-Achsen-Parameter von $15 \text{ km} \times 12 \text{ km} \times 11 \text{ km}$ zu einem mittleren Durchmesser von etwa 13 km oder rund der Hälfte des Phobosdurchmessers. Aus diesen Daten ergibt sich, daß Phobos im Zenit des Marshimmels rund 60mal größer erscheinen muß als für uns ein 23-km-Krater auf dem Mond, was etwa dem Mare Imbrium, also einem Objekt von etwa $\frac{1}{3}$ Erdmond Durchmesser entspricht.

Das Phoboserlebnis über den Marshorizonten

Stellen wir uns einmal vor, wir wären mit einem Raumschiff ziemlich äquatornah auf der kraterübersäten Oberfläche des roten Planeten gelandet. Die Sonne strahlt für unsere Begriffe stechend, obwohl

uns ihr Durchmesser auf etwa $\frac{2}{3}$ des gewohnten Maßes geschrumpft erscheint. Das Hereinbrechen der Nacht geschieht wegen der dünnen Atmosphäre recht unvermittelt, und wenn nicht gerade ein Staubsturm die Sicht trübt, würden wir einen prächtig strahlenden Fixsternhimmel erleben können, der hier durch keine, mit den irdischen Bedingungen vergleichbaren Vollmondphänomene an Glanz verlieren kann.

Lassen wir den Zufall so mitspielen, daß für unseren Standort der erste Phobosaufgang etwa eine Stunde nach Sonnenuntergang zu erwarten wäre, dann geschieht das nicht im Osten, wie bei uns, sondern im Westen. Etwa in gleicher Blickrichtung, wo wir die Sonne untergehen sahen, würde bald eine winzige schmale und wohl auch ein wenig krumm wirkende Sichel überm Horizont erscheinen. Doch dieser Mond steigt für unsere Begriffe unglaublich schnell in den höheren Nachthimmel hinein. Dabei fällt uns bald auf, daß wir auch seine Nachtseite mit leicht graurötlichem Schimmer erstaunlich gut wahrnehmen können. Sie wirkt mindestens anfangs deutlich heller, als unser Mond sich im besten aschgrauen Erdlicht zu zeigen vermag.

Weil wir so die Konturen des Phobos schon vollständig erfassen können, noch bevor sein Phasen-zustand dem vom ersten Viertel gleicht, muß uns auch auffallen, daß er keine Kugelgestalt hat, sondern eher eiförmig bis „football“-artig gelängt erscheint. Dieser Effekt läßt sich deutlicher an einem in Horizontnähe befindlichen Phobos als in seiner zenitnahen Position wahrnehmen, weil seine lange Achse bei seiner gebundenen Rotation immer zum Zentrum des Mars zeigen muß. Schon nach einer halben Stunde Phobosbetrachtung dürfte uns ebenfalls kaum entgangen sein, daß sein Phasenwechsel sehr rasch abläuft, nämlich rund 100mal schneller als bei unserm Mond! Oder: In einer Stunde vollzieht sich am Phobos das, was wir vom Mond an Veränderungen des beleuchteten Anteils erst nach 4 Tagen geboten bekommen.

Waren wir zunächst von der Lichtschwäche des Marssatelliten enttäuscht, so bemerken wir bald, im Zusammenhang mit seiner Dynamik, daß das auch Vorteile hat. Die Sterne sind nämlich, eben wegen dieser geringeren Helligkeit des Phobos, bis hin zu seinem Rand in fast unverminderter Brillanz und damit auch relativ zahlreich im Laufe der Nacht auszumachen. Wenn z. B. einmal ein Sternchen, das am nächtlichen Marshimmel, nebenbei bemerkt, viel ruhiger strahlt als bei uns, vom Phobos beim Vorübergang nur fast gestreift wird, dann kann die hohe Driftgeschwindigkeit dieses Marssatelliten auch direkt wahrgenommen werden; denn die Strecke

eines Phobosdurchmessers passiert ein Stern in nur etwa 10 Sekunden.

Ein Wunder ist das natürlich nicht, denn Phobos hat in einer Stunde schon mindestens einen reellen Bahnbogen von 45° zu durchmessen, wenn er in 8 Stunden den Marsumlauf schaffen soll. Davon bleiben allerdings als scheinbare Bewegung infolge der in gleicher Richtung verlaufenden Bewegung unseres Standortes auf der Marsoberfläche theoretisch zunächst nur zwei Drittel oder rund 30° als Stundenmittel der Drift übrig.

Doch was wir bei sehr exakter Beobachtung noch feststellen können, vielleicht sogar etwas überrascht, weil unser langsamer Mond mit seinem großen Erdabstand dazu keine deutlichen Parallelen zu erzeugen vermag, ist, daß Phobos für unser Empfinden in Marshorizontnähe spürbar langsamer läuft als in Zenitnähe und insgesamt doch etwas schneller als der eben erwähnte theoretische Wert voraussagen ließ. Ursache ist der Umstand, wonach bei einer so planetennahen Satellitenbahn schon ein recht erheblicher Unterschied zwischen dem scheinbaren 180° -Bahnbogen über dem Horizont und den längeren reellen 180° seiner wahren Umlaufbahn besteht. Die Zeichnung (Bild 2) läßt erkennen, daß für uns jeweils beim Auf- und Untergangspunkt mindestens 21° vom Halbkreis der wahren Phobosbahn nicht einsehbar unter dem Horizont liegen. Oder, anders ausgedrückt, nur 138° der Phobosbahn verlaufen hier über dem Horizont und 222° darunter.

Die gleiche Abbildung läßt aber auch deutlich werden, wie der Lauf des Phobos in Horizontnähe für

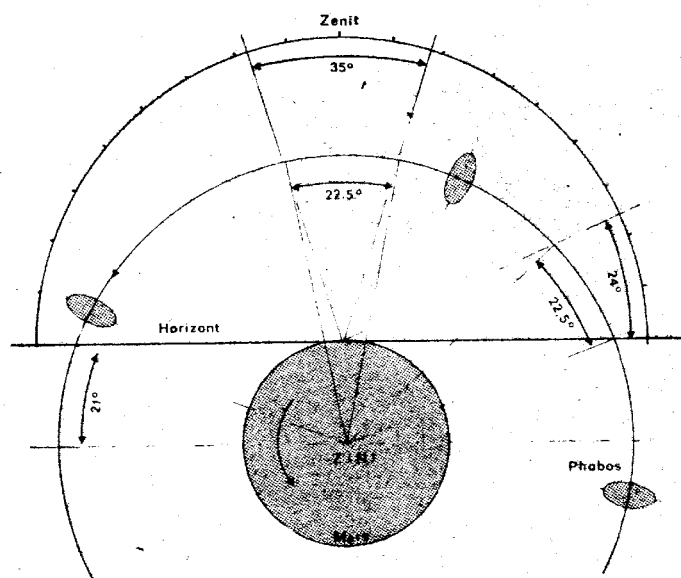


Bild 2: Die Nähe der Phobosbahn zum Mars bedingt deutliche Differenzen zwischen wirklicher und scheinbarer Bahnbewegung des Satelliten, in gleichen Zeitabschnitten, aber unter verschiedenen Blickwinkeln gesehen. Die Winkelwerte zwischen $22,5^\circ$ und 35° entsprechen den wirklich oder nur scheinbar von Phobos in einer halben Stunde durchlaufenen Bahnbögen. Die Skizze soll auch die horizontbedingte Verkürzung des Tagbogens der Phobosbahn um zweimal 21° zeigen.

den Beobachter auf der Marsoberfläche wegen des dort im Gegensatz zu den Zenitbedingungen nicht mehr senkrecht zur Bewegungsrichtung liegenden Blickwinkels verlangsamt wirken muß. Da unser Phobos unabhängig davon aller 12 Stunden im Horizontsystem die gleiche Position erreichen soll, stehen einer Verweilzeit von nur 4,6 Stunden im sogenannten Tagbogen sogar 7,4 Stunden Aufenthalt unter dem Horizont eines Beobachters am Marsäquator gegenüber.

Der rasche Phasenwechsel der für uns rund eine Stunde nach Sonnenuntergang über dem Horizont erschienenen schmalen Phobossichel läßt daher leicht abschätzen, daß wir nach etwa drei Stunden mit dem Erreichen der Vollphase dieses Marssatelliten rechnen können. Seinen Kulminationspunkt hätte er aber schon etwa eine Dreiviertelstunde früher passiert, und es lohnt sich, ihn dabei etwas genauer ins Visier zu nehmen, weil er uns ja dann im Zenit um den Betrag des Marsradius näher als am Horizont steht. Dies bedeutet immerhin eine Annäherung um mehr als ein Drittel gegenüber der horizontalen Distanz und wirkt sich als Durchmesservergrößerung des Phobos vom 9-Bogenminuten-Objekt auf ein solches von 13 Bogenminuten aus.

Wird später, wie zur Zeit der Äquinoktien, der Schattenkegel des Mars in voller Breite durchwandert, dann kann das ein sehr langer Marsch von fast einer Stunde werden, denn dieser noch so planetennahe Schattenbereich erfaßt im Frühling und Herbst des Marsjahres ein etwa 43° breites Segment der Phobosbahn (Bild 1). Wenn Phobos für unseren Beobachter endlich relativ unvermittelt wieder aus dem Marsschatten austritt, würde er aber nur noch weniger als eine Stunde vor seinem Untergang am Westhorizont in nun schon wieder abnehmender Phase zu verfolgen sein, und das ganze Schauspiel bis zum Phobosuntergang hätte sich noch vor Mitternacht komplett vollzogen.

Der Vorgang der totalen Verfinsternung des Phobos beim Eintauchen in den Schattenkegel des Mars, dessen breite Kernzone nur einen relativ schmalen Halbschattenmantel von rund zwei Phobosdurchmessern aufweist, vollzieht sich unter diesen Bedingungen in weniger als einer Minute. Während seiner Durchquerung der Kernschattenzone wird Phobos praktisch unsichtbar. Man könnte auch sagen, er produziere sich gerade speziell in diesem Abschnitt seiner Bahn im wahrsten Sinn des Wortes als ein ungewohntes „Schwarzes Loch“ am Himmel, welches nur ab und an durch von ihm ausgehende Sternbedeckungs-Phänomene als etwas Gegenständliches zu begreifen wäre.

Eine solche Phobosfinsternis kann sich zwar nicht nur in Zenitnähe ereignen, sondern auch während des Auf- oder Unterganges dieses Mondes über den Marshorizont, doch gibt es nur verhältnismäßig kurze Perioden im Verlauf des Marsjahres, während derer ein fast hundertprozentiger „Vollphobos“ von der Marsoberfläche aus beobachtbar sein kann. Unverfinstert bleibt er nämlich nur im Winter oder Sommer in der Nähe der Solstitionen, wenn es Phobos für jeweils mehrere Wochen gelingt, den Schattenkegel des Mars um etwa 3° zu über- oder unterlaufen (Bild 3).

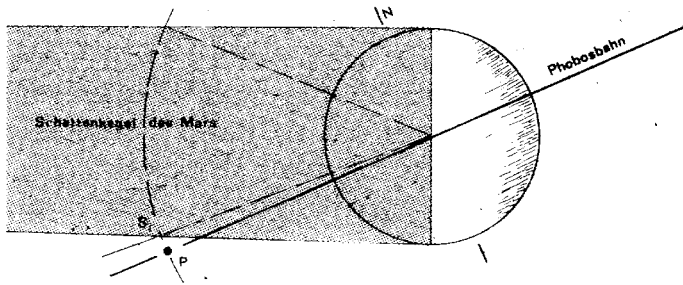


Bild 3: Phobos vermag nur um etwa 3° nahe der Solstitionen den Schattenkegel des Mars zu unter- oder überlaufen. Während der Zeit der Äquinoktien erreicht dagegen mit etwa 42° das die Schattenzone passierende Bahnbogensegment des Phobos seine größte Ausdehnung.

In unserem Beispiel würde Phobos in der gleichen Nacht nicht zweimal sichtbar werden können. Sein Wiedererscheinen im Westen würde erst eine Stunde nach Sonnenaufgang zu erwarten sein, und sein Phasenbild müßte sich dann schon wieder dem des letzten Viertels nähern. Während er nun also der Sonne am Taghimmel rasch entgegeneilt, werden wir eines weiteren Beleuchtungs-Phänomens gewahr, das anders abläuft, als wir es von unserem Mond her gewohnt sind. Es handelt sich um die beachtlichen Helligkeitsvariationen seiner nicht direkt vom Sonnenlicht getroffenen Partien.

Da seine Nachtseite gerade dann von der weit unter ihm ausgebreiteten Marsoberfläche am stärksten aufgeleuchtet sein muß, wenn er viel Flächenanteile der von der Sonne beschienenen Hemisphäre des roten Planeten unter sich hat, ist dieser Effekt nahe „Neuphobos“, also wenn die Sonne für den Marsbeobachter mehr oder weniger genau hinter ihm steht, am deutlichsten ausgeprägt. Und weil diese Erleuchtung durch reflektiertes Sonnenlicht von der nahen Marsoberfläche je nach den Wolkenanteilen etwa 50- bis fast 100mal intensiver sein kann, als dies für unseren Mond durch die Erde geschieht, dürfte Phobos auch am ohnehin schwärzlicheren Taghimmel des Mars sogar unweit der Sonne noch als grauroter Geistermond recht eindrucksvoll zu beobachten sein.

Langzeitbeobachtungen und breitenabhängige Phänomene der Marssatelliten

Als die bemerkenswertesten Satellitenphänomene im Verlauf eines ganzjährigen Marszyklus sind die Durchgänge von Phobos und Deimos direkt vor der Sonnenscheibe sowie die viel selteneren gegenseitigen Bedeckungen der beiden Marssatelliten anzusehen. Doch um die Bedingungen für diese Finsternisvarianten richtig einschätzen zu können, haben wir uns erst noch einige bisher unerwähnt gebliebene Merkmale des Deimosumlaufes zu vergegenwärtigen.

Deimos wird durch seine nur halbe Größe zu Phobos und den etwa dreifachen Abstand zur Marsoberfläche zu einem kaum noch als Scheibchen erkennbaren Objekt von zwei Bogenminuten Durchmesser, das aus der Sicht vom Mars etwa $\frac{1}{50}$ der Phoboshelligkeit erreicht (Bild 4).

Es hätte also durchaus sein können, daß die ganze Nacht, während wir das erregende Schauspiel des eiligen Phobos verfolgten, auch der zweite Marsmond Deimos über unseren Horizonten un bemerkt „gestanden“ hätte. Da er kaum 6 Stunden mehr als einen Marstag für den gleichsinnig zur Rotation seines Planeten ausgerichteten Umlauf braucht, bringt diese Nähe zur Synchronbahn es mit sich, daß er pro Stunde scheinbar nur 3° auf seiner Bahn von Ost nach West am Marshimmel zurücklegt, während es in Wirklichkeit als Eigenbewegung

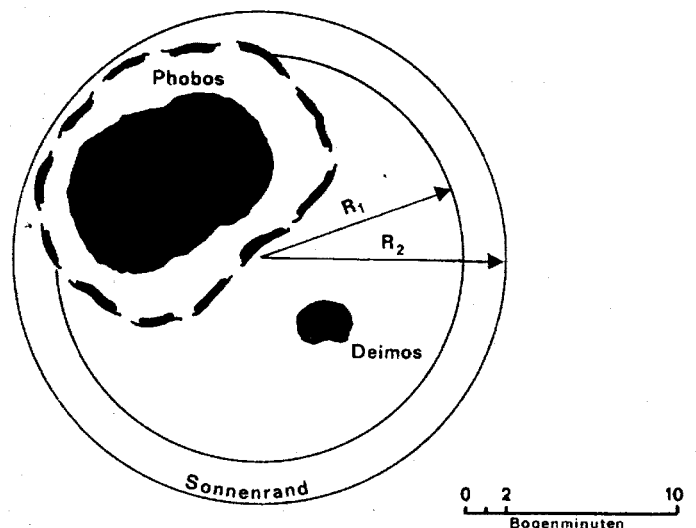


Bild 4: Der Größenvergleich der scheinbaren Durchmesser von Sonne, Phobos und Deimos aus der Perspektive der Marsoberfläche betrachtet läßt deutlich werden, daß höchstens Phobos noch bemerkenswerte Halbschatten-Verfinsternisse zu erzeugen vermag. Der mit unterbrochener Linie angedeutete maximale Phobosumriß entspricht seinem Anblick im Zenit des Beobachters, die schwarze Kernstruktur seinem Anblick in Horizontnähe. Durch die relativ exzentrische Planetenbahn schwankt der von der Marsoberfläche erkennbare scheinbare Sonnendurchmesser (R_1 und R_2) im Jahreszyklus sogar zwischen $19'12''$ und $23'10''$, also erheblich stärker als unter irdischen Bedingungen.

12° pro Stunde in entgegengesetzter Richtung sind. Er hätte sich also im gleichen Zeitraum von rund vier- einhalb Stunden, da für uns Phobos von Horizont zu Horizont eilte, nur um etwa 15° innerhalb seines Tagesbogens, der maximal 162° umfaßt, verschoben, und er wäre erst nach 5 Marstagen wieder an der gleichen Stelle zu finden gewesen, nachdem er zuvor rund 66 Stunden lang seinen Lauf unter der Horizontlinie vollziehen mußte. Dieser vom Mars aus gesehen nur scheinbar einmalige, in Wirklichkeit aber viermalige Deimosumlauf in 120 Stunden entspricht also einer Zeitspanne, in der Phobos die gleiche Position am Planetenhorizont 10mal zu passieren hätte.

Vorbeigänge des Phobos und Deimos vor der Sonnenscheibe, die streifenden einmal mitgerechnet, sind vom Mars aus bis in die Nähe der polaren Breiten, so lange überhaupt ein Tagbogen der Satelliten noch vorhanden ist, nur in starker Abhängigkeit von der Jahreszeit zu sehen. Das heißt, am Äquator lassen sie sich nur um die Zeit der Äquinoktien beobachten und am fernsten von ihm nur zur Zeit der Solstitien. Die kleine Neigung der Phobosbahn zum Marsäquator von 1,02° und die der Deimosbahn von 1,8° spielen naturgemäß für die Summe dieser Erscheinungen und ihre breitengradmäßige Verschiebung nur eine untergeordnete Rolle.

Bei einem Sonnendurchmesser von 19' bis 21' und dem maximalen des Phobos von 13' kann es natürlich niemals zu totalen Sonnenfinsternissen über der Marsoberfläche kommen. Aber Phobos vermag Deimos unter günstigen Bedingungen für einige Sekunden beim Vorbeigang völlig zu verdecken. Voraussetzung für die Sichtbarkeit einer solchen seltenen Mond-Mond-Finsternis ist einerseits, daß die Knoten der beiden Satellitenbahnen wenigstens annähernd in der gleichen Richtung zu finden sind, und zweitens, daß der Standort des Beobachters sich in Äquatornähe befindet. Denn wegen der geringen Abweichungen der Bahnneigungen beider Satelliten von der Äquatorebene des Planeten läßt sich diese Erscheinung nur innerhalb eines schmalen Gürtels von 2° beiderseits des Marsäquators verfolgen.

Während die Spur des Halbschattens vom Phobos noch relativ deutlich auf der von der Sonne beschienenen Marskraterlandschaft verfolgt werden kann und der ovale Profilschnitt sogar zur ersten Bestimmung der unrundern Gestalt des Phobos nach Aufnahmen der Mariner-7-Sonde aus dem Jahre 1969 mit Erfolg benutzt werden konnte, läßt sich die des Deimos visuell praktisch nicht mehr aufspüren.

Der im Vergleich zu Phobos etwa dreimal größere Bahnabstand des Deimos zum Mars vermindert im

Zusammenspiel mit der auch noch etwas größeren Bahnneigung die Zahl der Sonnenpassagen beträchtlich. So kommt es bei den rund 2 000 Umläufen des Phobos pro Marsjahr zu immerhin 1 300 Sonnendurchgängen, während der marsfernere Deimos bei rund 740 Umläufen im Marsjahr nur 130 solcher Passagen erzeugt. Für Phobos fallen dabei die Sonnendurchgänge nur während einer jeweils etwas über 3 Monate währenden Sommer- und Winterperiode in der Nähe der Solstitien aus. Diese Zeiten sind identisch mit den bereits erwähnten Phasen, in denen es ihm gelingt, den Marsschatten zu über- oder unterlaufen.

Die Marssatelliten aus verschiedenen Perspektiven zwischen Äquator und den Polen des Mars gesehen

Wenn wir uns vom Marsäquator zu polnäheren Positionen begeben, dann verschiebt sich dabei der Sonnenlauf in Abhängigkeit von der Jahreszeit in einer von irdischen Verhältnissen kaum zu unterscheidenden Weise, denn die Rotationsachse des Mars ist ja nur um etwa ein halbes Grad mehr zur Bahnebene des Planeten geneigt als die der Erde. Doch die Mondbahnen senken sich bei diesem Standortwechsel mit ihren anfänglich noch nahe dem Zenit befindlichen Kulminationspunkten deutlich schneller als die mittlere Bahn der Sonne in Richtung zum Horizont hin herab.

Wie wirkt sich das aus? Gehen wir einmal von einer Ortsveränderung in Richtung Nordpol zur Zeit der Äquinoktien aus, also von einer Konstellation, bei der sich über dem äquatorialen Marshimmel die zwei Bahnbögen der Monde mit dem der Sonne fast überlagern, dann sehen wir, wie mit zunehmender Entfernung vom Äquator sich diese Bahnen in ihren Verläufen mehr und mehr voneinander lösen. Am

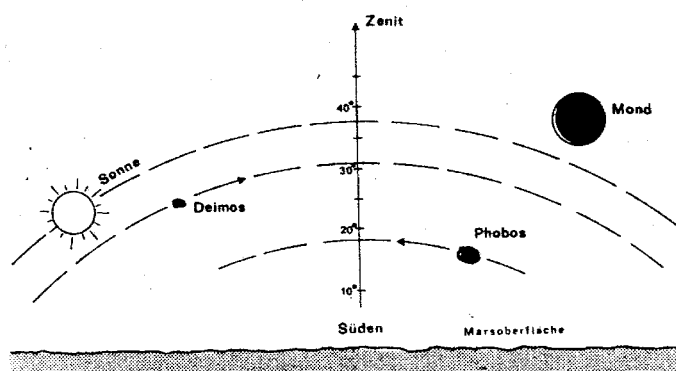


Bild 5: In der zum Vergleich herangezogenen Breitenlage Berlins, also von 52°, liegt der Kulminationspunkt des Phobos im Mittel nur noch 18° und der des Deimos nur noch etwa 31° über dem Mars- horizonzont. Die Sonne wurde mit ihrem Bahnbogen zur Zeit der Äquinoktien eingezeichnet, und der Durchmesser unseres Mondes dient dem Größenvergleich unter irdischen Sichtbedingungen.

schnellsten sinkt während der Nordwärtsverlagerung unseres Standortes der Bahnbogen vom Phobos ab, dann folgt etwas verzögert der des Deimos und noch langsamer, bzw. als einzige exakt breitengradproportional, neigt sich die Bahn der Sonne (Bild 5). Wenn wir schließlich auf Mars so nördliche Breiten erreicht haben, wie sie bei uns etwa der Lage von Murmansk, also etwa von 68 bis 69° entsprechen würden, dann erscheint der Phobos überhaupt nicht mehr über dem Horizont, und ab 82° Nord oder Süd bleibt auch Deimos mit seiner gesamten Bahn unter dieser Sichtgrenze.

Beobachtungen aus dem Bereich der Umlaufbahnen der Marssatelliten

Zum Abschluß unserer Betrachtungen wollen wir uns nun selbst auf Phobos begeben, um uns jene Konstellationen vor Augen zu führen, wie sie vielleicht schon bald bei kommenden Raumfahrtunternehmungen wahrgenommen werden können.

Das fesselndste Phänomen ist natürlich der Anblick des Mars selbst. Hier aus der Phobosperspektive erscheint uns sein Körper unter einem Blickwinkel von 42°, das entspricht der Betrachtung eines Globus von 15 cm Durchmesser unter einem mittleren Augenabstand von rund 30 Zentimetern, und damit sollten selbst Marskrater ab etwa 5 km Durchmesser noch gut zu erkennen sein.

Die große Marsnähe bringt es aber auch mit sich, daß wir von hier aus bei weitem nicht mehr in der Lage sind, eine Hemisphäre des Planeten voll zu überblicken. So wie wir vom Mars aus ab den polnahen Breiten von 69° den Phobos niemals mehr über den Horizont steigen sahen, so erfaßt unser Blick von diesem Satelliten aus in Richtung Mars statt einer vollständigen Hemisphäre davon auch nur noch eine am Außenrand um mindestens 21° reduzierte Kalotte.

Selbst aus Deimosdistanz ist dieser „Baucheffekt“ noch deutlich spürbar, obwohl nunmehr nur noch 8° der äußeren Hemisphärenzone unterm Beobachterhorizont versunken bleiben. Die Marssatelliten

wären also beide keine geeigneten Standorte zur Fernerkundung der jahreszeitlichen Veränderungen in den Eisfeldern nahe der Marspole.

Einen recht spektakulären Eindruck dürfte dagegen die Beobachtung des Deimos vom Phobos aus oder umgekehrt des Phobos samt Mars aus der Perspektive der Deimosbahn machen. Dieses Wechselspiel hier detailliert zu beschreiben, würde jedoch zu weit führen. Hervorgehoben sei nur, daß Deimos von Phobos aus gesehen sehr an Veränderlichkeit gewinnt, da dann die Mondentfernungen viel größere Spielräume durchlaufen, als wenn wir Deimos nur vom Marsboden aus beobachten.

Die Nachtseite des Mars wirkt, von Phobos aus betrachtet, für die Sehkraft unserer Augen nur monoton tiefschwarz, praktisch ohne erkennbare Strukturen. Es fehlen belebende Merkmale, wie ein Nordlichtkranz, wegen des dazu viel zu schwachen Magnetfeldes bzw. Gewitterblitze, oder die irdischen Stadtlichter. Auch die geringe Sonnenlichtmenge, die zeitweilig vom Phobos reflektiert auf die Nachtseite des Mars zurückfällt, ist viel zu gering, um mit bloßem Auge irgendwelche Reliefformen wahrnehmen zu lassen.

Verlegen wir unseren Standort zum Abschluß noch kurz auf den Deimos, dann sehen wir den Mars von hier aus als imposante, rostfarbene Planetenkugel mit einem 16°-Durchmesser, die in knapp 8 Stunden von einem körnchenförmigen Satelliten umkreist wird, der sich niemals mehr als etwa 15° vom Rand seines Planeten entfernt und der im Laufe dieser 8 Stunden den kompletten, uns vom Mond her schon bekannten Phasenzyklus durchläuft. Dieser Anblick könnte vielleicht der beeindruckendste im ganzen Marssystem sein, weil der rote Planet erst ab dieser Distanz als globales Objekt schon auf einen Blick voll erfaßt werden kann und zudem Phobos durch sein dynamisches Verhalten diese Szenerie sehr beleben muß.

Anschrift des Verfassers: *Doz. Dr. Manfred Reichstein, Martin-Luther-Universität, Sektion Geographie, Domstraße 5, Halle, DDR-4020*

Ein neues Gewand

Aus allgemeinen Entwicklungstendenzen der polygraphischen Industrie ergeben sich auch Konsequenzen für die technische Herstellung von „Astronomie in der Schule“. Ab diesem Jahrgang entsteht sie in einem neuen Druckverfahren. Es erfolgt die Umstellung von Blei- auf Fotosatz. Damit ergeben sich günstigere

Gestaltungsmöglichkeiten, die die Redaktion verantwortungsbewußt nutzen will. Mit dem jetzigen Satz wird die Lesbarkeit der Zeitschrift weiter verbessert.

Gleichzeitig nehmen wir eine Neugestaltung der Titelseite vor. Dem internationalen Trend folgend, besitzt jetzt „Astronomie in der Schule“ ein Signet. Es ist die Abkürzung AS. Vielen Wünschen entsprechend, wird die Titelseite als

ganzseitiges Bild gestaltet und kann so als Anschauungsmittel noch wirkungsvoller in den Unterricht einbezogen werden.

Wir hoffen, daß AS im neuen Gewand unseren Lesern weiterhin Freude bereitet. Hinweise und Vorschläge zur Gestaltung der Zeitschrift nehmen wir gern entgegen.

Ihre Redaktion

Leben und Werk Wilhelm Tempels

Zu seinem 100. Todestag

Lutz Clausnitzer

Obwohl sein Name in der deutschsprachigen Literatur heute recht selten zu finden ist, war er zu seinen Lebzeiten auf dem Gebiete der Entdeckung von Kometen einer der erfolgreichsten Astronomen der Welt. Darüber hinaus fand er den 64., 65., 74., 81. und 97. Planetoiden (Angelina, Cybele, Galatea, Terpsichore und Chlotho) und arbeitete über kosmische Nebel:

Ernst Wilhelm Leberecht Tempel wurde am 4. Dezember 1821 in Niedercunnersdorf geboren. Nach siebenjähriger Grundschulzeit und zweijähriger Tätigkeit auf dem Gutshof des Vaters verließ er 1837 das Oberlausitzer Weberdorf, um in Meißen den Beruf eines Lithographen zu erlernen. Nachdem er wegen ausgezeichneten Leistungen die Lehre vorzeitig beenden durfte, führte ihn die Wanderschaft nach Kopenhagen, Stockholm, Christiania, dem heutigen Oslo, und in mehrere deutsche Städte.

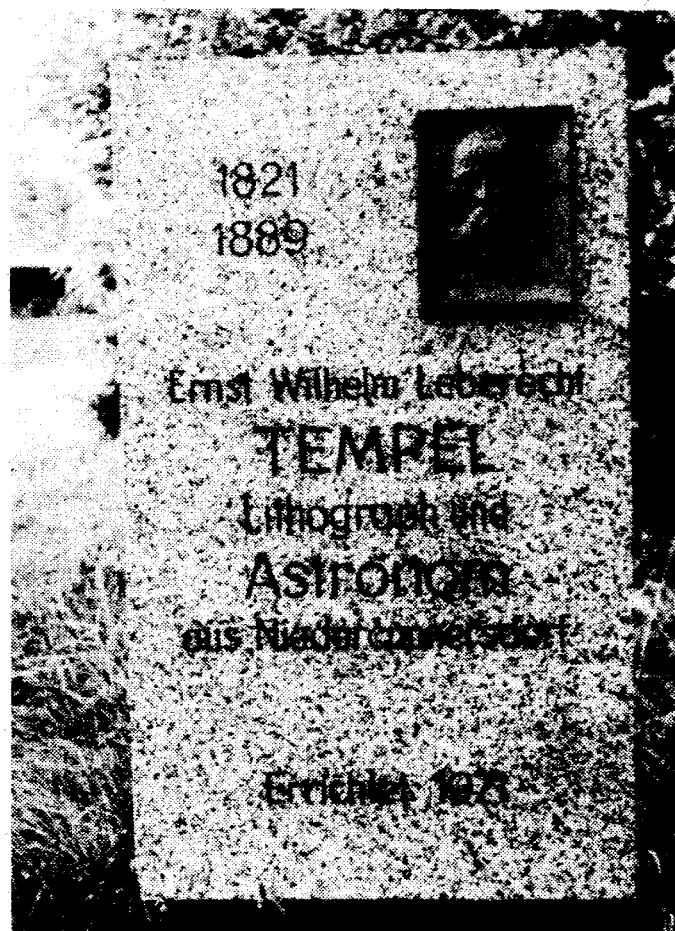
Sein Wunsch, Astronom zu werden, schien unerfüllbar, denn wie sollte einem Bauernsohn das Studium der Naturwissenschaften ermöglicht werden? Seine an mehrere deutsche Universitäten und Sternwarten gerichteten Bewerbungen wurden abgelehnt, weil er keine Hochschulzeugnisse vorlegen konnte.

Nach einem kurzen Aufenthalt in Wien ging er Ende der 50er Jahre nach Italien, wo er in Rom und Venedig seinen erlernten Beruf ausübte. Um sich wenigstens in seiner Freizeit dem intensiven Studium des Himmels widmen zu können, erwarb er einen 108-mm-Refraktor. Seine zielgerichtete Beobachtungstätigkeit trug bald erste Früchte. Am 2. April 1859 entdeckte er einen Kometen und am 19. Oktober des gleichen Jahres einen südlich des Sterns Merope gelegenen Nebel, welcher heute auf jeder längerbelichteten Plejaden-Fotografie als imposanter Schleier ins Auge fällt. Diese Erfolge führten zu seiner Berufung an die Sternwarte Marseille. *Tempels* ungewöhnliche Beobachtungsgabe und seine Fähigkeit, von Himmelsobjekten hervorragende Zeichnungen – die Fotografie war dafür noch nicht anwendungsreif – anfertigen zu können, führten hier zu einer Reihe schöner Himmelszeichnungen.

Im Zusammenhang mit der Pensionierung des Direktors *Valz* verließ er jedoch das Observatorium wieder.

In Marseille begann für ihn nun eine aufopferungsvolle, aber sehr erfolgreiche Zeit. Tags verdiente er

als Lithograph den Familienunterhalt, und nachts widmete er sich der astronomischen Forschung. In zehn Jahren fand er auf diese Weise weitere Kometen und die genannten fünf Planetoiden. Während des deutsch-französischen Krieges im Januar 1871 als Deutscher des Landes verwiesen, folgte er *Schiaparellis* Ruf an die Sternwarte Mailand und ging 1875 an das neu gegründete Observatorium Arcetri bei Florenz, welchem er bis zu seinem Tode die Treue halten sollte. Neunundvierzigjährig zum Berufsastronomen avanciert, fand er in Mailand und Arcetri wiederum Kometen. Insgesamt konnte er auf 19 Kometenentdeckungen verweisen. Dabei handelt es sich in nur sechs Fällen um eine vorausberechnete Wiederkehr periodischer Himmelsobjekte. Mit 13 Erstentdeckungen nimmt Tempel noch heute, wo Himmelsfotografie und Computertechnik zu effektiveren Methoden des Aufspürens solcher Himmelskörper geführt haben, in der Rangliste der Kometenjäger nach *L. Pons*, *W. R. Brooks* und



Tempel-Denkmal in Niedercunnersdorf (Kreis Löbau). Der Gedenkstein wurde 1971 anlässlich des 150. Geburtstages von *Wilhelm Tempel* in seinem Geburtsort eingeweiht.

E. E. Bernard Platz 4 ein! Einige der ihm zugeprochenen Erstentdeckungen erwiesen sich später als periodisch und wurden nach *Tempel* benannt: Tempel 1 (1867 II), Tempel 2 (1873 II), Tempel-Swift (1869 III) und Tempel-Tuttle (1866 I). Letzterer gilt seit *Schiaparelli* als Verursacher des Meteorstromes der Leoniden.

Mitte der 70er Jahre wandte sich *Tempel* der systematischen Untersuchung kosmischer Nebel zu. Diese Arbeiten gipfelten 1879 in der Fertigstellung seiner wesentlichsten wissenschaftlichen Abhandlung, die den Titel trägt: „Über Nebelflecken“. Hierin äußert er sich über die Natur kosmischer Nebel und stellt 186 Vertreter dieser Kategorie von Himmelsobjekten in einer Übersicht vor.

In der letzten Periode seines Schaffens mußte er mit Rücksicht auf seine Gesundheit mehr und mehr auf eigenes Beobachten verzichten. Auch das Zusammenstellen noch unveröffentlichter Arbeiten konnte er nicht mehr beenden. An einem Leber-

leiden verstarb *Wilhelm Tempel* am 16. März 1889 in Arcetri.

Ernst Wilhelm Leberecht Tempel wurden für seine hervorragenden Leistungen auf dem Gebiete der beobachtenden Astronomie hohe Ehrungen zuteil. Er erhielt Auszeichnungen der Akademien der Wissenschaften von Paris, Wien und Rom und wurde 1881 zum Auswärtigen Mitglied der Royal Astronomical Society of London ernannt.

Tempels Name wurde auch mehrfach am Himmel verewigt. Neben den o. g. vier Kometen wurden eine Mondformation westlich des Meeres der Ruhe und 1988 der von *F. Börngen* entdeckte Planetoid 1982 FQ2 = (3808) Tempel nach ihm benannt.

Literaturhinweis

Clausnitzer, L.: *Wilhelm Tempel und seine kosmischen Entdeckungen*. Berlin, 1989.

Anschrift des Verfassers: *Lutz Clausnitzer*, Oberschule Niedercunnersdorf, DDR-8701

Zur Leistungskontrolle im Astronomieunterricht

Undine Lindner

Die Leistungskontrolle ermöglicht eine Analyse der Ergebnisse des Lernprozesses. Es kann der Leistungsstand jedes Schülers, bezogen auf sein Wissen und Können, ermittelt werden. Zahlreiche Lehrer werfen Fragen nach effektiven Formen der Leistungskontrolle im Einstundenfach Astronomie auf. Der nachfolgende Erfahrungsbericht versteht sich als Diskussionsbeitrag zu diesem Thema. Wir bitten unsere Leser, ihre Erfahrungen und Standpunkte zur Leistungskontrolle im Astronomieunterricht der Redaktion mitzuteilen.

Zur schriftlichen Leistungskontrolle

An einem Beispiel soll gezeigt werden, wie man bei einer Kontrolle sowohl grundlegende Fachbegriffe und Definitionen einfach abfordern als auch Zusammenhänge aufzeigen und Denkaufgaben lösen lassen kann, so daß die Schüler sich vielfältig produzieren können. Das Stoff-Zeitproblem berücksichtigend, sollten die Aufgabenstellungen den Schülern in geeigneter Form vorgegeben werden, entweder an der Tafel, auf Folie oder als Arbeitsblatt. Des weiteren beachte man das Zeitlimit von 10 bis 15 Minuten und versuche trotzdem, umfangreiche Kenntnisse zu kontrollieren. Hierbei spielt also die methodische Gestaltung und Anlage der Leistungskontrolle eine große Rolle. Die Schüler sollten sich möglichst nur auf die Beantwortung der Fragen und das Lösen der Aufgaben zu konzentrieren brauchen, unnötige Vorarbeiten der Schüler können und müssen eingeschränkt bzw. vermieden werden.

Arbeitsblatt

1. Unterscheiden Sie zwischen wahrer Bewegung und scheinbarer Bewegung (Zutreffendes ankreuzen)!

	wahre Bewegung	scheinbare Bewegung
a) Sonne geht im Osten auf, im Westen unter
b) Erde bewegt sich um die Sonne
c) Mond bewegt sich von Osten nach Westen
d) Sonne durchläuft den Tierkreis
e) Erde rotiert von Westen nach Ost

2. Warum besitzt der Mond keine Atmosphäre?

3. Wir haben Neumond!

- a) Welche Finsternis kann entstehen?
- b) Welche Bedingung muß dabei erfüllt sein?

4. a) Nennen Sie drei Beispiele für Oberflächenformationen des Mondes!

- b) Skizzieren Sie die Mondsichel „abnehmender Mond“!
- c) Welchen Einfluß übt der Mond auf die Erde aus?

Zur mündlichen Leistungskontrolle

Dieser Art der Leistungskontrolle ist im Astronomieunterricht der Vorrang zu gewähren. Gerade die mündlichen Leistungskontrollen sind einfach zu variieren und ermöglichen, fast alle Wissens- und Könnensinhalte zu bewerten. Eine Auswahl solcher mündlichen Leistungskontrollmöglichkeiten sei hier

angeführt, deren Vorteile und Nachteile kurz erläutert werden.

Leistungskontrolle am Stundenanfang

Nach der Zielorientierung durch den Lehrer folgt die mündliche Leistungskontrolle. Zwei Schüler werden zur Tafel gerufen und beantworten nacheinander je fünf Fragen, die der Fachlehrer stellt und welche überwiegend Faktenwissen, Begriffe und Gesetze kontrollieren. Der jeweils nicht Befragte übernimmt die Entscheidung, ob die Antwort seines Mitschülers korrekt oder falsch war. Die anderen Klassenkameraden werden bei nicht richtiger Antwort aufgefordert zu korrigieren. Diese Variante ist rasch durchführbar, alle Schüler werden einbezogen und für eine gründliche Vorbereitung auf die Astronomiestunden motiviert. Eine Zeiteinsparung wird noch zusätzlich erreicht, wenn die Fragen hinter der Tafel vorbereitet worden sind, entweder durch einfaches Notieren oder Einfachheit halber durch Manipermmaterial. Nur einige simple Beispiele:

Innerhalb der Messebewegung entstanden an meiner Schule viele solcher Applikationen, so z. B. anheftbare Schilder, mit den Namen der Planeten unseres Sonnensystems versehen. Sie werden wahllos an der Tafel befestigt und der Schüler soll die richtige Reihenfolge festlegen. Dieser Art Unterrichtsmittel sind eigentlich keine Grenzen gesetzt. Werden Applikationen mit Zahlenwerten beschriftet, wie z. B. $149,6 \cdot 10^6$ km; $3,844 \cdot 10^4$ km; 6371 km; $109 R_E$ etc. und einem zusätzlichen Fragezeichen, kann der Schüler sofort die Aufgabenstellung erkennen. Analog erfolgt die Beschriftung mit beispielsweise „mittlerer Abstand Sonne – Erde“, „Anzahl der Planeten“, „1 AE“, „Mondradius“ etc.

Die genannten Forderungen werden in zwei Varianten vorgestellt.

Variante 1 (an Wandkarte „Nördlicher Sternhimmel“):

- Zeigen Sie das Sommerdreieck!
- Erläutern Sie die Auffindung der Nordrichtung!
- Zeigen Sie den Himmelsäquator! Geben Sie eine Begriffsdefinition an!
- Was ist der Himmelsnordpol?
- In welchem Sternbild befindet sich zur Zeit die Sonne?

Variante 2:

- Rotationsdauer der Erde?
- $1 \text{ AE} = ?$
- Monddefinition?
- Erläutern Sie die Entstehung der Jahreszeiten!
- Unter welchen Bedingungen entsteht eine Mondfinsternis?

Leistungskontrollen dieser Art ermöglichen es, den Stoff der letzten Unterrichtsstunden zu reaktivieren, aber auch das Langzeitgedächtnis zu schulen. Sie können zur kontinuierlichen Vorbereitung der mündlichen Prüfung in Astronomie genutzt werden.

Innerhalb der Vorbereitung der Schüler auf die mündliche Abschlußprüfung im Fach Astronomie

erfolgt mit Beginn des Stoffgebietes 3 „Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis“ die mündliche Leistungskontrolle in etwa 14tägigem Rhythmus etwas anders. Jetzt werden die Schüler zu Gestaltern der Leistungskontrolle. Sie bekommen ein konkretes Wissensgebiet vorgegeben, z. B. „Planeten“, und bereiten jeder zur nächsten Stunde 7 Fragen (5 plus 2 Ersatz) aus diesem Bereich des vermittelten Wissens vor, die dann wieder zwei Schüler sich gegenseitig stellen und beantworten. Dadurch bewirkt man, daß alle Schüler sich erneut mit der vorgegebenen Thematik auseinandersetzen müssen und so ihr Wissen auffrischen, andererseits tritt ein angestrebter Methodenwechsel ein.

Leistungskontrollen innerhalb von Erarbeitungs- und Festigungsphasen im Unterricht

Erarbeitung neuer Kenntnisse

Auch dieser Teil des Unterrichtsprozesses kann für mündliche und ggf. schriftliche Leistungskontrollen benutzt werden. Anhand der Erarbeitung des Themas „Physikalische Eigenschaften der Planeten“ sei ein Beispiel erläutert. Während dieser Unterrichtsstunde sollte sich der Schüler selbständig mit dem anzueignenden Wissen auseinandersetzen und allgemeine Kenntnisse anwenden. Die Schüler erhalten den konkreten Auftrag, mit Hilfe des Lehrbuches, S. 30, 34 (Tabelle) nachfolgende vielfältige Fragen, welche eingehftet werden, zu beantworten. Die Beantwortung erfolgt schriftlich, so daß einerseits die Heftnotizen des Schülers gesichert sind, andererseits die Antworten mündlich oder schriftlich vom Lehrer kontrolliert und bewertet werden können. Je nach Klassensituation gilt es, klug abzuwägen, welche Variante der Kontrolle man wählt.

1. Aufteilung der Planeten in zwei Gruppen!
2. Unterschiede beider Gruppen? (D , m , Dichte)
3. Oberflächentemperatur (T) abhängig von?
4. Mittlere Bahngeschwindigkeit (v) abhängig von?
5. Planeten mit schneller Rotation?
6. Nachbarplaneten der Erde?
7. Planet mit größter Masse?
8. Massenvergleich Jupiter zu anderen Planeten!
 $m_{\text{Ju}} : m_{\text{Plan}} = \dots : 1$
9. Atmosphäre : Vorhandensein abhängig von?
Leben: Wo nur möglich?
Voraussetzung?
10. Größenvergleich Jupiter : Erde!
 $D_{\text{Ju}} : D_E = \dots : 1$

Festigung des Wissens und Könnens

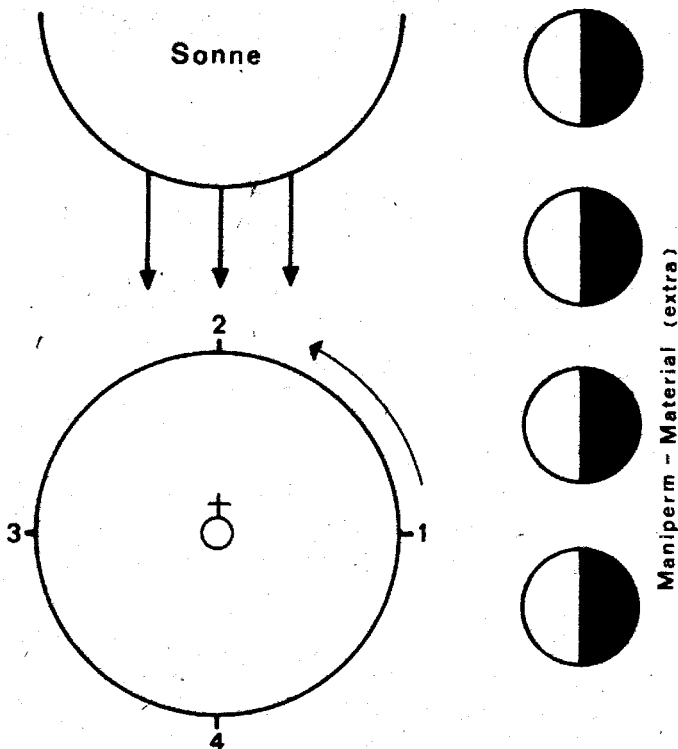
Ein Beispiel soll der Demonstration gelten, viele andere Varianten lassen sich davon ableiten und realisieren erneut die Möglichkeit der Bewertung und Zensierung. Das Beispiel belegt, daß der Anreiz der

Bewertung oft genug Stimulans zur noch tieferen Auseinandersetzung mit dem Gelernten sein kann.

Nachdem vom Lehrer die Entstehung der Mondphasen und das Zustandekommen von Finsternissen behandelt wurde, läßt sich folgendes Tafelbild zur Festigung der Kenntnisse und zum besseren Verständnis nutzen:

Manipermmaterial (extra):

- Vollmond
- zunehmender Mond
- abnehmender Mond
- Neumond
- Sonnenfinsternis
- Mondfinsternis



Maniperm - Material (extra)

Aus dem Tafelbild lassen sich vielfältige Aufträge ableiten.

1. Ordnen Sie den Stellungen 1 bis 4 die entsprechende Mondphase zu! Erläutern Sie Ihre Entscheidung (beachten Sie die Beleuchtungsverhältnisse)!
2. In welchen Phasen können Finsternisse entstehen?
Zeigen Sie diese und erklären Sie Ihren Mitschülern das Zustandekommen der Phasen!

Auch Teil- und Stundenzusammenfassungen können bewertet werden.

Bewertung von Hausaufgaben

Auch die Hausaufgabe bietet Möglichkeiten zur Ermittlung des Leistungsstandes der Schüler. Das Lehrbuch mit seinen vielfältigen Aufgaben zu jedem Thema ermöglicht ohne Aufwand das Erteilen von Hausaufgaben, die schriftlich erledigt werden, sogenannte kurzfristige Hausaufgaben, welche meist aktuellen Stoff beinhalten. Diese Hausaufgaben können und sollten zur Bewertung mit herangezogen werden. Ein weiterer Aspekt dabei ist die so mögliche Differenzierung.

Auch ausgearbeitete Kurzvorträge sollten bewertet werden. Die Schüler erarbeiten relativ selbständig neue Wissensinhalte und können sich sprachlich zusammenhängend zu einer Problematik äußern. Die Unterrichtspraxis zeigt, daß dem Schülervortrag im Fach Astronomie noch nicht der gebührende Rang zukommt. Solche Aufträge gehören überwiegend zu langfristigen Hausaufgaben und stellen doch recht hohe Anforderungen an die Schüler. Sie erfordern ein aktives Beschäftigen mit dem Stoff, eine logische Gliederung, die richtige Anwendung von Begriffen, Fachtermini, Gesetzen und Zusammenhängen. Das parteiliche Werten in Form von Stellungnahmen kann so ebenfalls weiterentwickelt werden. Langfristige Hausaufgaben sind aber auch ohne mündliche Darlegung denkbar. So dienen schriftlich eingereichte Arbeiten als eine weitere Form der Leistungskontrolle zur Ermittlung des Leistungsstandes der Schüler.

Anschrift des Verfassers: **Undine Lindner**, 18. Oberschule Dessau, Dessau, DDR-4500

Joachim Stier zum 65. Geburtstag

Am 14. Februar wird Studienrat Joachim Stier 65 Jahre alt. Wir würdigen in ihm einen Kommunisten und einen hervorragenden Astronomielehrer unserer Republik.

Joachim Stier ist seit 1970 Mitglied des Redaktionskollegiums von „Astronomie in der Schule“ und hat mit seinem umfangreichen fachlich-methodischen Wissen und Können und seiner klassenmäßigen Haltung maßgeblichen Anteil an der Gestaltung unserer Zeitschrift.

Seine Pädagogischen Lesungen, die zahlreichen schulpolitischen und fachlich-methodischen Veröffentlichungen insbesondere zu Fragen der Erziehung sind unseren Lehrern wesentliche Hilfen für die Persönlichkeitsentwicklung im Astronomieunterricht.

Bleibende Verdienste erwarb sich Joachim Stier vor allem bei der Ausarbeitung des Lehrplanes von 1969 und seiner Nachfolgematerialien.

Die Regierung der DDR ehrte das berufliche und gesellschaftliche Wirken von Joachim Stier mit hohen staatlichen Auszeichnungen, u. a. mit dem Orden „Banner der Arbeit“.

Das Redaktionskollegium dankt dem Jubilar an seinem Ehrentage für seinen Beitrag zur Entwicklung des Astronomieunterrichts in der DDR und wünscht ihm weiterhin alles Gute, Wohlergehen und Freude im persönlichen Leben.

Redaktionskollegium der Zeitschrift
„Astronomie in der Schule“

Beobachtungsvarianten im Stoffgebiet

„Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis“

Dieter Klix

Nachfolgend veröffentlicht der Autor eine Kurzfassung seiner Pädagogischen Lesung „Erfahrungen bei der Realisierung von Schülerbeobachtungen im Stoffgebiet „Astrophysik““ (Registrierungsnummer 86-03-11).

Auswahl der Beobachtungsobjekte

Innerhalb der Stoffeinheit 3 gestattet der Lehrplan eine Auswahl von Objekten innerhalb einer Objektgruppe oder zwischen unterschiedlichen Objektgruppen. In meiner Entscheidung darüber, welche Objekte ich in die Auswahl einbeziehe, gehe ich von folgenden Überlegungen aus:

1. Sind die mit den Objekten verknüpften beobachtbaren Erscheinungen von allen Schülern erfaßbar?

2. Sind die beobachtbaren Erscheinungen für meinen Unterricht bedeutsam?

Die Kenntnis der scheinbaren Durchmesser bzw. der Gesamthelligkeiten der Beobachtungsobjekte ist notwendig bei der Auswahl von *offenen Sternhaufen*. Da sich mit zunehmender Vergrößerung das Sehfeld des Fernrohres verkleinert, wird die Beobachtung offener Sternhaufen in der Regel mit dem 40-mm-Okular oder mit einem Feldstecher erfolgen. Die Sternkonzentration im Sehfeld wird für alle Schüler deutlich erkennbar, wenn solche Objekte ausgewählt werden, deren scheinbare Durchmesser kleiner sind als der Sehfelddurchmesser des Fernrohres. Unter Berücksichtigung dieser Sachverhalte und der günstigen Gesamthelligkeit habe ich für die Beobachtung eines offenen Sternhaufens das Objekt η Persei ausgewählt.

Wichtiges Auswahlkriterium für meine Beobachtungsobjekte ist auch die Kenntnis des Auflösungsvermögens des Fernrohres. Beim Telemeter liegt diese bekanntlich bei 1,8". Unter dieser Bedingung ist eine Wahrnehmung von Einzelobjekten in Kugelsternhaufen nicht möglich. Aus diesem Grunde finden Kugelsternhaufen für meine Beobachtung im Klassenverband keine Berücksichtigung. Aus gleichem Grunde kommen auch *Doppelsterne*, deren Komponenten eine Distanz in der Größenordnung des Auflösungsvermögens unseres Fernrohres aufweisen, für schulastronomische Beobachtungen nicht in Frage.

Den *Farbvergleich* von Sternen (Beobachtungsaufgabe 9) habe ich bisher immer erfolgreich mit der Beobachtung eines geeigneten Doppelsterns verbunden. Geeignet sind dafür Doppelsterne, deren Komponenten einen großen Spektralklassenab-

stand zueinander aufweisen. Die Distanz der Komponenten sollte nicht wesentlich kleiner als 10" sein, und die Höhe des Beobachtungsobjektes sollte zum Zeitpunkt der Beobachtung über 30° betragen. Diese Forderung erfüllt während der Herbstbeobachtung der Doppelstern β Cyg. Die Komponente A ist ein K0-Stern, B ist ein B 9-Stern. Das garantiert, daß alle Schüler den Farbunterschied erkennen. Da die Distanz beider Komponenten etwa 34" beträgt, ist eine Beobachtung auch noch bei leichtem Dunst und mäßiger Luftunruhe gut möglich. Unter sehr günstigen atmosphärischen Bedingungen eignet sich auch γ And für diese Beobachtung.

Am Beispiel der Beobachtungsaufgabe 11 des Lehrplanes möchte ich darlegen, warum ich mich bei der Auswahl für den offenen Sternhaufen entschieden habe.

Innerhalb der Stoffeinheit 3.2. unseres Lehrplanes ist den Schülern der Zusammenhang zwischen scheinbarer Helligkeit, Leuchtkraft und Entfernung der Sterne bewußt zu machen. Durch die Beobachtung des offenen Sternhaufens wird die Erkenntnis gesichert, daß es sich bei dem Beobachtungsobjekt um eine Sternkonzentration handelt, deren Mitgliedssterne unterschiedliche Helligkeiten aufweisen. Diese Ergebnisse bilden die Basis für den zu erarbeitenden funktionalen Zusammenhang.

Mit dem Hinweis, daß aufgrund der sehr großen Entfernung des Beobachtungsobjektes von der Erde diese Entfernung für alle Mitgliedssterne praktisch gleich ist, können die Schüler verstehen, daß sich somit die Sterne dieses Haufens auch in ihren Leuchtkräften unterscheiden. Durch ein solches Vorgehen wird auch die weitere Ausprägung des funktionalen Denkens der Schüler gefördert. Diese Ergebnisse sind Grund genug, den offenen Sternhaufen als bedeutsames Objekt für die Beobachtung durch Schüler zu wählen.

Sicherung von Beobachtungsergebnissen

Ich möchte auf einige Kriterien aufmerksam machen, die für erfolgreiches Beobachten von ausschlaggebender Bedeutung sind. In Vorbereitung auf die Beobachtung bin ich von folgenden Gegebenheiten ausgegangen:

1. Die meisten in der Stoffeinheit „Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis“ ausgewiesenen Beobachtungsobjekte liefern eine von Natur aus begrenzte Informationsgrundlage.

2. Die Objekte bzw. Objektgruppen sind nur mit dem Fernrohr beobachtbar.

Daraus ergibt sich die Frage: „Welche an die Beobachtungsobjekte geknüpften Erscheinungen können meine Schüler mit dem zur Verfügung stehenden Fernrohr bzw. ohne Fernrohr erfassen?“ Die folgende Übersicht für die Beobachtungsaufgaben 7 bis 12 erleichtert das Finden einer Antwort:

Beobachtungsobjekt	Beobachtbare Erscheinungen im Stoffgebiet „Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis“	
	ohne Fernrohr	mit Fernrohr
Sonne	Spektrum	Sonnenflecken Randverdunklung
Sternbild Schwan	unterschiedliche scheinbare Helligkeiten der Sterne	
Doppelstern Albireo		unterschiedliche scheinbare Helligkeiten der Komponenten Farbunterschiede
offener Sternhaufen η und χ Persei	schwacher diffuser Nebelfleck	Sternkonzentration unterschiedliche scheinbare Helligk. der Mitgliedssterne
Plejaden	unterschiedliche scheinbare Helligk. Sternkonzentration	Sternkonzentration (mit Feldstecher 7×50)
Gas- und Staubbenebel im Orion		diffus leuchtende Fläche
Galaxis – galaktische Ebene – Gebiete außerhalb der galaktischen Ebene	→	unterschiedliche Sternkonzentrationen

Auf der Grundlage dieser Übersicht erhalten meine Schüler konkrete Arbeitsaufträge. Aus ihnen geht hervor, auf welche Erscheinungen sie sich konzentrieren müssen. Aufgrund der neuen und ungewohnten Eindrücke kann sich die Aufmerksamkeit der Schüler sehr schnell auf Nebensächlichkeiten richten. Der konkrete Arbeitsauftrag sichert den gewünschten Erfolg. Am Beispiel der Beobachtung des Doppelsterns Albireo möchte ich dies verdeutlichen.

Der Arbeitsauftrag an die Schüler hat folgenden Inhalt:

Beobachten Sie den Doppelstern Albireo im Sternbild Schwan!

1. Bestimmen Sie die Farben beider Sterne!
2. Vergleichen Sie die Helligkeiten beider Objekte!

Die Ergebnisse zu beiden Teilfragen werden von den Schülern schriftlich fixiert.

- Alle Schüler erkennen, daß beide Sterne im Sehfeld des Fernrohres unterschiedliche Farben zeigen.
- Die blaue Farbe des einen Sterns wird von den meisten Schülern erkannt. Wenige Schüler bezeichnen dieses Objekt als grünen Stern. Der rötliche Stern wird meist als orangefarbenes oder gelbliches Objekt identifiziert.
- Die unterschiedliche Helligkeit beider Objekte wird von allen Schülern erkannt.
- Dem bläulichen Stern wird die geringere Helligkeit zugeordnet.

Diese Ergebnisse nutze ich innerhalb der Unterrichtseinheit 3.2. zur Motivierung sowie zur Gewinnung und Festigung von Erkenntnissen.

Die Arbeit mit Beobachtungsergebnissen im Unterricht

Für mich ist das Arbeiten mit Beobachtungsergebnissen im Unterricht nicht schlechthin die Realisierung einer Lehrplananforderung. Zielgerichtetes Arbeiten mit solchen Ergebnissen hat in meinem Unterricht zu einer höheren Qualität geführt. Ausdruck findet dies im Stoffgebiet „Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis“ in einem tieferen Verständnis der Schüler für astrophysikalische Zusammenhänge.

Am Beispiel der Beobachtungsergebnisse zum Doppelstern Albireo möchte ich zeigen, wie ich meinen Schülern den Zusammenhang von Leuchtkraft, Photosphärentemperatur und Radius der Sterne verständlich gemacht habe. Die erste Erkenntnis, die aus den Beobachtungsergebnissen des Doppelsterns abgeleitet wird, ist der Zusammenhang von Leuchtkraft und Temperatur. Ausgangspunkt sind dafür folgende Überlegungen:

- Beiden Komponenten können wir aufgrund ihrer großen Entfernung zur Erde die gleiche Entfernung zu unserem Beobachtungsstandort zuordnen.
- Unter Berücksichtigung der Beobachtungstatsache, daß der Stern β Cyg A eine größere scheinbare Helligkeit als die B-Komponente aufweist, folgt so aus dem Zusammenhang von scheinbarer Helligkeit, Leuchtkraft und Entfernung der Sterne das Ergebnis: *Die Leuchtkraft des Sterns A ist größer als die des Sterns B.*

Nachdem den Schülern der Zusammenhang zwischen der Farbe des Sternlichtes und der Photosphärentemperatur bekannt ist, wird, bezogen auf Beobachtungstatsachen, die Erkenntnis abgeleitet, daß *die Temperatur des Sterns A kleiner sein muß*

als die des Sterns B. Eine Zuordnung von Temperatur und Leuchtkraft der entsprechenden Komponenten führt für alle Schüler überzeugend zu der Erkenntnis, daß der Stern A im Vergleich zum Stern B bei geringerer Temperatur über eine größere Leuchtkraft verfügt. Die anschließende Verallgemeinerung, daß es Sterne mit großer Leuchtkraft und geringer Temperatur gibt, ist für die Schüler einleuchtend. Im Unterrichtsgespräch werden weitere bedeutsame Zusammenhänge von Temperatur und Leuchtkraft erarbeitet und in eine an der Tafel vorbereitete Tabelle (Spalte 1) eingetragen.

Zusammenhang von Photosphärentemperatur und Leuchtkraft bei Sternen	Besetzungsgebiete im HRD	Radien der Sterne
1. große Leuchtkraft und geringe Temperatur	Überriesen	bis etwa $750 R_{\text{Sonne}}$
2. geringe Leuchtkraft und hohe Temperatur	Riesen weiße Zwerge	$0,01 R_{\text{Sonne}}$
3. große Leuchtkraft und hohe Temperatur bzw. geringe Leuchtkraft u. geringe Temperatur	Hauptreihensterne	$0,5-8 R_{\text{Sonne}}$

Für den zu erarbeitenden funktionalen Zusammenhang von Leuchtkraft, Photosphärentemperatur und Radius der Sterne nutze ich nun den aus den Beobachtungstatsachen abgeleiteten Zusammenhang von Temperatur und Leuchtkraft. Dieser scheinbare Widerspruch wird durch einen Vergleich mit bereits bekannten physikalischen Gesetzmäßigkeiten gelöst. Im Unterrichtsgespräch wird Bezug auf den physikalischen Hintergrund der Wirkungsweise von Heizkörpern genommen. Die Antwort, daß eine große wärmeabstrahlende Fläche bei Heizkörpern physikalisch bedeutsam ist, wird von einigen

Schülern immer erbracht. Diese Erkenntnis wird auf das zu lösende astrophysikalische Problem übertragen. Die Erklärung, daß dem Stern β Cyg A – unter Berücksichtigung dieser bekannten physikalischen Gesetzmäßigkeit und der eigenen Beobachtung – eine größere Oberfläche und damit auch ein größerer Radius als dem Stern β Cyg B zuzuordnen ist, ist für die Schüler überzeugend. Anschließend an dieses Ergebnis wird der Zusammenhang von Leuchtkraft, Photosphärentemperatur und Radius der Sterne verallgemeinert. In Spalte 3 der Tabelle werden dem entsprechenden Zusammenhang von $P_{\text{str.}}$ und T zahlenmäßige Radienbereiche von Sternen zugeordnet und in Spalte 2 der Tabelle werden die Besetzungsgebiete benannt. Dieses methodische Vorgehen hat mehrere Vorteile: Am konkreten Beispiel, unter Berücksichtigung eigener Beobachtungsergebnisse darzustellen, wie die astronomische Wissenschaft neue Erkenntnisse gewinnt, macht den Unterricht interessant, anschaulich und ist erziehungswirksam. Damit wird ein gewichtiger Beitrag zur Herausbildung der Überzeugung der Schüler von der Erkennbarkeit des Weltalls geleistet. Die Beobachtungsergebnisse und die daraus abgeleiteten Erkenntnisse zum Doppelstern Albireo nutze ich zur Festigung von Wissen zur Sternentwicklung, denn beide Komponenten sind vermutlich gleichzeitig entstanden, nehmen aber zum gegenwärtigen Zeitpunkt unterschiedliche Entwicklungszustände ein. Daraus ersehen meine Schüler, daß die Masse eines Sterns das entscheidende Kriterium für seine Entwicklung ist.

Anschrift des Verfassers: **OL Dieter Klux, Sternwarte „Johannes Franz“, Czornebohstraße 82, Bautzen, DDR-8600**



Der Lehrplan Astronomie der zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule

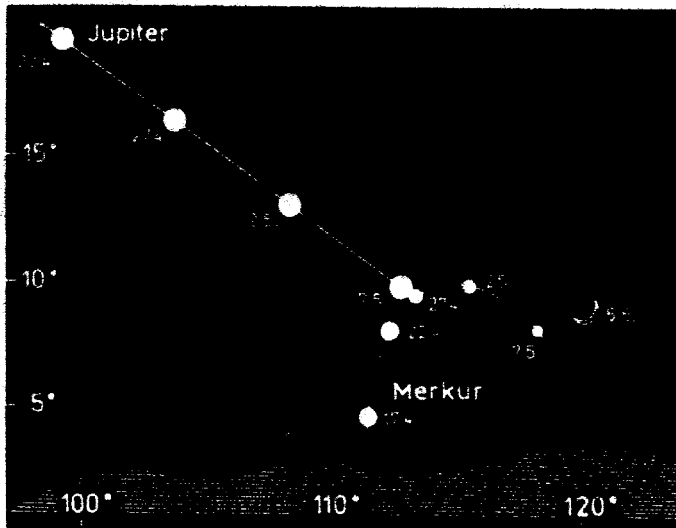
Volk und Wissen
Volkseigener Verlag
Berlin

Inhaltliche und didaktisch-methodische Erläuterungen
Von *Horst Bienioschek*
Herausgegeben von der Akademie der Pädagogischen
Wissenschaften der DDR
DDR 2,40 M. Bestellangaben: 7094024/082106 Erl. LP. Astronomie.
ISBN 3-06-082106-2
Bestellungen bitte **ausschließlich** an den örtlichen Buchhandel richten.

Der Riese und der Zwerg

Nein, hier soll nicht von Sternen und schon gar nicht vom Hertzsprung-Russell-Diagramm die Rede sein. Unsere Überschrift bezieht sich auf *Planeten*, denn der größte und einer der kleinsten Vertreter dieser Gesteirne bereiten sich auf einen gemeinsamen Auftritt am abendlichen Westhimmel vor.

Jupiter, dessen Treffen mit Mars über Monate unsere Aufmerksamkeit auf sich zog, beendet Mitte Mai 1989 seine Sichtbarkeitsperiode. Spätestens am 20. oder 21. 5. wird er in der hellen Abenddämmerung für das bloße Auge unauffindbar. Etwa einen Monat vorher findet sich aber in der gleichen Himmelsgegend der selten sichtbare *Merkur* ein; und etwa vier Wochen lang kann man beide, den Riesen und den Zwerg, abends in der Dämmerung sehen.



Merkurs Sichtbarkeitsperiode – die günstigste im ganzen Kalenderjahr 1989 – dauert vom 14. 4. bis zum 11. 5. 1989. Allerdings ist es am Anfang und am Ende dieses Zeitraums doch recht schwierig, den Planeten in der Dämmerung wahrzunehmen. Am leichtesten dürfte es in der dritten Aprildekade (anfangs gegen 21^h20^{min}, am Ende gegen 21^h50^{min} MESZ) fallen; und wenn der mit – 1,6 Größenklassen immer noch sehr helle Jupiter als Orientierungshilfe herangezogen wird, sollte es in dieser Zeit sogar möglich sein, Merkur mit dem bloßen Auge zu sehen.

Unser Bild zeigt den Himmel über dem Westnordwest-Horizont, jeweils 45 Minuten nach Sonnenuntergang. (Die Sonne geht am 17. 4. um 20^h12^{min}, am 7. 5. um 20^h46^{min} MESZ unter.) Am unteren und am linken Bildrand sind Azimut und Höhe angegeben. Wir erkennen, wie sich Jupiter der Sonne immer mehr nähert; und wir sehen, daß Merkur vom 17. 4. bis Anfang Mai immer höher steigt (weil er sich immer mehr von der Sonne entfernt: seine Elongation wächst bis zum 1. 5. 1989 auf 21° an). Daß sich seine Sichtbarkeitsbedingungen anschließend rasch verschlechtern, liegt nicht so sehr an der Abnahme seiner Höhe, als vielmehr an der schnellen Verminderung seiner scheinbaren Helligkeit. Sie fällt von 0,5^m am 1. 5. auf 1,7^m am 12. 5.; dagegen beträgt sie am Beginn der Sichtbarkeitsperiode Mitte April immerhin – 1,3^m, das ist fast Jupiterhelligkeit.

Für eine besondere Attraktion sorgt der Mond, dessen schmale Sichel am Abend des 6. 5. den beiden Planeten einen Besuch abstattet. Seine Position an diesem Tage (ebenfalls 45 min nach Sonnenuntergang) ist in der Abbildung angedeutet.

Für den obligatorischen Astronomieunterricht wird die hier beschriebene Planetenkonstellation kaum noch Bedeutung haben. Anders im fakultativen Kurs! (Und wenn Sie – noch – keinen fakultativen Kurs leiten, halten Sie eben allein Ausschau nach dem Riesen und dem Zwerg!) Das Auffinden des Merkurs und die anschließende Beobachtung mit dem Schulfernrohr ist eine anregende Aufgabe. Übrigens: Vor dem 27. 4. ist Merkur zu mehr als 50 %, danach zu weniger als 50 % beleuchtet. Am 27. 4. ist „Halbmerkur“.

Klaus Lindner

Zur Beobachtung des Andromedanebels

Bereits mehrfach haben wir uns an dieser Stelle kritisch mit der Auswahl geeigneter Objekte für die lehrplangebundenen Beobachtungsaufgaben auseinandergesetzt. So veröffentlichten wir in unserer Fachzeitschrift (Heft 6-84, S. 141–142) eine Betrachtung über das Für und Wider der Beobachtung des Andromedanebels (M 31, NGC 224), den wir unbedingt in die Kategorie der „umstrittenen“ Beobachtungsobjekte einreihen müssen. Da dieses Objekt nun im neuen Lehrplan auf Seite 14 im Abschnitt Beobachtungen „... 11. d eines außergalaktischen Sternsystems (z. B. Andromedanebel) mit dem Fernrohr“ zur Auswahl steht, haben zahlreiche Astronomielehrer, die das oben genannte Heft nicht besitzen, den Wunsch nach einer nochmaligen Behandlung zum Ausdruck gebracht.

M 31 gehört zweifellos zu den schon etwas schwierigeren Beobachtungsobjekten, und schon allein das Auffinden wird unter Großstadtbedingungen nicht ohne Probleme sein. Hinzu kommt, daß die Schüler durch die Tatsache, daß M 31 als Titelbild unser gegenwärtiges Astronomielehrbuch ziert, mit einer gewissen Erwartungshaltung zum Beobachtungsabend kommen und dann voller Enttäuschung das diffuse, milchige Etwas im Sehfeld wahrnehmen, ganz abgesehen davon, daß das Erscheinungsbild eines Spiralnebels ohnehin nicht erkennbar ist.

Wird vom Astronomielehrer M 31 als Beobachtungsobjekt gewählt, dann sollten deshalb dem Beobachtungsabend unbedingt einige Vorbetrachtungen vorausgehen. Zunächst müssen wir unsere Schüler darauf hinweisen, daß unserem „Telemotor“ hinsichtlich der Lichtstärke und des Auflösungsvermögens natürliche Grenzen gesetzt sind, daß es zwar hervorragend für die Beobachtung von Sonne, Mond, Planeten, offenen Sternhaufen und Doppelsternen geeignet ist, bei Kugelsternhaufen, Galaxien und den meisten Gasnebeln aber überfordert wird. So erkennen wir mit unserem Schulfernrohr lediglich den hellen, zentralen Teil des Andromedanebels, ohne irgendwelche Strukturen oder gar die auf der Titelseite unseres Lehrbuches sichtbaren Spiralarme wahrnehmen zu können. Auch bei der Beobachtung mit größeren Amateurgeräten offenbart sich noch nichts von der Struktur dieser Galaxie. Erst langbelichtete Aufnahmen an großen Instrumenten verdeutlichen die ganze Pracht dieses mit einem Abstand von 2,25 Millionen Lichtjahren (690 kpc) uns am nächsten benachbarten Sternsystems, das unserer eigenen Galaxis sehr ähnlich ist.

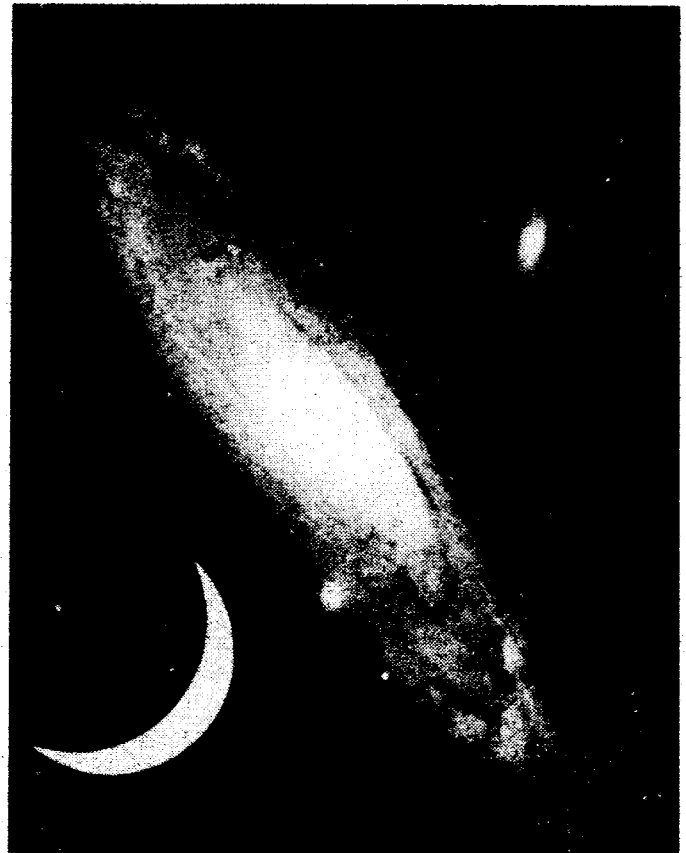


Bild 1: Der Andromedanebel in einer Aufnahme mit dem 2-Meter-Universal-Spiegelteleskop des Karl-Schwarzschild-Observatoriums Tautenburg. In die Aufnahme ist maßstäblich die Dimension der Mondsichel einkopiert.



Bild 2: Der Andromedanebel (M31) in einer 22 Minuten belichteten Sternfeldaufnahme von *Edmund Grunert*, Sohland, mit einer Kleinbildkamera Exa, 2,8/50, auf ORWO NP 27. Eine solche Aufnahme mit einfachsten Mitteln, wie sie in jedem fakultativen Kurs hergestellt werden kann, zeigt mehr Detail, als bei der Beobachtung im Schulfernrohr erkennbar wird.

Die Schüler müssen aber auch wissen, daß der Andromedanebel am Himmel in Wirklichkeit eine bedeutende Fläche einnimmt. Nach den Angaben der „Cambridge-Enzyklopädie“ bedeckt diese Nachbar-galaxie eine Fläche von 75×245 Bogenminuten, was in der großen Achse nahezu dem achtfachen scheinbaren Durchmesser unseres Mondes entspricht. Bei der Entfernung von 2,25 Millionen Lichtjahren ergibt das eine „Scheibe“ von 163 000 Lichtjahren Durchmesser, die gegen unsere Blickrichtung um 77° geneigt ist. Um diese Dimensionen begreifbar zu machen, haben wir in eine Aufnahme, die mit einer Zeiss-Amateurkamera gewonnen wurde, die in der „Cambridge-Enzyklopädie“ genannte Ausdehnung von M31 am Himmel in Form einer gestrichelten Ellipse dargestellt. Die in eine Tautenburger Aufnahme (Titelbild) maßstäblich eingearbeitete Mondsichel (hier müssen wir die Schüler darauf hinweisen, daß der Mond in Wirklichkeit dort nicht stehen kann!) macht das vielleicht noch deutlicher. Dabei wird uns bewußt, wie groß wir dieses benachbarte Milchstraßensystem am Himmel sehen könnten, wenn unser Auge die Fähigkeit der fotografischen Emulsion hätte, Lichteindrücke zu summieren. Die große Flächenhelligkeit des Kerns im Gegensatz zu den äußeren Partien führt nun dazu, daß wir in unseren Fernrohren eben nur den hellsten Teil dieses Kerns sehen können und das Erfassen der wirklichen Strukturen der Astrofotografie vorbehalten bleiben muß. Das ist es, was wir unseren Schülern sagen und anhand der Bilder zeigen müssen; soll der Beobachtungsabend nicht zu einer Enttäuschung werden. So vorbereitet, ist gegen den Andromedanebel als Beobachtungsobjekt kein Einwand zu erheben.

Abschließend noch einige Bemerkungen zum Andromedanebel und zur Geschichte seiner Erforschung. Mit rund 300 Milliarden Sonnenmassen ist der Andromedanebel das massereichste Mitglied der sogenannten „Lokalen Gruppe“ und damit etwa doppelt so massereich wie unsere Galaxis. M31, der auf Grund seiner scheinbaren Gesamthelligkeit von $+4^m,3$ unter günstigen Beobachtungsbedingungen bereits mit bloßem Auge gesehen werden kann, war schon im Altertum bekannt. Im Jahre 964 u. Z. wird er in dem „Buch der Sterne“ des

arabischen Astronomen *Al Sufi* erstmals erwähnt. *Marius*, der ein Zeitgenosse *Galileis* war, hat ihn wohl als erster mit einem der gerade für astronomische Beobachtungen erschlossenen, primitiven Fernrohre beobachtet und ihn am 15. Dezember 1612 als einen „weißlichen Schein“ beschrieben. *Kant* vertrat schon 1755 die Ansicht, daß es sich beim Andromedanebel um ein weit entferntes Sternsystem handeln könne und *Herschel*, der den Nebel mit seinen großen, selbstgebaute Spiegelteleskopen untersuchte, glaubte Andeutungen von Einzelsternen in den äußersten Randpartien zu erkennen. Aber erst der Astrofotografie blieb es vorbehalten, Schritt für Schritt die wahre Gestalt des Objektes zu enthüllen. 1923 konnte *Hubble* mit dem 2,5-Meter-Spiegel des Mt. Wilson-Observatoriums die Randpartien des „Nebels“ in Einzelsterne auflösen, und 1944 erfolgte durch *Baade* am 5-Meter-Spiegelteleskop auf dem Mt. Palomar sowohl der Nachweis von Einzelsternen im Kernbereich als auch in den Begleitsystemen M32 und NGC 205. Danach wurden im Andromedanebel viele Einzelobjekte, wie *Novae*, *Delta-Cephei-Veränderliche*, offene Sternhaufen und Sternassoziationen, einige hundert Kugelsternhaufen und ausgedehnte Gebiete heller und dunkler interstellarer Materie entdeckt.

Unsere Bilder (im Text und auf der 1. Umschlagseite) zeigen, was Amateuraufnahmen (die auch im Rahmen der fakultativen Kurse gewonnen werden können!) und eine „professionelle“ Aufnahme von M31 zeigen.

Hans Joachim Nitschmann



Wissenswertes

Unser NEUESTES zum neuen Lehrplan! Erläuterung des Lehrplanes Sichern Sie sich Ihr Exemplar!

Die in den letzten Jahren begonnene Herausgabe von neuen Lehrplänen für die allgemeinbildenden polytechnischen Oberschulen wird im wesentlichen bis 1990 ihren Abschluß finden. Mit diesem neuen Lehrplanwerk – für das auch die Schulbücher, Unterrichtshilfen und Methodiklehrbücher neuentwickelt werden – wird eine wesentliche inhaltliche Weiterentwicklung der in der Schule vermittelten sozialistischen Allgemeinbildung vorgenommen.

Zu den neuen Lehrplänen erscheinen für jedes Fach kurzgefaßte Broschüren. Ziel dieser Schriften ist es, den jeweiligen Lehrplan zu interpretieren und das Wesen der Weiterentwicklung des Lehrplans zum Teil durch Vergleich mit den alten Lehrplänen zu verdeutlichen. Der spezifische Beitrag des Unterrichtsfaches zur Allgemeinbildung wird differenziert dargestellt und daraus auch die didaktische und methodische Grundkonzeption für die Gestaltung des Unterrichts abgeleitet. Wichtige Informationen stellen auch die Hinweise zur Koordinierung mit anderen Fächern dar (s. auch Anzeige auf Seite 21).

Tagung der Planetariumsleiter der DDR

Im Oktober 1988 trafen sich die Leiter der Planetarien unseres Landes im Zeiss-Großplanetarium Berlin zu ihrer tumusmäßigen Tagung. Am ersten Beratungstag befaßten sich die etwa 80 Teilnehmer mit Erkenntnissen und Problemen beim Einsatz des Planetariums im obligatorischen und fakultativen Astronomieunterricht. Die Referenten legten interessante Erfahrungen und Ideen dar, wie die Planetarien inhaltlich und mit welchen methodischen Mitteln die Bildung und Erziehung im Astronomieunterricht unterstützen können. Alle Vortragenden waren sich einig, daß es zu den spezifischen Aufgaben eines Planetariums gehört, die Schulastronomie mit den gegebenen Möglichkeiten zu unterstützen. Es wurde gefordert, dazu den Erfahrungsaustausch weiter zu forcieren. Dieser wichtigen Aufgabe wird sich auch unsere Zeitschrift verstärkt zuwenden.

Der zweite Beratungstag beschäftigte sich vor allem mit der Arbeit der Großplanetarien. Die Direktoren dieser Einrichtungen berichteten über inhaltliche Vorhaben und Erfahrungen in der Öffentlichkeitsarbeit. Die Aussprache konzentrierte sich darauf, wie die Kleinplanetarien noch mehr als bisher aus den Erkenntnissen und Möglichkeiten der Großplanetarien ideell und materiell profitieren können.

Glänzender Abschluß der Veranstaltung war ein Blick hinter die Kulissen der Berliner Einrichtung sowie das Erlebnis einer Planetariumsvorführung.

Helmut Bernhard

V. Erfahrungsaustausch zur Methodik des Astronomieunterrichts

In den Herbstferien 1989 findet vom 16. bis 18. Oktober der V. Erfahrungsaustausch zu aktuellen Fragen der Methodik des Astronomieunterrichts in Rostock statt. „Astronomie in der Schule“ hat darüber in Heft 5/1988 auf Seite 110 informiert.

Die Beratung steht – wenige Monate nach dem IX. Pädagogischen Kongreß und im Zusammenhang mit dem 40. Jahrestag der Gründung der DDR – unter dem Leitgedanken „**Astronomieunterricht und Persönlichkeitsentwicklung**“. Zur Teilnahme sind Astronomielehrer und Fachberater, Leiter von Schulsternwarten und Planetarien, pädagogische Wissenschaftler und Fachastronomen aufgerufen.

Der vorläufige Tagungsplan sieht folgenden Ablauf vor: Die Anreise kann in der Zeit vom Sonntag, dem 15. 10. 1989 (mittags), bis Montag, dem 16. 10. 1989 (mittags), erfolgen. Am gleichen Tage findet nachmittags eine Zusammenkunft im Plenum statt. Abends treffen sich die Teilnehmer zu einem geselligen Beisammensein. Dienstag, den 17. 10. 1989, tagen die Arbeitsgruppen. Abends wird ein Fachvortrag geboten. Am Vormittag des 18. 10. 1989 berät nochmals das Plenum. Mittags wird die Konferenz geschlossen. Am Nachmittag des gleichen Tages besteht die Möglichkeit zur Teilnahme an einer Stadtkursion in Rostock.

Interessenten melden sich bis spätestens 15. 5. 1989 schriftlich bei der Redaktion „Astronomie in der Schule“ an. Dorthin wird zum gleichen Termin auch die Anmeldung von Kurzvorträgen (10 bis 20 Minuten) erbeten.

Vortragstagung im Astronomischen Zentrum Magdeburg

Im Spätsommer des vergangenen Jahres fand eine Tagung für Astronomielehrer in unserer Einrichtung statt. Anlaß war der 10. Jahrestag des gemeinsamen Raumfluges UdSSR-DDR und das 20jährige Bestehen des Astronomischen Zentrums. Der Stadtbezirksschulrat würdigte das Wirken unserer Bildungsstätte, die bisher über 100 000 Besucher zählte. Die anläßlich des Jubiläums gehaltenen Fachvorträge befaßten sich u. a. mit der Erforschung des Mars, mit gegenwärtigen und zukünftigen Aufgaben der Raumfahrt, mit Aspekten des bemannten Raumfluges und mit der Notwendigkeit der Zusammenarbeit von Schul- und Amateurastronomen.

Eberhard Laebe

Zur Schreibweise des Namens von Copernicus

Anläßlich der Copernicus-Ehrungen zu seinem 500. Geburtstag (1973) entschloß sich die Copernicus-Kommission der Akademie der Wissenschaften gemeinsam mit anderen Historikern aus dem europäischen Raum, künftig die Schreibweise „*Copernicus*“ zu verwenden. Damit war u. a. eine äußerlich sichtbare Abgrenzung von der ideologiebeladenen Schreibweise „*Kopernikus*“ und „*Koppertikus*“ bezweckt, die von den Nazis zur Feier des 400. Todestages 1943 durchgesetzt wurde und in der das „*Deutschtum*“ des Gelehrten zum Ausdruck kommen sollte. Leider wurde die neue latinisierte Schreibweise, die auch *Copernicus* selbst oft benutzte, nicht in den Duden aufgenommen, so daß bis heute noch immer unterschiedlich verfahren wird, aber die Schreibweise „*Copernicus*“ sich in der Fachliteratur doch weitgehend durchgesetzt hat.

Das häufig benutzte Adjektiv „kopernikanisch“ ist nach den Regeln der deutschen Sprache gebildet und kann deshalb nicht latinisiert mit „c“ geschrieben werden.

Selbstverständlich muß bei Zitierungen – wenn nicht ausdrücklich anders vermerkt – die von dem Urheber des Zitats verwendete Schreibweise wiederholt werden, unabhängig davon, ob sie von der üblichen abweichen sollte oder nicht.

Dieter B. Herrmann

25 Jahre Volks- und Schulsternwarte „Bruno H. Bürgel“ in Sohland/Spree

Aus gegebenem Anlaß fand in der genannten Einrichtung eine Woche der „offenen Tür“ unter dem Motto „Schau mal zu den Sternen“ statt. Zum Programm gehörten zahlreiche interessante Vorträge, z. B. „Gibt es dunkle Materie im Weltall?“, die namhafte Referenten, u. a. *Prof. Dr. Karl-Heinz Schmidt* und *Prof. Dr. Dieter B. Herrmann*, hielten. In den Veranstaltungen konnten insgesamt fast 1 000 Besucher gezählt werden. Diese Tatsache spiegelt die Resonanz wider, die astronomische Vorträge bei unserer Bevölkerung besitzen.

Wolfgang Knobel

Aus dem Inhalt des nächsten Heftes

Mikroelektronik, Hochtechnologien und wissenschaftlicher Gerätebau – Grundprinzipien der Theorie des inneren Aufbaus der Sterne – Daten zur Physik der Sterne – Die Suche nach der fünften Kraft – Fortschritte der Satellitenforschungen – Interessen fördern und Liebe zur Wissenschaft wecken – Erfahrungen über die Vorbereitung und Durchführung der mündlichen Abschlußprüfungen im Fach Astronomie – Zur Einbeziehung der Beobachtungsergebnisse in die Abschlußprüfungen – Möglichkeiten des Einsatzes des Planetariums bei den Abschlußprüfungen – Zur Beobachtung und Behandlung des Sonnenspektrums – Erlebnis Beobachtungabend.

Titelseite – Aufnahme des Andromedanebels (M 31) mit einer Zeiss-Amateur-Astrokamera 56/250 auf Astro ZU 21, Belichtungszeit 90 min. Die in das Bild eingearbeitete gestrichelte Ellipse umreißt die Ausdehnung des Andromedanebels am Himmel, die nach der Cambridge-Enzyklopädie in der großen Achse 245 Bogenminuten beträgt. Weiterhin ist zum besseren Vergleich maßstäblich die Größe der Mondsichel (die natürlich nicht an dieser Stelle stehen kann!) eingearbeitet. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Zur Beobachtung des Andromedanebels“ auf Seite 22.

Aufnahme: *Wolfgang Schwinge*.

Bilgbearbeitung: *Hans Joachim Nitschmann*

2. Umschlagseite – Der neue Startkomplex in Baikonur vor dem Erstflug der Raumfähre „Buran“ (Schneesturm). Der Start erfolgte am 15. 11. 1988 um 4.00 Uhr MEZ, die Landung nach zwei Erdumkreisungen um 7.25 Uhr MEZ auf der 12 km vom Startort entfernten, 84 m breiten und 4 800 m langen Betonpiste. Das Trägersystem „Energija“, von dem vorher erst ein Exemplar praktisch erprobt wurde, hat bei einer Höhe von 60 m eine Gesamtstartmasse von 2400 t. Die Raumfähre „Buran“ hat eine Länge von 36 m, eine Spannweite von 24 m und einen Rumpfdurchmesser von 5,6 m. Der Frachtraum weist bei einer nutzbaren Länge von 18,3 m einen Durchmesser von 4,7 m auf. Bei einer Startmasse von 105 t und einer Landemasse von 82 t kann „Buran“ eine Nutzlast von 30 t in eine erdnahe Umlaufbahn bringen oder 20 t Nutzlast zur Erde zurückführen. Die mögliche Einsatzdauer beträgt je nach Aufgabenstellung 7 bis 30 Tage.

Aufnahme: *ADN/ZB TASS*

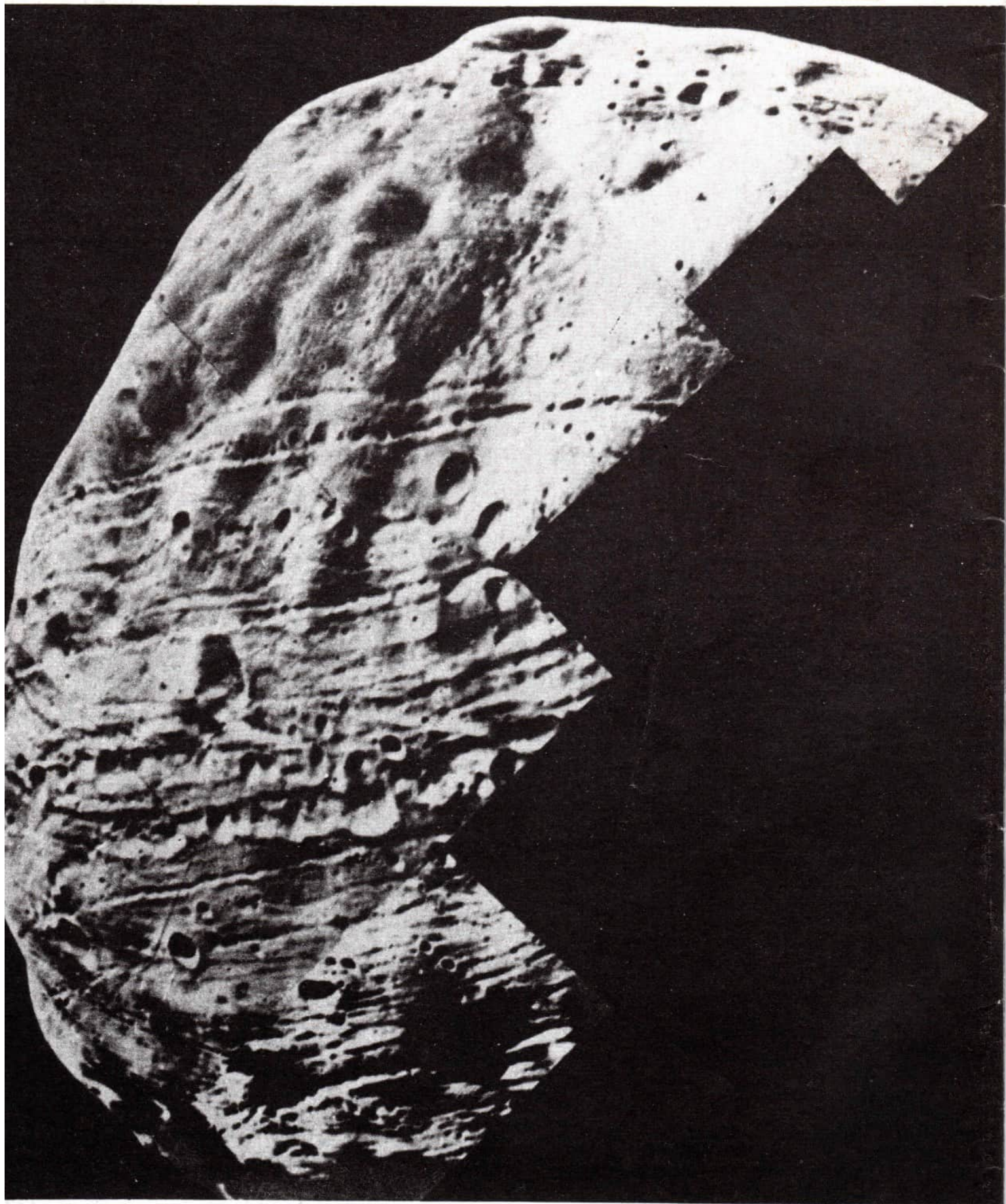
3. Umschlagseite – *Wilhelm Tempel* – 1821 bis 1889 (Porträt). Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 15.

Aufnahme: *Archiv Lutz Clausnitzer*

4. Umschlagseite – Marsmond Phobos nach einer Aufnahme von Viking 1 1977. Aufnahme erfolgte aus 300 km Entfernung. Weitere Informationen dazu finden Sie auf den Seiten 5 bis 10.

Aufnahme: *Archiv Manfred Reichstein*



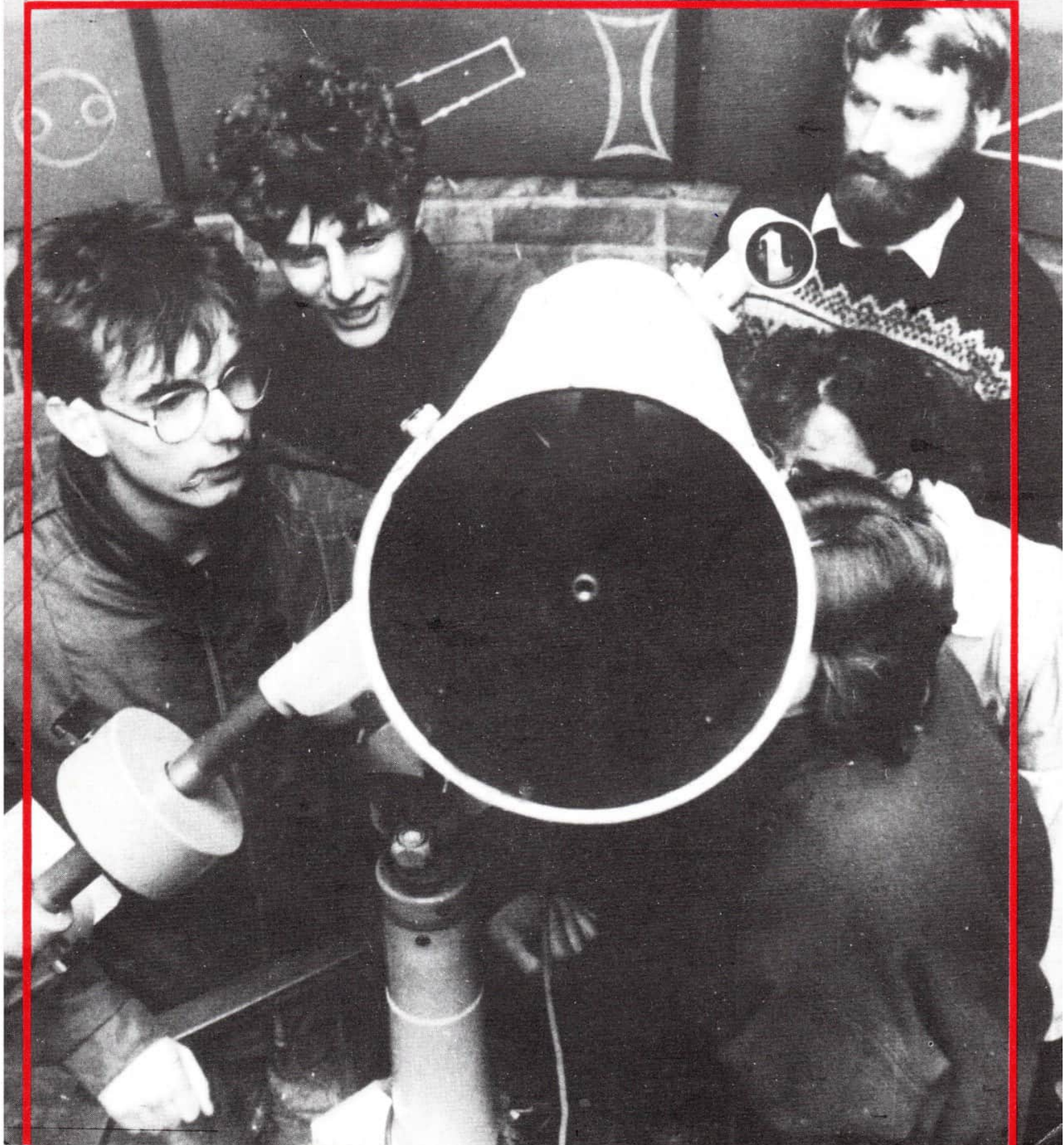


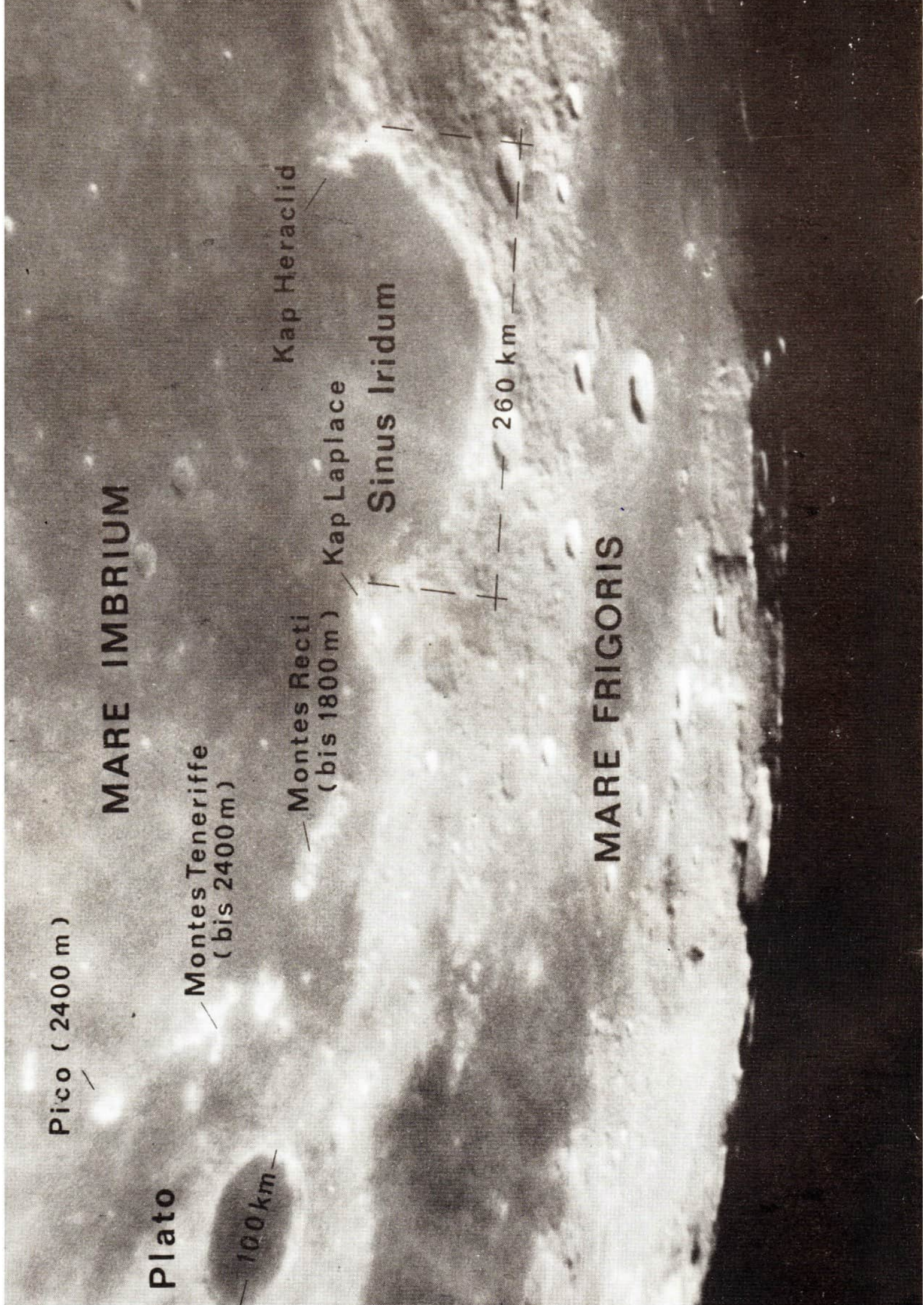
Volk und Wissen
Volkseigener Verlag
Berlin
ISSN 0004-6310
Preis 0,60 M
Jahrgang 1989

2

AIS

Astronomie
in der Schule





Pico (2400 m)

MARE IMBRIUM

Plato

Montes Teneriffe
(bis 2400 m)

100 km

Montes Recti
(bis 1800 m)

Kap Heraclid

Kap Laplace

Sinus Iridum

260 km

MARE FRIGORIS

Inhalt

Das aktuelle Thema

- 26 E. Honecker, W. Biermann: Mikroelektronik – Hochtechnologien – wissenschaftlicher Gerätebau

Astronomie

- 27 U. Bleyer: Die Wissenschaftler auf der Suche nach der fünften Kraft
29 H. Zimmermann: Grundprinzipien der Theorie des inneren Aufbaus der Sterne

Vor dem IX. Pädagogischen Kongreß

- 32 H. Busch: Vielfältige Interessen wecken, Liebe zur Wissenschaft entwickeln
34 P. Schmidt: Erfahrungen bei der Vorbereitung und Durchführung mündlicher Abschlußprüfungen
36 H. Kühnhold: Zur Einbeziehung von Beobachtungsergebnissen in die Abschlußprüfung
37 E. Henniges: Zum Einsatz des Planetariums bei Abschlußprüfungen
38 A. Unkroth: Zur Beobachtung und Behandlung des Sonnenspektrums
41 J. Helfricht: Erlebnis Beobachtungsabend – Eine Reportage

Beobachtung

- 43 K. Lindner: Ein Sonnenuntergang – physikalisch gesehen
43 H. J. Nitschmann: Unsere fotografische Mondkarte (II)

Kurz berichtet

- 44 Wissenswertes
46 Zeitschriftenschau
46 Rezensionen

Abbildungen

- 47 Umschlagseiten
48 Dokumentation (A. Muster)

Karteikarte

- K. Lindner: Daten zur Physik der Sterne
Redaktionsschluß: 15. 2. 1989

Из содержания

- 27 У. Блейер: Поиски пятой силы
29 Х. Циммерманн: Основы теории о внутреннем строе звёзд
32 Х. Буш: Будить многообразные интересы, развивать любовь к науке
34 П. Шмидт: Подготовка и проведение выпускного устного экзамена
38 А. Ункрот: Наблюдение и изучение солнечного спектра
41 Й. Хельфрихт: Приключение наблюдательного вечера

From the Contents

- 27 U. Bleyer: Searching for the Fifth Power
29 H. Zimmermann: Principles of the Theory about the Interior Structure of Stars
32 H. Busch: Inspiring All Round Interests, Developing Scientific Enthusiasm
34 P. Schmidt: Preparation and Realization of the Leaving Examination
38 A. Unkroth: Observation and Treatment of the Sun's Spectrum
41 J. Helfricht: Observational Evening Experience

En résumé

- 27 U. Bleyer: En quête de la 5^e force
29 H. Zimmermann: Les principes fondamentaux de la théorie de la structure intérieure des étoiles
32 H. Busch: Le développement des intérêts variés et de l'inclination pour la science.
34 P. Schmidt: Préparation et réalisation des examens de sortie
38 A. Unkroth: Observation et étude scolaire du spectre solaire
41 J. Helfricht: Un événement vécu: La soirée d'observation astronomique

Del contenido

- 27 U. Bleyer: La busca de la quinta fuerza
29 H. Zimmermann: Principios de la teoría de la estructura interna de las estrellas
32 H. Busch: Evocar en el estudiante el interés polifacético y desarrollar su amor a la ciencia
34 P. Schmidt: En cuanto a la preparación y organización de las pruebas terminales orales después del décimo grado de la escuela secundaria de enseñanza general y politécnica de diez grados
38 A. Unkroth: La observación y el tratamiento del espectro solar
41 J. Helfricht: La noche de observación, un acontecimiento emocionante



Heft 2

26. Jahrgang 1989

Herausgeber: Verlag Volk und Wissen
Volkseigener Verlag Berlin,
Krausenstraße 50, Postfach 1213,
Berlin, DDR-1086, Telefon 2 04 30,
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
Bienioschek, Dr. sc. nat. Ulrich Bleyer,
Dr. rer. nat. Hans-Erich Fröhlich, Dr. phil. Fritz
Gehihar, 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 Schöber,
Prof. Dr. sc. paed. Manfred Schukowski,
Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert,
Studienrat Joachim Stier, Oberlehrer
Dr. paed. Uwe Waither, 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-H.252-89- Liz. 1488

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

ISSN 0004-6310

Mikroelektronik – Hochtechnologien – wissenschaftlicher Gerätebau

Erich Honecker, Wolfgang Biermann

Kollege Oberlehrer *Erhard Weidner*, Fachberater für Astronomie in Gotha, stellte in einem Leserbrief an die Redaktion folgende Frage: «Der wissenschaftliche Gerätebau – eingeschlossen astronomische Geräte – wird mit Hochtechnologie und Mikroelektronik eng verbunden. Was leistet die DDR in dieser Hinsicht, und welche Ziele stellen wir uns?»

Weshalb die Mikroelektronik für die DDR die entscheidene Schlüsseltechnologie ist, charakterisierte der Generalsekretär der SED und Vorsitzende des Staatsrates der DDR, *Erich Honecker*, auf der 7. Tagung des ZK der SED mit folgenden Worten: «Im Jahre 1976 beschloß das Zentralkomitee über die Entwicklung, Produktion und Anwendung der Mikroelektronik in der DDR. Das war von strategischer Bedeutung. Heute gehört die DDR zu den wenigen entwickelten Industrieländern dieser Erde, die im Komplex die Entwicklung, Produktion und Anwendung der Mikroelektronik beherrschen. Wir können in aller Verantwortung einschätzen, daß ohne die großen Anstrengungen während der seitdem vergangenen Jahre bei uns nicht jenes Leistungswachstum erreicht und jene volkswirtschaftliche Struktur ausgeprägt worden wären, die wir benötigen, um den Kurs der Einheit von Wirtschafts- und Sozialpolitik auf lange Sicht zu realisieren. Mit einem Wort, wir haben eine Richtung gewählt, die uns die Zukunft sichert.

Durch die Beschlüsse des X. und des XI. Parteitages wurde die Entwicklung der Mikroelektronik in der DDR beschleunigt. Jetzt hat sie bereits ein Stadium erreicht, in dem ihre Produktion und Anwendung die entscheidenden Bereiche der Volkswirtschaft und darüber hinaus Wissenschaft, Bildungswesen und Gesundheitswesen durchdringt. Die weitere Entwicklung der DDR als modernes, leistungsfähiges Industrieland ist ohne die Mikroelektronik nicht vorstellbar.»

(Aus dem Bericht des Politbüros an das Zentralkomitee der SED, Berlin 1988, Seite 29 bis 30.)

Auf der gleichen Tagung befaßte sich Prof. Dr. *Wolfgang Biermann*, Mitglied des ZK und Generaldirektor des Kombines VEB Carl Zeiss Jena, mit den Beziehungen zwischen der Mikroelektronik, den Hochtechnologien und dem wissenschaftlichen Gerätebau und äußerte dazu nachfolgende Gedanken:

«Die kapitalistische Embargopolitik hat keine Perspektive, wenn wir starke eigene Ziele und Motive entgegenzusetzen haben. Diese Ziele und Motive sind in der ökonomischen Strategie unserer Partei begründet. Sie lauten: rasche Steigerung der Arbeitsproduktivität und höchste Veredlung der Erzeugnisse. Der Weg dazu ist die kompromißlose Forcierung der Mikroelektronik. Unter diesem Anspruch sehen wir auch die weitere erfolgreiche Durchsetzung der Einheit von Wirtschafts- und Sozialpolitik.

Für die weitere Forcierung der Mikroelektronik haben wir (im VEB Carl Zeiss Jena) folgende Aufgaben:

1. Die schnelle Überleitung des 1-Megabit-Speicherschaltkreises in die Produktion bereits 1989. ...
2. Die Erhöhung der Produktion des 256-Kilobit-Speicherschaltkreises 1989 auf mindestens 500 000 Stück.
3. Zum 41. Jahrestag der Gründung der DDR im Jahre 1990 werden wir erste funktionsfähige Muster des 4-Megabit-Speicherschaltkreises unserer Partei- und Staatsführung übergeben. ...
4. Fertigung kundenspezifischer Schaltkreise, also die berühmten Gate-array-Schaltkreise, entsprechend dem Sortiment für die metallverarbeitende Industrie und andere Bedarfsträger in bedarfsdeckenden Stückzahlen 1989 zu produzieren. Das wird eine Stückzahl von etwa 300 000 bis 400 000 Stück sein.
5. Im I. Quartal 1989 läuft der 64-Kilobit-Speicherschaltkreis aus. Im Jahre 1988 produzierten wir 1 050 000 Stück. Der Überlauf wird rund 300 000 Stück sein, damit dann die Kapazität in unserem Betrieb frei wird für den 256-Kilobit-Speicherschaltkreis ...

Es wird für alle Beteiligten immer klarer, daß das Gesamtprogramm des Kombines – vom Großplanetarium bis zur Spiegelreflexkamera, von der Kosmotechnik bis zum Forschungsmikroskop – nur dann beherrschbar und ökonomisch wirksam bleiben kann, wenn die Erzeugnisse der Mikroelektronik umfassend sowohl im Gerätebau als auch in der Konsumgüterindustrie genutzt werden.» (s. Bild 4. Umschlagseite)

(Auszug aus der Diskussionsrede auf der 7. Tagung des ZK der SED. Neues Deutschland, 3./4. Dezember 1988, Seite 7.)

Die Wissenschaftler auf der Suche nach der fünften Kraft

Ulrich Bleyer

Am 3./4.9.1988 wurde im «Neuen Deutschland» mit dem Beitrag «Gibt es eine fünfte Kraft?» auf eine Forschungsrichtung aufmerksam gemacht, die sich mit möglichen kurzreichweitigen Modifikationen des Newtonschen Gravitationsgesetzes befaßt. Im nachfolgenden Beitrag wird über den experimentellen Stand und die theoretischen Konsequenzen der möglichen Existenz einer bisher unbekanntem fundamentalen Kraft informiert.

Wenn die Tagespresse der DDR die mögliche Entdeckung einer noch nicht bekannten Kraft in der Natur vermeldet, so läßt das weithin aufhorchen. Geht es doch dabei um ein grundlegendes Problem des Aufbaus der Materie, um die verschiedenen Arten der Wechselwirkung ihrer Bausteine untereinander. Die sogenannte fünfte Kraft beschäftigt die Fachwelt seit einigen Jahren, man erkennt es an den Veröffentlichungen. Schon tauchen zusammenfassende Darstellungen auf, wie die sehr empfehlenswerte von Klose und Mészáros /1/. Und die neue Kraft macht auch vor der Schule nicht halt: Sie modifiziert das für die Himmelskunde grundlegende Newtonsche Gravitationsgesetz.

Newton'sches Gravitationsgesetz und Äquivalenzprinzip

Eine neue Kraft in der Natur wäre die Nummer 5, weil wir bisher vier verschiedene Wechselwirkungsarten unterscheiden: Die schwache und die starke Wechselwirkung der Elementarteilchen, die elektromagnetische Wechselwirkung zwischen elektrischen Ladungen und die gravitative Wechselwirkung von Massen untereinander (s. Karteikarte zu /2/). Für den Aufbau des Universums und die Bewegung der Himmelskörper ist die Gravitation entscheidend (vgl. /2/, /3/). Für den Fall, daß wir es nicht mit starken Gravitationsfeldern zu tun haben, gilt für das Wechselwirkungspotential zwischen zwei Massen das Newtonsche Gesetz

$$V(r) = -\gamma \frac{m_1 m_2}{r} \quad (1)$$

Diese Formel muß noch genauer erklärt werden. Die Newtonsche Gravitationskonstante γ ist diejenige, die für die Planetenbewegung gilt, also für Abstände, die sehr viel größer sind als ein Laboratorium auf der Erde.¹⁾ Wir bezeichnen sie dann mit γ_∞ . Die

¹⁾ In der Fachwissenschaft wird statt γ auch das Symbol G benutzt.

Massen müssen punkt- oder kugelförmig sein, sonst bedarf es der Integration über die Dichteverteilung. In der Formel schlägt sich aber nur eine Eigenschaft der Masse nieder. Es ist die, auf Schwerewirkung zu reagieren bzw. diese auf andere Körper auszuüben. Wir sprechen daher von der schweren Masse m_s . Eine Masse hat aber noch eine andere Eigenschaft. Es ist die, einer beschleunigenden Kraft einen Widerstand, die Trägheit, entgegenzusetzen. Dies ist die träge Masse m_t , die wir im zweiten Newtonschen Axiom finden: Kraft ist gleich (träge) Masse mal Beschleunigung. Läßt man einen Körper fallen, so wirkt auf ihn die Erdanziehungskraft $\gamma M m_g / r^2$, die gleich einer beschleunigenden Kraft $m_t a$, ist:

$$\gamma \frac{M}{r^2} m_s = m_t a \quad (2)$$

Es ist nun die alte Frage von Galilei, ob ein Kilogramm Federn oder ein Kilogramm Gold schneller fällt. Seit Galilei kennen wir auch die Antwort: Alle Körper fallen (im Vakuum) gleich schnell. Dies führt zur universellen Gleichheit von schwerer und träger Masse: $m_s = m_t$. Die Konsequenz ist, daß man lokal nicht zwischen Schwerewirkung und Beschleunigung unterscheiden kann, ein Sachverhalt, der als Äquivalenzprinzip zur Grundlage der Einsteinschen Allgemeinen Relativitätstheorie geworden ist.

Fallen alle Körper tatsächlich gleich schnell?

Eine so fundamentale Frage muß natürlich immer wieder nach dem neuesten Stand der Experimentiertechnik beantwortet werden. Nach Galileis Fallversuchen waren es Newtons und später Bessels Pendelversuche, die die Gleichheit von träger und schwerer Masse zeigten. Klassisch geworden sind die von Eötvös Anfang unseres Jahrhunderts mit Torsionspendeln durchgeführten Experimente. Deren Wiederholung mit neuester Technologie belegten die Gleichheit von träger und schwerer Masse mit einer relativen Genauigkeit von 10^{12} .

Amerikanische Physiker um *E. Fischbach* meinten nun unlängst, durch erneute Analyse der Eötvös-Experimente Abweichungen vom universellen Fallgesetz gefunden zu haben. Hier setzte eine fieber-

hafte Arbeit ein, um mikroskopische Wechselwirkungen zu modellieren, die makroskopisch auf die vermeintliche Substanzabhängigkeit der Fallbeschleunigung führt. In der Formel (1) würde ein solcher Sachverhalt in der Weise auftreten, daß nicht mehr die Massen m_1 und m_2 allein als Charakteristik des Stoffes eingehen, sondern m_1 und m_2 zusätzlich Funktionen des inneren Aufbaus der Stoffe würden. Aber bisher konnte eine neue Wechselwirkung, die genannte fünfte Kraft, die zu einer substanzabhängigen Fallbeschleunigung führt, nicht eindeutig nachgewiesen werden. Hier soll ein Rolle geplanter oder schon begonnener Experimente Klarheit bringen.

Das modifizierte Gravitationspotential

Erfolgreicher verlaufen derzeit die Untersuchungen, die am Äquivalenzprinzip festhalten, aber die Abhängigkeit des Gravitationspotentials als Funktion von r abändern. Solche Änderungen werden so modelliert, daß man (1) beibehält, aber nun γ formal eine Funktion von r werden läßt. In einem noch allgemeineren Modell kann man diesen Weg mit dem oben beschriebenen kombinieren oder ihn als eine erste Näherung betrachten. Nun zeigen Laborexperimente, daß γ für Abstände von $0,1 \text{ m} < r < 10 \text{ m}$ konstant ist. Wir bezeichnen diese Konstante, also den im irdischen Laboratorium gefundenen Wert der Newtonschen Gravitationskonstante, mit γ_0 . Andererseits zeigt sich das Newtonsche Gravitationsgesetz (1) voll gültig im Maßstab unseres Planetensystems, einschließlich der Bewegung künstlicher Satelliten. Für eine Modifikation des Newtonschen Gesetzes bleibt daher nur eine Änderung der Gravitationswechselwirkung oder eine wirklich neue Kraft, die eine Reichweite λ von etwa $10 \text{ m} < \lambda < 10 \text{ km}$ hat. Dies ist die «ökologische Nische» der fünften Kraft. Nun sind kurzreichweitige Modifikationen der ansonsten unbegrenzt weit reichenden Gravitation nicht neu. Bis auf Laplace gehen die Vorstellungen von einer Absorption der Schwere zurück, wonach die äußeren Schichten eines Körpers die Schwerewirkung der inneren Schichten abschirmen. Mit dieser Vorstellung könnte man Experimente erklären, die in Bergwerksschächten von bis zu einem Kilometer Tiefe die Erdbeschleunigung messen und dabei Abweichungen vom Newtonschen Gesetz feststellen, also genau in der möglichen Reichweite der neuen Kraft. Messungen in Australien haben ergeben, daß die Gravitationsbeschleunigung mit der Tiefe langsamer abnimmt als nach dem Newtonschen Gesetz. Da machte sich aber eine andere Gruppe von Geophysikern in den USA auf und

erstieg einen 600 m hohen Fernsehturm und führte gravimetrische Messungen durch. Hier wird die Schwerkraft nicht abgeschirmt und dennoch wurden deutliche Abweichungen vom Newtonschen Gesetz gemessen. Eine entsprechende Modifikation des Newtonschen Gesetzes wird durch ein sogenanntes Yukawa-Potential modelliert:

$$V(r) = -\gamma(r) \frac{m_1 m_2}{r}$$

$$= -\gamma_\infty \left(1 + \alpha e^{-\frac{r}{\lambda}}\right) \frac{m_1 m_2}{r} \quad (3)$$

Der Parameter α ist hier verantwortlich für die Stärke des Zusatzes, und sein Vorzeichen entscheidet, ob die Anziehung verstärkt (+) oder durch eine Abstoßung (Antigravitation) vermindert (–) wird. Wächst r von 0 auf die Größe λ , so fällt der Term $e^{-r/\lambda}$ von 1 auf $1/e$. Von diesem r an ist der Term vernachlässigbar. Man sagt deshalb, λ sei die Reichweite des von dem zweiten Summanden in (3) beschriebenen Potentials. Für kleine r erhalten wir den Laborwert γ_0 zu

$$\gamma_0 = \gamma_\infty (1 + \alpha), \quad (4)$$

und man sieht, daß die Existenz einer neuen Kraft sich dadurch zeigen würde, daß im Labor auf der Erde ein etwas anderer Wert der Gravitationskonstanten gelten würde als für die Planetenbewegung. γ_∞ geht aber in der Himmelsmechanik immer im Produkt mit der Masse der Himmelskörper ein, die nicht direkt gemessen werden kann. Erst in einigen Jahren soll mit Hilfe der Raumfahrt die Masse kleiner Planetoiden exakt bestimmt werden. Wäre die bisher übliche Gleichung $\gamma = \gamma_0 = \gamma_\infty$ nicht mehr richtig, sondern würde (4) gelten, so müßten auch die Werte für die Massen in unserem Planetensystem etwas korrigiert werden. Wegen der unsicheren Kenntnis von γ_∞ kann man den Wert von α nicht getrennt von λ bestimmen. Bisher kombiniert man beide Parameter so geschickt, daß man eine möglichst optimale Anpassung von (3) an die Meßkurven erhält. Die bisher favorisierten Werte liegen bei $\alpha \approx 0,01$ für $\lambda \approx 200 \text{ m}$.

Die Suche nach der fünften Kraft geht weiter. Viele komplizierte und aufwendige Experimente sind geplant oder im Gang, die sowohl die Gültigkeit des

Äquivalenzprinzips in allen seinen Varianten als auch des Newtonschen Gravitationsgesetzes unter Berücksichtigung vieler möglicher Störungen untersuchen. Ob das eigentliche Ziel, eine neue fundamentale Wechselwirkung in der Natur zu entdecken, nun erreicht wird oder nicht, wir werden bei der Suche viele neue Einsichten in die Struktur der Materie gewinnen.

Literaturhinweise:

- 1/ Klose, S.; Meszaros, A.: **Gibt es Abweichungen vom Newtonschen Gravitationsgesetz?** In: Die Sterne- Leipzig 64 (1988) 5. – S. 282–292.
- 2/ Bleyer, U.: **Die expandierende Metagalaxis.** – In: Astronomie in der Schule. – Berlin 25 (1988) 1. – S. 6.–8.
- 3/ Bleyer, U.: **Die Frühphase der Metagalaxis.** – In: Astronomie in der Schule. – Berlin 25 (1988) 2. – S. 28.–30.
- 4/ Fröhlich, H.-E.: **Strukturbildung im Universum.** – In: Astronomie in der Schule. – Berlin 25 (1988) 6. – S. 122.–124.

Anschrift des Verfassers: Dr. sc. Ulrich Bleyer, Einstein-Laboratorium der AdW der DDR, Rosa-Luxemburg-Str. 17a, Potsdam, DDR-1590.

Grundprinzipien der Theorie des inneren Aufbaus der Sterne

Helmut Zimmermann

Der Begriff «Stern» hat im Astronomieunterricht eine zentrale Bedeutung. Die Schüler lernen ausgewählte Sachverhalte der Sternphysik und der Sternentwicklung kennen. Da in den letzten Jahren weitere Forschungsergebnisse über den Ablauf, die Zustandsgrößen, die Energiefreisetzung und die Evolution der Sterne gewonnen wurden und «Astronomie in der Schule» über einen längeren Zeitraum dazu nicht publiziert hat, wird unsere Zeitschrift in einer zwanglosen Beitragsfolge neuere Erkenntnisse über die Physik der Sterne und über die Sternentwicklung vorstellen.

Die in diesem Beitrag benutzten Formelzeichen weichen z. T. von den im Lehrbuch Astronomie Klasse 10 verwendeten ab.

Die Sterne sind – wie die Sonne – große Gasmassen hoher Temperatur, die beständig gewaltige Energiemengen in den Weltraum aussenden und die durch die eigene Gravitation zusammengehalten werden. Die beobachtete Strahlung stammt dabei nur aus einer außerordentlich dünnen Außenschicht des Sterns, der *Sternatmosphäre*, von der wiederum die Photosphäre die Schicht ist, die den Hauptbeitrag zur beobachteten Strahlung leistet. Bei der Sonne beträgt die Dicke der Photosphäre nur wenige 100 km; das ist weniger als ein Tausendstel des Sonnenradius. Wegen dieser geringen Dicke kann die Photosphäre als die «Oberfläche» eines Sterns aufgefaßt werden. Die in der Sonnenphotosphäre enthaltene Masse macht im Vergleich zur gesamten Sonnenmasse einen noch viel geringeren Prozentsatz aus; sie beläuft sich nur auf etwa ein Zehnmilliardstel der Sonnenmasse. Der gesamte Rest des Sterns wird vom unsichtbaren *Sterninnern* gebildet. Es kann nicht direkt beobachtet, sondern nur mit theoretischen Mitteln erforscht werden. Mit ihm beschäftigt sich die Theorie des inneren Aufbaus der Sterne. Ihr soll eine Reihe von Artikeln gewidmet sein, deren erster sich mit den Grundprinzipien der Theorie befaßt.

Theorie und Beobachtungen

Von den Sternen lassen sich gewisse globale Größen (sogenannte Zustandsgrößen) beobachten oder aus den Beobachtungen ableiten. Zu ihnen gehören

z. B. die Masse, der Radius und die Leuchtkraft eines Sternes (also seine Gesamtstrahlungsleistung), woraus sich u. a. die effektive Temperatur des Sterns (als Maß für die Strahlungsleistung je Flächeneinheit der Oberfläche) oder die mittlere Dichte berechnen lassen. Diese Größen sagen zwar nichts direkt über den inneren Zustand eines Sterns aus, sie dienen aber einerseits als Ausgangsdaten für die Theorie – durch die Masse wird z. B. festgelegt, wie groß die Gasmenge ist, die einen Stern formt –, andererseits dienen sie in ihrer Kombination als mehr oder minder guter Test für die Theorie: Sie muß in der Lage sein, die innere Struktur des Sterns zu beschreiben, der genau die beobachteten Zustandsgrößen hat.

Die theoretische Beschreibung des Sterninnern erfolgt mit Hilfe eines Systems von Grundgleichungen, die aus allgemeinen physikalischen Prinzipien heraus aufgestellt werden. Eine Lösung dieses Gleichungssystems ergibt ein Sternmodell. Dabei müssen bestimmte Modellparameter vor der Rechnung festgelegt werden; es sind dies, wie später gezeigt wird, die Masse des Sterns und die chemische Zusammensetzung der Sternmaterie. Ist dies geschehen, so erhält man im Rahmen des Modells u. a. Angaben über die Ausdehnung der Gasmasse, also über den Sternradius, und über die gesamte von ihr je Sekunde ausgestrahlte Energie, also über die Leuchtkraft. Der Vergleich der theoretisch berechneten Werte dieser Größen mit den tatsächlich beobachteten läßt erkennen, ob ein realer Stern so aufgebaut ist, wie das Modell angibt.

Ein Sternmodell liefert außer den globalen Größen auch den Druck-, Dichte- und Temperaturverlauf im Sterninnern. Damit die Rechnungen möglichst einfach werden, nimmt man im allgemeinen an, daß der Stern nicht rotiert, daß er kein starkes Magnetfeld und keinen nahen Begleiter hat. Dann treten weder Zentrifugal- noch magnetische oder Gezeitenkräfte

auf, die eine Abweichung von der Kugelgestalt bewirken würden. Der Stern läßt sich dann als ideale Gaskugel beschreiben: Druck, Dichte und Temperatur sind nur von einer einzigen unabhängigen Ortsvariablen, nämlich dem Abstand r vom Sternzentrum abhängig. Diese Einschränkungen scheinen vielleicht etwas stark zu sein. Tatsächlich erfüllen aber die meisten Sterne – auch die Sonne – diese Bedingungen in sehr guter Näherung.

Die weitaus meisten Sterne haben ihre scheinbare Helligkeit, damit ihre Leuchtkraft, seit der Zeit, seit der astronomische Beobachtungen durchgeführt werden, nicht verändert. Damit muß auch ihre innere Struktur während dieser Zeit unverändert geblieben sein. Für die Sonne läßt sich ein um vieles größerer Zeitraum angeben, in der sich ihre Strahlungsleistung nicht entscheidend geändert haben kann: Geologische Untersuchungen ergeben nämlich, daß in bestimmten, rund $3 \cdot 10^9$ Jahre alten Gesteinen fossile Einzeller zu finden sind, die etwa so kompliziert gebaut sind wie die heutigen Blaualgen und die für ihre Existenz etwa ähnliche Temperaturen benötigten, wie sie heute auf der Erdoberfläche herrschen. Da diese durch die Sonnenleuchtkraft bedingt sind, kann sich diese im genannten Zeitraum nicht grundlegend verändert haben.

Grundprinzipien zur theoretischen Beschreibung eines Sterns

Die meisten Sterne ändern, wie die Beobachtungen lehren, ihren physikalischen Zustand selbst über sehr lange Zeiträume nur ganz wenig. Sie müssen sich daher in hoher Näherung in einem mechanischen und thermisch-energetischen Gleichgewicht befinden. Dies gilt selbst für viele Veränderliche. Zwar ist ihr momentaner Zustand größeren periodischen Schwankungen unterworfen. Wie sich aber zeigt, ist dies ein Schwingen um eine mittlere Gleichgewichtslage, und diese Gleichgewichtsstruktur ist wieder nur in sehr langen Zeiträumen veränderlich.

«Mechanisches Gleichgewicht» bedeutet, daß alle in einem beliebigen Volumenelement angreifenden Kräfte einander vollständig kompensieren; es treten mithin keinerlei Beschleunigungen auf. Wenn, wie vorausgesetzt, Zentrifugal-, magnetische und Gezeitenkräfte ausgeschlossen sind, bleiben nur die Druckkräfte und die Gravitationskraft als wirkende Kräfte übrig. Im mechanischen Gleichgewicht müssen daher die nach außen gerichteten Druckkräfte je Volumeneinheit genau so groß sein wie die zum Sternzentrum gerichtete Gravitationskraft je Volumeneinheit. Anders ausgedrückt: Geht man von einer Stelle mit dem Abstand r vom Sternzentrum um

einen kleinen Schritt dr nach außen, so verringert sich das Gewicht je Flächeneinheit der Sternmaterie, die über den jeweiligen Stellen lagert. Demzufolge muß sich auch der Druck von $P(r)$ auf $P(r+dr) = P(r) + dP$ verringern (dP ist negativ). Diese Bedingung läßt sich durch die Gleichung

$$\frac{dP}{dr} = -\gamma \frac{m_r}{r^2} \rho \quad (1)$$

ausdrücken. Dabei bedeutet γ die Gravitationskonstante, ρ die Dichte an der Stelle r und m_r die Masse, die in der Kugel mit dem Radius r enthalten ist ($\gamma m_r/r^2$ ist gleich der Schwerebeschleunigung an der Stelle r .)

Eine andere Differentialgleichung beschreibt die Massenverteilung im Stern: Geht man von der Kugel mit dem Radius r zu der mit dem Radius $r + dr$ über, so erhöht sich die eingeschlossene Masse von m_r auf dm_r . Dieser Massezuwachs ist gleich der Masse, die in der dünnen Kugelschale der Dicke dr und der Fläche $4\pi r^2$ eingeschlossen ist. Mit der Dichte ρ ergibt sich mithin für den Massezuwachs $dm_r = 4\pi r^2 \rho dr$. Damit erhält man die weitere Differentialgleichung

$$\frac{dm_r}{dr} = 4\pi r^2 \rho \quad (2)$$

Die von einem Stern je Zeiteinheit abgestrahlte Energie ist enorm groß. Da Sterne keine kurzlebigen Erscheinungen sind, muß der Energieverlust laufend ersetzt werden. Dies geschieht während der längsten Zeit der Existenz eines Sterns durch Prozesse, bei denen Atomkerne miteinander reagieren und dabei Energie freisetzen. Die abgestrahlte Energie kann auch aus dem Vorrat an thermischer und potentieller Energie des Sterns genommen werden. Im Vergleich zu den Kernenergiequellen sind diese Vorräte aber wesentlich geringer. Sie tragen nur dann merklich zur Energiebilanz bei, wenn die Kernenergiequellen noch nicht genug oder nicht mehr genug Energie liefern. Bezeichnet L_r die lokale Leuchtkraft, also den Nettoenergiestrom, der die Oberfläche der Kugel mit dem Radius r je Zeiteinheit durchsetzt, und $L_r + dL_r$ die entsprechende Größe für die Kugel des Radius $r + dr$, so ergibt sich für den Zuwachs $dL_r = 4\pi r^2 \rho \epsilon dr$. Hier bedeutet ϵ die spezifische Energiefreisetzungsrates, also die je Masse- und Zeiteinheit im Abstand r bei Kernprozessen freigesetzte Energie. ($4\pi r^2 \rho dr$ war ja die in der Kugelschale der Dicke dr enthaltene Masse.) Die dritte Differentialgleichung zur Beschreibung des Sternaufbaus lautet mithin

$$\frac{dL_r}{dr} = 4\pi r^2 \rho \epsilon \quad (3)$$

Die nahe beim Sternzentrum freigesetzte Energie kann durch Strahlung, durch Konvektion oder durch Wärmeleitung nach außen transportiert werden. Immer fließt Energie von heißeren zu kühleren Gebieten. Der Energietransport durch Strahlung («Strahlungstransport») kommt dadurch zustande, daß heißere Gebiete mehr Strahlung aussenden als kühlere. Da in einem Stern ein Temperaturgefälle von innen nach außen herrschen muß, bekommt ein bei r gelegenes Volumenelement von einem um dr weiter außen gelegenen, also kühleren Gebiet, weniger Energie zugestrahlt als es selbst abgibt. Insgesamt fließt ein Nettostrahlungsstrom von innen nach außen. Die Größe des Energieflusses hängt von der freien Weglänge der Energieträger, der Photonen, ab. Es ist dies der Weg, den die Photonen im Mittel zwischen Emission und Absorption im Stern zurücklegen können. Er liegt im tiefen Sterninnern typischerweise bei etwa 1 cm oder darunter. Die freie Weglänge wird wesentlich durch die Absorptionsfähigkeit der Sternmaterie bestimmt, die man mittels des über alle Wellenlängen gemittelten spezifischen Absorptionskoeffizienten K ausdrückt (gemessen wird er als Fläche je Masseinheit). Den Strahlungsfluß kann man als einen Diffusionsvorgang beschreiben, bei dem sich die bei r herrschende Strahlungsdichte u um du ändert, wenn man um dr nach außen geht. Da $u = a T^4$ gilt (T ist die Temperatur, $a = 7,565 \cdot 10^{-16} \text{ J m}^{-3} \text{ K}^{-4}$ die Strahlungsdichtekonstante), erhält man schließlich aus der Diffusionsgleichung eine Beziehung für den Temperaturgradienten im Falle des Strahlungstransports:

$$\frac{dT}{dr_{\text{Strahl.}}} = \sqrt{-\frac{Lr}{4\pi r^2} \frac{3}{4a} \frac{K_0}{T^3}} \quad (4a)$$

Der Energietransport durch Wärmeleitung ist normalerweise um viele Größenordnungen kleiner als der durch Strahlung. Nur in Sonderfällen, wenn das Gas der freien Elektronen entartet ist (z. B. in Weißen Zwergen), spielt die Wärmeleitung eine wesentliche Rolle. Auch dieser Vorgang läßt sich als Diffusionsvorgang auffassen, so daß man eine formal gleiche Beziehung zwischen dem Temperaturgradienten dT/dr und dem Strahlungsstrom je Flächeneinheit $L/4\pi r^2$ wie in Gleichung (4a) erhält, nur muß man jetzt κ durch eine geeignete reziproke Leitfähigkeit ersetzen.

Viele Sterne besitzen Regionen, in denen der Energietransport durch Konvektion von Bedeutung ist. Dabei steigen heiße und damit leichte Materieballen (Konvektionselemente) auf, während kühlere, schwerere absinken. Nach einer gewissen Wegstrecke, dem sogenannten Mischungsweg, lösen sich die Konvektionszellen auf. Sie vermischen sich

mit ihrer neuen Umgebung und geben dabei entweder Energie ab oder nehmen Energie auf. Insgesamt findet ein Wärmetransport von heißeren zu kühleren Schichten statt, obwohl sich gleich viel Materie aufwärts wie abwärts bewegt. Die genaue theoretische Behandlung der (turbulenten) Konvektion ist ein noch ungelöstes hydrodynamisches Problem. Damit kann auch der in einer Konvektionszone sich letztlich einstellende mittlere Temperaturgradient nicht exakt berechnet werden. Abschätzungen ergeben, daß er im tiefen Sterninnern in sehr guter Näherung gleich dem ist, der sich in einem Konvektionselement bei einer rein adiabatischen Ortsveränderung einstellen würde (also bei einer Bewegung ohne jeglichen Energieaustausch). Im Falle der Konvektion gilt also näherungsweise

$$\left. \frac{dT}{dr} \right|_{\text{Konv.}} = \left(1 - \frac{c_v}{c_p} \right) \frac{T}{P} \frac{dP}{dr} \quad (4b)$$

c_p und c_v stehen für die spezifischen Wärmen des Stern gases bei konstantem Druck bzw. Volumen.

Konvektion tritt immer dann ein, wenn der adiabatische Temperaturgradient betragsmäßig kleiner als der ist, der sich bei Strahlungstransport einstellen würde, falls also

$$\left| \frac{dT}{dr} \right|_{\text{adiab.}} < \left| \frac{dT}{dr} \right|_{\text{Strahl.}} \quad (5)$$

gilt. Ein zufällig aufsteigendes Konvektionselement bleibt dann nämlich immer heißer als seine Umgebung und erfährt somit einen ständigen Auftrieb.

Die vier Differentialgleichungen (1), (2), (3) und (4a) bzw. (4b) stellen die Grundgleichungen des inneren Aufbaus eines Sterns dar.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. habil. Helmut Zimmermann, Sternwarte der Friedrich-Schiller-Universität, Jena, DDR-6900.

V. Erfahrungsaustausch zur Methodik des Astronomieunterrichts

16. bis 18. Oktober 1989 in Rostock

Anmeldungen werden bis spätestens **15. Mai 1989** von der Redaktion «Astronomie in der Schule», Postfach 440, Bautzen, 8600, entgegengenommen. Übersteigt die Anzahl der Teilnehmermeldungen die Kapazität der für diese Tagung vorgesehenen Einrichtung, wird nach der zeitlichen Reihenfolge der Anmeldungen verfahren. Die Anmeldung von **Kurzvorträgen** (Thema, inhaltliche Schwerpunkte, technische Anforderungen) wird ebenfalls bis zum 15. Mai 1989 an die gleiche Anschrift erbeten. Lesen Sie bitte auch unsere Information zu dieser Tagung im Heft 5/1988, Seite 110, und im Heft 1/1989, Seite 24.

Vielfältige Interessen wecken, Liebe zur Wissenschaft entwickeln

Helmut Busch

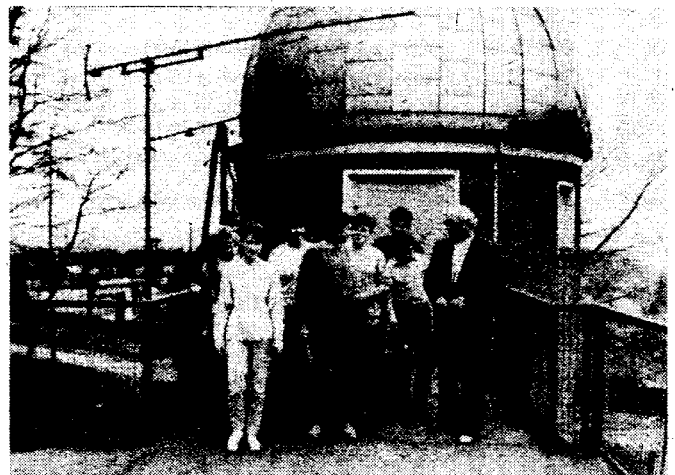
Der XI. Parteitag der SED stellte die Aufgabe, die Persönlichkeitsentwicklung unserer Schüler weiter zu vervollkommen. «Dazu sind die gesellschaftlichen Bedingungen und Möglichkeiten für eine sinnvolle Freizeitgestaltung noch umfassender mit dem Ziel zu erschließen, bei den Schülern vielfältige Interessen zu wecken und zu befriedigen; ihnen Neues nahezubringen, die Liebe zur Wissenschaft ... zu entwickeln, Begabungen und Talente zu fördern» /1/.

Seit fast 40 Jahren leite ich astronomische Schülerarbeitsgemeinschaften und beteilige mich aktiv an den verschiedensten Formen der schulischen und außerschulischen Arbeiten auf astronomischem Gebiet, wobei vielfältige Erfahrungen in der Arbeit mit Jugendlichen gesammelt wurden. Das Interesse der Schüler für die Astronomie war schon immer groß. Mit Einführung des obligatorischen Astronomieunterrichts ist es aber sichtbar gewachsen. Deshalb ist es nicht schwer, Schüler zu finden, die sich außerhalb des Unterrichts noch intensiver mit der Wissenschaft vom Kosmos beschäftigen möchten. Dazu bietet die Sternwarte «Bruno H. Bürgel» in Hartha günstige Voraussetzungen. In den früheren Arbeitsgemeinschaften «Junge Astronomen» wurden Schüler zusammengefaßt und in unserer Sternwarte betreut. Heute kommt als neue Unterrichtsform der FK(R) Astronomie und Raumfahrt hinzu. In abwechslungsreichen Veranstaltungen wird das Interesse der Schüler weiter entfacht und befriedigt. Schüler, die einmal dabei sind, bleiben es bis zur Schulentlassung. Das ist nur durch eine ideenreiche Gestaltung, exakte Beständigkeit in der Durchführung und dadurch zu erreichen, daß man individuell mit den Schülern arbeitet. Sehr bald stellt sich heraus, in welche Richtung die Interessen der Schüler gehen, was auch durch geeignete Tests präzisiert werden kann. Man findet Schüler, die sich auf das Beobachten spezialisieren, andere sind für die astronomische Literatur und Bibliographie aufgeschlossen und es gibt solche, die die moderne Technik in der Astronomie interessiert oder die Praxis der Astrophotographie. Bei all diesen Gelegenheiten habe ich die Möglichkeit, die Interessen der Schüler zu beeinflussen und zu fördern. Zum Beispiel ist es für die Schüler überzeugend, daß sie sich notwendigerweise beim Lesen von ausländischer Fachliteratur mit Fremdsprachen vertraut machen müssen.

Auch heute gibt es bei uns noch Arbeitsgemein-

schaften von der 6. Klasse an, die dann mit der 9. Klasse als FK(R) weitergeführt werden. So haben wir die Möglichkeit, die Schüler über einen langen Zeitraum mit astronomischem Wissen und Können auszustatten und sie bis an gewisse wissenschaftliche Arbeiten heranzuführen. Zumeist ist die abschließende Tätigkeit eine Jahresarbeit, die unter Leitung des Lehrers angefertigt wird. So erhielten wir ausgezeichnete Arbeiten zu verschiedensten Themen der Astronomie, z. B. zur Untersuchung Veränderlicher Sterne, zur Messung von Mondberg Höhen oder über Sternspektren. Damit wurde bei diesen Schülern das Interesse und die Liebe zur Wissenschaft Astronomie geweckt.

In der letzten Zeit wurde die AG- und FK(R)-Arbeit auch überschulisch durchgeführt, um möglichst allen Schülern des Kreises die Möglichkeit zu geben, sich zu beteiligen. Stets legen wir Wert auf die individuelle Arbeit mit einzelnen Mitgliedern der Gruppe und führen Konsultationen durch, damit sie ihre speziellen Aufgaben gut erfüllen können. Wir scheuen uns auch nicht, ihnen Verantwortung zu übertragen, indem wir ihnen unsere kostbaren Geräte und Hilfsmittel zur Verfügung stellen. Nicht immer sind die Teilnehmer in der Schule die leistungsbesten Schüler. Aber durch ihre Teilnahme an der Arbeit in der Sternwarte konnten wir ihre Leistungen entwickeln. Viele ehemaligen Schüler haben noch heute Kontakt zu uns und der Sternwarte.



Oberstudienrat Helmut Busch, Verdienter Lehrer des Volkes, Leiter der Sternwarte «Bruno H. Bürgel» in Hartha im Gespräch mit Teilnehmern des fakultativen Kurses Astronomie und Raumfahrt. Aufnahme: Jürgen Kulschewski, Döbeln

Durch zielgerichtete Tätigkeit brachten wir vielen jungen Menschen nicht nur die Astronomie nahe, sondern beeinflussten ihren Lebensweg wesentlich. Manche sind Astronomen, Astronomielehrer, Geophysiker, Geodäten, Meteorologen, Elektroniker geworden. Wir sind stolz, dazu beigetragen zu haben! Viele von ihnen wurden auch Freizeitastronomen nicht nur in Hartha, sondern auch in anderen Orten der Republik. Oft stellen sie an uns Fragen. Ehemalige Schüler arbeiten heute aktiv im «Arbeitskreis Veränderliche» im Kulturbund der DDR, deren Zentrale wir sind. Wir betreuen diejenigen, die sich den Veränderlichen Sternen verschrieben haben. So geht also unsere Tätigkeit und Wirkung weit über die Schulzeit hinaus.

Seit über 10 Jahren existiert im Kreis Döbeln die Schülerakademie. Von Beginn an hat sich unsere Sternwarte aktiv an der Gestaltung dieser außerschulischen Einrichtung beteiligt. Vor allem waren es Veranstaltungen zu verschiedenen Themen der Astronomie und Raumfahrt. Bis heute haben diese Vorträge eine große Teilnehmerzahl. Diese Tatsache zwang uns, mit den Veranstaltungen die Sternwarte zu verlassen und eine Aula in der Kreisstadt zu nutzen. Die Sternwarte führt Beobachtungsabende für die Teilnehmer der Schülerakademie

durch und beobachtet mit Arbeitsgruppen. Eine interessante Tätigkeit war z. B. die Untersuchung der Bewegungsverhältnisse der vier Galileischen Mönde, die in «Astronomie in der Schule» publiziert wurde /2/.

Mit genannten und anderen Aktivitäten lösen wir die eingangs gestellte Aufgabe. Als Fachberater Astronomie habe ich gute Möglichkeiten, in den Schulen unseres Kreises Schüler mit astronomischen Interessen aufzuspüren. Natürlich ist die Zahl derer, die echtes Interesse an der Astronomie haben, relativ klein. Es ist nicht unser Ziel, Astronomen auszubilden! Wir bemühen uns, die vielfältigen Interessen der Schüler zu fördern, sie für die Wissenschaft zu begeistern und ihnen Grundlagen für eine solide materialistische Weltanschauung zu vermitteln. Sie sollen sich an der Schönheit des Sternhimmels erfreuen und trotzdem mit beiden Füßen auf der Erde stehen.

Literatur

/1/ Bericht des Zentralkomitees der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands an den XI. Parteitag der SED. – Berichterstat-
ter: Erich Honecker. – Berlin 1986.

/2/ Busch, H.: Die vier hellen Jupitermonde. – In: Astronomie in
der Schule. – Berlin 18 (1981) 2. – S. 47

Anschrift des Verfassers: OStR Helmut Busch, Bruno-H.-Bürgel-
Sternwarte, Hartha, DDR-7302.

Zu den mündlichen Abschlußprüfungen im Fach Astronomie

Mit der Einführung des jetzigen Lehrplans wurden veränderte Prüfungskomplexe für die mündliche Abschlußprüfung im Fach Astronomie veröffentlicht (s. Verfügungen und Mitteilungen des MfV, Nr. 5/1987, Seite 71 bis 72). Die Redaktion erhielt zahlreiche Zuschriften zur effektiven Vorbereitung und gewissenhaften Durchführung der Prüfungen. Darin wird vor allem betont, daß ein guter Unterricht und die erfolgreiche Prüfung eine Einheit bilden. Ziel jeder Prüfung muß sein, der Persönlichkeitsentwicklung zu dienen.

Wir befinden uns damit in Übereinstimmung mit der Feststellung Margot Honeckers, «daß Zensierung, Bewertung und auch die Gestaltung der Prüfungen nicht isoliert, abgehoben von Fragen des Unterrichtsprozesses, seiner Gestaltung und Führung, abgehoben von pädagogischen Arbeit gesehen werden können.» /1; S. 15/

Es werden aber auch zahlreiche Fragen zur Vorbereitung und Durchführung der Prüfungen aufgeworfen. Aus diesem Grunde legen wir auf den folgenden Seiten Erfahrungen und Erkenntnisse zu dieser Thematik dar, die Anregungen zur Vorbereitung und Gestaltung der Prüfungen geben sollen.

Die diesjährigen Abschlußprüfungen, zu denen AS allen Kollegen Erfolg wünscht, werden weitere Erfahrungen hinzufügen, worüber wir zu einem späteren Zeitpunkt berichten.

/1/ Honecker, M.: Sachkundig, umsichtig politisch-pädagogisch führen – zu höherem Niveau der Bildungs- und Erziehungsarbeit. – In: Deutsche Lehrerzeitung. – Berlin 46 (1988). –

Erfahrungen bei der Vorbereitung und Durchführung mündlicher Abschlußprüfungen

Peter Schmidt

«Abschlußprüfungen an den sozialistischen Oberschulen sind ein Ereignis von großer gesellschaftlicher und persönlicher Bedeutung aller an der Prüfung Beteiligten, insbesondere für Schüler, Lehrer und Eltern» /1/.

Guter Unterricht ist beste Prüfungsvorbereitung

Prüfungen sind nichts Isoliertes und Abgehobenes, sondern ein unverzichtbarer Bestandteil des pädagogischen Prozesses an unseren Oberschulen. Die Verwirklichung der gesellschaftlichen Anforderungen an den Unterricht ist eine wesentliche Voraussetzung, um die Schüler erfolgreich zum geforderten Abschlußniveau zu führen. Die hohe Qualität des täglichen Unterrichts, eine solide Bildung und Erziehung im Astronomieunterricht ist deshalb die beste Vorbereitung auf die Abschlußprüfung.

Bei der Führung des Unterrichtsprozesses muß der Lehrer stets die durch den Lehrplan gesetzten Ansprüche im Blick haben. Dazu gehören:

- Vermittlung und Aneignung eines soliden und anwendungsbereiten grundlegenden Wissens, insbesondere über inhaltliche Schwerpunkte des Astronomieunterrichts, die für das astronomische Weltbild der Schüler besondere Bedeutung besitzen.
- Zielstrebige Nutzung wissenschaftshistorischer Inhalte, um die Schüler für den Lernprozeß zu motivieren und um Einfluß auf ihr wissenschaftliches Weltbild und auf ihre Haltung zu nehmen.
- Gewissenhafte Durchführung der schulastronomischen Beobachtungen und Einbeziehung ihrer Ergebnisse in den Erkenntnisprozeß der Schüler.
- Arbeit mit physikalischen Größen und Gesetzen, damit die Schüler astronomische Sachverhalte erklären, berechnen und voraussagen können.

Bei der Planung und Gestaltung des Unterrichts geht es immer um die Einheit der Vermittlung und Aneignung von neuem Wissen, der Ergebnissicherung und der ständigen Wiederholung und Übung, wobei auch individuelle Wissenslücken der Schüler geschlossen werden. Wichtig ist, daß die Schüler Wesentliches des Unterrichtsstoffes erfassen, sich dazu in ihren Arbeitsheften Aufzeichnungen anfertigen,

wozu auch Hinweise auf Textstellen, Zusammenfassungen und Überschriften im Lehrbuch gehören. Aufzeichnungen und Lehrbuch dienen der Prüfungsvorbereitung.

Die ständige Leistungskontrolle ist ein gutes Bewährungsfeld, um die Schüler an Prüfungssituationen heranzuführen. Solche Kontrollen geben Aufschluß darüber, ob das Wissen und Können der Schüler den Anforderungen des Lehrplanes entspricht. Die Schüler werden aufgefordert, sich zu einer vorgegebenen Problematik Stichpunkte für einen Kurzvortrag aufzuschreiben und sich dazu in sprachlich zusammenhängender Form vor der Klasse zu äußern. Während der Kontrolle eines Schülers vervollkommen die anderen die Stichpunkte oder ergänzen anschließend das bereits Vorgetragene. Bei solchen Leistungskontrollen ist die Selbsteinschätzung des Schülers und die Einschätzung durch das Kollektiv wichtig.

Zur Formulierung der Prüfungsfragen

Grundlage der Prüfungsfragen bilden die im Lehrplan und in den Prüfungskomplexen ausgewiesenen Bildungs- und Erziehungsziele /1/. Jeder Prüfungsauftrag sollte sich auf einen bestimmten Unterrichtsgegenstand beziehen und dieser ist durch die Überschrift beim Prüfungsthema hervorzuheben. Der Auftrag wird untergliedert, also dem Thema untergeordnet. Durch diese Gliederung erhält der Prüfling eine Anleitung zum Handeln und zur Darlegung seines Wissens und Könnens auf der Grundlage seiner Aufzeichnungen. Bei der Formulierung der Prüfungsfragen ist ein einheitlicher Schwierigkeitsgrad anzustreben. Ein Teil der vom Schüler erbrachten Leistung beruht auf Reproduktion, die mit einem sicheren Verstehen der Zusammenhänge und Begriffsinhalte mit exaktem Denken, mit eigenständiger Wiedergabe des Gelernten mit parteilichpersönlicher Stellungnahme mit einwandfreier sprachlicher Gestaltung einhergeht. Der Prüfling sollte aber auch angehalten werden, seine Kenntnisse auf andere Sachverhalte anzuwenden. Als günstig für die Objektivität der Auswertung und der Interpretation der Schülerleistungen bewähren sich die zu jedem Thema erarbeiteten Erwartungsbilder. Weiterführende Fragen, die in das Prüfungsge-

sprach einbezogen werden, sind möglichst vorher schriftlich zu fixieren.

Beispiel für eine Prüfungsfrage

Planeten

1. Leiten Sie anhand der heliozentrischen Planetenstellung die Sichtbarkeit der Planeten Venus und Mars für den heutigen Tag her! (Manipermhaftafel verwenden!)
2. Dem Kalender nach ist das Sommerhalbjahr 186 Tage und das Winterhalbjahr 179 Tage lang. Begründen Sie mit Hilfe zweier Keplerscher Gesetze, daß sich die Erde während unserer Wintermonate in Sonnennähe befinden muß!
3. Wie schätzen Sie die Möglichkeit der Landung von Menschen auf dem Mars beziehungsweise der Venus ein? Begründen Sie Ihre Meinung mittels physikalischer Fakten!

Erwartungsbild

1. Die aktuelle Planetenstellung wird vom Lehrer vorgegeben. Für Mitte Juni 1989 gilt: Venus ist für kurze Zeit nach Sonnenuntergang sichtbar («Abendstern»). Mars ist ebenfalls am Abendhimmel sichtbar, befindet sich weiter östlich von Venus und geht folglich später als dieser Planet unter.
2. Der Schüler sollte an einer Skizze erklären: Nach dem 1. Keplerschen Gesetz umläuft die Erde die Sonne auf einer kreisähnlichen Bahn (Ellipse). Die Sonne befindet sich nicht im Mittelpunkt dieser Bahn. Nach dem 2. Keplerschen Gesetz besitzt ein Planet in Sonnennähe eine größere Geschwindigkeit als in Sonnenferne. Da die Erde in beiden Halbjahren gleich große Wege beim Umlauf um die Sonne zurücklegt, kann sie sich nur während des Winterhalbjahres in Sonnennähe befinden.
3. Mars: möglich. Arbeits- und Lebensbedingungen der Kosmonauten ähnlich denen auf dem Mond. Gewichtskraft kleiner als auf der Erde, geringer atmosphärischer Druck vorhanden, geringe Temperaturgegensätze.
Venus: unwahrscheinlich. Atmosphärischer Druck sehr hoch, Temperaturen etwa konstant bei 470°C, keine Arbeits- und Lebensbedingung für Kosmonauten.

Zur Auswahl der Prüflinge und zu den Konsultationen

Nach Festlegung der Vorzensuren, die sich aus vielfältigen Bewertungen bei Leistungskontrollen ergeben, wobei auch die Leistungstendenz für das gesamte Schuljahr berücksichtigt wird, werden dem Direktor jene Schüler vorgeschlagen, die im Fach Astronomie geprüft werden sollen. Insbesondere sind es solche, bei welchen die Vorzensur zum Positiven tendiert und denen bei einer entsprechenden Prüfungsleistung eine bessere Endzensur gegeben werden kann. Es werden aber auch jene Schüler ausgewählt, bei denen durch die Prüfung eine größere Sicherheit zur Festlegung der Endzensur erreicht werden soll, z. B. bei schwankenden Leistungen während des Schuljahres. Stets geht es um die bestmöglichen Ergebnisse. Bei der Festlegung des Prüfungsfaches werden insbesondere der Prüfungswunsch des Schülers und die Notwendigkeit von mindestens zwei Prüfungen aus zwei verschiedenen Prüfungsfächern berücksichtigt.

Für die mündlichen Abschlußprüfungen haben Konsultationen eine wichtige Funktion. Ihre Aufgabe ist es, vor allem die unmittelbare Prüfungsvorbereitung zu unterstützen. Sie gehen hauptsächlich auf inhaltliche Probleme ein, die durch Fragen der

Schüler aufgeworfen werden. Dadurch werden eventuelle Lücken im Wissen der Schüler geschlossen und Unsicherheiten ausgeräumt.

Bedingungen für erfolgreiche Prüfungen

Die Prüfung sollte stets unter günstigen äußeren Bedingungen stattfinden. Dazu gehören Ruhe im gesamten Schulhaus, Einhaltung des Zeitplanes, ungestörte Vorbereitungszeit und eine der Einmaligkeit und der fachlichen Besonderheit angemessene Gestaltung des Prüfungsraumes. Alle Prüfenden sorgen für eine ruhige, ausgeglichene und optimistische Atmosphäre. Die Mitglieder der Prüfungskommission sollten ihr Verhalten während der Prüfung einer strengen Selbstkontrolle unterziehen. Gespräche, Mimik und Gestik stören den Prüfling nicht nur, sondern können ihn auch zu falschen Reaktionen veranlassen. Wenn außer dem Fachlehrer Prüfende Fragen an den Schüler richten wollen, sind diese am Ende des Prüfungsgesprächs zu stellen. Der Prüfungsablauf läßt sich wie folgt charakterisieren:

- Zusammenhängender Vortrag und anschließendes Gespräch mit dem prüfenden Fachlehrer
- Schülervortrag, der durch Impulse und Fragen stimuliert wird, wobei größte Zurückhaltung geboten wird, um den Vortrag nicht zu stören, und anschließendes Gespräch
- Ermitteln der Schülerleistung durch das Gespräch, wenn der Schüler nicht in der Lage ist, zusammenhängend über das Prüfungsthema vorzutragen.

Unterbrechungen sind nur notwendig, wenn es sich zeigt, daß der Schüler den Auftrag falsch verstanden hat, wenn seine Ausführungen den Erfolg der weiteren Darlegungen und Handlungen gefährden oder wenn er sich vom Thema entfernt. Unterbrechungen sind auch gerechtfertigt, wenn man durch kurze Bemerkungen über eine kleine Schwierigkeit hinweghelfen kann, wenn vor allem bei Schülern mit starker Erregung bestätigende Rückinformationen und steuernde Impulse beruhigend wirken können. Unterbrechungen des Schülervortrages, um einzelne fehlerhafte Aussagen zu korrigieren, um die vom Schüler weggelassenen Teile des zu Erwartenden zu ergänzen oder um Fachausdrücke zu verbessern, sind abzulehnen. Unklarheiten können im anschließenden Gespräch geklärt werden, wozu auch Zusätze und Berichtigungen gehören. Das Gespräch sollte vorwiegend zum schriftlich übergebenen Auftrag geführt werden. Durch Denkanstöße und geeignete Fragen ist der Schüler zu veranlassen, seine beim Vortrag gezeigten Leistungen im Hinblick

auf das Erwartungsmuster zu präzisieren und zu ergänzen (vertiefen, aktualisieren, querverbinden). In Ausnahmefällen, z. B. bei völlig ungenügender Erfüllung des übergebenen Auftrages, oder auch um einem Schüler Gelegenheit zu geben, ein umfassendes Wissen aus anderen Stoffgebieten zu zeigen, wird das Gespräch absichtlich auch in einen anderen Stoffkomplex geführt.

Zur Bewertung des Ergebnisses der Prüfung

Ein Vergleich zwischen Fragestellung, Darbietung und vorliegendem Erwartungsbild gibt der Prüfungskommission eine reale Grundlage für die Einschätzung der Leistungen. Bisweilen hat der Prüfende Schwierigkeiten, sich für eine Note zu entscheiden. Eine Verlängerung und Ausweitung des Gesprächs mit dem Ziel, die Ergebnisse im positiven Sinne zu verändern, führt oft zum Nachteil des Prüflings. Der

Prüfende muß sich auch hüten, aus dem Prüfungsgespräch ein Unterrichtsgespräch zu machen. Es ist nicht Aufgabe des Lehrers in der Prüfung, alle fehlerhaften Antworten des Schülers durch richtige zu ersetzen. Die Bewertung der Prüfungsleistung erfolgt in der Regel so, daß der Fachlehrer der Prüfungskommission die Zensur vorschlägt und begründet. Unter Einbeziehung der gezeigten Jahresleistungen und der Bemühungen des Schülers sowie unter Beachtung seiner Gesamtpersönlichkeit wird die Endzensur vorgeschlagen. In der Regel wird vom Fachlehrer in Gegenwart der Prüfungskommission das vom Schüler Geleistete gewürdigt und gewertet.

Literatur:

/1/ **Zweite Änderung der Hinweise und Stoffkomplexe für die Abschluß- und Reifeprüfungen vom 24. August 1987.** – In: Verfügungen und Mitteilungen des MfV XXXIV. (1987, 5, S. 71–72).

Anschrift des Verfassers: *Peter Schmidt*, Ernst-Thälmann-Oberschule, Dimitroffstraße 15 a, Luckenwalde, DDR - 1710.

Zur Einbeziehung von Beobachtungsergebnissen in die Abschlußprüfung

Helmut Kühnhold

In den zurückliegenden Jahren führten Hospitationen der Abschlußprüfungen im Vergleich von Schule zu Schule zu übereinstimmenden Resultaten: Beobachtungsergebnisse fanden in den Prüfungsthemen kaum Berücksichtigung.

In Gesprächen äußerten Astronomielehrer Bedenken, ob und wie Beobachtungsergebnisse überhaupt in Prüfungsaufgaben eingebunden werden können. Diese Bedenken widerspiegeln Unsicherheiten in bezug auf die Speicherung der Beobachtungsergebnisse, ihre Einbeziehung in den Erkenntnisprozeß (einschließlich der Festigung) und die Überprüfung in den nachfolgenden mündlichen und schriftlichen Leistungskontrollen. Auch die Durchsicht unserer Zeitschrift «AS» nach Publikationen zum Thema «Beobachtungsergebnisse und Abschlußprüfung» erlaubt den Schluß, daß zu diesem Problem nur wenige Erfahrungen vorliegen.

Im Lehrplan wird gefordert: *«Im Astronomieunterricht sind die Schüler ... zu befähigen,*

– sich am Sternhimmel zu orientieren, einfache Beobachtungen durchzuführen und auszuwerten, ...;

– beobachtbare Erscheinungen ... zu erklären; ...»

In der Abschlußprüfung können die Schüler nachweisen, ob sie im Verlauf des 10. Schuljahres diese Fähigkeiten erworben haben.

In den «Verfügungen und Mitteilungen» des Ministeriums für Volksbildung erschienen die Hinweise und die Stoffkomplexe für die Abschlußprüfung, die erstmals für die Prüfung 1988 verbindlich waren. Darin heißt es u. a.: *«Auf der Grundlage der genannten Stoffkomplexe ist bei der Vorbereitung und Durchführung der Abschlußprüfung auf folgende Fähigkeiten und Fertigkeiten Wert zu legen: Erklärung von Vorgängen und beobachteten Erscheinungen; ... Beschreiben und Erklären von Beobachtungsergebnissen; ...»*

Diese Forderungen beinhalten die höheren Ansprüche an die Einbeziehung von Beobachtungsergebnissen in die Abschlußprüfung. Es wird davon ausgegangen, daß die Ergebnisse der Beobachtungsstunden vorliegen. Das Schulfernrohr ist nicht nur zu beschreiben, sondern es wird als Mittel der Beobachtung betrachtet.

Für die Motivation ist es von Bedeutung, den Schülern vor Beginn und während der Beobachtung sowie bei der Auswertung bewußt zu machen, daß Ergebnisse der Beobachtungen in die Prüfungsthemen integriert werden. Die Protokollblätter liefern dazu die Grundlage. Es hat sich nicht als erforderlich erwiesen, auf die Beobachtungen und ihre Ergebnisse während der Konsultationen nochmals besonders einzugehen. Das Erlebnis der Beobachtung

von astronomischen Erscheinungen und Objekten und der Orientierungsübungen unter freiem Himmel erweist sich als wertvolle Gedächtnisstütze.

Anregungen zur Textfassung von Prüfungsthemen

Astronomische Koordinaten

- Stellen Sie im Prüfungsraum die Südrichtung fest (Kompaß)! Zeigen Sie Horizont, Horizontebene und Zenit! Erläutern Sie das Prinzip der Koordinatenmessung (Horizontsystem) mit Hilfe des Schulfernrohrs und seiner Montierung! Berichten Sie über die Probleme, die sich während der Beobachtung bei der Festlegung der Sternkoordinaten ergaben!
- Erklären Sie, warum die Polhöhe der geographischen Breite entsprechen muß! Gehen Sie vom Beobachtungsergebnis aus!

Die Bewegungen der Planeten an der scheinbaren Himmelskugel

- Berichten Sie über die Beobachtung der Venus am ... mit dem Schulfernrohr! Beschreiben Sie das Beobachtungsergebnis!
- Erläutern Sie mit Hilfe einer Tafelskizze die Sicht-

barkeitsbedingungen der Venus für einen Beobachter von der Erde aus!

- Ordnen Sie in die Erklärung der Sichtbarkeitsbedingungen das Beobachtungsergebnis ein!

Die Bewegungen des Mondes

- Erklären Sie auf der Grundlage Ihrer Beobachtungsergebnisse die scheinbare und die wirkliche Bewegung des Mondes!
- Wie kommen die Lichtgestalten des Mondes zustande? Gehen Sie vom Beobachtungsergebnis aus!
- Unter welchen Bedingungen entstehen Sonnen- und Mondfinsternisse?

Scheinbare Helligkeit, Leuchtkraft und Entfernung der Sterne

- Erklären Sie den Zusammenhang von scheinbarer Helligkeit, Leuchtkraft und Entfernung der Sterne!
- Klären Sie die Begriffe scheinbare Helligkeit und Leuchtkraft! Gehen Sie dabei von der Beobachtung der scheinbaren Helligkeit aus!
- Wie kann die Entfernung von Sternen berechnet werden?

Anschrift des Verfassers: StR *Helmut Kühnhold*, Oberschule «Willi Kaczmarek», Hettstedt, DDR-4270.

Zum Einsatz des Planetariums bei Abschlußprüfungen

Erhard Henniges

In den letzten beiden Schuljahren konnten sich meine Schüler bei den Stoffgebieten «Orientierung am Sternhimmel», «Mondbewegungen», «Planetenbewegungen», «Zustandsgrößen der Sterne» und «Galaxis und extragalaktische Systeme» eingehend mit dem Sternhimmel im Planetarium und auf der Sternkarte vertraut machen. Ich halte es deshalb für gerechtfertigt, neben der drehbaren Sternkarte auch das Planetarium in der Prüfung einzusetzen.

Aufgaben

1. Auffinden einiger Sternbilder und Einzelsterne, wie Großer Wagen (Gr. Bär), Kleiner Wagen (Kl. Bär) mit Polarstern, Cassiopeia, Hauptsterne des Sommerdreiecks, Aufsuchen des Wintersechsecks.
2. Bestimmen von Höhe und Azimut der Hauptsterne des Sommerdreiecks, des Polarsterns und dreier Sterne des Wintersechsecks.
3. Bestimmen der Haupthimmelsrichtungen am Horizont mit Hilfe des Großen Wagens und des Polarsterns.

Organisatorische Lösung

Alle Schüler, die geprüft werden, bekommen in der Konsultationszeit nochmals Unterweisungen in der Handhabung der drehbaren Sternkarte, des Fernrohres sowie im Planetarium zum Komplex «Orientierung am Sternhimmel». Ob ein Schüler im Planetarium geprüft wird, entscheide ich mit der Ausgabe der Prüfungsaufgabe.

Der Beginn der Vorbereitungszeit richtet sich nach dem Aufgabenprofil. Mit einer Planetariumsaufgabe wird die Vorbereitungszeit auf 30 Minuten ausgedehnt. Der prüfende Lehrer hat für die Vorbereitung des Schülers das Planetarium entsprechend der Prüfungsteilnahme eingestellt und den Hauptschalter wieder ausgeschaltet (abgedunkelter Raum; Fixsternkugel, Zenitprojektor, Vertikalkreis und Horizontlinie sowie Haupthimmelsrichtungen eingeschaltet). In der zweiten Hälfte der Vorbereitungszeit geht der Prüfling ins Planetarium. Der Aufsichtslehrer schaltet den Hauptschalter an, und der

Schüler bereitet seine Aufgabe vor. Nach der Vorbereitungszeit des Schülers geht die Prüfungskommission zum Planetarium, wo der Prüfling die Aufgabe löst.

Beispiele für Prüfungsaufgaben im Planetarium

1. Suchen Sie die Sternbilder Großer Bär (Gr. Wagen), Kleiner Bär (Kl. Wagen) und Cassiopeia am künstlichen Sternhimmel auf! Erklären Sie die Bestimmung der Haupthimmelsrichtungen. Bestimmen Sie Azimut und Höhe des Polarsterns! Welche Bedeutung hat die Höhe des Polarsterns?
2. Zeigen Sie am Planetariumshimmel die Hauptsterne des Sommerdreiecks und das Sternbild «Schwan»! Bestimmen Sie Azimut und Höhe der drei Sterne des Sommerdreiecks! (Atair ist vom Lehrer auf dem Meridian eingestellt.)
3. Zeigen Sie am künstlichen Himmel die Haupt-

sterne des Wintersechsecks! Bestimmen Sie Azimut und Höhe von Beteigeuze, Sirius und Rigel! (Beteigeuze wurde vom Lehrer auf dem Meridian eingestellt.)

Erfahrungen beim Einsatz des Planetariums in der Prüfung

Seit 1984 führe ich mit zunehmender Schülerzahl die Astronomieprüfung teilweise im Planetarium durch. Ich habe festgestellt, daß die Ergebnisse des ersten Prüfungsteils durchschnittlich im Planetarium besser waren als mit der drehbaren Sternkarte, weil das Planetarium als Modell der Wirklichkeit viel näher kommt als die Sternkarte. Der höhere organisatorische Aufwand bei der Prüfung im Planetarium hat sich offenbar gelohnt.

Anschrift des Verfassers: Erhard Henniges, Astronomisches Zentrum Magdeburg, Picassostraße 20/21, Magdeburg, DDR-3041.

Zur Beobachtung und Behandlung des Sonnenspektrums

Andreas Unkroth

Mit der Aufgabe «7. Beobachten der Sonnenoberfläche mit dem Fernrohr (Projektion der Sonne) und des Sonnenspektrums» werden im gültigen Lehrplan /1; S. 14/ zwei Beobachtungen der Sonne gefordert. Die erste Aufgabe wird im allgemeinen mit dem Schulfernrohr unter Nutzung des Huygensschen Okulares mit 25 mm Brennweite als Projektiv erfüllt.

Auch der zweiten Aufgabe kann in guter Qualität entsprochen werden, wenn man über ein Okularspektroskop aus dem VEB Carl Zeiss Jena verfügt. Dieses Gerät ist vom Hersteller dafür gedacht, daß man es (anstelle des Plastringes mit der Aufschrift «Carl Zeiss Jena») auf ein Okular schraubt und mit Hilfe eines Fernrohres Sternspektren visuell beobachtet. Es enthält als wesentlichstes Bauteil ein Geradsichtprisma; auf einen Spalt konnte beim vorgesehenen Verwendungszweck verzichtet werden, weil die Sterne ohnehin punktförmig erscheinen.

Beobachtung des Sonnenspektrums durch ein «vollständiges» Okularspektroskop

Eine Anordnung aus Spalt – 16-mm-Okular – Okularspektroskop (s. Bild 1) richtet man auf den hellen Himmelshintergrund (nicht direkt in die

Sonne). Dabei dreht man den Spalt im Okular so, daß das Spektrum gut zu sehen ist. Den Spalt fertigt man am besten aus zwei halbkreisförmigen, geschwärtzten, an der geraden Seite zu schleifenden Blechen, die in den Strichkreuzensatz des Okulares anstelle der Glasscheibe mit Strichkreuz eingesetzt werden.



Bild 1: Anordnung Spalt – Okular – Okularspektroskop in Einzelteilen

Damit kann den Schülern eine Versuchsanordnung in die Hand gegeben werden, «die nicht gleich beim leisesten Windhauch auseinanderfällt». Da das Schulfernrohr hier nicht benötigt wird, können in zwei Schülergruppen parallel a) die Sonnenoberfläche in Projektion und b) das Sonnenspektrum mit Okularspektroskop beobachtet werden.

Je geringer man die Breite des Spaltes beim Okularspektroskop wählt, desto lichtschwächer und desto schärfer wird das Spektrum sichtbar. Beim

Erprobungsmuster konnten bei einer geschätzten Spaltbreite von unter 1/10 mm von mehreren unabhängigen Beobachtern drei bis fünf Fraunhofersche Linien identifiziert werden. Einschränkend muß gesagt werden, daß Schüler diese Linien nicht in jedem Fall wahrnehmen und daß auch Linien senkrecht über die Farben zu sehen waren, die auf Unzulänglichkeiten in der Qualität des selbstgefertigten Spaltes zurückzuführen sind.

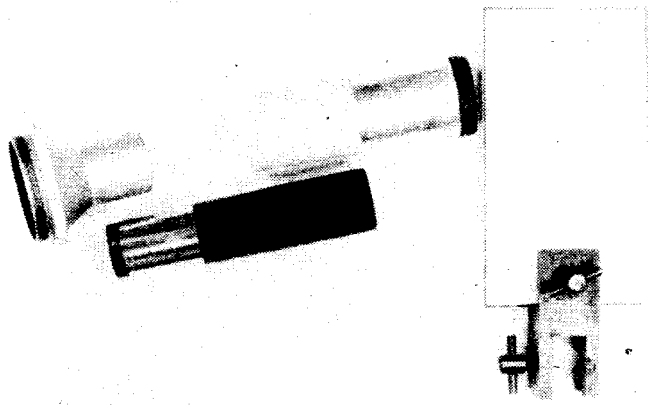


Bild 2: Anordnung zur Projektion des Sonnenspektrums in Einzelteilen

Projektion des Sonnenspektrums

Das oben beschriebene «vollständige» Okularspektroskop läßt sich auch zur Projektion des Sonnenspektrums einsetzen. Dazu baut man das Schulferrrohr wie zur Projektion der Sonnenscheibe auf und ersetzt das 25-mm-Okular durch das «vollständige» Okularspektroskop. Da das Spektrum auf dem Projektionsschirm zu lichtschwach erscheint, ist es sinnvoller, ein Stück weißen Karton als Schirm in relativ geringem Abstand zum Okularspektroskop anzubringen. Mit dieser Anordnung wird das Sonnenspektrum nicht im eigentlichen Sinn abgebildet, es sind lediglich verschiedene Farben auf dem Schirm zu sehen.

Zur Abbildung des Sonnenspektrums bedarf es noch einer Projektionslinse hinter dem Okularspektroskop. Ihr Abstand vom Spektroskop hängt vom Abstand Spalt – Okular ab, und er bestimmt mit der Linsenbrennweite Größe und Abstand des Spektrums von der Projektionslinse. Gute Erfahrungen wurden mit Linsen von 50 bis 100 mm Brennweite gesammelt. Die Projektionslinse sollte man in einer Hülse fassen, die sich über das Okularspektroskop schieben läßt, um den Abstand der Linse vom Spektroskop verändern zu können. Die Hülse sollte dabei im Interesse der mechanischen Stabilität etwas län-

ger als die Brennweite der verwendeten Projektionslinse sein. Nach Erfahrung des Autors genügt zur Fassung der Linse Suralin. Die Oberflächenvergütung der verwendeten Linse wurde beim «Brennen» bei 150 Grad Celsius nicht in Mitleidenschaft gezogen. Eine Kittgruppe dagegen darf nicht «mitgebrannt» werden, weil die luftlose Verbindung zwischen den Linsen (Kanadabalsam) zerstört würde.

Zeitpunkt und Organisation der Sonnenbeobachtungen

Sowohl bei der Sonnenbeobachtung während des regulären Unterrichts im Klassenverband als auch bei einer Einführung in die Orientierung (am Tage und im Freien vgl. *Walter /3/*), gehen die Wegzeiten vom Klassenraum ins Freie und zurück im allgemeinen zu Lasten der Unterrichtsstunde. Außerdem ist im Winter zum Zeitpunkt der unterrichtlichen Behandlung der Sonne mit widrigen Witterungsbedingungen zu rechnen. Wegzeiten können reduziert werden, wenn Sonnenbeobachtung und Einführung in die Orientierung verbunden werden und möglichst zeitig im Schuljahr erfolgen. Damit kann bei geeignetem Wetter die gesamte Unterrichtsstunde im Freien stattfinden. Zu diesem Zweck wurde in Zusammenarbeit mit Kollegen *Detlef Wagner* ein Arbeitsblatt gestaltet.

Es hat sich als günstig erwiesen, die Klasse in zwei Gruppen einzuteilen und sich als Lehrer vorrangig bei derjenigen Gruppe aufzuhalten, die Sonnenbeobachtungen ausführt. Die Schüler der Gruppe, die den Aufgabenkomplex zum Horizontsystem zuerst zu lösen hatte, wurden derart eingewiesen, daß

- die neuen Begriffe im wesentlichen durch «Vorzeigen» an der scheinbaren Himmelskugel eingeführt wurden,
- die Schüler in von ihnen frei wählbarer Gruppengröße mit Hilfe des Lehrbuches das Arbeitsblatt zu vervollständigen haben und
- ein Schüler am Ende der Stunde mit Hilfe des Arbeitsblattes das Prinzip der Koordinatenmessung im Horizontsystem erläutern wird.

Die Schülergruppe «Sonnenbeobachtung» wurde in drei Untergruppen geteilt: a) *Beobachtung der Sonnenoberfläche in Projektion*, b) *Beobachtung des Sonnenspektrums mit Okularspektroskop* und c) *Berechnung der wahren Durchmesser von Sonnenflecken*.

Innerhalb von 40 Minuten lösten alle Schüler in zyklischer Folge jede der geforderten Aufgaben, und zwei Schüler sprachen zur Koordinatenmessung im Horizontsystem.

Auswertung der Sonnenbeobachtungen im Unterrichtsprozeß

Zur Einordnung der Beobachtung der Sonnenoberfläche in den Unterrichtsprozeß liegen relativ umfangreiche Erfahrungen vor. Kaum bekannt sein dürfte die folgende Variante zur Behandlung der Spektralanalyse, die zwei Lehrplanforderungen vereint: «*Sonnensystem; Hinweis auf die Bedeutung der Spektralanalyse für die astronomische Forschung; Chemische Zusammensetzung der Photosphäre; Beschreiben des Sonnenspektrums*» 11; S. 14/ und «*Einführung der Spektralanalyse (Kirchhoff, Bunsen) um 1860*» 11; S. 16/.

Schülerauftrag: Informieren Sie Ihre Mitschüler anhand einer Wandzeitung (Format A3) über die Bedeutung der Spektralanalyse bei der Erforschung der Sterne! Die Wandzeitung sollte Antwort auf folgende Fragen geben:

- Was ist ein Spektrum?
- Wie entsteht ein Spektrum?
- Welche Aussagen über die Physik der Sterne können aus den Spektren gewonnen werden?
- Wann lebten *Fraunhofer*, *Kirchhoff* und *Bunsen*, und welchen Anteil hatten sie an der Entwicklung der Spektralanalyse?

Bereiten Sie sich darauf vor, im Astronomieunterricht die Hauptaussagen Ihrer Wandzeitung mündlich in maximal 3 Minuten darzulegen!

Literaturempfehlung:

Lehrbücher Physik und Astronomie Klasse 10 und *D. B. Herrmann: «Entdecker des Himmels»*, Abschnitt: Physik des Himmels (S. 117–123) oder *H. Mielke: Sonnengott und Sternenfeuer*. Abschnitt: Spektralanalyse – der Schlüssel zur Sonnenphysik oder *D. B. Herrmann: «Geschichte der Astronomie von Herschel bis Hertzsprung»*, Abschnitt: Spektroskopie. Anspruchsvollen Schülern kann zusätzlich empfohlen werden: *K. Danzer: «R. W. Bunsen/G. R. Kirchhoff»*.

In der Unterrichtsstunde zur Strahlung der Sonne kann zunächst folgende Frage aufgeworfen werden: «*Wie konnten die Temperatur der Sonnenoberfläche oder ihre chemische Zusammensetzung ermittelt werden, wo doch eine Messung der Temperatur mit einem Thermometer auf der Sonne oder die Entnahme einer Probe als unmöglich erscheinen?*»

Indem der Schüler mit dem Schülerauftrag (s. o.) kurz die Hauptaussagen seiner Wandzeitung nennt, werden: a) ein Überblick über den im Stoffgebiet zu vermittelnden Inhalt zur Spektralanalyse gegeben und b) die Schüler angeregt, diese Wandzeitung zu lesen. Mit dem Schülerauftrag allein kann jedoch der Stoff zur Spektralanalyse nicht vermittelt werden. Bei einer problemhaften Unterrichtsgestaltung wird die Beachtung der folgenden Schritte empfohlen.

Die Frage, wie und in welchem Umfang der Lehrer welchen der genannten Schritte gestaltet, ob als Vortrag, Mitteilung, Unterrichtsgespräch oder Diskussion . . . hängt stark von den konkreten Bedingungen in der Klasse ab.

1. Bereitstellen empirischer Befunde

- Beobachtung des Sonnenspektrums,
- Veranschaulichung von kontinuierlichem Spektrum und verschiedenen Emissionslinienspektren einschließlich ihrer Erzeugung (z. B. mittels einer selbsthergestellten Folie, die jeweils Lichtquelle, «spektrumerzeugendes Element» mit Prisma als Symbol und Abbildung vom dabei entstehenden Spektrum enthält).

2. Erkennen des Problems

- Sonnenspektrum enthält dunkle Linien (die Definition des Begriffes Sonnenspektrum kann hier erfolgen).

3. Formulieren einer Vermutung/Voraussage¹⁾

- z. B.: «Das fehlende Licht im Sonnenspektrum weist auf das **Fehlen** einiger Stoffe (Gase?) hin». Daraus folgt: «**Wenn** Sonnenlicht und z. B. Licht der gelben Natriumflamme ‚gemischt‘ werden, so müßte sich eine dunkle Linie im Sonnenspektrum aufhellen, die sich anstelle der entsprechenden hellen Linie im Natriumspektrum befindet.»

4. Beschreiben oder Nachvollziehen des historischen Experimentes von Kirchhoff und Bunsen um 1860

- In das Sonnenlicht vor dem Spektrographenspalt wurde eine gelbleuchtende Natriumflamme gebracht, um einen «fehlenden Anteil» im Sonnenlicht zu ergänzen.
- Wider Erwarten erfolgte keine Aufhellung der anvisierten Linie, sondern eine weitere Verdunklung.

5. Vergleichen von Vermutung und Ergebnis des Experiments und Schlußfolgerungen

- Die dunklen Linien im Sonnenspektrum weisen auf Gase zwischen lichtaussendender Schicht der Sonne und dem Beobachter auf der Erde hin.

6. Erkennen des neuen Problems

- Wo zwischen lichtaussendender Schicht der Sonne und Beobachter auf der Erde entstehen die Absorptionslinien? (Einer Problemstellung wie: «Aufgrund welcher physikalischen Gesetze können Spektrallinien entstehen?» wird hier nicht weiter nachgegangen).

7. Formulieren einer Vermutung/Voraussage

- Absorptionslinien könnten entstehen in der Sonnenatmosphäre, der Erdatmosphäre oder zwischen Erde und Sonne (ggf.: Tafelskizze)
- Weisen die Spektren anderer Sterne andere Absorptionslinien auf, so werden diese nicht von der Erdatmosphäre stammen.

8. Vergleichen von Sonnenspektrum und anderen Sternspektren

- Verschiedene Sterne haben verschiedene Spektren und Absorptionslinien, d. h., daß die Absorptionslinien von den Sternen selbst kommen (Hinweis: Es gibt auch von der Erdatmosphäre bzw. dem interstellaren Gas verursachte Absorptionslinien!).

9. Einbeziehung weiterer Erkenntnisse

- Die Sonnenphotosphäre besteht zu 73 % aus Wasserstoff, zu 25 % aus Helium und zu 2 % aus weiteren chemischen Elementen.

¹⁾ Vom Schüler könnten sowohl die einzig «richtige» als auch viele falsche Vermutungen geäußert werden. Hier wird nur eine der möglichen (falschen) Vermutungen genannt. (Die Arbeit mit einer «falschen» Vermutung tritt in der Wissenschaft häufig auf, und im Unterricht festigt sie beim Schüler zugleich die Einsicht, daß die Erkenntnisgewinnung oft nicht geradlinig ist.) Viele Schüler wissen, daß die Temperatur der Sonne sehr hoch ist und die Sonne aus Gas besteht. Durch Einbeziehung der im 1. Schritt bereitgestellten empirischen Befunde könnte der Schüler schließen: «Verschiedene Gase haben verschiedene Spektren. Setzt man verschiedene Emissionslinienspektren zusammen, so können in einem summierten Spektrum noch einige Stellen frei bleiben. Es wird aber auch Stoffe geben, die genau an diesen Stellen Licht aussenden, und genau diese Stoffe fehlen auf der Sonne.»

Das Tafelbild (siehe Bild 3) zu den erarbeiteten Inhalten kann durch Beantwortung folgender Fragen entstehen bzw. vervollständigt werden.:

- Was versteht man unter Sonnenspektrum?
- Wann und durch wen wurde die Spektralanalyse in die astronomische Forschung eingeführt?
- Welche Erkenntnisse über die Sonne konnten mittels der Spektralanalyse gewonnen werden?

Literatur:

- /1/ Lehrplan Astronomie Klasse 10. Berlin 1986.
- /1/ Lichtenfeld, J.: **Eine Möglichkeit, das Sonnenspektrum zu beobachten.** - In: Astronomie in der Schule Berlin 21 (1984) 4.
- /3/ Roth, H.: **Strahlenoptik.** (Physikalische Schulversuche) - Berlin 1979.
- /4/ Walther, U.: **Orientierung und Beobachtung.** - In: Astronomie in der Schule - Berlin 24 (1987) 1.

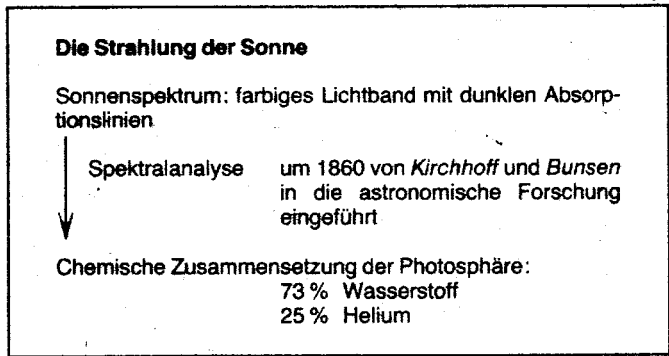


Bild 3: Vorschlag zur Tafelbildgestaltung

Anschrift des Verfassers: *Andreas Unkroth*, Friedrich-Schiller-Universität, Sektion Physik, WB Methodik des Physik- und Astronomieunterrichts, Am Steiger 3, Haus 1, Jena, DDR - 6800.

Erlebnis Beobachtungsabend – Eine Reportage

Jürgen Helfricht

Ein Mittwochabend im Oktober. In der Kreisstadt Großenhain werden in den nächsten Stunden viele Fußballfans vorm Fernseher mit ihrer Dresdner Dynamo-Elf fiebern. Dafür hat der Diplomlehrer für Mathematik und Physik *Olaf Metzler* jedoch keine Zeit. In seinem Terminkalender steht für heute: Beobachtungen Klasse 10 b, 18.30 und 20.00 Uhr.

Verständlich, daß er nicht erst in letzter Minute am vereinbarten Treffpunkt erscheint. Zentraler Beobachtungspunkt ist die Volks- und Schulsternwarte «*Nikolaus Kopernikus*» auf dem Kupferberg. Seit 1975 existiert im Süden Großenhains diese Warte, zu der ein Unterrichtsraum und die Instrumentenkuppel mit 15-cm-Cassegrain-Spiegel auf einem kleinen Turm gehören. Viele fleißige Helfer, vor allem Lehrlinge und Schüler, legten damals mit Hand an. Erbauten das Observatorium, in welchem seitdem allen Schülern der Großenhainer Oberschulen und benachbarter Einrichtungen der Astronomieunterricht erteilt wird. Kollege *Metzler* ist mit der Sternwarte auch über den Unterricht hinaus verwachsen. Da er selbst für die Sternkunde brennt, nutzt er gern die Möglichkeit, sein umfangreiches Wissen als URANIA-Referent vor Jugendweihgruppen, Arbeitskollektiven und Bürgern der Stadt an den Mann zu bringen.

Eigentlich wäre eine Sternwarte für die obligatorischen Beobachtungen laut Lehrplan nicht notwendig. Man könnte das Fernrohr genausogut auf dem Schulhof unten in der Stadt aufstellen, sagt er mir. Doch wegen der besseren Lichtverhältnisse entscheidet er sich immer wieder für die Warte.

Es ist der erste Beobachtungsabend für die

15- und 16jährigen. In der letzten Unterrichtsstunde hatten sie vereinbart, daß alle eine Stunde vor dem geplanten Termin an den Himmel schauen. Ist mehr als die Hälfte bewölkt, hat es keinen Zweck zu kommen. Doch heute ist es fast klar. Beinahe ein Wunder, denn in den vergangenen Tagen mußten schon viele Beobachtungen wegen schlechten Wetters verlegt werden. Kollege *Metzler* legt gerade die drehbaren Schülersternkarten und die Schreibunterlagen, kleine Sperrholztafeln, bereit, als die ersten vier Schüler eintreffen. Mit welchen Erwartungen kommen sie? *Andrea*, sie will Frisöse werden, sagt: «Neben Bio und Geschichte ist Astro mein Spitzfach. Einfach unvorstellbar, daß wir auf einer kleinen Kugel im All kurven. Ich bin sehr auf den Blick durchs Fernrohr gespannt.» Für *Jörg*, der in der Abiturstufe



Astronomielehrer *Olaf Metzler* mit Schülern am 15-cm-Cassegrain-Spiegel

weiterlernen wird, ist es halt Pflicht zu kommen, und *Lusienne*, die zukünftige Sekretärin, will erfahren, wie ihr Tierkreiszeichen am Himmel aussieht. Kurz vor Beginn künden Auspuffgeräusche von Mopeds davon, daß der Rest naht. Auf der Terrasse vor der Sternwarte hat *René*, auch ein Schüler der 10. Klasse, inzwischen den «Telementor» aufgebaut. Während der Herbstferien war er Teilnehmer eines Lehrganges, in dem interessierte Schüler das Fernrohr so weit beherrschen lernten, daß sie mit ihm sachkundig umgehen und eine Beobachtung betreuen können.

Zehn Schüler sind um den Lehrer versammelt. Einige möchten am liebsten gleich durch das Fernrohr den Mond, Sterne oder ein erleuchtetes Zimmer im benachbarten Wohnblock beobachten. Aus 17jähriger Erfahrung als Astronomielehrer weiß Kollege *Metzler*, daß es kaum Schwierigkeiten mit der Beteiligung gibt.

Jeanette kennt sich bereits recht gut am Himmel aus. Sie hat in den vorangegangenen Unterrichtsstunden konzentriert die Erläuterungen an der großen Sternkarte verfolgt und zeigt nun ihren Mitschülern acht Sternbilder. Der Lehrer ergänzt ihren kleinen Vortrag mit einigen astronomiehistorischen Details. Dann wendet er sich dem Großen Wagen zu. Überprüft, ob die Schüler noch wissen, wie man den Polarstern und damit die Nordrichtung findet. Dann müssen sie die Haupthimmelsrichtungen selbst bestimmen und markante Geländepunkte der jeweiligen Richtung im Beobachtungsprotokoll festhalten. Hier gibt es die ersten Probleme. Wo ist Westen? Wo ist Osten? «Lassen fundierte Kenntnisse manchmal auch zu wünschen übrig, so ist gerade diese Klasse sehr aufgeschlossen, begeisterungsfähig und an Neuem interessiert», schätzt Herr *Metzler* später ein. Anhand der drehbaren Sternkarte machen sich die Schüler weiter mit dem gestirnten Himmel vertraut. Der Lehrer läßt sie dabei ermitteln, welche hellen Sterne gerade auf- oder untergehen. Auch wenn Mond und Planeten noch nicht Unterrichtsthema sind, bezieht er sie mit ein. Danach sucht sich jeder einen hellen Stern am Osthimmel. Dessen Lage zu anderen Sternen und vor allem zu markanten Punkten am Horizont wird in einer Skizze eingetragen. Am Ende des Beobachtungsabends steht dann der Vergleich der Skizze mit dem Stand der Sterne. Auch die Stellung des Großen Wagens und des Mondes sollen sich die Schüler einprägen.

Als längerfristige Hausaufgabe für einen ganzen

Monat werden sie die Bewegung des Planeten Mars gegenüber zwei selbstgewählten Sternen aufzeichnen. Nur wenn sich ein Schüler selbst am Himmel zurechtfindet, so Kollege *Metzler*, geht er ohne Scheu weitere Aufgaben an.

Der Spaziergang mit seinen Schülern am Himmel ist für den erfahrenen Astronomielehrer kein einfaches Abfragen von Fakten oder etwa ein Bombardement von Zahlen und Termini. Immer wieder bringt er kleine Anekdoten ein. So bleibt der Augenprüfer nicht unerwähnt. Wenn die Schüler später einmal vielleicht mit ihren eigenen Kindern am Abend spazieren gehen, können sie erzählen, daß bei den Germanen kein junger Mann eine Waffe tragen durfte, der nicht die beiden Sterne an der Deichsel des Großen Wagens sah. «Sonst hätte er seinem Nebenmann womöglich in den Rücken gestoßen», erzählt *Olaf Metzler* und spürt an der Reaktion seiner Zuhörer, daß sie ihm aufmerksam folgen. Schnell verstreicht die Zeit. Da leuchtet plötzlich ein kurzer Lichtstreif auf. Fast alle haben ihn gesehen und bestürmen nun den Lehrer mit Fragen zu Sternschnuppen.

Die letzte Aufgabe an diesem ersten gemeinsamen Abend ist die einfache Bestimmung von Sternhöhen über dem Horizont durch Schätzung. Drei Hauptsterne sind in ihren Koordinaten zu bestimmen. Wer fertig ist, versucht sich an einer genauen Messung mit den Teilkreisen am Fernrohr. Natürlich wird die sternklare Nacht auch zu weiteren Beobachtungen genutzt. Hierbei bedarf es des Lehrers kaum. Der ausgebildete Schüler meistert diese Aufgabe mit Bravour. Da taucht die Frage nach der Entfernung der Sterne auf. Kollege *Metzler* versucht erst einmal, eine Vorstellung für die Dimension des Lichtjahres zu wecken. Wie er erzählt, kommen oft Fragen zur Unendlichkeit, zur Astrologie oder den außerirdischen Zivilisationen, wenn die Arbeit geschafft und die erste Spannung gewichen ist.

Mit welchen Eindrücken gehen die Schüler nach Hause? Für *Karina* war es das Erlebnis, erstmals einen Satelliten gesehen zu haben. *Heike* sagt: «Eigentlich bin ich enttäuscht, wie klein die Sterne im Fernrohr bleiben. Die Zeit ist ja viel zu kurz, alle Fragen stellen, die einem auf den Lippen brennen. Hier komme ich auch mal außerhalb des Unterrichts her.» Einhelliger Meinung waren aber alle, daß nach diesem Beobachtungsabend ihre Vorstellungen vom Sternhimmel klarer geworden sind.

Anschrift des Verfassers: *Jürgen Helfricht*, Grundstraße 40, Dresden, DDR-8054

Ein Sonnenuntergang – physikalisch gesehen

Zum Schuljahresausklang wollen wir ein ganz alltägliches Ereignis, einen Sonnenuntergang, einmal aus physikalischer Sicht verfolgen. Neues über die Sonne werden wir dabei nicht erfahren, wohl aber können wir die Atmosphäre unseres Heimatplaneten Erde besser kennenlernen. Wir wählen einen Abend in der zweiten Maihälfte; der Himmel soll im Nordwesten bis zum Horizont klar sein.

In dieser Jahreszeit geht die Sonne gegen 21^h MESZ bei einem Azimut von 125° unter. Schon einige Zeit vor dem Untergang fällt auf, wie stark ihr Licht geschwächt ist. Man kann mit dem ungeschützten Auge in die Sonne blicken, wenn sie dicht über dem Horizont schwebt. Bemerkenswert ist außerdem, daß die Sonne tieforange leuchtet (gar nicht passend zu ihrer Photosphärentemperatur von knapp 6000 K) und daß sie bei genauem Hinsehen als Oval und nicht als kreisrunde Scheibe erscheint.

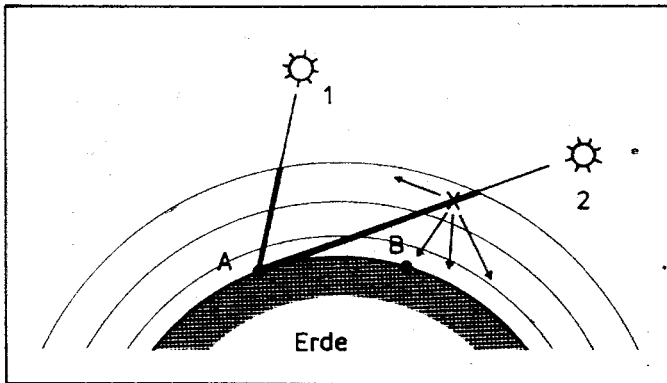


Bild 1: Lichtweg in der Erdatmosphäre bei hohem (1) und tiefem (2) Sonnenstand, gesehen vom Beobachterstandort A. Der Beobachter B sieht das gestreute Sonnenlicht aus der Richtung des Staubeilchens X. (Die Lichtbrechung – siehe Bild 2 – ist hier nicht berücksichtigt.)

Alle drei Erscheinungen – die Lichtschwächung, die Verrötung des Lichtes und die Verzerrung der scheinbaren Sonnenscheibe – gehen auf das Konto der Erdatmosphäre. Die Lichtschwächung und die Verrötung sind eine Folge der Streuung des Sonnenlichtes. Da das Licht bei horizontnahe Sonnenstand einen weiteren Weg durch die Atmosphäre der Erde zurücklegen muß, stellen sich ihm viel mehr Luftmoleküle und Staubeilchen in den Weg als bei hohem Sonnenstand (Bild 1).

Da die Streuung wellenlängenabhängig ist (kurzwelliges Licht wird stärker gestreut als langwelliges), bleibt der rote und orangefarbene Anteil des Sonnenlichtes relativ unbeeinflusst und der Beobachter A sieht eine orangerote Sonne, während der blaue Anteil nach allen Richtungen abgelenkt wird (kurze Pfeile bei x im Bild 1; der Beobachter B sieht deshalb beim Blick in diese Richtung den blauen Himmel).

Die Verzerrung des scheinbaren Sonnenbildes ist eine Folge der Lichtbrechung in der Erdatmosphäre. Sie nimmt um so größere Werte an, je geringer die Höhe eines Objektes ist; ihre Ursache sind die Dichteunterschiede innerhalb der Erdatmosphäre. Infolge der Lichtbrechung erscheint die Höhe eines astronomischen Objektes über dem Horizont größer als sie in Wirklichkeit ist. Da sich der untere Sonnenrand in geringerer Höhe über dem Horizont befindet als der obere, erscheint er stärker «angehoben»; dadurch entsteht ein oval verzerrtes Bild der Sonnenscheibe.

Etwa 10 Minuten nach dem Sonnenuntergang wird im Südosten der Erdschatten sichtbar, und zwar als blaugraues Kreissegment, das immer höher steigt. Am besten ist er 20 bis 30 Minuten nach Sonnenuntergang zu beobachten. Zu dieser Zeit ist im Nordwesten die hohe Atmosphäre noch immer von der Sonne beleuchtet. Hohe Wolken und die Kondensstreifen hochfliegender Flugzeuge strahlen dadurch in hellem Orange vor dem Blau des Himmels. Diese erste halbe Stunde nach Sonnenuntergang ist die große Zeit der farbigen Dämmerungserscheinungen.

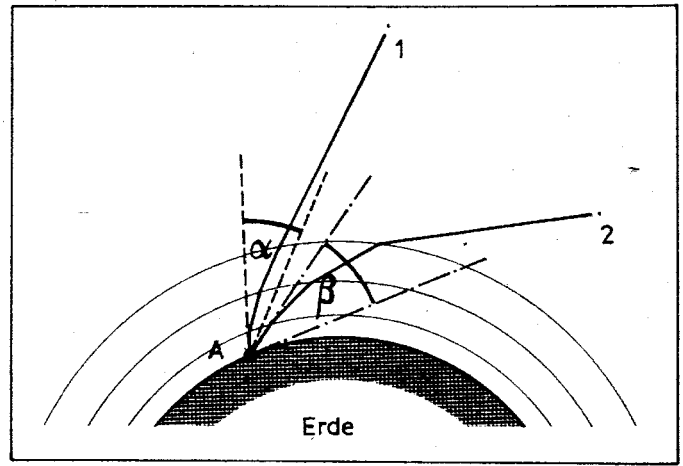


Bild 2: Lichtbrechung in der Erdatmosphäre. Für den Beobachter A erscheint die Höhe des Sterns 1 um den Winkel α , die des Sterns 2 um den Winkel β vergrößert. Durchgezogene Linien: wahrer Lichtweg.



Bild 3: Gleich einer Stufenpyramide erscheint die «deformierte Sonne» hier kurz vor dem Verschwinden unter dem Horizont. Aufnahme: Wolfgang Schwinge, Bautzen.

Etwa 40 Minuten nach Sonnenuntergang hat die Sonne eine «Höhe» von -6° erreicht: die Bürgerliche Dämmerung ist zu Ende. Eine Stunde später endet die Nautische Dämmerung (die Sonnen«höhe» beträgt jetzt -12°); die helleren Sterne sind sichtbar geworden, und von nun an sind viele astronomische Beobachtungen möglich. Das Ende der Astronomischen Dämmerung, das den Beginn der tiefschwarzen Nacht markiert (dazu müßte die Sonne 18° unter dem Horizont stehen), wird in unseren Breiten von Mitte Mai bis Ende Juli nicht erreicht.

Klaus Lindner

Unsere fotografische Mondkarte (II)

Unsere Aufnahme (s. 2. Umschlagseite), die einen Teil der Mondoberfläche nahe des nordöstlichen Mondrandes wiedergibt, zeigt ein Gebiet zwischen dem Mare Imbrium und dem Mare Frigoris mit der auffälligen Formation Sinus Iridum, die eine halbversunkene Wallenebene darstellt. Sie wird begrenzt durch das Kap Heraclid im Osten und das Kap Laplace im Westen. Die Ausdehnung des Sinus Iridum erreicht rund 260 km und kommt damit der Entfernung (Luftlinie) zwischen den Städten Greifswald und Dessau nahe. Auffallend ist der dunkle Boden des Ringgebirges Plato, das auch bei Vollmond, also beim Fehlen jeglichen Schattenwurfes, ein beeindruckendes Objekt darstellt. Der Durchmesser von rund 100 km entspricht der Luftlinie Karl-Marx-Stadt – Halle. Die Berge Pico, Montes Teneriffe und Montes Recti, die maximale Höhe zwischen 1800 m und 2000 m aufweisen, fallen durch ihre große Helligkeit auf.

Zur Beobachtung dieser Mondgegend mit unserem Schulfernrohr eignet sich am besten die Zeit um den 12. Tag nach Neumond. Die Verwendung des Okulars O-16 ist zu empfehlen.

Das dargestellte Gebiet der Mondoberfläche ist gut zur Erfüllung der Beobachtungsaufgabe 6 (Lehrplan Astronomie Klasse 10, Seite 10) geeignet. Die Schüler können sich am Fernrohr durch Vergleich mit unserer Karte ein Bild über die Ausdehnung der Mondformationen machen. Der Astronomielehrer sollte darauf hinweisen, daß die angegebenen Berghöhen nicht, wie bei der Erde, auf das Niveau des Meeresspiegels bezogen sind, sondern auf die unmittelbare Umgebung.

Hans Joachim Nitschmann



Wissenswertes

Kreisfachkonferenz Astronomie in Herzberg (Elster)

Langfristig darauf vorbereitet, trafen sich in den Herbstferien 1988 alle Astronomielehrer des Kreises, um erste Erfahrungen auszutauschen, die sie bisher bei der Umsetzung des neuen Lehrplanes gemacht haben. Dazu konnten unter anderem auch Direktoren aus den Oberschulen begrüßt werden.

Die Beratung begann mit einer sachlichen und kritischen Einschätzung des bisher erreichten Unterrichtsniveaus durch den Fachberater. In seinen Ausführungen zeigte er, wie die Wirksamkeit des Astronomieunterrichts für die Persönlichkeitsentwicklung weiter erhöht werden muß, damit allen Schülern ein wissenschaftliches Weltbild vermittelt wird. Anhand konkreter Beispiele fanden die Anwesenden eindrucksvoll die Feststellung von Prof. Rossa bestätigt, daß unser Fach zwar in der Stundentafel nur ein Zwerg ist, aber für die weltanschauliche Erziehung der Schüler einem Riesen gleicht.

Der anschließende Erfahrungsaustausch gestaltete sich für alle Lehrer und Direktoren zu einer echten Hilfe. So trug Koll. Bartels (Oberschule Hohenbucko) vor, wie er unter den Bedingungen einer Landschule die Schülerbeobachtungen planmäßig organisiert und durchführt und wie er deren Ergebnisse zielgerichtet für den Unterricht nutzt. Kollege Blüher (OS Uebigau) erläuterte, wie er die Entwicklung der Vorstellungen vom Weltall ideologiewirksam erarbeitet. Kollege Wackernagel (OS II Falkenberg) konnte reiche Erfahrungen über den Einsatz von aktuellen Informationen aus Zeitschriften und der Tagespresse zur Gestaltung von lebensverbundenem, erzieherisch wirksamem Unterricht in die Diskussion einbringen. Weitere Diskussions-schwerpunkte waren Erfahrungen zum Einsatz des Taschenrechners, zu physikalischen Demonstrationsexperimenten sowie zu Möglichkeiten des Einsatzes des in der Kreisstadt vorhandenen Kleinplanetariums «Skymaster».

Zum praktischen Erfahrungsaustausch trug auch eine Ausstellung bei, die weiterentwickelte Unterrichtsmittel zeigte und die durch Beobachtungsprotokolle, Arbeitsblätter, Aufzeichnungen und Material-sammlungen von Schülern aus mehreren Schulen wertvolle Anregungen für die Unterrichtsgestaltung gab.

In seinem Schlußwort schätzte Kollege Kober (BUW Cottbus) ein, daß das Referat, die breitgefächerte, konstruktive Diskussion sowie die Schlußfolgerungen für die weitere Arbeit das hohe Verantwortungsbewußtsein aller Beteiligten für die weitere Verbesserung der Bildungs- und Erziehungsarbeit im Fach Astronomie erkennen ließen. Diese Konferenz reihte sich als ein gelungener Beitrag der Astronomielehrer in die schöpferische Aussprache aller Pädagogen zur Vorbereitung ihres 9. Kongresses ein.

Klaus Schmidt

10. Tag der Raumfahrt in Neubrandenburg

Der jährliche Neubrandenburger «Tag der Raumfahrt» ist für viele an Raumfahrt, Technik, Astronomie und anderen Wissenschaften Interessierte zu einem lange im Kalender vorgemerkten Datum und zu einem festen Begriff geworden. Vor zehn Jahren war der Gedanke, einen «Tag der Raumfahrt» zu gestalten, durch den Raumflug Sigmund Jähns mit initiiert. 1979 erstmals durchgeführt, konnten die Bezirksleitungen der FDJ, des Kulturbundes und der URANIA zum 26. November 1988 zum 10. «Tag der Raumfahrt» einladen. Der kleine Lektionssaal der Bezirksparteischule, der wiederum genutzt werden konnte, war von 180 Teilnehmern bis auf den letzten Platz

besetzt, unter ihnen viele Astronomielehrer, Fachberater und Mitglieder des Wissenschaftlichen Rates «Methodik des Astronomieunterrichts» der APW, aber auch eine große Zahl Jugendlicher.

Als Referenten und Gesprächspartner hatten die Veranstalter den stellvertretenden Direktor des Instituts für Kosmosforschung der AdW und Präsidenten der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR, Professor Dr. Ralf Joachim, und Professor Dr. Karl-Heinz Marek, Zentralinstitut für Physik der Erde der AdW der DDR, gewinnen können. Die Bedeutung der unter dem Leitgedanken «Raumfahrt für Frieden und Fortschritt» stehenden Tagung wurde durch die Anwesenheit des Mitgliedes des Zentralkomitees und 1. Sekretärs der Bezirksleitung Neubrandenburg der SED, Johannes Chemnitz, unterstrichen.

Die Einstimmung gab ein Film, der vor 10 Jahren dem Flug Sigmund Jähns und Waleri Bykowski gewidmet war. Generalmajor Dr. Sigmund Jähn erinnerte in seinen Ausführungen über Entwicklungsstapen der Raumfahrt an das Wort Professor Rauschenbachs (UdSSR), daß die beiden ersten Jahrzehnte der Raumfahrt ein Abenteuer gewesen seien, daß die Raumfahrt inzwischen aber längst in ihre wissenschaftliche Etappe eingetreten ist, bei der man von ihrem Nutzen a priori überzeugt sein kann. Auf das Verhältnis Mensch – Technik eingehend, formulierte er den Grundsatz, die Automaten machen zu lassen, was sie können, und den Menschen vor allem dort einzusetzen, wo er darüber hinaus etwas zu leisten vermag. Er erinnerte in diesem Zusammenhang an die energetische Wiederingangsetzung der zeitweilig «toten» Station Salut 7. In Entscheidungen über den Einsatz von Menschen und Automaten geht es – so Sigmund Jähn – um vernünftige Kompromisse. Die amerikanische Shuttle-Einbahnstraße bezeichnete er als eine wissenschaftliche Fehlentscheidung, für die militärische Gesichtspunkte und kommerzielle Interessen bestimmter Geschäftskreise maßgeblich waren. Die drei Flüge des Skylab (1973) wertete er als die fruchtbarste Etappe der us-amerikanischen Raumfahrt. Sigmund Jähn schloß mit dem Satz «Wir müssen dafür sorgen, daß die Erde bewohnbar und unser schönster Planet bleibt».

Dr. Jähn antwortete dann auf Fragen von Teilnehmern. Da am gleichen Tag zum zweiten Raumflug UdSSR–Frankreich gestartet wurde, gab das Anlaß für einen Fragenkomplex. Sigmund Jähn verwies dabei u. a. auf das große wissenschaftliche und kommerzielle Interesse Westeuropas an der Zusammenarbeit mit der UdSSR und der Nutzung sowjetischer Trägermittel und Raumfahrttechnik. Auf das langfristige sowjetische Raumfahrtprogramm eingehend (das eine größere Würdigung und Popularisierung verdient) erläuterte er die Pläne, die den erdnahen Raum, das Sonnensystem und den weiteren kosmischen Raum und seine Objekte betreffen.

Die anschließende Autogrammstunde, von der die Teilnehmer reichlich Gebrauch machten, war fast ein Test auf Geduld und Ausdauer des Kosmonauten.

Professor Dr. Karl-Heinz Marek sprach über den «Informationsgehalt moderner Systeme der kosmischen Erderkundung». Die Erderkundung hat in den letzten Jahren durch die Entwicklung der Sensortechnologie, die Nutzung spezieller Informatiksysteme und durch gewachsene Nutzeransprüche eine wesentliche Weiterentwicklung erfahren. Die Multispektralfotografie – bis heute die Hauptmethode der Fernerkundung – und die visuelle Erderkundung mit Instrumenten befinden sich auf gereiftem technischem Niveau. Moderne zivile Beobachtungssysteme (auf Foto- oder Scannerbasis) ergeben heute Auflösungen von 5 ... 40 m bei Maßstäben von 1:100 000 bis 1:25 000, die für Planungs- und Überwachungsaufgaben gut geeignet sind. Unter perspektivischer Sicht wird an der Weiterentwicklung der Sensorik (Mittelwellen- und Infrarotbereich), an verstärkter Kopplung von Informatik und Fernerkundung zur Echtzeitüberwachung der Umwelt und an globalen Systemen der Satellitengeografie gearbeitet.

Auf die Frage nach dem Auflösungsvermögen militärischer Satellitenfotos antwortete Prof. Marek, daß es in der Größenordnung von einigen Dezimetern liege und sich die Aufnahmen weiterverarbeiten lassen. Dieses Auflösungsvermögen wird durch Geräte mit Brennweiten bis zu 5 m bei extrem niedrigen Umlaufbahnen erreicht. Dabei werden kleine erfaßte Geländeausschnitte und Kurzlebigkeit der Satelliten in Kauf genommen.

Professor Dr. Ralf Joachim hatte das Thema «Charakter der Internationalen Astronautischen Föderation und aktuelle Aufgaben und Probleme dieser Organisation» gewählt. Unter der Sicht, daß die DDR in der zweiten Oktoberwoche 1990 in Dresden Gastgeber des IAF-Kongresses sein wird, war das eine interessierende Thematik. Der 1950 gegründeten selbständigen nichtstaatlichen wissenschaftlichen Organisation gehören inzwischen 108 Organisationen aus 38 Ländern an. Prof. Dr. Joachim, selbst Vizepräsident der IAF, stellte Struktur und Arbeitsweise der IAF und ihrer Zusammenarbeit insbesondere

mit der Organisation für Weltraumrecht (IFL) und der Internationalen Astronautischen Akademie (IAA) vor. Er informierte über das für 1992 geplante (aber noch nicht beschlossene) Internationale Weltraumjahr (ISY).

Die Jubiläumsveranstaltung wurde ihrer Aufgabe voll gerecht, und es wird wohl niemand der z. T. von weither angereisten Teilnehmer sein Kommen bereut haben.

Manfred Schukowski

Zur Effektivität von Lichtbildern im Astronomieunterricht

Der Autor stellt nachfolgend Untersuchungsergebnisse vor, die einem einzelnen Aspekt des Einsatzes audiovisueller Unterrichtsmittel gewidmet sind. Er geht davon aus, daß der Lehrer in seiner methodischen Konzeption für den Unterricht natürlich die Frage beantworten muß, mit welchem Ziel die Lichtbilder eingesetzt werden und wie den Schülern zu helfen ist, aus dem Informationsangebot die wesentlichen Fakten aufzunehmen und zu verarbeiten.

In der Schulpraxis hat sich erwiesen, daß der Einsatz von Lichtbildern einfach und bequem ist und viele methodische Varianten ermöglicht. Wir können Dias durch das Fotografieren von Naturobjekten oder Bildern selbst herstellen, wir können die Zeit, den Ort und die Reihenfolge der Demonstration nach Belieben variieren. Die Wirksamkeit von Lichtbildern im Unterricht stützt sich hauptsächlich auf die Tätigkeit der Sehrezeptoren; aber dafür sind in der alltäglichen Schularbeit noch längst nicht alle Reserven erschlossen.

Der slowakische Forscher *D. Hapala* behauptet, daß der Mensch 83 % der Informationen aus der Umwelt mittels des Sehvermögens, 12 % mit Hilfe des Gehörs und 5 % mit anderen Rezeptoren empfängt. Wir behalten aber 20 % von dem, was wir nur gehört haben, 30% von dem, was wir nur gesehen haben und 70 % von dem, was wir gleichzeitig gehört und gesehen haben. Immerhin 80 % bleiben im Gedächtnis, wenn die Information gehört, gesehen und besprochen wurde; 90 %, wenn sie gehört, gesehen, besprochen und von uns aktiv verwendet wurde. Es ist völlig verständlich, daß *Hapala* deshalb ein nur verbales Lernen für wenig effektiv hält.

K. Tichomirowa untersuchte, inwieweit der Erwerb von Kenntnissen durch Schüler unterschiedlichen Alters von der Zahl der gezeigten Lichtbilder abhängt. Die beim Einsatz von 5 Dias angeeigneten Kenntnisse wurden in allen Altersgruppen gleich 100 % gesetzt. Bei der Demonstration von 10 Dias wurden von Schülern der 4. bis 6. Klasse 82 % aufgenommen, von Schülern der 7. bis 10. Klasse dagegen nur 77 %. In der jüngeren Stufe fand ein steiler Fall des Aufnahmevermögens nach dem zwanzigsten, in der älteren Stufe nach dem fünf- und zwanzigsten Dia statt. Dabei stellte sich auch heraus, daß es keinen Sinn hat, ein Dia länger als eine halbe Minute zu zeigen und daß die jüngeren Schüler Details bis zu anderthalbmal besser behielten als die älteren.

Leider bezog sich diese Untersuchung (wie übrigens viele ähnliche Tests) nur auf einen relativ kurzen Zeitraum. Um zu ermitteln, welchen Einfluß der Einsatz solcher technischen Unterrichtsmittel auf den Unterricht als einen anhaltenden, ununterbrochenen pädagogischen Prozeß hat, wurde in der Berufsschule zu Helme (Estland, UdSSR) ein Langzeitexperiment durchgeführt.

Im Laufe von sechs Schuljahren untersuchten wir den Einfluß des Einsatzes von Lichtbildern auf die Resultate des Unterrichts. Probanden waren während dieser Zeit 769 Schüler, davon 429 in Versuchs- (V) und 340 in Kontrollklassen (K). Das Experiment fand im Fach Astronomie statt, das im ersten Halbjahr des 3. Studienjahres (11. Klasse) der Berufsschule unterrichtet wird.

Die Zuverlässigkeit der Untersuchungsergebnisse wird dadurch erhöht, daß während der 6 Schuljahre der Lehrplan, die Unterrichtsmittel, der Fachunterrichtsraum und der Fachlehrer nicht gewechselt wurden. Die Schüler wurden über das Experiment nicht informiert.

Außerlich war das Experiment sehr einfach. In 5 bis 6 Klassen wurden während der genannten Zeitspanne genau die gleichen methodischen Verfahren verwendet. In 3 Klassen (Versuchsklassen) wurden in jeder Stunde einige themengemäße Lichtbilder gezeigt und durch den Lehrer erläutert. Dabei handelte es sich stets um Fotos von Realobjekten, nicht um schematische Übersichten oder ähnliche Darstellungen. Etwa ein Drittel der Fotos war farbig.

Einige Ergebnisse des Experimentes:

1. Es gelang, die verbreitete Ansicht zu widerlegen, daß der Einsatz von Lichtbildern zu einer **sofortigen** Erhöhung der Effektivität des Unterrichts führe. Die Unterschiede zwischen den Resultaten der **Zwischentests** der V- und K-Klassen im Laufe des Schuljahres sind vernachlässigbar klein.

2. Wenn man aber die Ergebnisse der **Endarbeiten** vergleicht, kann man statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Leistungen

der beiden Gruppen feststellen. In allen Schuljahren waren bei den V-Klassen die Ergebnisse der Endarbeiten um den Faktor 1,2 besser als bei den K-Klassen. Die V-Klassen haben solidere Kenntnisse erworben.

3. Im Laufe der 6 Schuljahre wurde die Zahl der gezeigten Dias verändert. Unser Experiment hat bisher ergeben, daß es nicht wesentlich ist, ob man durchschnittlich in einer Unterrichtsstunde acht oder zwei passende Dias zeigt. Viel wichtiger ist, daß der Einsatz in **jeder Stunde** erfolgt. Es hat wenig Sinn, Dias selten und dann in größerer Menge zu zeigen. (Leider ist das im praktischen Schulleben viel zu oft der Fall.)

4. Im Laufe des Experiments wurde auch untersucht, ob der ständige Einsatz von Lichtbildern leistungstärkere und leistungsschwächere Schüler unterschiedlich beeinflußt. Nach den vorläufigen Ergebnissen gibt es in dieser Hinsicht keine Unterschiede.

Zusammenfassend: Im Verlaufe unseres Langzeitexperimentes ist klar geworden, daß der Einsatz von Lichtbildern sich nicht sofort im Ergebnis des Unterrichts widerspiegelt, daß er jedoch langfristig dem Lernenden festere Kenntnisse sichern hilft. Der Erwerb solider Kenntnisse ist aber in der Schule besonders wichtig. Vor Übertreibung sei – wie bei den meisten methodischen Varianten – auch hier gewarnt: Zu viele Bildeindrücke können dazu führen, daß die Schüler bloße Wahrnehmung bevorzugen und das Denken vernachlässigen. Intellektuelle Passivität wäre die Konsequenz, die unbedingt zu vermeiden ist.

Peep Leppik

Zur Bedeutung der Seeberg-Sternwarte bei Gotha

Die emotionale Wirkung des Astronomieunterrichts soll durch die Erörterung territorial bedeutsamer historischer Ereignisse und Hinweise auf wissenschaftliche Einrichtungen in der näheren Umgebung des Scholortes vertieft werden. Der Autor schildert ein dazu nutzbares Beispiel; Anlaß ist der 200. Jahrestag der Grundsteinlegung der einst international sehr bedeutenden Seeberg-Sternwarte.

Jeder Schüler in den Thüringer Bezirken wird die Sternwarten in Jena, Tautenburg und Sonneberg mindestens dem Namen nach kennen. Daß aber auch eine Stadt wie Gotha eine wesentliche Rolle in der Geschichte unserer Wissenschaft gespielt hat, wird erst bei Jubiläen wieder bewußt.

Am 16. Juli 1788 wurde auf dem kleinen Seeberg bei Gotha der Grundstein zu einer Sternwarte gelegt, die für mehrere Jahrzehnte ein Mittelpunkt der astronomischen Forschung in Europa werden sollte. Der seit 1772 regierende Herzog *Ernst II.* von Sachsen-Gotha-Altenburg (1745–1804) war im Zeitalter der Aufklärung ein eifriger Förderer der Naturwissenschaften und erhob damit Gotha in den Rang eines «Weimar der Naturwissenschaften». Seine persönliche Vorliebe galt der Astronomie, für die er sich ein kleines Observatorium im Schloß Friedenstein eingerichtet hatte. Als er anläßlich eines Besuches in England den ehemaligen ungarischen Offizier und Wissenschaftler *Franz Xaver von Zach* (1754–1832) kennenlernte, gewann er diesen für den Plan, in Gotha eine den Ansprüchen der Wissenschaft genügende, nach damals modernen Gesichtspunkten ausgerüstete Sternwarte zu erbauen.

Da *Zach* bei der Auswahl des Standortes dieser Einrichtung nicht nur an die Himmelsbeobachtung, sondern auch an den Nutzen für die Landesvermessung dachte, wählte er den Gipfel des damals völlig kahlen Seeberges. So bestand ein guter Blickkontakt zur Schloßsternwarte und ein freier Horizont. Der Bau zog sich bis 1791 hin; da aber bereits während der Bauzeit umfassende Beobachtungen gemacht wurden, gingen schon 1792 die ersten astronomischen Veröffentlichungen von Gotha in alle Welt. So stellten sich bald junge Mitarbeiter ein, die hier eine gründliche wissenschaftliche Ausbildung erhielten. Dadurch wurden mehrere Sternwarten Europas durch Schüler *Zachs* besetzt. Als dann auf der Seeberg-Sternwarte der volle Wissenschaftsbetrieb aufgenommen worden war, bemühte sich *Zach* vor allem darum, den Kontakt zwischen den damals einzeln arbeitenden Wissenschaftlern zu verbessern. Er führte einen umfangreichen Schriftwechsel weit über die Grenzen des deutschen Sprachraumes hinaus. 1798 lud er die führenden Wissenschaftler, darunter den französischen revolutionär gesinnten Astronomen *Lalande* (1732–1808), zu einer Konferenz auf den Seeberg ein. Aus den gemeinsamen Beratungen dieses ersten internationalen Astronomenkongresses entwickelte sich auch die erste zentrale astronomische Fachzeitschrift, die «Monatliche Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde», die ab 1800 in Gotha herausgegeben wurde. Auch in den Folgejahren riß die Reihe der Besucher nicht ab. So nahm hier auch *Carl Friedrich Gauß* (1777–1855) den ersten Kontakt zur Astronomie auf. Eigentlich mußte jeder zeitgenössische Astronom damals wenigstens einmal die Seeberg-Sternwarte besucht haben.

Diese intensive Tätigkeit der Seeberg-Sternwarte wurde 1804 durch den Tod des Herzogs abrupt unterbrochen. Die Kriegsjahre taten ein übriges, so daß erst 1808 durch *Bernhard von Lindenau* (1780–1854) die Sternwarte wieder in Betrieb genommen werden konnte. Allerdings hatten inzwischen die Gebäude durch die Witterung stark gelitten: baufällige Teile mußten abgetragen werden; 1811 wurde ein neues Wohnhaus gebaut, das zweite Haus und der Turm wurden abgerissen.

Als dann *Lindenau* stärker in den Staatsdienst einbezogen wurde und die Zeitschrift nicht mehr im alten Umfang erscheinen konnte, ging die internationale Bedeutung der Seeberg-Sternwarte schnell zurück. Beim Neubau einer Sternwarte in der Stadt (1859) dienten die Steine der alten Sternwarte als Baumaterial, das als Wirtshaus genutzte Wohnhaus brannte 1901 ab. Heute erinnern nur der Name der 1904 erbauten Gaststätte, der Meridianstein und einige Säulen mit den Gedenktafel im Garten an den Ort eines wissenschaftlichen Zentrums des 18. und 19. Jahrhunderts. Im Jubiläumsjahr konnte aus den von damals übernommenen Sachzeugnissen im Museum für Regionalgeschichte Gotha eine umfassende Sonderausstellung gestaltet werden, deren Besuch den Astronomielehrern und Schularbeitsgemeinschaften empfohlen wird.

Manfred Strumpf

Z Zeitschriftenschau

SPKTRUM. Nutzen und Romantik der Raumfahrt. 19 (1988) 2, II/III. Interview mit *Boris Rauschenbach*, Mitglied der AdW der UdSSR. – *H. Kunze: Das zweite kosmische Zeitalter?* 19 (1988) 2, 1–3. Die Raumfahrt befindet sich gegenwärtig in einem regelrechten Umbruchprozeß. Das verlangt ein neues Herangehen an die Erforschung und Nutzung des Weltraums, ein neues Denken auch in diesem Bereich menschlicher Tätigkeit. Entscheidend dabei ist die Frage: Wozu soll die Raumfahrt dienen – zur friedlichen Erforschung und Nutzung des Weltraums oder zu seiner Unterordnung unter aggressive politische und militärische Ziele? Autor beleuchtet vor allem ökonomische Aspekte des Umbruchs in der Raumfahrt. – *S. Marx: Himmelfotografie im Zeitalter der Elektronik.* 19 (1988) 2, 4–6. Autor kommt zu dem Ergebnis, daß die Fotografie in der Astronomie immer dann notwendig ist und noch durch keine anderen Methoden wirkungsvoll ersetzt werden kann, wenn es um die Beobachtung großer Himmelsgebiete geht. Da das Leistungsvermögen der fotografischen Platte ganz entscheidend die Effektivität des gesamten Beobachtungssystems mitbestimmt und die Fotografie noch lange eine notwendige Methode der Informationsgewinnung sein wird, ist es unbedingt erforderlich, die fotografische Emulsion als Strahlungsempfänger und Datenträger ständig zu verbessern und weiterzuentwickeln. – *K.-H. Schmidt/V. Müller: Dunkle Materie im Kosmos?* 19 (1988) 8, 6–8. Viele Beobachtungen des Kosmos und Modellvorstellungen von ihm sind nur damit zu erklären, daß es außer der sichtbaren Materie noch eine unsichtbare, dunkle Materie gibt, die sich bisher unserer Sicht entzieht. Die Frage nach der Natur dieser dunklen Materie ist eine der Grundfragen der modernen Astrophysik. Ihre vermutlich wichtigste Rolle liegt in der Beeinflussung der Herausbildung kosmischer Strukturen. Autoren diskutieren den gegenwärtigen Stand der Forschungen und stellen den Babelsberger Beitrag dazu vor. – *H.-E. Fröhlich/G. Rüdiger: Der Dreh mit dem Drehimpuls.* 19 (1988) 8, 9–11. Bei Scheibenstrukturen – neben Kugeln die bevorzugte geometrische Form im Kosmos – wirkt fast immer die Zentrifugalkraft anstelle des Gasdruckes als der Hauptgegenseiter der Gravitation. Die Autoren sind Mitglieder der Arbeitsgruppe «Akkretion» der Sternwarte Babelsberg. Sie berichten über Ergebnisse, Aufgaben und Probleme dieser Thematik im Hinblick auf Fragen der Sternentwicklung.

WISSENSCHAFT IN DER UDSSR. *A. Friedman/N. Gorkawy: Planetenringe näher besehen.* 1988, 2, 24–33. Darstellung der bisherigen Beobachtungsbefunde, der Herkunft und Dynamik der Planetenringe. Ausführlich wird auf die Problematik der Uranusringe eingegangen. – *A. Ambarzumjan: Die Sternwelt des Guillermo Haro.* 1988, 2, 39–43. Die wissenschaftlichen Leistungen des mexikanischen Astronomen Haro, insbesondere bei der Erforschung der nach ihm mitbenannten Herbig-Haro-Objekte, der Flackersterne und blauer Galaxien mit aktiven Kernen. – *A. Severn/W. Kotow: Wie atmet die Sonne?* 1988, 3, 2–9. Die globalen Schwankungen der Sonne, insbesondere die 160minütigen, sind ein hochinteressantes Problem der heutigen Astrophysik. Autoren beschreiben die Entdeckungsgeschichte dieses Phänomens und diskutieren Beobachtungsbefunde,

Deutungen und Probleme. – *J. Nowikow: Schwarze Löcher – gigantische Dynamos im All.* 1988, 3, 10–17. Die Vermutung, daß sich im Zentrum der Quasare und der aktiven galaktischen Kerne supermassive Schwarze Löcher befinden, wird begründet, in ihren Konsequenzen dargestellt und hinsichtlich ihrer Eigenschaften untersucht. Autor kommt zu dem Resultat, daß ein Schwarzes Loch eine Art gigantischer Dynamo, das leistungsstärkste «Elektrizitätswerk im All» ist.

URANIA. *G. Ehrhke: Meteorite – Von der Erde eingefangene kosmische Materie.* 1988, 9, 48–53. Eine zusammenfassende Darstellung der Natur und der Arten von Meteoriten. Dann wird auf Meteoritenfunde in der DDR eingegangen, insbesondere auf den Fall von Hohenlangenbeck (14.11.1985) und Trebbin (1.3.1988). – *K.-G. Steiner: Friedrich Wilhelm Herschel (1737 bis 1822).* 1988, 10, 12–13. – *H.-D. Naumann: Rakete oder Weltraumtaxi? Probleme des Raumtransports.* 1988, 10, 48–53. Rakete, Raumgleiter, Raketenflugzeug in ihren Einsatzmöglichkeiten und Zweckmäßigkeitssgrenzen. Autor gelangt zu dem Fazit, daß objektiv die Notwendigkeit bleibt, für unterschiedliche Raumtransportaufgaben verschiedene Transportsysteme verfügbar zu haben.

JUGEND UND TECHNIK. *Arnold Zenkert: Sonnenuhren: Die Äquatoriale Sonnenuhr.* 36 (1988) 1, 21–23. *Die Äquatorial-Sonnenuhr als Ringkugel.* 2, 158. *Vertikale Uhren.* 3, 238. *Die Polyeder-Sonnenuhr im Park von Sanssouci.* 4, 318. *Schmuckformen besonderer Art: «Über Eck».* 5, 398. *Im Sonnenuhrendorf Taubenheim.* 6, 478. *Schmuckstück am Stollberger Rathaus.* 7, 558. *Zeitanzeiger und Schmuckelement.* 8, 638. *Kombinationen auf Würfeln.* 9, 718. *Großplastik im Dessauer Stadtpark.* 10, 798. *H. Paul/D. Elstner: Das flunkernde Firmament.* 36 (1988) 3, 180–183. Gravitationslinsen und die von ihnen verursachten Effekte. – *Das All in der Kuppel.* 36 (1988) 4, 244–253. *Das Zeiss-Großplanetarium Berlin.* – *Th. Gemsa: Auf dem Weg zu Phobos.* 36 (1988) 7, 496–500. Zur Marsforschung. – *R. Hofmann: «Überschäumende Jugend» unserer Galaxis?* 36 (1988) 8, 612–615. Über Quasare. – *Nippon im All.* 36 (1988) 9, 656–659. Japans Raumfahrt.

Manfred Schukowski

R Rezensionen

Horst Bienioschek: Der Lehrplan Astronomie der zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin 1988, 37 Seiten, 3 Tabellen; 2,40 Mark.

Diese Broschüre, im Rahmen der Hefreihe «Erläuterungen zu den Lehrplänen» herausgekommen, trägt den Untertitel «Inhalte und didaktisch-methodische Erläuterungen.» Ein solches Anliegen, das Lehrplanverständnis der Astronomielehrer zu unterstützen, darf als wichtige Hilfe für sie bezeichnet werden. Besagt doch die Erfahrung, daß tiefes Eindringen in das Anliegen des Lehrplans eine wesentliche Bedingung für die Qualität seiner Realisierung ist.

Die Lehrplaninterpretation für Astronomie gliedert sich in drei Abschnitte:

Funktionen des Astronomieunterrichts im Rahmen der sozialistischen Allgemeinbildung und Hauptrichtungen seiner Weiterentwicklung Als Hauptfunktion des Astronomieunterrichts wird die Vermittlung und Aneignung von Grundlagen aus Astronomie und Raumfahrt gekennzeichnet: Wissen über Objekte am Sternhimmel, über Entwicklungsprozesse im Kosmos; über Arbeitsmethoden der Astronomie, über die Raumfahrt und über die Geschichte der Astronomie. Die Arbeit mit Denk- und Arbeitsweisen der Astronomie (Beobachtung, Anwendung mathematischer Verfahren und physikalischer Gesetze) wird als bedeutsam für die Realisierung dieser Hauptfunktion dargestellt.

Als Hauptrichtungen der Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts werden die Weiterentwicklung des Inhalts des Astronomieunterrichts (Kopernikanisches Weltbild, Aufbau des Weltalls, Entwicklungsprozesse im Weltall, Raumfahrt), der Behandlung der Geschichte von Astronomie und Raumfahrt, des Inhalts schulastronomischer Beobachtungen und ihrer Organisation sowie der Koordinierung des Astronomieunterrichts mit den Fächern Mathematik und Physik behandelt.

Im Abschnitt Inhalt und Aufbau des Astronomielehrganges werden die drei Stoffgebiete des Astronomielehrganges hinsichtlich ihrer stofflichen Akzente dargestellt. Dabei wird auf Verbindungen zu den Fächern Physik, Geographie, Mathematik und Geschichte eingegangen.

Einige Schwerpunkte der didaktisch-methodischen Gestaltung des Astronomieunterrichts: Der Autor geht hierbei auf die Nutzung schul-astronomischer Beobachtungen für die Aneignung grundlegenden Wissens, auf die Arbeit mit physikalischen Größen und die Arbeit mit physikalischen Gesetzen ein.

Der Rezensent begrüßt, daß ein solch übersichtliches, auf wesentliche Planungs- und Unterrichtsschwerpunkte des Astronomielehrers konzentriertes Material als selbständige Publikation vorliegt. Gemessen an den Erfordernissen der ersten Jahre der Arbeit nach einem neuen Lehrplan kann man die Broschüre als «Kleine Methodik des Astronomieunterrichts» bezeichnen, bei der aus aktuellem Anlaß der Blick auf die Weiterentwicklung des Unterrichts und daraus erwachsende Aufgaben und Möglichkeiten gerichtet ist. Sie ist für jeden Astronomielehrer, aber auch für Direktoren und andere Schulfunktionäre zu empfehlen.

Manfred Schukowski

Gehlhar, F.; Hamel, J.; Kogel, S.; Hermann, D. B.: Geschichte der Kometenforschung. Vortragschriften der Archenhold-Sternwarte, Nummer 66, Berlin 1987, 64 Seiten, Preis 4,— M.

Die Verfasser geben Einblick in die wechselhafte Geschichte der Kometenforschung. Zunächst wird die Rolle von Kometenuntersuchungen für die Herausbildung der neuzeitlichen Astronomie charakterisiert, wobei es vor allem um die Bedeutung der Kometenforschung bei der Ablösung des alten Weltbildes und um die damit verbundenen Auseinandersetzungen zur weltanschaulichen Bewältigung des Geozentrismus geht. Es wird Einblick in die Kometentheorie von *Gottfried Kirch* (17. Jahrhundert) gegeben, die sich auf der Grundlage des damaligen Erkenntnisstandes mit der Natur dieser Himmelskörper befaßte und so die Kometenastronomie stark zurückdrängte. Die Broschüre geht auch auf Leben und Wirken von *Johann Georg Palitzsch* ein, dem u. a. die Erstwiederentdeckung des Kometen Halley (1758) gelang, dessen Wiederkehr Halley (1705) vorausgesagt hatte. Ferner wird der Beitrag der Astrophysik zur Kometenforschung erläutert und damit die gegenwärtige Phase der Erkenntnisse über diese Himmelskörper charakterisiert. Hervorgehoben sind die Leistungen von *Zöllner*, der Kometen beobachtete und diese Phänomene mit bekannten Naturgesetzen zu erklären versuchte.

Die Broschüre ist vor allem Astronomielehrern zu empfehlen, die sich besonders für die Wissenschaftsgeschichte interessieren.

Helmut Bernhard

Voigt, W.; Sucker, U.: Johann Wolfgang von Goethe als Naturwissenschaftler. Band 6. BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig 1987, 3. Auflage, 100 Seiten, 10 Abbildungen. Preis 5,30 M.

Während das traditionelle Goethebild vor allem durch seine dichterische Tätigkeit bestimmt wird, charakterisieren die Autoren die naturwissenschaftlichen Leistungen *Goethes*, die nicht unbedeutend sind. In der großen Weimarer Ausgabe seiner Werke befassen sich 14 Bände mit Arbeiten über die Natur. Die vorliegende Schrift geht vor allem auf Leistungen *Goethes* zur Geologie, Mineralogie, Physik, Biologie, Meteorologie und Wissenschaftsorganisation ein. Ausführlich wird die Farbenlehre *Goethes* behandelt, die sein naturwissenschaftliches Hauptwerk ist. *Goethe* setzt sich darin auch mit der physikalischen Farbenlehre *Newtons* auseinander. Diese Kontroverse wird durch die Entwicklung der Wissenschaft zugunsten der Erkenntnisse von *Newton* entschieden. Es werden auch Standpunkte zur Rolle der kopernikanischen Weltvorstellung geäußert. *Goethe* schrieb dazu: «Vielleicht ist noch nie eine größere Forderung an die Menschheit geschehen; denn was ging nicht alles durch diese Anerkennung in Dunst und Rauch auf; ein zweites Paradies, eine Welt der Unschuld, Dichtkunst und Frömmigkeit, das Zeugnis der Sinne, die Überzeugung eine poetisch religiösen Glaubens.» In seinen Naturbetrachtungen versucht *Goethe* stets nicht nur die Erscheinung, sondern ihr Wesen, ihre Gesetzmäßigkeiten zu erfassen, also in den allgemeinen Zusammenhang der Natur einzudringen.

Es lohnt sich, diesen kleinen Band, der sich als ein Beitrag zum marxistischen Goethebild versteht, zu lesen.

Helmut Bernhard

Bonov, A.: Sternbilder, Sternsagen. Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin 1986, 288 Seiten, Abbildungen, Preis 21,— M. Dieses Buch, eine Übersetzung aus dem Bulgarischen, erschien in der 2. Auflage.

Aus gegenwärtiger Sicht erläutert der Autor die Sternbildnamen und das damit verbundene kulturgeschichtliche Umfeld, welches besonders für die antike Astronomie von Bedeutung war. Einzelne Sternbilder werden auf der Grundlage moderner Sternkarten vorgestellt. Die Karten geben dem Leser die Möglichkeit, das Sternbild am Himmel aufzusuchen. Astrophysikalische Daten wichtiger Objekte des Sternbildes werden beschrieben. In erzählender Form werden ausgewählte Mythen und Legenden über das Sternbild vorgestellt, was zum Lesen stimuliert. Zur Veranschaulichung sind alte Sternbildzeichnungen aufgenommen, welche größtenteils aus dem Sternatlas von *J. Hevelius* (1690) stammen. Allen kulturhistorisch interessierten Lesern ist dieses Buch zu empfehlen, weil es zum Verständnis der Geschichte der antiken Astronomie beiträgt.

Helmut Bernhard

Aus dem Inhalt des nächsten Heftes

Planetologische Hypothesen und Theorien – Krater und Gräben auf Mars – Schulastronomische Beobachtungen an einer Landschule – Astronomische Daten im Schuljahr 1989/90 – Jubiläen in Astronomie und Raumfahrt im Schuljahr 1989/90 – Zum Grundkurs «Einführung in die Astronomie und Raumfahrt» – Anwendung des Taschenrechners im fakultativen Kurs «Astronomie und Raumfahrt» – Experiment zur Strahlungsmessung mit einem Fotometer.



Umschlagseiten

Titelseite – Diplomlehrer *Olaf Metzler* (Großenhain) mit Schülern am 15-cm-Cassegrain-Spiegel. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 41.

Aufnahme: *Jürgen Helfricht*, Dresden

2. Umschlagseite – Teil der Mondoberfläche zwischen Mare Imbrium und Mare Frigoris. Lesen Sie dazu unseren Beitrag «Unsere fotografische Mondkarte (II)» auf Seite 44. Die Aufnahme wurde am 19. Januar 1989 mit einem Zeiss-Reflektor 130/1950 (Okularprojektion mit Okular O-12,5) auf ORWO NP 22 bei einer Belichtungszeit von 2 Sekunden gewonnen.

Aufnahme: *Wolfgang Schwinge*, Bautzen

3. Umschlagseite – Vom äußeren Erscheinungsbild dem sogenannten «Tropfenphänomen» bei Venusdurchgängen sehr ähnlich, zeigt die an der Ostseeküste gewonnene Aufnahme deutlich die starke Deformierung der scheinbaren Sonnenscheibe kurz vor Sonnenuntergang. Bei den hellen Streifen im Bild handelt es sich um Kondensfahnen hoch fliegender Flugzeuge. Die Aufnahme wurde mit einer Kleinbildkamera, Objektiv 4/200 (Teleobjektiv), auf ORWO NP 20 hergestellt. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 43

Aufnahme: *Wolfgang Schwinge*, Bautzen

4. Umschlagseite – Projektionsgerät «Cosmorama» im Zeiss-Großplanetarium Berlin. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 26.

Aufnahme: *Marion Gröning*, Dresden



- 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**

Fachwissenschaft · Planetogenie

Möhlmann, Diedrich
Planetogenisch relevante Eigenschaften des Sonnensystems

Astronomie in der Schule, Berlin 26 (1989) 1, 3–5

Zusammenstellung der wesentlichsten Eigenschaften der Satellitensysteme von Sonne, Jupiter, Saturn und Uranus und Diskussion ihrer möglichen planetogenischen Bedeutung.

Fachwissenschaft · Planetensystem

Reichstein, Manfred
Phobos und Deimos nah erlebt

Astronomie in der Schule, Berlin 26 (1989) 1, 5–10, 5 Bilder.

Detaillierte Beschreibung der Erscheinungen, die sich einem Beobachter auf dem Mars durch das Wechselspiel der Konstellationen der Marssatelliten Phobos und Deimos bieten würden.

Methodik AU · Leistungskontrolle

Lindner, Undine
Zur Leistungskontrolle im Astronomieunterricht

Astronomie in der Schule, Berlin 26 (1989) 1, 16–18, 1 Bild.

Anhand von Beispielen werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie auch im Einstundenfach Astronomie mündliche und schriftliche Leistungskontrollen zur Stimulierung der Lernprozesse und Überprüfung des Leistungsstandes der Schüler effektiv eingesetzt werden können.

Methodik AU · Beobachtung

Klix, Dieter
Beobachtungsvarianten im Stoffgebiet «Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis»

Astronomie in der Schule, Berlin 26 (1989) 1, 19–21, 2 Tab.

Der Autor erläutert an Beispielen (η und χ Persei und β Cygni), welche Erscheinungen die Schüler beobachten und wie die Beobachtungsergebnisse zur Erklärung astrophysikalischer Zusammenhänge im Unterricht genutzt werden können.

Fachwissenschaft · Kosmologie

Bleyer, Ulrich
Die Wissenschaftler auf der Suche nach der fünften Kraft

Astronomie in der Schule, Berlin 26 (1989) 2, 27–29; 3 Lit.

Der Beitrag informiert über den experimentellen Stand und die theoretischen Konsequenzen der möglichen Existenz einer neuen fundamentalen Kraft.

Fachwissenschaft · Sterne

Zimmermann, Helmut
Grundprinzipien der Theorie des inneren Aufbaus der Sterne

Astronomie in der Schule, Berlin 26 (1989) 2, 29–31.

Im ersten Artikel einer Beitragsfolge über neuere Erkenntnisse zur Physik der Sterne werden die Grundgleichungen des inneren Aufbaus der Sterne erläutert.

Methodik AU

Schmidt, Peter
Erfahrungen bei der Vorbereitung und Durchführung mündlicher Abschlußprüfungen

Astronomie in der Schule, Berlin 26 (1989) 2, 34–36; 1 Lit.

Der Verfasser geht auf eine hohe Qualität des Astronomieunterrichts als beste Prüfungsvorbereitung ein. Er gibt Hinweise zur Formulierung von Prüfungsfragen, nennt Kriterien für die Auswahl der Prüflinge, äußert sich zu Bedingungen für erfolgreiche Prüfungen und gibt seine Meinung zur Bewertung von Prüfungsergebnissen wieder.

Methodik AU

Kühnhold, Helmut
Zur Einbeziehung von Beobachtungsergebnissen in die Abschlußprüfung

Astronomie in der Schule, Berlin 26 (1989) 2, 36–37.

Es werden Erfahrungen dargelegt, wie Ergebnisse der vom Lehrplan geforderten schulastronomischen Beobachtungen erfolgreich in die Abschlußprüfung einbezogen werden können. Der Verfasser formuliert Prüfungsthemen, die das Anliegen berücksichtigen.

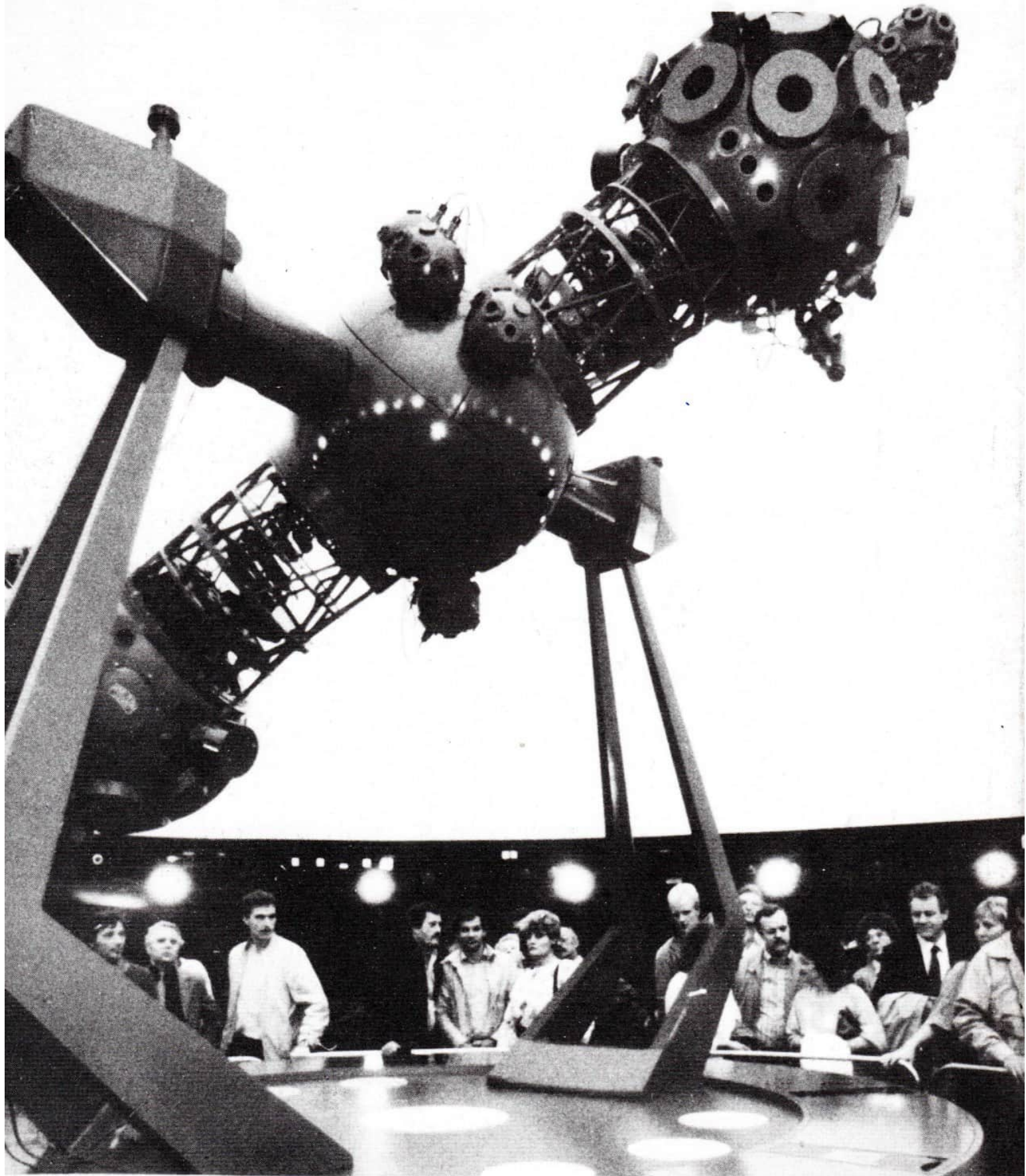
Methodik AU · Beobachtung

Unkroth, Andreas
Zur Beobachtung und Behandlung des Sonnenspektrums

Astronomie in der Schule, Berlin 26 (1989) 2, 38–41; 2 Bilder.

Der Autor gibt detaillierte Hinweise zur instrumentellen Ausrüstung und Organisation der Beobachtung des Sonnenspektrums und stellt eine Variante vor, wie die Beobachtungsergebnisse im Unterricht ausgewertet werden können.



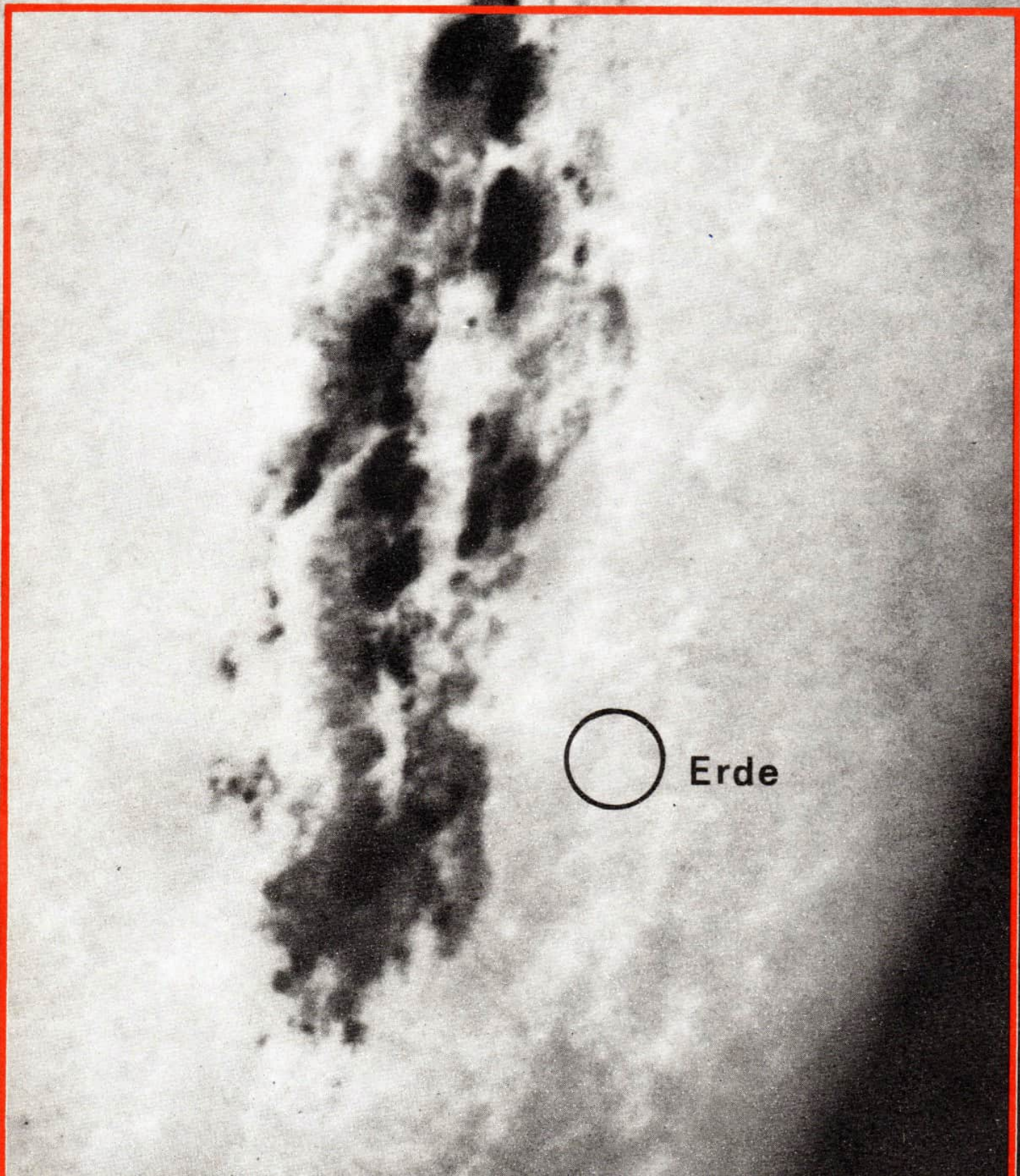


Volk und Wissen
Volkseigener Verlag
Berlin
ISSN 0004-6310
Preis 0,60 M
Jahrgang 1989

3

AS

Astronomie
in der Schule



○ Erde



Inhalt

- Das aktuelle Thema**
50 *H. Kautzleben*: Friedliche Raumfahrtkooperation zum Nutzen der Menschen
Astronomie
52 *D. Möhlmann*: Planetogonische Hypothesen und Theorien
55 *M. Reichstein*: Krater und Gräben auf dem Mars
Unterricht
57 *K. Lindner*: Astronomische Daten für das Schuljahr 1989/90
58 Dr. h. c. Paul Ahnert 1897–1989
61 *E.-M. Marx*: Jubiläen in Astronomie und Raumfahrt im Schuljahr 1989/90
63 *P. Seeger*: Schulastronomische Beobachtungen unter den Bedingungen einer Landschule
65 *P. Klein*: Zur Anwendung des Taschenrechners im fakultativen Kurs (I)
Beobachtung
68 *H. J. Nitschmann*: Totale Mondfinsternis am 17. August
Kurz berichtet
68 Wissenswertes
69 Vorbilder
70 Schülerfragen
71 Planetarium
72 Zeitschriftenschau
Abbildungen
72 Umschlagseiten
Karteikarte
K. Lindner; *K.-H. Bücke*: Astronomischer Kalender für das Schuljahr 1989/90
Redaktionsschluß: 14. 4. 1989

Из содержания

- 50 *Х. Каутцлебен*: Мирное сотрудничество в области космонавтики в пользу человека-
52 *Д. Мёльманн*: Гипотезы и теории по планетной космогонии
55 *М. Рейхштейн*: Кратеры и борозды на Марсе
57 *К. Линднер*: Астрономические данные для 1989/90го учебного года
61 *Э.-М. Маркс*: Годовщины по астрономии и космонавтике в 1989/90ом учебном году
63 *П. Зегер*: Астрономические наблюдения для учащихся при условиях сельской школы

From the Contents

- 50 *H. Kautzleben*: Peaceful Space Flight Cooperation for the Human Benefit
52 *D. Möhlmann*: Hypotheses and Theories concerning Planetary Cosmogony
55 *M. Reichstein*: Craters and Rills on Mars
57 *K. Lindner*: Astronomical Dates for the 1989/90th School Year
61 *E.-M. Marx*: Anniversaries in Astronomy and Space Flight in the 1989/90th School Year
63 *P. Seeger*: Astronomical Observations for Pupils under the Conditions of a Country School

En résumé

- 50 *H. Kautzleben*: La coopération pacifique dans l'aviation interplanétaire à l'avantage des hommes
52 *D. Möhlmann*: Hypothèses et théories concernant l'origine des planètes
55 *M. Reichstein*: Cratères et canaux du Mars
57 *K. Lindner*: Dates astronomiques de l'année scolaire 1989/90
61 *E.-M. Marx*: Jubilés de l'astronomie et de l'aviation interplanétaire pendant l'année scolaire 1989/90
63 *P. Seeger*: Observations astronomiques aux conditions d'une école de village

Del contenido

- 50 *H. Kautzleben*: Cooperación pacífica en vueltas cósmicas para el bienestar de los hombres
52 *D. Möhlmann*: Hipótesis y teorías de la planetología
55 *M. Reichstein*: Cráteres y fosos en el Marte
57 *K. Lindner*: Fechas astronómicas en el año escolar del septiembre de 1989 hasta el julio de 1990
61 *E.-M. Marx*: Aniversarios de la astronomía y de vueltas cósmicas en el año escolar de 1989 hasta 1990
63 *P. Seeger*: Observaciones astronómicas escolares en una escuela en el campo

AS

Heft 3

26. Jahrgang 1989

Herausgeber: Verlag Volk und Wissen
Volkseigener Verlag Berlin,
Krausenstraße 50, Postfach 1213,
Berlin, DDR-1086, Telefon 2 04 30,
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. sc. 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 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: Nowa Doba, Druckerei
der Domowina, Bautzen
AN (EDV 427)
III-4-9-H.541-89- Liz. 1488

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

ISSN 0004-6310

Friedliche Raumfahrtkooperation zum Nutzen der Menschen

Heinz Kautzleben



Der Lehrplan fordert, auf die enge Zusammenarbeit der Sowjetunion mit sozialistischen und anderen Staaten auf dem Gebiet der Raumfahrt einzugehen. Dazu haben Lehrer zahlreiche Fragen, insbesondere zum Anteil der DDR an der internationalen Raumfahrtkooperation. Um diese Fragen sachkundig zu beantworten, bat «Astronomie in der Schule» den Direktor des Institutes für Kosmosforschung an der AdW der DDR Prof. Dr. Heinz Kautzleben um das folgende Interview.

Welche vorrangigen Ziele hat die Raumfahrt, warum können diese nur durch internationale Zusammenarbeit erreicht werden?

Bei Beantwortung dieser Frage sind sowohl wissenschaftliche und technische als auch politische, völkerrechtliche und ökonomische Aspekte zu beachten.

Die Raumfahrt hat seit ihren Anfängen sehr reale Ziele. Sofern jemand die schwärmerische Vorstellung besitzen sollte, die Raumfahrt verfolge vorrangig das Ziel, zu anderen kosmischen Objekten zu gelangen, so belehrt ihn die gesellschaftliche Realität sehr schnell eines Besseren. Raumfahrt wird entwickelt und betrieben, um die kosmische Umgebung der Erde von der Erdoberfläche ausgehend schrittweise für die Menschheit und vor allem für die Nutzung für den Menschen auf der Erde zu erschließen.

Durch diese Zielstellung der Raumfahrt werden die Interessen aller Länder, die Interessen der gesamten Menschheit betroffen. Es entstehen Interessenkonflikte, die durch Verständigung und Zusammenarbeit gelöst werden müssen. Der Weltraum und die kosmischen Objekte in ihm sind das gemeinsame Erbe der Menschheit und müssen von der einseitigen Aneignung durch einzelne Staaten freigehalten werden. Diesem Ziel dient der sogenannte Weltraumvertrag (Vertrag über die Prinzipien für die Aktivitäten der Staaten bei der Erforschung und Nutzung des Weltraumes einschließlich des Mondes und der anderen Himmelskörper), der seit dem 10. Oktober 1967 in Kraft ist. Um die weitere Ausgestaltung des damit begründeten internationalen Rechtsregimes und vor allem um die Einhaltung der vereinbarten Prinzipien bei allen Aktivitäten muß unablässig gerungen werden.

Warum ist das sowjetische Drei-Stufen-Programm zur gemeinsamen friedlichen Erforschung und Nutzung des Weltraumes eine hervorragende Initiative?

Es sind ständig praktische Handlungen erforderlich, die den Weltraumvertrag mit Leben erfüllen und jeden Versuch zur Verletzung der Vertragsprinzipien durch irgendeinen Staat verhindern.

Die UdSSR ist stets und immer in dieser Richtung aktiv. Das von der Sowjetregierung 1986 unterbreitete Drei-Stufen-Programm für gemeinsame praktische Maßnahmen zur Erforschung und Nutzung des Weltraumes für friedliche Zwecke ist dabei ein wichtiger Schritt. In der ersten, auf fünf Jahre veranschlagten Etappe sollen die Bedürfnisse der Völker für die Nutzung der Raumfahrttechnologie ermittelt werden, so u. a. auf dem Gebiet der Navigation, der Nachrichtenübermittlung, der Fernerkundung der Erde sowie bei der Rettung von Menschen. In der zweiten Etappe soll die Entwicklung der kosmischen Technik für die vorgesehenen Projekte erfolgen, während in der dritten Etappe bis zum Jahre 2000 auf der Grundlage der bis dahin zu schaffenden organisatorischen und materiellen Infrastruktur die Pläne verwirklicht werden sollen.

Von größter Bedeutung sind die Maßnahmen, um den militärischen Mißbrauch des Weltraumes zu verhindern, wobei leider nach wie vor die «Sternkriegspläne» der USA die größte Bedrohung für die gesamte Menschheit darstellen. Die angedeuteten Interessenkonflikte zwischen den Ländern resultieren natürlich nicht vorwiegend aus der etwas philosophischen Frage, den Weltraum als gemeinsames Erbe der Menschheit zu behandeln, sondern sind vor allem mit den außerordentlich großen Vorteilen verbunden, welche die Nutzung des Weltraumes mit Hilfe der Raumfahrt für viele gesellschaftliche Aktivitäten bietet. Beleg dafür ist seit vielen Jahren der routinemäßige Einsatz kosmischer Mittel und Systeme für das Nachrichtenwesen, die Erkundung und Überwachung der Naturressourcen und der Umwelt, die Meteorologie, die Navigation und die geodätische Vermessung. Es wird auch dadurch belegt, daß die geräteschaffende Industrie in aller Welt aus der Produktion von kosmischer Technik, insbesondere von Bodenausrüstungen für die Nutzung der kosmischen Systeme, bedeutende Gewinne erzielt. In leistungsfähigen Ländern gibt es bereits eine

hochentwickelte Raumfahrtindustrie. Auf verschiedenen Gebieten, insbesondere der Geo- und der Kosmoswissenschaften, können heute anspruchsvolle Forschungsarbeiten ohne Einsatz raumfahrttechnischer Mittel überhaupt nicht mehr durchgeführt werden. Die Entwicklung der Raumfahrt verspricht nach wie vor modernste Erkenntnisse für Wissenschaft und Technologie.

Worauf orientiert sich die DDR in der internationalen Raumfahrtkooperation, welche Bedeutung hat dabei das Programm *Interkosmos*, wie beteiligt sich unser Land an diesem Vorhaben?

Kein Land kann heute auf die Vorteile verzichten, welche die Raumfahrt bietet. Allerdings sind nur wenige Länder in der Lage, den dazu erforderlichen Aufwand aus eigenen Kräften aufzubringen. Die weniger leistungsfähigen Länder müssen sich deshalb an die hochleistungsfähigen Staaten anschließen und miteinander zusammenarbeiten.

Diesen Weg geht seit Jahren konsequent auch die DDR. Dabei orientiert sie sich auf die Nutzung des Raumfahrtprogrammes der UdSSR, das vollständig und in sich geschlossen ist. Die Mitnutzung setzt allerdings eine angemessene Mitwirkung in wesentlichen Teilen des Programms voraus. Die UdSSR erwartet mit Recht von der DDR Leistungen entsprechend ihren ökonomischen und technologischen Möglichkeiten. Darüber gibt es eine Reihe von bilateralen und multilateralen Abkommen auf Regierungsebene.

Für die Mitarbeit an der Weiterentwicklung des Raumfahrtprogramms der UdSSR und dessen Nutzung für Volkswirtschaft und Wissenschaft hat das Programm *Interkosmos* eine herausragende Bedeutung. Es wurde vor über zwei Jahrzehnten als multilaterales Programm abgeschlossen und ermöglicht den beteiligten sozialistischen Ländern den Zugang zu allen sie interessierenden Forschungsarbeiten im Rahmen des Raumfahrtprogramms der UdSSR. Das Abkommen ermöglicht der DDR die Mitarbeit an allen für die Wissenschaft und die Volkswirtschaft der DDR wichtigen Richtungen der Kosmosforschung.

Das Programm *Interkosmos* umfaßt Forschungen in 9 Richtungen:

- a) Kosmische Physik (das sind Forschungen der Astrophysik, zur Erforschung des Sonnensystems, zur Geophysik, jeweils gestützt auf kosmische Systeme)
- b) Kosmische Materialwissenschaften
Kosmische Biologie und Medizin

Die Hauptrichtungen b) und c) umfassen vorrangig experimentelle Untersuchungen, die in den sowjetischen Orbitalstationen durchgeführt werden.

- d) Kosmische Geodäsie
- e) Kosmisches Nachrichtenwesen
- f) Kosmische Meteorologie
- g) Fernerkundung der Erde
Die Arbeiten in diesen vier Hauptrichtungen d) bis g) sind auf die Vorbereitung von kosmischen Dienstsyste men, auf methodische Arbeiten zur besseren Nutzung einschließlich der Demonstration von praktischen Anwendungsmöglichkeiten gerichtet.
- f) Entwicklung der Boden-Infrastruktur (umfaßt Arbeiten zum Aufbau der Bodensegmente der kosmischen Systeme der UdSSR speziell für die Nutzung zu wissenschaftlichen Experimenten im Rahmen des *Interkosmos*-Programms)
- i) Mitwirkung an der bemannten Weltraumfahrt.

Die DDR beteiligt sich in allen 9 Richtungen des Programms an gezielten Forschungsprojekten. Der Beitrag der DDR zum Programm *Interkosmos* wurde über einen längeren Zeitraum nach Inhalt und Umfang und in Übereinstimmung mit den Angeboten im Raumfahrtprogramm der UdSSR ausgestaltet. Er entspricht der wissenschaftlich-technischen und ökonomischen Leistungskraft unseres Landes und den Möglichkeiten zur Verwertung der dabei erreichten wissenschaftlichen und technischen Ergebnisse. Herausragende Leistungen, die als wesentliche Beiträge zur Entwicklung der Weltwissenschaften anerkannt wurden, konnten in jüngster Zeit bei der Mitwirkung an den großen komplexen Missionen erreicht werden, die von der UdSSR unter breiter internationaler Mitwirkung zu den Planeten Venus und Mars durchgeführt wurden. Die Mitarbeit an den Projekten VEGA und Phobos hat den Wissenschaftler der DDR den Zugang zu den modernsten Erkenntnissen bei der Erforschung des Sonnensystems ermöglicht.

Planetogonische Hypothesen und Theorien (aus physikalischer Sicht)

Diedrich Möhlmann

Einleitung

Im ersten Teil (I) dieses Beitrages zur Darstellung des aktuellen Kenntnisstandes in der Planetogonie wurden zehn Charakteristika des heutigen Planetensystems und der Satellitensysteme von Jupiter, Saturn und Uranus vorgestellt, die als Entscheidungskriterien für die Anwendbarkeit planetogonischer Hypothesen und Theorien verwendet werden können (s. AS 26 [1989] 1). Mit dem vorliegenden Beitrag werden die wesentlichsten Ansätze zur Beschreibung möglicher planetogonischer Prozesse dargestellt und an den bereits vorgestellten Entscheidungskriterien gemessen. Dabei werden die bisher entwickelten planetogonischen Hypothesen und Theorien grob in drei Gruppen eingeteilt, die im folgenden getrennt behandelt werden. Diese Gruppen unterscheiden sich durch den «genetischen» Zusammenhang von Zentralkörper und präplanetarer Scheibe. Die «Zerfallshypothesen» und die «Einfanghypothesen» gehen davon aus, daß die Sonne bereits existierte, als die präplanetare Scheibe (als Zerfallsprodukt entweder durch eine katastrophale Kollision der Sonne oder durch «Abwerfen» solarer Materie oder aber durch Einfang interstellarer Materie) entstand. Die dritte erwähnte Gruppe erfaßt die sog. «kogenetischen» Modelle, bei denen Sonne und präplanetare Scheibe gemeinsam und gleichzeitig entstanden. Diese kogenetischen Modellsätze gehen auf *Kants* (1755) Hypothese eines kontrahierenden Urnebels zurück. Zwei unterschiedliche Annahmen dominieren dann bei der weiteren Beschreibung der präplanetaren Scheibe, nämlich die einer «stößebedingten Akkretion» (im Falle einer relativ massearmen Scheibe) bzw. einer durch die Eigengravitation der (dazu notwendigerweise relativ massereichen) Scheibe verursachten «gravitativen Akkretion».

Zerfallshypothesen

Eine der möglichen Quellen der Materie der präplanetaren Scheibe, die, wie in Heft 1/1989 dargestellt, unzweifelhaft ein Vorstadium der Entwicklung zu den Planeten (und ihrer Satelliten) war, könnte die im Vergleich so sehr massereiche Sonne selbst gewesen sein. Damit wäre jedoch die gesamte präplanetare Materie ursprünglich heiß gewesen. Dies

war aber, wie z. B. durch stoffliche Untersuchungen an Meteoriten und Kometen heute weitgehend feststeht, nicht der Fall (ein Teil der heute noch in einigen Meteoriten vorhandenen primitiven festen Materie war nie wärmer als 200 °C). Es soll dennoch an dieser Stelle der Vollständigkeit halber kurz auf die Zerfallshypothesen eingegangen werden, da sie in unterschiedlicher Form die planetogonische Diskussion bis in unser Jahrhundert hinein stark beeinflußt haben.

Die zwei Grundlinien der Zerfallshypothesen sind mit den Namen *Buffon* (1749) und *Laplace* (1796) verknüpft. Im erstgenannten Fall wird davon ausgegangen, daß die ursprüngliche solare Materie durch einen Zusammenstoß mit einem Kometen (*Buffon*) – oder im moderneren Varianten durch den nahen Vorbeigang eines Sterns – aus der Sonne resultierte, während im zweiten Falle die abkühlende, und damit schrumpfende Sonne wegen der Drehimpulserhaltung immer schneller rotierte, bis sich Fliehkraft und solare Gravitation ausglich und ein Ring präplanetarer Materie abgeworfen wurde. Dieser Prozeß könnte sich mehrfach wiederholt haben und so zur Bildung präplanetarer Ringe geführt haben (*Laplace*, 1796). Eine neuere Version dieser *Laplace*-schen Planetogonie wurde von *Prentice* (1973) auf der Basis hydrodynamischer Modellrechnungen entwickelt. Eine weitere Variante der Zerfallstheorien geht ebenfalls von einer Rotationsinstabilität eines wachsenden (oder auch durch interne Prozesse schrumpfenden) Körpers aus, wobei angenommen wird, daß dieser selbst in zwei oder mehr Teilkörper zerfällt. *Lyttleton* (1972) und *Mc Crea* (1972) haben im letzten Jahrzehnt neuere planetogonische Modelle auf der Basis des Zerfalls ursprünglich riesiger Protoplaneten zu den heutigen Planeten und Monden entwickelt. Derartige Zerfallsmodelle stützen sich entweder auf Ähnlichkeiten («Paarigkeit») benachbarter Planeten bzw. Satelliten (*Litzroth*, 1983), wie zwischen Venus und Erde, Jupiter und Saturn, Uranus und Neptun, und auch Io und Europa oder Ganymed und Callisto, oder aber sie stützen sich auf deutlich unterschiedliche Massen, wie z. B. bei Erde und Mond (oder Mars) bzw. Venus und Merkur, wobei Bezug genommen wird auf theoretische Modellierungen (*Lyttleton*, 1972) des rotationsbedingten Zerfalls eines Körpers (über Rotationsellipsoide, die vor dem Zerfall birnenförmig werden). Es kann gezeigt werden, daß bei einem Zerfall eines

(vorher) gemeinsamen Körpers A in die Teilkörper B und C (die späteren Planeten) für die Massen $M_B \geq 8 M_C$ gelten muß.

Wegen ihrer vermutlich geringen Relevanz soll auf die Zerfallsmodelle an dieser Stelle nicht ausführlicher eingegangen werden. Es ist für den Leser im Vergleich mit I leicht nachprüfbar, daß große Schwierigkeiten bestehen, die planetogonischen «Charakteristika» in einem solchen Rahmen systematisch zu erfassen.

Einfanghypothesen

Eine zu den Zerfallshypothesen alternative Quelle der Materie der präplanetaren Scheibe könnte mit dem Einfang dieser Materie aus dem interplanetaren Raum gegeben gewesen sein. Zwei wesentliche planetogonische Theorien sind auf der Basis dieser Annahme entwickelt worden. Sie sind mit den Namen *O. Yu. Schmidt* (1959) und *Alfvén* (1954) verknüpft.

Die grundlegenden Arbeiten von *Schmidt*, die (dann aber ohne Bezug auf die Herkunft der präplanetaren Scheibe) von seinem Schüler *V. S. Safronov* (1969) fortgeführt wurden, basieren auf der inzwischen fraglichen Annahme des Einfangs eines gewaltigen Meteoritenschwarmes durch die Sonne. Der zur Bildung der Planeten führende Prozeß der Anlagerung (Akkretion) kleiner Körper bei relativ sanften Zusammenstößen und das resultierende Wachsen von Planeten aus «Planetesimalen», die sog. stoßbedingte Akkretion, ist einer der fundamentalen möglichen präplanetaren Prozesse. Viele moderne planetogonische Modelle verwenden die stoßbedingte Akkretion, wobei die Unterschiede zum *Schmidtschen* Ansatz vor allem in einer Entstehung der präplanetaren Scheibe und ihrer Planetesimale (v. *Weizäcker* [1944], *Goldreich* und *Ward* [1973] bzw. *Tscharnuter* [1985] und *Völk* [1984]) oder in einer anderen Beschreibung der genannten Akkretionsprozesse bestehen. Letzteres liegt vor allem darin begründet, daß die stoßbedingte Akkretion nur in (relativ massearmen) Scheiben wesentlich ist und daß in solchen massearmen Scheiben (im Vergleich zur Masse der Sonne) die Stoßrate relativ klein und damit die Akkretion relativ langsam ist (im ursprünglichen *Safronovschen* Modell würde der Planet Neptun z. B. 10^{10} Jahre für seine Entstehung benötigen!). Auf die stoßbedingte Akkretion wird im dritten Teil dieses Beitrages noch ausführlicher eingegangen werden, da diese Akkretionsprozesse von genereller planetogonischer Bedeutung und unabhängig von der Entstehung der relativ massearmen Scheibe sind.

Das zweite der genannten «Einfangmodelle» wurde von *H. Alfvén* in den 40er Jahren dieses Jahrhunderts entwickelt. Das wesentliche Element, das mit diesem Ansatz verbunden ist, besteht in der (auch heute noch umstrittenen) Einführung der Plasmaphysik in die Planetogonie. Das *Alfvénsche* Modell geht von der Annahme aus, daß interplanetares Gas (mit der relativen kosmischen Häufigkeit der Elemente) im Schwerfeld der Sonne auf diese beschleunigt wird. Im Falle der Präsenz eines Magnetfeldes und einer (ggf. auch schwachen) Ionisation des Gases (z. B. infolge der kosmischen Strahlung) kann das ursprünglich im wesentlichen neutrale Gas ionisiert werden, wenn es beim Sturz auf die Sonne eine kinetische Energie erhält, die gleich der Ionisationsenergie des jeweiligen Elementes ist. Die Realität dieses Ionisationsprozesses bei der zugehörigen «kritischen» Geschwindigkeit wurde übrigens im Labor und bei kosmischen Experimenten verifiziert. Da die Ionisationsenergien der Elemente gruppenweise angeordnet sind, folgt damit gleichzeitig eine radiäre Strukturierung der Ionisationsgebiete der Elemente im Schwerfeld der Sonne.

Nachdem das einströmende Gas zu Plasma wurde, ist es praktisch in dem Magnetfeld der Sonne (das noch in den äußeren Teilen des Planetensystems bis zu 10^{-4} Tesla beträgt) eingefangen und sammelt sich in einer Scheibe in der Äquatorebene des Magnetfeldes an. Größere (auskondensierte) Teilchen, die sich in dieser Scheibe bilden, werden wegen ihrer Masse nicht mehr vom Magnetfeld, sondern nur noch von der (solaren) Gravitation beeinflusst. Sie «fallen» dabei (auf $\frac{2}{3}$ ihres bisherigen Bahnradius) einwärts. Wenn sich nun an einer Stelle bereits ein großer Körper (durch Akkretion) oder ein Ring aus größeren Teilchen gebildet hat, dann erfolgt von dort kein Einsturz weiterer auskondensierter Teilchen mehr (noch vorhandenes Plasma wird durch die Körper gebunden). Damit entsteht ein «Schatten» bei $\frac{2}{3}$ des Bahnradius des angenommenen Körpers oder Rings. Die Existenz solcher Strukturen («Lücken») im Ringsystem des Saturn (z. B. ist die *Cassini-Teilung* an der Stelle des *Mimas-Schattens*) und z. T. auch im Asteroidengürtel wird von *Alfvén* als Argument für sein Modell angesehen.

Für die Entstehung der Satellitensysteme von Jupiter, Saturn und Uranus nimmt *Alfvén* denselben Mechanismus an. Es ist offenbar, daß mit dem Ansatz von *Alfvén* viele der in I genannten planetogonischen Charakteristika erklärt werden können. Schwierigkeiten treten aber auf bei der radialen Verteilung der Elemente im Sonnensystem, da gemäß *Alfvén* die schweren Elemente außen und die leichteren weiter innen ionisiert und eingefangen werden müssen.

Dies stellt, genauso wie die notwendige Annahme eines starken solaren Magnetfeldes (von noch einigen Gauß in Erdnähe), den Grundprozeß des *Alfvén*-Modells, nämlich die nahezu komplette Ionisation der präplanetaren Materie, und damit auch die effektive Rolle der Plasmaprozesse in Frage.

Hinzu kommen Schwierigkeiten bei der Übertragung des Modells auf die Satellitensysteme der Planeten, da ja das einströmende Gas bereits eine große Geschwindigkeit gegenüber den Planeten hat, so daß die resultierenden radialen Ionisationsstrukturen völlig anders sein sollten. Starke Einwände kommen auch aus stofflichen Untersuchungen an Meteoriten, die zeigen, daß die präplanetare Materie z. T. nicht wärmer war als 200 °C, und somit zumindest zu einem Teil nicht ionisiert war.

Kogenetische Modelle

Abgesehen von vielen Einzeleinwänden besteht der Hauptmangel der vorgenannten planetogonischen Modelle darin, daß sie nach der Entstehung der Sonne das Wirken zusätzlicher Bedingungen bzw. Prozesse zur Bildung der präplanetaren Scheibe und ihrer weiteren Entwicklung annehmen müssen. Es kann aber inzwischen gezeigt werden, daß allein infolge der Drehimpulserhaltung die letzten Kollapsphasen eines entstehenden Sternes in einer zirkumprotostellaren Scheibe erfolgen. Der Protostern ist also bereits von einer Scheibe umgeben. Dieser Sachverhalt favorisiert «kogenetische» planetogonische Modelle (zumindest als den «Regelfall»). Da aber gegenwärtig die mathematisch-physikalische Modellierung der Sternentstehungsprozesse und der zugehörigen zirkumprotostellaren Scheiben erst sehr ungenau möglich ist, kann noch nicht mit vollständiger Sicherheit gesagt werden, wie und unter welchen Bedingungen massereiche oder massearme Scheiben (immer im Vergleich zur entstehenden Zentralmasse) entstehen. Daher werden gegenwärtig noch zwei Gruppen kogenetischer planetogonischer Modelle diskutiert.

Die Modelle mit relativ massearmen Scheiben (ca. 10^{-2} der Zentralmasse) gehen davon aus, daß die weitere planetogonische Entwicklung durch folgende Etappen zu charakterisieren ist: Entstehung fester Partikel ($> 10^{-6}$ m) aus Eis und Staub, Bildung von Planetesimalen (1 ... 10 km) durch eine lokale Gravitationsinstabilität (sog. *Goldreich-Ward*-Instabilität, *Goldreich* und *Ward* [1973]), stößebedingte Akkretion der Planetesimale gemäß dem *Schmidt-Safronov*-Szenarium zu planetaren Körpern. Hauptprobleme dieser Modelle sind die zumindest bei

den äußeren Planeten zu lange Wachstumszeit und die bei solchen stochastischen Prozessen nicht erklärbare radiale «Quasiperiodizität» (vgl. I).

Relativ schnelle Wachstumszeiten planetarer Körper ergeben sich im Rahmen des alternativen Ansatzes einer massereichen Scheibe (mit einigen 10 % der Zentralmasse). Dieser Ansatz wurde zuerst von *Cameron* (1973) vertreten, der bereits zeigen konnte, daß in diesem Falle infolge der Eigengravitation der Scheibe («gravitative Akkretion») ursprünglich sehr große Protoplaneten ($\approx 10^{27}$ kg) mit hohem Gasanteil entstehen müssen. Überdies können in diesem Rahmen quasiperiodische radiale Strukturierungen der Scheibe leicht als Folge «globaler» gravitativer Instabilität der Scheibe verstanden werden (*Möhlmann* [1985]). Allerdings fehlt der genannte hohe Gasanteil heute bei den Planeten innerhalb der Jupiterbahn.

Für die Entstehung des Planetensystems sind drei Möglichkeiten denkbar:

1. Die Planeten entstanden nach der Sonne aus einer Scheibe solarer Materie.
2. Die Planeten entstanden aus der von der Sonne eingefangener ursprünglich interstellarer Materie.
3. Die Planeten entstanden gleichzeitig mit der Sonne aus dem Sonnennebel.

Somit liegt heute noch kein planetogonisches Modell vor, mit dem einheitlich die Entstehung des Planetensystems und seiner Satellitensysteme beschrieben werden kann. Am aussichtsreichsten erscheinen gegenwärtig Weiterentwicklungen der kogenetischen Modelle mit einer rein gravitativen Akkretion im äußeren Planetensystem und einer stößebedingt modifizierten Akkretion im inneren Planetensystem und den Satellitensystemen. Im dritten Teil dieses Beitrages wird auf entsprechende neuere Entwicklungen eingegangen.

Ein Literaturverzeichnis kann bei der Redaktion angefordert werden.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. sc. nat. *Diedrich Möhlmann*, Institut für Kosmosforschung der Akademie der Wissenschaften der DDR, Rudower Chaussee 5, Berlin, DDR-1199

Krater und Gräben auf dem Mars

Manfred Reichstein

Der Mars in Übersichten

Durch die aktuellen Raumfahrtunternehmen gerät der Planet Mars mit seinen beiden Satelliten Phobos und Deimos in zunehmendem Maße in unser Blickfeld. Viele Fragen tun sich auf, darunter auch wieder solche nach der einstigen Eignung seiner Oberfläche als Heimstatt für die Entwicklung des Lebens, oder damit noch in anderen Zusammenhängen gesehen: Uns interessiert sehr, ob es einst auf diesem roten Planeten Zeiten gegeben hat, in denen sein Klima dem irdischen viel ähnlicher war, und ob vielleicht nur durch den Wasserverlust das Leben auf Mars wieder erloschen ist. Ja, das Problem der Erörterungen der einstigen und gegenwärtigen Rolle des Wassers oder seiner festen Form, des Eises, steht tatsächlich im Mittelpunkt der modernen Marserkundungen. Hierzu kann die Planetologie, vor allem durch die Analyse des so vielgestaltigen morphologischen Formenschatzes auf diesem Planeten, heute schon sehr wichtige Vorinformationen geben, und wir beginnen hier eine geplante Reihe kurzer Beiträge zu diesem Thema mit den Fakten, die sich aus den Eigenschaften seiner häufigsten und auffälligsten Oberflächenmerkmale ableiten lassen.

Das allgemeine Bild der Marslandschaften

Verglichen mit den Verhältnissen auf der Erde ist zwar die Anzahl der Einschlagkrater auf Mars ungeheuer groß, jedoch bei Betrachtung ihrer Flächendichte auf Merkur und unserem eigenen Mond wirkt ihre Anzahl besonders bei den kleineren Formen um 10 bis 15 km Durchmesser erheblich gelichtet. Außerdem zeigt das globale Bild des Mars uns eine sehr deutliche Asymmetrie in der regionalen Verteilung der Kraterhäufigkeiten an. Charakteristisch ist, daß seine Südhemisphäre, wenn auch nicht ganz parallel zum heutigen Verlauf seines Äquators, bedeutend mehr Krater aufweist als große Teile der Nordhemisphäre. Ursache ist die viel häufigere Überlieferung von Einschlagkratern, die mehrere Milliarden Jahre alt sein können, auf den sogenannten Hochländern, während wir in den vorzugsweise im Norden des roten Planeten vorhandenen Tiefebene wegen der dort reichlicher auftretenden und zur Kraterverdeckung geeigneten Sedimente viel weniger Zeugnisse kosmischer Einschläge gegenwärtig noch wahrzunehmen vermögen.

Marsatmosphäre und Kraterüberlieferung

Wenn die Atmosphäre des Mars auch heute sehr dünn ist und im wesentlichen aus Kohlendioxid besteht, so reicht ihre Dichte von kaum $\frac{1}{100}$ der irdischen Atmosphäre doch aus, bei hohen Windgeschwindigkeiten wenigstens einen Teil des allenthalben vorhandenen feinen Staubes über große Strecken zu transportieren. Da die jahreszeitlichen Ge-

gensätze auf Mars noch krasser sind als auf der Erde, entwickeln sich saisonal heftige Stürme, während derer vor allen Dingen in der Nähe der tropischen Breiten der feine Staub Tausende von Kilometern weit transportiert wird, wobei die feinste Fraktion über Wochen im Schwebestand bleiben kann, so daß für den irdischen Beobachter nach solchen Staubstürmen der Planet, durch das Fernrohr beobachtet, kaum noch Reliefmerkmale erkennen läßt.

Vor allen Dingen die Viking-Sonden haben uns Mitte der 70er Jahre erkennen lassen, daß es auf Mars bevorzugt in der Umrandung der Polarzonen, aber auch oft in den inneren Ebenen großer Krater selbst, wohlgeformte Dünenzüge gibt, die in ihrem morphologischen Spektrum sich nicht von den irdischen Barchanen oder Sicheldünen und anderen bekannten Typen unterscheiden lassen. In solchen Regionen, wo also die Staubfracht im Laufe von Jahrmilliarden immer wieder zum Absatz kam, sind sehr viele der kleineren Krater mit ihren Wällen fast völlig unter den Staubmassen begraben worden. Vor allem in den polnahen Breiten, wo der Staub sich mit Kohlendioxidsschnee und Wassereis in feinschichtiger Wechselfolge zu Mächtigkeiten von über 1 bis 2 km aufgetürmt hat, ist dadurch die Reduktion der überlieferten Kraterprofile am weitesten fortgeschritten.

Permafrostbedingungen prägen Kraterprofile

Schon seit vielen Jahren wissen wir, daß die aus Einschlägen kosmischer Körper hervorgehenden Kraterprofile gesetzmäßige Unterschiede aufweisen, die wichtige Aussagen über ihr Alter sowie die physikalischen Merkmale des betroffenen Untergrundes zulassen. Gegenüber den sich sehr ähnelnden Kraterkonturen von Merkur und Luna unterscheiden sich die Profile zahlreicher Marskrater aber vor allem in den Merkmalen ihrer äußeren Bereiche. Oft zeigt ihr Auswurf zungenartige Strukturen, und vielfach liegen gerade die Außenränder dieser Zungen bis heute in wallartiger Erhöhung vor (Bild 4. Umschlagseite).

Das Zustandekommen dieser Erscheinungen wurde nicht sofort verstanden. Erst als man in Rechnung setzte, daß der Marsboden wahrscheinlich bis in große Tiefen von den Merkmalen des Permafro-

stes gekennzeichnet sein dürfte, also intensiv mit Eis imprägniert vorzustellen sei, wurden viele der marspezifischen Reliefmerkmale an den Kratern verständlich. So geht man heute ganz allgemein davon aus, daß die bei kosmischen Einschlägen freiwerdende Energie, die Krater von über 20 km Durchmesser entstehen läßt, in der Regel ausreicht, um einen großen Teil des bei der Explosion über die Wallkrone gepreßten Materials in einen halbverflüssigten Zustand zu versetzen. Das Eis im Marsboden stellt dabei die am leichtesten zu verflüssigende Komponente dar und wird somit zum «Schmiermittel», welches eine plastische Verformung der Auswurfmassen zu radial vom jeweiligen Kraterzentrum wegweisenden Regolithzungen ermöglicht.

Es gibt nun auf Mars sehr viele Varianten zu diesem idealen Modellfall. Kleineren Kratern fehlen diese Zungen grundsätzlich, und die meisten Krater um 6 bis 15 km Durchmesser der höheren nördlichen Breiten zeigen statt dessen nur einen einfacheren rundlichen Sockel, der nach außen relativ plötzlich mit Sprunghöhen von einigen 10 Metern abbricht. In erster Linie werden unterschiedliche Eismengen im Dauerfrostboden des Mars sowie Differenzen in den Bodentemperaturen – je nach Breitenlage und die gerade zur Kraterentstehungszeit herrschenden Klimabedingungen – dafür ursächlich verantwortlich gemacht.

Leitmerkmale der Marsgräben

Die Marsoberfläche wird viel stärker als die unseres Mondes von Gefügemerkmalen einer sich einstmals ausdehnenden Kruste gekennzeichnet. Es können dabei auf Mars im wesentlichen drei Grundtypen von Gräben unterschieden werden, deren globale Verteilung aber recht unterschiedlich ist.

Die weiteste Verbreitung hat der Typ schmaler, leistenförmiger Gräben, der auch auf anderen erdähnlichen Objekten in unserem Planetensystem den mit Abstand häufigsten Typ vertritt. Auf Mars erscheint er nicht selten und gesetzmäßig als Frakturmerkmal vulkanisch besonders aktiv gewesener Großareale, wo die Kruste nicht unerhebliche Aufbeulungen von mehreren Kilometern Höhe und in der Fläche oft von kontinentalen Ausmaßen erfahren hat. Die beiden bekanntesten Hochgebiete dieser Art sind die zur Nordhemisphäre gehörigen, aber nicht weit vom Marsäquator gelegenen Vulkankomplexe der Tharsis-Region und des Elysium Mons.

Charakteristisch für die sie begleitenden Leistengräben ist ihr oft gebündeltes Auftreten bei annähernd radialer Ausrichtung zum Zentrum des jeweiligen Vulkankomplexes hin. Erstaunlich ist immer wieder die Gesamtlänge von vielen 100 bis über 1 000 km, die solche Grabenbündel erreichen können, obwohl die charakteristische Breite der einzelnen Teilstücke meist «nur» zwischen 5 bis 20 km zu finden ist.

Den auffälligsten Typ der Gräben stellen natürlicherweise ihre Großformen von mehr als 100 km Breite bei oft über 3 bis 4 km Tiefe dar. Wir finden sie als Besonderheit des tektonischen Bauplans des Mars nur in der Tharsisregion des Planeten, wo sie einen annähernd äquatorparallelen Verlauf zeigen (Bild 2. Umschlagseite).

Insgesamt besteht das auf über 4 000 km Länge verfolgbare Grabensystem oft aus mehreren, parallellaufenden Teilgräben mit recht unterschiedlichem



Bild 1: Vergrößerter Ausschnitt des mittleren Teiles des Großgrabensystems «Valles Marineris» nach Viking-Aufnahmen. Der Bildausschnitt erfaßt in der Nord-Süd-Richtung quer zum Verlauf der Gräben ca. 300 km vom Bildzentrum der Abbildung 2. Bildmitte und der untere Teil des Bildes werden von den über 100 km breiten Strukturen des Großgrabens «Ius Chasma» geprägt. Von seiner Nordflanke sind nahe der östlichen und der westlichen Bildbegrenzung große Rutschmassen abgeglitten, die durch ihre rauhe Haufwerk-Oberflächen bis heute relativ leicht erkennbar blieben. Das nördliche Drittel der Aufnahme zeigt den Typ zahlreicher subparallel verlaufender Leistengräben sowie im oberen Teil mit lokalen Verbreiterungen die aus Kettenkratern im linken Bildteil hervorgegangene Struktur «Tithonia Catena».



Bild 2: Typisches Beispiel der an polygonale Frostmusterböden der Erde erinnernden Spaltenstrukturen in den nordpolnahen Tieflandbereichen des Mars. Der im Zentrum des Bildes befindliche Krater hat 6 km Durchmesser. Aber mindestens die längsten, relativ gerade durch das Bild ziehenden Grabenspalten dürften tektonischen Ursprungs sein. Interessant ist, daß die gesamte Marsoberfläche im Bildbereich noch zusätzlich durch die über Jahrtausende in der gleichen Richtung wehenden Staubstürme eine ganz spezifische, von annähernd geradlinig verlaufenden Kämmen gekennzeichnete Musterung erfahren hat (Viking-Aufnahme).

Reifegrad hinsichtlich der ausgebildeten Breite bzw. Eintiefungen. Wie das Bild auf der 2. Umschlagseite und das Bild 1 zeigen, wechseln embryonale, relativ schmale Grabenzonen geringerer Tiefe nicht selten plötzlich mit sehr steilwandigen, viel breiteren und tieferen Grabensegmenten ab. Einerseits scheinen örtlich Ketten dolinenartiger Einsturzkrater die Vorläuferstadien der schmalen Gräben mit noch relativ glatten Seitenwänden zu sein. Andererseits wer-

den die Flanken der ausgereiftesten Großgräben von zahlreichen, noch sekundär verzweigten Seitencanons zerschnitten, die durch Winderosion entstanden sein sollen.

Daneben ist aber auch unübersehbar die reliefprägende Wirkung des, wenigstens vorübergehend, vorhanden gewesenen fließenden Wassers zu verzeichnen; denn nicht selten lassen sich noch heute die Konturen zahlreicher «Muren» in Gestalt der von den Hängen im breiigen Zustand abgeglittenen Rutschmassen nachweisen (Bild 1). Auf diese Weise erhalten wir also auch über die morphologischen Merkmale der Marsgräben eine wichtige Bestätigung des Vorhandenseins der schon vom Verhalten der Kraterauswurfmassen abgeleiteten starken Wasser-Eis-Imprägnation der Marskruste.

Nach der vermuteten Entstehungsart stellt der dritte Grabentyp einen klimabedingten Sonderfall an der Marsoberfläche dar, der aber in den irdischen polaren Regionen durchaus verwandte Bildungen erkennen läßt. Es handelt sich um polygonal angeordnete Spaltensysteme, die ihr Hauptverbreitungsgebiet in den nördlichen Tiefebenen des Mars haben, die aber auch im Umkreis der höher gelegenen Südpolarregionen in Breitenlagen zwischen 60 und 80° nicht ganz fehlen (Bild 2).

Der einzige Grund, warum man sie nur mit einigen Vorbehalten mit den äußerlich zum Verwechseln ähnlichen Polygonnetzen der irdischen polaren Frostmusterböden gleichsetzt, liegt im Dimensionsunterschied begründet.

Anschrift des Verfassers: Dr. Manfred Reichstein, Martin-Luther-Universität, Sektion Geographie, Domstraße 5, Halle DDR-4020

Astronomische Daten für das Schuljahr 1989/90

Klaus Lindner

Der folgende Beitrag enthält, wie in den vergangenen Jahren, Material für die Planung der obligatorischen schulastronomischen Beobachtungen, für differenzierte häusliche Beobachtungsaufgaben und für die Aktualisierung des Astronomieunterrichts und der Arbeit im fakultativen Kurs «Astronomie und Raumfahrt». Der Abschnitt «Astronomischer Kalender» wurde zur bequemeren Handhabung auf eine Karteikarte übernommen.

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.

Sternbilder

Während des gesamten Schuljahres befindet sich der Planet Jupiter im Bereich des Sternbildes

Zwillinge. Das muß besonders in den Wintermonaten bei Beobachtungen des «Wintersechsecks» berücksichtigt werden. Jupiter ist jedoch fast 4 Größenklassen heller als α Gem (Kastor).

Bei Beobachtungen am Morgenhimmel in den ersten beiden Monaten des Jahres 1990 ist besonders auf Mars zu achten. Er durchläuft in dieser Zeit die Sternbilder Skorpion, Schlangenträger und Schütze und ist links von Antares, dem Hauptstern des Sternbildes Skorpion, zu finden. Da er diesem Stern in Farbe und scheinbarer Helligkeit sehr ähnelt, ist eine Verwechslung nicht auszuschließen.



Dr. h. c. Paul Ahnert 1897–1989

Paul Ahnert ist tot. Wir trauern um ihn, der am 27. 2. 1989 im Alter von 91 Jahren in Sonneberg verstarb; wir trauern um einen Astronomen, der wie kein zweiter seiner Generation die Wissenschaft vom Weltall in die Öffentlichkeit brachte. Aus dem Lehrerberuf hervorgegangen, verfolgte er bis ins hohe Alter mit bestaunenswerter Energie das Ziel, die Astronomie und ihre Forschungsergebnisse publik zu machen. *Paul Ahnert* war Fachastronom, Sternfreund, Lehrer und Lehrerbildner in einem. Wer in unserem Lande – und weit darüber hinaus – irgendeine Beziehung zur Astronomie hatte, kannte und schätzte ihn.

Im Vorwort zum «Kalender für Sternfreunde» 1968 hat *Paul Ahnert* die Zeit beschrieben, in der er zur Astronomie fand: «Es war eine Lust zu leben, wenn man sah, wie Geist und Technik immer tiefer in die Welt des Größten und des Kleinsten eindringen, wie immer neue rätselhafte Erscheinungen auftauchen und nach kurzer Zeit in das immer solider werdende Gefüge der Astronomie und der Physik eingebaut und verstanden werden konnten. Und es ist heute genauso eine Lust zu leben, denn jede neue Erkenntnis birgt neue Rätsel in sich, die wieder oft verblüffende Lösungen finden.» Wer *Paul Ahnert* persönlich kannte, wer ihn auf Tagungen und in Weiterbildungsveranstaltungen sprechen hörte, der wußte, daß er diese Lust an der Wissenschaft für eine überaus wertvolle Gabe ansah, die die Älteren den Jüngeren zu vermitteln verpflichtet sind.

Uns Schulastronomen der DDR wird *Paul Ahnert* sehr fehlen. Wir ehren sein Andenken, indem wir unseren Schülern Interesse an der Astronomie und Freude am geistigen Tätigsein auf ihren Lebensweg mitgeben.

Redaktion der Zeitschrift
ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Planeten

Jährliche Bewegung der Erde

Die Bahnbewegung der Erde wird im Schuljahr 1989/90 durch folgende Daten charakterisiert:

Herbstanfang	23. 9. 1989, 2 ^h (3 ^h)
Winteranfang	21. 12. 1989, 22 ^h
Frühlingsanfang	20. 3. 1990, 22 ^h
Sommersanfang	21. 6. 1990, 17 ^h (18 ^h).

Die Sommerzeit (MESZ) gilt bis 1. 10. 1989 und ab 25. 3. 1990.

Sichtbarkeit der Planeten

Merkur

wird in diesem Schuljahr viermal mit dem bloßen Auge bzw. mit einem Fernglas zu beobachten sein:
1. Morgensichtbarkeit am Osthimmel

3. 10. 1989 (Aufgang $4^h 51^{min}$) bis 28. 10. 1989 (Aufgang $5^h 59^{min}$); größte westliche Elongation (18°) am 10. 10. 1989 (Aufgang $4^h 35^{min}$). Im Sichtbarkeitszeitraum steigt die scheinbare Helligkeit des Planeten von + 1,0 auf - 0,9 Größenklassen.

2. Abendsichtbarkeit am Südwesthimmel

18. 12. 1989 (Untergang $17^h 01^{min}$) bis 31. 12. 1989 (Untergang $17^h 23^{min}$); größte östliche Elongation (20°) am 23. 12. 1989 (Untergang $17^h 17^{min}$). Im Laufe dieser Sichtbarkeitsperiode fällt die scheinbare Helligkeit von - 0,5 auf + 0,5 Größenklassen.

3. Morgensichtbarkeit am Südosthimmel

17. 1. 1990 (Aufgang $6^h 52^{min}$) bis 6. 2. 1990 (Aufgang $6^h 37^{min}$); größte westliche Elongation (25°) am 1. 2. 1990 (Aufgang $6^h 32^{min}$). Während dieses Sichtbarkeitszeitraumes ist das Auffinden des Planeten durch seine geringe Höhe und die Tatsache, daß die scheinbare Helligkeit des Merkurs nur zwischen + 1,0 und + 0,1 Größenklassen liegt, deutlich erschwert.

4. Abendsichtbarkeit am West- bzw. Nordwesthimmel
29. 3. 1990 (Untergang $19^h 31^{min}$ ($20^h 31^{min}$)) bis 23. 4. 1990 (Untergang $20^h 56^{min}$ ($21^h 56^{min}$)); größte östliche Elongation (20°) am 13. 4. 1990 (Untergang $21^h 03^{min}$ ($22^h 03^{min}$)). Im Verlauf des Sichtbarkeitszeitraumes fällt die scheinbare Helligkeit des Planeten von - 1,3 auf + 1,6 Größenklassen.

Venus

ist vom Schuljahresbeginn bis Mitte Januar 1990 am Abendhimmel zu sehen. Am 8. 11. 1989 durchläuft sie die größte östliche Elongation (47°); an diesem Tage geht sie rund 2 Stunden nach der Sonne unter. Vom 27. 12. 1989 bis zum 8. 2. 1990 bewegt sie sich rückläufig; in diesen Zeitraum fällt ihre untere Konjunktion mit der Sonne (18. 1. 1990). Dabei kommt es fast zu einer Doppelsichtbarkeit (d. h. einer Sichtbarkeit der Venus am Morgen und am Abend des gleichen Tages; vgl. AS 21 (1984), H. 3, S. 62): Venus kann noch am 17. 1. 1990 in der Abenddämmerung und schon am 19. 1. 1990 wieder in der Morgendämmerung gefunden werden. Die Ursache für diese Besonderheit ist, daß Venus die Sonne am 18. 1. in relativ großem nördlichem Winkelabstand passiert (6°). Im Fernrohr ist die Sichelgestalt des Planeten ab Dezember 1989 erkennbar. Bis zum Schuljahresende verbleibt Venus am Morgenhimmel, geht jedoch kaum vor Dämmerungsbeginn auf.

Mitte November 1989 ist ein Vorübergang der Venus zu beobachten (am 16. 11. 1989 befindet sich Venus 4° südlich des Ringplaneten). Besonders attraktiv dürfte ein extrem naher Vorbeigang der Venus an Jupiter werden, der sich in den frühen Morgenstunden des 13. 8. 1990 ereignet und auf den unsere Schüler unbedingt hingewiesen werden sollten. Der geringste Abstand zwischen den hellen Pla-

neten ($0,04^\circ$, das ist fast das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges!) wird jedoch zu einem Zeitpunkt erreicht, zu dem sich beide noch unter dem Horizont befinden. Gegen 4^h (5^h) sind Venus und Jupiter bereits wieder $0,15^\circ$ voneinander entfernt; sie haben dann in der Morgendämmerung eine Höhe von 8° erreicht. Den ganzen August über wird das Planetenpaar am Morgenhimmel auffallen.

Mars

ist zum Schuljahresbeginn nicht zu sehen. Am 29. 9. 1989 durchläuft er die Konjunktionsstellung mit der Sonne und kann erst ab Mitte November am Morgenhimmel im Südosten gesehen werden, bleibt aber ein wenig auffälliges Objekt. Erst gegen Schuljahresende verbessern sich die Sichtbarkeitsbedingungen. Am 28. 2. 1990 geht Mars 1° südlich an Saturn vorüber, nicht weit von diesem Planetenpaar befindet sich die helle Venus (Bild 1).

Jupiter

geht zum Schuljahresbeginn um $23^h 47^{min}$ ($0^h 47^{min}$) auf; nach der Opposition zur Sonne (27. 12. 1989) ist er bequem am Abendhimmel zu beobachten. Diese Sichtbarkeitsperiode endet Mitte Juni 1990. Die Konjunktion mit der Sonne findet am 15. 7. 1990 statt, und schon ab 1. 8. 1990 kann Jupiter in der Morgendämmerung im Osten wieder gesehen werden. Venus, die - wie beschrieben - den Riesenplaneten am 13. 8. 1990 in extrem geringem Abstand nördlich überholt, befindet sich am 5. 8. noch 8° , am 10. 8. 3° rechts oberhalb von Jupiter. Am 15. 8. ist der Abstand zwischen beiden Planeten wieder auf 2° , am 20. 8. auf 7° angewachsen; Venus ist nunmehr links von Jupiter zu finden. Mit - 3,3^m ist sie um 2 Größenklassen heller als Jupiter.

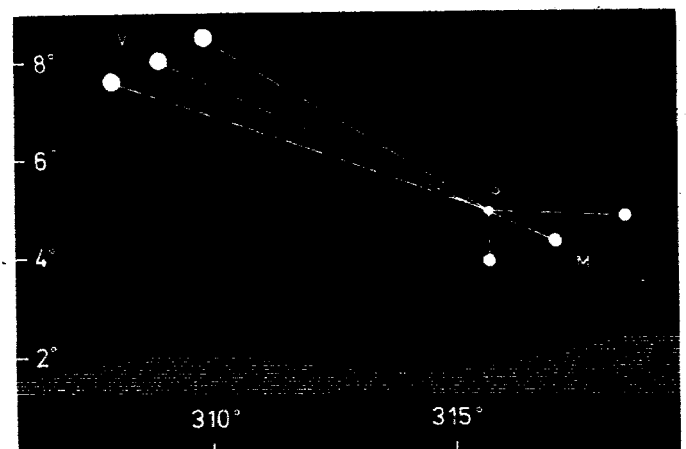


Bild 1: Venus, Mars und Saturn Ende Februar 1990, gegen 6^h . Gestrichelte Linien: 25. 2., durchgezogene Gerade: 27. 2., strichpunktierte Linien: 1. 3. 1990. Am linken Bildrand ist die Höhe, am unteren Bildrand des Azimut für die Stellungen der drei Planeten am 27. 2. 1990 angegeben.

Saturn

ist vom Schuljahresbeginn bis in den zeitigen Winter am Abendhimmel im Südwesten zu sehen. Der Ringplanet erreicht Anfang Oktober 1989 mit $-22,8^\circ$ seine südlichste Deklination und kommt deshalb nur bis zu einer Kulminationshöhe von rund 15° . Deshalb und wegen seiner geringen Helligkeit ($+0,8^m$) ist er kein attraktives Beobachtungsobjekt. Nach der Konjunktion mit der Sonne (6. 1. 1990) kann Saturn etwa zu Beginn der Winterferien wieder tief im Südosten aufgefunden werden. Am 3. 2. 1990 geht Merkur in nur $0,24^\circ$ Abstand nördlich an Saturn vorüber. Zur Beobachtung dieses Ereignisses in der Morgendämmerung wird das Schulfernrohr benötigt.

Uranus und Neptun

befinden sich – nur wenige Grade voneinander entfernt – im Sternbild Schütze. *Pluto*, der mit schulischen Mitteln nicht beobachtet werden kann, beschreibt nördlich des Sternbildes Waage eine kleine Bahnschleife. Er durchläuft am 4. 9. 1989 (zum ersten Male seit seiner Entdeckung im Jahre 1930) das Perihel seiner Bahn.

Heliozentrische Planetenstellungen im Dezember 1989

Bild 2 gibt die heliozentrischen Positionen der Planeten Venus, Erde, Mars und Jupiter am 10. 12. 1989 wieder. Die Blickrichtungen von der Erde zur Sonne und zu den Planeten sind eingetragen. Um die Übertragung des Bildes in dreifacher Größe auf eine Folie zu erleichtern, wurden die Planetenbahnen vereinfacht als konzentrische Kreise dargestellt. In der

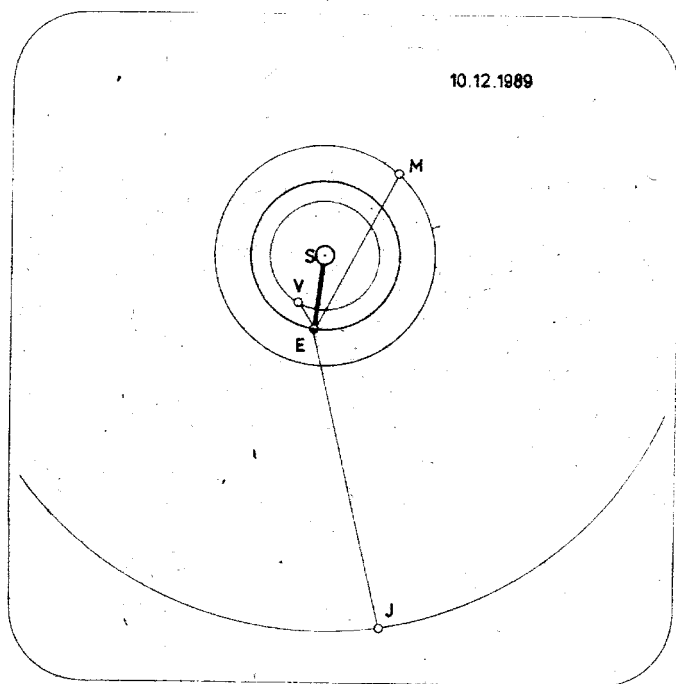


Bild 2: Heliozentrische Planetenstellungen am 10. 12. 1989. Vorlage für eine Folie (Maßstab 1:3)

Folie müssen ihre Radien 15, 21, 32 und 108 mm betragen. Die Winkel haben folgende Absolutbeträge: Winkel SEV 42° , Winkel SEM 24° , Winkel SEJ 160° .

Mit dieser Folie hat der Astronomielehrer die Möglichkeit, an Hand aktuellen Materials im Unterricht die Sichtbarkeit der Venus, des Mars und des Jupiters herzuleiten: Von der Erde aus gesehen befindet sich Venus links von der Sonne, kann also am Abendhimmel beobachtet werden. Für die beiden anderen Planeten gilt: Mars rechts von der Sonne (Morgenhimmel); Jupiter fast entgegengesetzt zur Sonne (die ganze Nacht hindurch sichtbar).

Mond

Scheinbare und wahre Bewegung des Mondes

Die scheinbare Bewegung des Mondes läßt sich besonders deutlich bei Vorübergängen dieses Himmelskörpers an den hellen Planeten verfolgen. Auch bei den Bedeckungen der Plejaden (zu deren Beobachtung wegen des großen Helligkeitsunterschiedes zwischen den Plejadensternen und dem Mond das Schulfernrohr oder zumindest ein Fernglas verwendet werden sollte) wird die rasche Ortsveränderung des Mondes augenfällig. Planetenvorübergänge und Plejadenbedeckungen sind auf der Karteikarte «Das Sonnensystem 1989/90» aufgeführt.

Finsternisse

Im Schuljahr 1989/90 ereignen sich vier Finsternisse, von denen eine von unserem Territorium sichtbar ist:

1. Ringförmige Sonnenfinsternis am 26. 1. 1990, sichtbar in der Antarktis und im Süden Südamerikas.

2. Totale Mondfinsternis am 9. 2. 1990; der gesamte Verlauf ist auf dem Gebiet der DDR zu beobachten:

Eintritt in den Kernschatten	18 ^h 30 ^{min} (11°)
Beginn der Totalität	19 ^h 51 ^{min}
Mitte der Finsternis	20 ^h 12 ^{min}
Ende der Totalität	20 ^h 33 ^{min}
Austritt aus dem Kernschatten	21 ^h 54 ^{min} (41°)

Die eingeklammerten Zahlen geben die Mondhöhe zum betreffenden Zeitpunkt an.

3. Totale Sonnenfinsternis am 22. 7. 1990, sichtbar in Nordosteuropa, Nordasien und Nordamerika. Bei dieser Finsternis wird der Kernschatten des Mondes gegen 2^h50^{min} (3^h50^{min}) die Luftschichten über dem Norden der DDR erreichen. Die Sonne steht zu diesem Zeitpunkt aber noch unter dem Horizont. Da die Erdatmosphäre vom Mondschatten beeinflusst werden wird, sind interessante Dämmerungsanomalien zu erwarten, die um so eindrucksvoller sein werden, je weiter nördlich sich der Beobachter befindet.

4. Partielle Mondfinsternis am 6. 8. 1990, sichtbar in Australien, Asien und der Antarktis.

Die Sonne

Gegenwärtig nimmt die Sonnenaktivität weiter zu. Das letzte Minimum wurde im September 1986 erreicht; das nächste Maximum ist für 1991 zu erwarten.

Empfehlungen zur Beobachtungsplanung

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

Beobachtungen am Abendhimmel

September (gegen 20^h (21^h))

Saturn; Mond vom 6. 9. bis 18. 9.; Mizar im NW, Albireo (*) im S; offene Sternhaufen chi/h Persei im NO, Kugelhaufen M 13 (*) im W, Andromedanebel M 31 (*) im O; Milchstraße in Zenitnähe.

Oktober (gegen 19^h)

Saturn; Mond vom 5. 10. bis 17. 10.; Mizar im NW, Albireo (*) im SW, chi/h Persei (*) im NO, M 13 (*) im W, M 31 (*) im O; Milchstraße im Zenit.

November (gegen 18^h)

Venus, Saturn; Mond vom 3. 11. bis zum 15. 11.; Mizar tief im NW, Albireo (*) im SW, chi/h Persei (*) im NO, Plejaden tief im O, M 13 (*) im W, M 31 (*) im O; Milchstraße im Zenit.

Dezember (gegen 18^h)

Venus, Jupiter; Mond vom 2. 12. bis zum 14. 12.; Mizar sehr tief im N, Albireo im W, chi/h Persei (*) im NO, Plejaden (*) im O, M 13 sehr tief im NW, M 31 (*) in Zenitnähe; Milchstraße im Zenit.

Januar (gegen 18^h)

Jupiter; Mond vom 1. 1. bis zum 12. 1.; Mizar sehr tief im N, Albireo sehr tief im W, chi/h Persei (*) fast im Zenit, Plejaden (*) im SO, M 31 (*) in Zenitnähe; Milchstraße im Zenit.

März (gegen 20^h)

Jupiter (*); Mond vom 1. 3. bis 12. 3.; Mizar (*) im NO, chi/h Persei (*) im NW, Plejaden im W, M 31 tief im NW; Milchstraße hoch im W.

Beobachtungen am Morgenhimmel

Dezember (gegen 6^h)

Jupiter; Mond vom 12. 12. bis zum 24. 12.; Mizar (*) fast im Zenit, offener Sternhaufen Praesepe (*) im W, M 13 im O.

Januar (gegen 6^h)

Jupiter; Mond vom 9. 1. zum 23. 1.; Mizar (*) fast im Zenit, Albireo im O, Praesepe tief im W, M 13 (*) im O.

Anschrift des Verfassers: OL Dr. Klaus Lindner, EOS «Karl Marx», Erfurter Str. 9, Leipzig, DDR-7022

Jubiläen in Astronomie und Raumfahrt im Schuljahr 1989/90

Eva-Maria Marx

Die nachstehenden Angaben zu Jubiläen von Persönlichkeiten und Ereignissen aus der Geschichte von Astronomie und Raumfahrt sollen den obligatorischen Astronomieunterricht sowie die fakultativen Kurse (FKR) und Arbeitsgemeinschaften bereichern und ergänzen. Die kurzen Textinformationen sind Anregungen für eine vertiefende Beschäftigung. Daher sind auch die Literaturhinweise so gehalten, daß sie sich auf in Bibliotheken vorhandene Bücher beziehen und selbständige weiterführende Studien ermöglichen. Um die Arbeit mit dem Lehrplan zu erleichtern, wird in den Zwischenüberschriften die entsprechende Stoffeinheit angegeben, in der auf das Jubiläum eingegangen werden kann.

1.1. Aufgaben und Forschungsmethoden der Astronomie

14. Oktober 1989: 50. Todestag von *Friedrich Simon Archenhold* (1861–1939). Astronom und Wissenschaftspopularisator, der durch die *Gründung der Treptower Sternwarte* bekannt wurde. Dank seiner Initiative wurde das *längste Linsenfernrohr der Welt* gebaut und 1896 erstmalig in Treptow in Betrieb genommen, wo es noch heute besichtigt werden kann. Er wirkte besonders intensiv für die Popularisierung der Astronomie und begründete die illustrierte Monatsschrift «Das Weltall». (Literatur: *Herrmann*,

D. B.: *Friedrich Simon Archenhold und seine Treptower Sternwarte. Vorträge und Schriften der Archenhold-Sternwarte, Nr. 65, 1986.*

Herrmann, D. B.: *Sterne über Treptow. Treptower Historische Hefte, 3, 1987)*

23. Januar 1990: 150. Geburtstag von *Ernst Abbe* (1840–1905). Physiker, Professor an der Universität Jena, begründete mit *Carl Zeiss* die feinmechanisch-optische Werkstatt und führte sie nach dessen Tod weiter. Seine theoretischen Arbeiten bildeten die Grundlage für die Entwicklung leistungsstarker Mikroskopoptiken. Er führte die wissenschaftlich fundierte Fertigung ein, welche zur Herausbildung eines *weltweit anerkannten Großbetriebes* beitrug.

2.1. Überblick über das Sonnensystem

18. Dezember 1989: 350. Geburtstag von *Gottfried Kirch* (1639–1710). Fand wahrscheinlich als erster Astronom überhaupt einen Kometen mit dem Fernrohr auf. Von diesem Objekt bestimmte er die Bahn und erkannte sie als parabelförmig. Damit leistete

er einen wichtigen Beitrag zur *Theorie der Kometen*.

2. März 1990: 150. Todestag von *Wilhelm Olbers* (1758–1840). Bremer Arzt und Astronom, der sich vorzugsweise mit den Kleinkörpern des Sonnensystems beschäftigte. Er entdeckte sechs Kometen und die beiden Planetoiden *Pallas* und *Vesta*. (Literatur: *Herrmann, D. B.*: Geschichte der Astronomie, S. 43 ff.)

26. August 1990: 125. Todestag von *Johann Franz Encke* (1791–1865). Deutscher Astronom, der 1825 Direktor der Berliner Sternwarte wurde. Der nach ihm benannte *Komet Encke* gehört zu den bisher am häufigsten von allen beobachteten (über 50 Periheldurchgänge). Eine *Lücke im Saturnring, die Enckesche Teilung*, trägt ebenfalls seinen Namen.

2.4. Raumfahrt

14. Oktober 1989: 20. Jahrestag des *Starts des ersten Interkosmos-Satelliten*, der in Kooperation der sozialistischen Länder entwickelt und gebaut wurde.

18. März 1990: Vor 25 Jahren hielt sich der sowjetische Kosmonaut *Leonow* als *erster Mensch 10 min freifliegend im Weltraum* auf.

3.1. Die Sonne

25. Oktober 1989: 200. Geburtstag von *Samuel Heinrich Schwabe* (1789–1875). Apotheker und Liebhaberastronom, der eine Periodizität in der *Häufigkeit des Auftretens der Sonnenflecken* entdeckte. Er schloß aus seiner sehr genau geführten Statistik auf einen *etwa 10jährigen Zyklus*, der später von *Wolf* auf rund 11 Jahre präzisiert wurde. (Literatur: *Mielke, H.*: Sonnengott und Sternenfeuer, S. 118)

21. April 1990: 100. Geburtstag von *Walter Grotrian* (1890–1954). Astrophysiker, der besonders über Spektroskopie, Sonnenphysik und Novae arbeitete. Er war zunächst Mitarbeiter und später Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam, wo er Untersuchungen zur *Struktur der Sonnengranulation, zum Koronaspektrum und zur Magnetfeldstärke in Sonnenflecken* durchführte. Für seine Verdienste wurde er mit dem Nationalpreis geehrt.

25. Mai 1990: 125. Geburtstag von *Pieter Zeeman* (1865–1943). Niederländischer Physiker, der den nach ihm benannten Effekt, die Aufspaltung von Spektrallinien im Magnetfeld, entdeckte. 1908 wies *Hale* anhand des *Zeeman-Effektes* die *Magnetfelder der Sonnenflecken* nach.

3.2. Sterne

23. November 1989: 125. Todestag von *Friedrich Wilhelm Struve* (1793–1864). Deutscher Astronom, der hauptsächlich im damaligen Rußland arbeitete. Er führte Gradmessungen und geodätische Aufnahmen von Landesteilen aus. Berühmt wurde er durch den Nachweis der *Fixsternparallaxe der Wega* von der Sternwarte Dorpat (heute Tartu) aus. Kurz danach wurde er Direktor der neuerbauten Sternwarte Pulkowo. Er gilt als *eigentlicher Begründer der Doppelsternastronomie*. (Literatur: *Herrmann, D. B.*: Entdecker des Himmels, S. 179)

3.3. Sternsysteme und Metagalaxis

20. November 1989: 100. Geburtstag von *Edwin Hubble* (1889–1953). Bedeutender amerikanischer Astronom, der mit seinen Arbeiten die moderne extragalaktische Astronomie begründete. Ihm gelang es als erstem, die *Randpartien des Andromedanebels in Einzelsterne aufzulösen* und nachzuweisen, daß es sich um ein *Objekt außerhalb unserer Milchstraße handelt*. Von ihm stammt auch die gebräuchliche *Hubble-Klassifikation* für galaktische Nebel und Sternsysteme. Er fand den als *Hubble-Effekt* bekannten *Zusammenhang zwischen der Fluchtgeschwindigkeit der Galaxien und der Rotverschiebung der Linien in ihren Spektren*. Die *Hubble-Konstante* stellt eine wichtige Größe in der Kosmologie dar. (Literatur: *Herrmann, D. B.*: Entdecker des Himmels, S. 188 ff.)

Chronologische Ordnung der Jubiläen

14. Oktober 1989	50. Todestag von <i>F. S. Archenhold</i>
14. Oktober 1989	20. Jahrestag des ersten interkosmos-Satelliten
25. Oktober 1989	200. Geburtstag von <i>S. H. Schwabe</i>
20. November 1989	100. Geburtstag von <i>E. Hubble</i>
23. November 1989	125. Todestag von <i>F. W. Struve</i>
18. Dezember 1989	350. Geburtstag von <i>G. Kirch</i>
23. Januar 1990	150. Geburtstag von <i>E. Abbe</i>
2. März 1990	150. Todestag von <i>W. Olbers</i>
18. März 1990	25. Jahrestag des ersten Freiflugs eines Menschen im Weltall
21. April 1990	100. Geburtstag von <i>W. Grotrian</i>
25. Mai 1990	125. Geburtstag von <i>P. Zeeman</i>
26. August 1990	125. Todestag von <i>J. F. Encke</i>

Anschrift des Verfassers: Diplomlehrer *Eva-Maria Marx*, Archenhold-Sternwarte, Berlin-Treptow, DDR-1193.

Schulastronomische Beobachtungen unter den Bedingungen einer Landschule Peter Seeger

Nachfolgend veröffentlicht der Autor eine Kurzfassung seiner Pädagogischen Lesung «Schulastronomische Beobachtungen unter den Bedingungen einer Landschule» (Registriernummer 87-12-19).

Die schulastronomischen Beobachtungen haben eine wichtige Funktion im Erkenntnisprozeß zu erfüllen. Sie sind als integrierender Bestandteil des gesamten Astronomielehrganges zu verstehen, denn Beobachtungstätigkeit ist in erster Linie Erkenntnistätigkeit. Die Erfüllung dieser Aufgabe fordert von jedem Astronomielehrer eine wohlüberlegte Organisation der Beobachtungsabende, zugeschnitten auf die *speziellen Bedingungen* an der eigenen Schule.

Bedingungen an unserer Schule

An der Oberschule Wollin haben wir in den letzten Jahren nur eine 10. Klasse mit durchschnittlich 20 Schülern unterrichtet. Diese Schüler kommen aus drei verschiedenen Orten, zwischen denen die Entfernungen bis zu 8 Kilometer betragen.

Ich treffe mich mit den Schülern in der Regel dreimal zu Beobachtungen, allerdings nicht nach einem strengen Schema. Je nach Sichtbarkeitsbedingungen des Mondes und der Planeten wird die Reihenfolge festgelegt. Alle Schüler erhalten drehbare Schülersternkarten für das gesamte Schuljahr.

Der erste Beobachtungsabend wird an der Schule durchgeführt. Die Beobachtung wird im Klassenraum vorbereitet. Zuvor (Ende der 9. Klasse) werden die Eltern über die geplanten Beobachtungen informiert und ihre Zustimmung wird eingeholt. Zu allen Beobachtungsabenden bringen die Schüler die drehbare Sternkarte, eine Taschenlampe und, soweit vorhanden, auch Ferngläser mit. Der zweite und dritte Beobachtungsabend wird mit jeweils 10 Schülern an zwei verschiedenen Orten durchgeführt. Das bringt den Vorteil, daß jeder Schüler seinen «heimatlichen Himmel» hat, an dem er sich selbständig leichter orientieren kann.

Der erste Beobachtungsabend im Schuljahr wird frühzeitig absolviert, möglichst vor der Behandlung der Orientierung am Sternhimmel. Dadurch lernen die Schüler von Anfang an, sich am Sternhimmel zu orientieren und nicht auf der Sternkarte, die Koordinaten werden schneller begriffen, und dadurch ist mehr Zeit zum Üben mit der Sternkarte vorhanden.

Ablauf des ersten Abends

1. Festlegung der Himmelsrichtungen am Horizont.
2. Einführung des Horizontsystems und der dazu notwendigen Begriffe
3. Schätzen von Azimut und Höhe vorgegebener Objekte
4. Beobachtung des Mondes mit dem Schulfernrohr
(Die Aufgaben 3 und 4 werden parallel durchgeführt, um eine größere Beschäftigungsbreite zu erlangen.)
5. Beobachtung der scheinbaren Bewegung eines Sternes relativ zum Horizont im zeitlichen Abstand von einer Stunde

Die Beobachtungsergebnisse werden in den darauffolgenden Stunden in das Unterrichtsgeschehen einbezogen und ausgewertet. Der erste Beobachtungsabend schafft wichtige anschauliche Grundlagen für das weitere Unterrichtsgeschehen.

Der zweite Beobachtungsabend wird mit jeweils etwa der Hälfte der Schüler an zwei Orten (das heißt aus meiner Sicht: zweimal) durchgeführt. Die Beobachtungsabende beginnen ca. 30 Minuten nach Sonnenuntergang, wenn die hellen Sterne des Sommerdreiecks sichtbar werden. Der Zeitraum richtet sich nach der Sichtbarkeit des Mondes bzw. der Planeten. Die Beobachtung kann auch vor Unterrichtsbeginn durchgeführt werden, wenn die Stellung der Venus und des Mondes es gestatten. Das ist aber erst ab November möglich, da der Sonnenaufgang dann erst zwischen 7^h und 8^h erfolgt. Günstiger ist es aber, die Beobachtung bereits im Oktober durchzuführen, um Vorlauf zu schaffen.

Ablauf des zweiten Abends

1. Festigen der für die Orientierung am Sternhimmel notwendigen Begriffe, besonders für die Schüler, die im Heimatort die Beobachtung durchführen.
2. Zirkumpolare Sternbilder
3. Im Herbst sichtbare Sternbilder, Sommerdreieck
4. Beobachtung des Mondes mit bloßem Auge und Fernrohr
5. Beobachtung eines hellen Planeten mit dem Fernrohr

Der dritte Beobachtungsabend wird, wie der zweite, mit jeweils der Hälfte der Schüler in den Heimatorten durchgeführt. Der Beobachtungszeitpunkt und die Abstimmung mit dem Lehrplan müssen besonders gründlich durchdacht werden. Frühestens nach den Ferien zum Jahreswechsel wird mit dem Stoffgebiet «Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis» begonnen. In den ersten drei Stunden wird die Sonne behandelt, und hier führe ich auch die Sonnenbeobachtung im Unterricht durch. Ende Januar bzw. Anfang März werden durch den Unterricht die theoretischen Kenntnisse angeeignet, die für die Schülerbeobachtungen notwendig sind. Witterungsbedingte Schwierigkeiten und die rasche Zunahme der Tageslänge sowie das Verschwinden der Wintersternbilder zwingen zur Termindisziplin. Die Beobachtung muß also unbedingt bis Mitte März erfolgen. Ein Ausweichen in die Monate April und Mai gibt es nicht. Die Schüler sind jetzt schon mit der drehbaren Sternkarte und den Arbeitssternkarten vertraut und haben ein gewisses Maß an Selbständigkeit beim Beobachten mit bloßem Auge und durch ein astronomisches Fernrohr erlangt.

Ablauf des dritten Abends

1. Als Einstimmung wird das sternreiche Feld der Wintersternbilder betrachtet. Das Wintersechseck bietet viele Möglichkeiten, scheinbare Gradabstände am Himmel zu messen.
2. An ausgewählten Objekten sind Vergleiche zwischen den Stellungen im Herbst (zweiter Beobachtungsabend) und im Winter möglich.
3. Beobachten der scheinbaren Helligkeit der Sterne. Eine differenzierte Farbenschätzung ist sehr schwierig.
4. Beobachtung eines Doppelsternsystems. (Eine Möglichkeit bietet die Beobachtung des Albireo – Sternbild Schwan – am frühen Morgen vor Unterrichtsbeginn.)

Vorbereitung der Beobachtungen und Auswertung ihrer Ergebnisse im Unterricht

Um die Welt zu verstehen, muß man sie beobachten und über das Beobachtete nachdenken, Beobachtung und Theorie miteinander verbinden. Dazu kann der Astronomieunterricht seinen spezifischen Beitrag leisten. Die Schüler sollen zu selbständigen Beobachtungen befähigt werden. Folgende Fähigkeiten und Fertigkeiten sollen herausgebildet werden:

- Erkennen und Auffinden markanter Sternbilder
- Auffinden des Polarsterns und damit der Haupthimmelsrichtungen
- Auffinden markanter Beobachtungsobjekte nach Azimut und Höhe
- Anfertigen eines einfachen Beobachtungsprotokolls
- Unvoreingenommenes Beschreiben des Beobachteten (Objekte, Vorgänge)
- Identifizieren eines Objektes mit Hilfe der drehbaren Sternkarte

Zur Befähigung der Schüler, astronomische Beobachtungen durchzuführen, gehört auch die Speicherung der Beobachtungsergebnisse, um sie im Unterricht theoretisch weiterverarbeiten zu können. Eine Vorbereitung auf die einzelnen Beobachtungsaufgaben ist erforderlich, um die Beobachtungsabläufe zielgerichtet und mit hoher Effektivität absolvieren zu können.

Der Lehrplan orientiert darauf, die Beobachtungen möglichst vor der Behandlung der entsprechenden Thematik im Unterricht zu absolvieren. Damit wird empirisches Material für die Weiterverarbeitung im nachfolgenden Unterricht gewonnen. Das Lehrbuch gibt für die Vorbereitung und Durchführung der Beobachtungen gute Anleitungen, die es den Schülern ermöglichen, auch ohne große Hilfe des Lehrers die Aufgaben zu erfüllen. Das trifft insbesondere auch für die Beobachtungsaufgaben zu, die ohne Fernrohr möglich sind und den Schülern als Hausaufgabe gestellt werden können.

Als Hausbeobachtungen eignen sich folgende Beobachtungsaufgaben: «Mondbewegungen und Mondphasen», «Mondoberfläche», «Scheinbare Helligkeit der Sterne» Beobachtungsaufgaben, die am ersten Beobachtungsabend zu absolvieren sind, sollten nicht als Hausaufgabe erteilt werden, weil die Schüler erst mit der Methodik der Himmelsbeobachtungen vertraut werden müssen. Die Beobachtungsaufgabe «Vergleichen der Farben heller Sterne» ist als Hausaufgabe ungeeignet, da zum Erkennen der Sternfarben die Führung des Lehrers erforderlich ist.

Bei der Planung von Beobachtungen als Hausaufgaben muß ich bedenken, daß sie langfristig zu erteilen sind. Den Schülern müssen die Zeiträume mitgeteilt werden, in denen die Erfüllung der Beobachtungen möglich ist. Ich muß auch einkalkulieren, daß Beobachtungszeiträume ausfallen können (Witterung). Die Erfahrung zeigt, daß Hausbeobachtungen bei langfristiger Erteilung, einigen zwischenzeitlichen Erinnerungen und dem Hinweis auf die Anfertigung von Protokollen von den Schülern in guter Qualität und Quantität erfüllt werden und eine gute Grundlage für die weitere Unterrichtsgestaltung bil-

den. Die Schüler helfen sich gegenseitig, und interessierte und geeignete Schüler können in den einzelnen Orten auch als Fachhelfer eingesetzt werden. Bei der Entscheidung über Inhalt und Umfang der *Protokolle* sollte stets geprüft werden, wie mit der Aufzeichnung von Beobachtungsergebnissen der Erkenntniszuwachs bei Schülern erreicht wird. Unnötige Forderungen bezüglich des Umfanges der *Protokolle* führen bei den Schülern zur Abneigung gegenüber den Beobachtungen. Beobachtungsergebnisse verlange ich nur dann schriftlich, wenn im weiteren Unterrichtsgeschehen die Beobachtungsergebnisse aktiv in die Wissensvermittlung einbezogen werden. Wie das Problem der *Bewertung* und der *Zensurierung* in der Schulpraxis gelöst werden kann, fordert den Erfahrungsaustausch und die Diskussion mit den Fachkollegen heraus. Eine befriedigende Lösung für dieses Problem gibt es meines Erachtens noch nicht. Nur so viel: Wir müssen mit den Schülern pädagogisch so arbeiten, daß sie beim Beobachten ihren Blick zum Himmel richten und

nicht das Streben nach einer guten Zensur in den Vordergrund der Beobachtungstätigkeit stellen.

Schlußfolgerungen

Meine Erfahrungen zeigen: *Auch an Landschulen, die einen größeren Einzugsbereich der Schüler haben, lassen sich die Anforderungen, die der Lehrplan bezüglich der schulastronomischen Beobachtungen stellt, gut erfüllen. Der neue Lehrplan bietet eigentlich noch bessere Möglichkeiten dadurch, 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. Damit läßt sich die Einheit von astronomischer Beobachtung und Integration der Beobachtungsergebnisse in den Unterrichtsprozeß besser verwirklichen.*

Anschrift des Verfassers: Peter Seeger, Dr.-Richard-Sorge-Oberschule, Wollin, DDR-1801

Zur Anwendung des Taschenrechners im fakultativen Kurs

Peter Klein

Im Zusammenhang mit der Einführung des neuen Lehrplans für den obligatorischen Astronomieunterricht und des Taschenrechners veröffentlichten wir in den Heften 5 und 6/1987 sowie 1 und 2/1988 Aufgaben, die mit dem Taschenrechner gelöst werden können. Die in diesem Heft beginnende **Aufgabenreihe unterstützt die Vermittlung und Aneignung von astronomischem Wissen** im fakultativen Kurs und versteht sich als Weiterführung der oben genannten Reihe. Die bereits veröffentlichten Aufgaben eignen sich auch für den Einsatz im fakultativen Kurs. Nachfolgende Zuordnung der Aufgaben zu den Kursen bieten wir als Entscheidungshilfe an.

Kurs	Aufgabennummer
Grundkurs	8 bis 10, 13, 14
Wahlkurs I	1 bis 14
Wahlkurs II	7, 11, 12, 15 bis 27

Die in Heft 5/1987 veröffentlichten Positionen zum Einsatz des Taschenrechners im Astronomieunterricht sind auch bei der Nutzung des Rechners im fakultativen Unterricht zu beachten. Die Darstellung der Aufgaben erfolgt in einer die Vorbereitungsarbeit des Lehrers erleichternden Weise in der Abfolge: Aufgabe – Lösung – Ergebnis – Bemerkung (zur Verwendung des Rechners) – Methodischer Hinweis.

Aufgabe 28: Berechnung der Genauigkeit unseres Kalenders (Grundkurs)

Der heutige Kalender hat das tropische Jahr als Grundlage. Es hat eine Länge von 365,2422 Tagen.

Ein Kalender kann nur ganze Tage enthalten. Deshalb müssen sich nach bestimmten Regeln Kalenderjahre unterschiedlicher Länge (365 und 366 Tage) abwechseln, um die Abweichung zum tropischen Jahr möglichst klein zu halten.

Informieren Sie sich über die Schaltregeln unseres Kalenders! Wie groß ist die jährliche Abweichung unseres Kalenders gegenüber dem tropischen Jahr? In wieviel Jahren summiert sich die Abweichung auf einen Tag?

Lösung:

Regel: Nach drei Gemeinjahre (365 Tage) folgt ein Schaltjahr (366 Tage).

Jahre, deren Jahreszahl sich durch 4 teilen läßt, sind Schaltjahre.

Ausnahme: Jahre mit vollen Hundertzahlen, die sich nicht durch 400 teilen lassen, sind keine Schaltjahre.

Wegen der Regeln entfallen z. B. auf jeweils 400 Jahre die folgende Zahl von Tagen n:

$$n = 303 \times 365 + 97 \times 366$$

$$n = 146097$$

$$\text{Länge eines Kalenderjahres: } \frac{n}{400} = 365,2425$$

Ergebnis: Unser Kalenderjahr ist um 0,0003 Tage länger als das tropische Jahr. Der Fehler summiert sich in rund 3333 Jahren auf einen Tag.

Bemerkung: Die Berechnung kann wegen der Vorrangautomatik des Rechners fortlaufend erfolgen und schließt rationell mit $\frac{1}{x}$ ab.

Methodischer Hinweis: Vor der Bearbeitung der Aufgabe muß der Begriff «tropisches Jahr» geklärt oder auf eine spätere Klärung hingewiesen werden. Die Lösung der Aufgabe macht die Schüler mit dem wesentlichen Problem der Kalenderreformen bekannt und steigert ihr Interesse an derartigen Fragen. Das Finden der Regeln erfordert selbstständige Literaturarbeit, die vom Lehrer unterstützt werden sollte.

Aufgabe 29: Berechnung optischer Eigenschaften des Telementors 63/840 (Grundkurs)

Informieren Sie sich über die Berechnung der Vergrößerung, des Auflösungsvermögens, des Helligkeitsgewinns bei punktförmigen Lichtquellen und des Sehfelddurchmessers bei Fernrohren und berechnen Sie diese für das Schulfernrohr!

Lösung:

Gegeben: $f_{obj.} = 840 \text{ mm}$
 $D_{obj.} = 63 \text{ mm}$
 $f_{ok.} = 40 \text{ mm}, 25 \text{ mm}, 16 \text{ mm}, 10 \text{ mm}$

Gesucht: Vergrößerung V, Auflösungsvermögen A, Helligkeitsgewinn H und Δm , Sehfelddurchmesser S

Vergrößerung: $V = \frac{f_{obj.}}{f_{ok.}}$

Auflösungsvermögen in Bogensekunden (angenähert):

$$A = \frac{-115''}{D_{obj.}} \quad (D_{obj.} \text{ in mm})$$

Helligkeitsgewinn für punktförmige Lichtquellen (angenähert):

$$H = \frac{D^2}{49}$$

Helligkeitsgewinn für punktförmige Lichtquellen in Größenklassen (angenähert) $\Delta m = 2,5 \cdot \lg H$

Sehfelddurchmesser (angenähert): $S = \frac{40^\circ}{V}$

Ergebnis:

$f_{obj.} = 840 \text{ mm}$	$f_{ok.} \text{ in mm}$			
$D_{obj.} = 63 \text{ mm}$	40	25	16	10

Vergrößerung V	21	34	53	84
Sehfelddurchmesser S	1,9°	1,2°	0,75°	0,48°
A = 1,8"	H = 81	$\Delta m = 4^m,8$		

Bemerkung: Die Berechnung von V und S kann rationell mit der Konstantenautomatik erfolgen. Nach $40 \frac{1}{x}$ $\frac{840}{x}$ reduziert sich die weitere Rechnung auf z. B. $25 \frac{1}{x}$ usw.

Methodischer Hinweis: Die Lösung der Aufgabe führt zu einem tieferen Verständnis physikalischer Zusammenhänge beim Finden bzw. Erarbeiten der quantitativen Zusammenhänge. Die Leistungsfähigkeit des Telementors 840/63 wird deutlich, wenn die errechneten Kenngrößen mit denen anderer Fernrohre verglichen werden.

Aufgabe 30: Berechnung der Ortssternzeit (Grundkurs)

Berechnen Sie die Ortssternzeit für den 1. 1. 1989, 20^h 30^{min}, für Rostock!

Lösung:

Gegeben: Mitteleuropäische Zeit MEZ = 20^h 30^{min}
 MEZ = 20,5^h
 Geographische Länge (Rostock) $\lambda = 12,1^\circ$
 Sternzeit für 1^h MEZ und $\lambda = 0^\circ$
 (lt. «Kalender für Sternfreunde» am 1. 1. 1989)
 $\theta = 6^h 42^m 29^s$
 $\theta = 6,71^h$

Gesucht: Ortssternzeit θ_0
 $\theta_0 = (\text{MEZ} - 1) \cdot 1,00274 + \theta + \frac{\lambda}{15}$
 $\theta_0 = (20,5 - 1) \cdot 1,00274 + 6,71 + \frac{12,1}{15}$
 $\theta_0 = 27,07^h$
 $\theta_0 = 3,07^h$
 $\theta_0 = 3^h 4^m 12^s$

Ergebnis: Die Ortssternzeit für Rostock am 1. 1. 1989 um 20^h 30^{min} MEZ beträgt $\theta_0 = 3^h 4^m 12^s$.

Bemerkung: Zur Berechnung sind Zeit- und Winkelangaben in Dezimalform zu nutzen. Die Umrechnung erfolgt z. B. in der Form

$$6^h 42^m 29^s = 6^h + \frac{42}{60} + \frac{29}{3600}$$

Die Rückrechnung erfolgt (falls erforderlich) durch Abtrennung des ganzzahligen Teils und jeweilige Multiplikation des gebrochenen Teils mit 60, also z. B.

$$\begin{aligned} 3,07^h &= 3^h + 0,7 \cdot 60^{\text{min}} \\ &= 3^h + 4,2^{\text{min}} \\ &= 3^h + 4^{\text{min}} + 0,2 \cdot 60^{\text{s}} \\ &= 3^h 4^{\text{min}} 12^{\text{s}} \end{aligned}$$

Im Rechenablaufplan ist $\frac{1}{x}$ nach (MEZ - 1) zu beachten:

$$\text{MEZ} - 1 \quad \frac{1}{x} \quad 1,00274 \quad + \quad \theta \quad + \quad \lambda \quad \frac{1}{15}$$

Methodischer Hinweis: Durch Lösung solcher und ähnlicher Aufgaben werden die Schüler nach der theoretischen Klärung der Begriffe Sonnenzeit, Sternzeit und Ortszeit befähigt, rationell die Ortssternzeit für ihren Beobachtungsort zu berechnen. Mit dieser berechnet man den Stundenwinkel eines Objekts und kann erst dann mit Hilfe der Teilkreise des justierten Fernrohres dieses Objekt einstellen (siehe Aufgabe 31!). Das ist von Bedeutung insbesondere für die Beobachtung von Objekten, die mit bloßem Auge nicht sichtbar sind.

Aufgabe 31: Berechnung des Stundenwinkels (Grundkurs)

Bereiten Sie eine Fernrohrbeobachtung des extragalaktischen Objekts M 31 (Andromedanebel) für den 1. 1. 1989 in Rostock für 20^h 30^{min} MEZ vor.

Lösung:

Gegeben: Ortssternzeit $\theta_0 = 3,07^h$
 Rektaszension $\alpha = 0^h 40^m$
 $= 0,67^h$
 Deklination $\delta = +41,0^\circ$

Gesucht: Stundenwinkel τ

$$\begin{aligned} \tau &= \theta_0 - \alpha \\ \tau &= 3,07^h - 0,67^h \\ \tau &= 2,4^h \\ \tau &= 2^h 24^{\text{min}} \end{aligned}$$

Ergebnis: Am 1. 1. 1989 um 20^h 30^{min} MEZ ist in Rostock das justierte und parallaktisch montierte Fernrohr auf die Koordinaten $\tau = 2^h 24^{min}$

$$\delta = +41,0^\circ$$

einzustellen. M 31 befindet sich dann im Gesichtsfeld (Okular mit großer Brennweite verwenden, z. B. $f_{ok} = 40 \text{ mm!}$).

Bemerkung: Siehe Aufgabe 30!

Methodischer Hinweis: In der Praxis ist die Lösung der Aufgabe stets mit der Aufgabe 30 verknüpft. Im Rahmenprogramm für den fakultativen Kurs «Astronomie und Raumfahrt» (1988) ist die Behandlung des (nichtrotierenden) Äquatorsystems nicht ausdrücklich gefordert. Die Einführung des Stundenwinkels ist jedoch notwendig, wenn mit dem Telementor fachgerechte Beobachtungen durchgeführt werden sollen (siehe auch methodischer Hinweis zu Aufgabe 30!).

Aufgabe 32: Berechnung der Astronomischen Einheit mit Hilfe des Gravitationsgesetzes (Grundkurs)

Berechnen Sie aus der Masse der Sonne und der Umlaufzeit der Erde um die Sonne die mittlere Entfernung beider Himmelskörper!

Lösung:

Gegeben: $m_s = 1,985 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
 $\gamma = 6,670 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2 \cdot \text{N} \cdot \text{kg}^{-2}$
 $= 6,670 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
 $T = 31557600 \text{ s}$

Gesucht: r

$$F_g = \gamma \cdot \frac{m_s \cdot m_e}{r^2}$$

$$F_r = m_e \cdot a_r$$

$$a_r = \frac{v^2}{r}$$

$$a_r = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r}{T^2}$$

$$F_r = \frac{m_e \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot r}{T^2}$$

$$F_r = F_g \quad \frac{m_e \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot r}{T^2} = \gamma \cdot \frac{m_s \cdot m_e}{r^2}$$

$$4 \cdot \pi^2 \cdot r^3 = \gamma \cdot m_s \cdot T^2$$

$$r^3 = \frac{\gamma \cdot m_s \cdot T^2}{4 \cdot \pi^2}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{\gamma \cdot m_s \cdot T^2}{4 \cdot \pi^2}}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{6,670 \cdot 10^{-11} \cdot 1,985 \cdot 10^{30} \cdot 31557600^2 \text{ m}^3}{4 \cdot \pi^2}}$$

Ergebnis: $r = 1,495 \cdot 10^{11} \text{ m}$

Bemerkung: Auf die richtige Ausführung der Division Taschenrechner ist zu achten:

$$\frac{a \cdot b \cdot c^2}{d \cdot e^2} = a \boxed{\cdot} b \boxed{\cdot} c \boxed{\cdot^2} \boxed{\div} d \boxed{\div} e \boxed{\cdot^2} \boxed{=}$$

Die Berechnung der Quadrate erfolgt direkt in der laufenden Bearbeitung, da $\boxed{x^2}$ kein Register bindet. Die dritte Wurzel wird mit $\boxed{y^x} \boxed{3} \boxed{1/x} \boxed{=}$ ermittelt.

Methodischer Hinweis: Die Lösung der Aufgabe zielt auf ein besseres Verständnis der beim Umlauf der Planeten um die Sonne wirkenden physikalischen Gesetze. Mit dem gleichen Ansatz kann aus der Umlaufzeit und der mittleren Entfernung der Erde die Masse der Sonne berechnet werden.

Anschrift des Verfassers: OStR Peter Klein, 57. POS «Josef Schares», Rostock 25, DDR - 2520.

Berichtigung

Wir bitten, im Heft 2/1989 nachfolgende Berichtigungen vorzunehmen.

Seite 28, rechte Spalte, zweite Zeile der Formel (3) muß lauten:

$$V(r) = -\gamma \infty \left(1 + \alpha e^{-\frac{r}{\lambda}}\right) \frac{m_1 m_2}{r}$$

Seite 30, rechte Spalte, 16. Zeile muß es heißen: auf $m_r + dm_r$.

Seite 31, linke Spalte muß die Formel (4a) lauten:

$$\frac{dT}{dr} \Big|_{\text{Strahl.}} = - \frac{Lr}{4\pi r^2} \frac{3}{4ac} \frac{K_e}{T^3}$$

Aus dem Inhalt des nächsten Heftes

Moderne Vorstellungen über die Entstehung des Sonnensystems – Physikalischer Zustand der Sternmaterie – Zur Aneignung des Begriffs „Stern“ – zum Grundkurs „Einführung in die Astronomie und Raumfahrt“ – Kopernikanisches Weltbild – Einleitung einer revolutionären Wende in der Astronomie – zur Nutzung der Unterrichtssendung des Fernsehens „Arbeitsort Weltraum“ – Experiment zur Strahlungsmessung mit einem Fotometer.

Totaler Mondfinsternis am 17. August

Nach der totalen Mondfinsternis vom 20. Februar 1989, bei der der Mondaufgang auch für die östlichen Teile der DDR erst einige Zeit nach dem Ende der Totalität erfolgte, können wir während der Sommerferien, in den frühen Morgenstunden des 17. August, abermals eine Mondfinsternis, diesmal auch einen großen Teil der totalen Phase, beobachten. Leider wird aber wiederum ein Teil des Verlaufes «fehlen», da der Untergang des Mondes für die östlichen Bezirke der DDR nahezu zeitgleich mit dem Ende der Totalität einhergeht. Hinzu kommt – was aber die Beobachtung nicht wesentlich beeinträchtigen dürfte – die geringe Höhe des Mondes über dem Horizont und die Helligkeit der Morgendämmerung.

Gute meteorologische Bedingungen vorausgesetzt, wird die Beobachtung mindestens bis zur Mitte der Finsternis gut möglich sein.

Da «Ahnerts Kalender für Sternfreunde 1989» leider nur mit wenigen Zeilen auf das Ereignis eingeht, seien nachstehend die wichtigsten Daten für den Verlauf der Finsternis genannt:

Donnerstag, 17. August 1989	
Eintritt in den Halbschatten	01 ^h 23 ^{min} MEZ
Eintritt in den Kernschatten	02 ^h 21 ^{min} MEZ
Beginn der totalen Verfinsternung	03 ^h 20 ^{min} MEZ
Mitte der Finsternis	04 ^h 08 ^{min} MEZ
Ende der totalen Verfinsternung	04 ^h 56 ^{min} MEZ
Austritt aus dem Kernschatten	05 ^h 56 ^{min} MEZ
Austritt aus dem Halbschatten	06 ^h 53 ^{min} MEZ
Größe in Einheiten des Monddurchmessers	1,6
scheinbarer Monddurchmesser	32,5'
Positionswinkel des Eintritts	56°
Positionswinkel des Austritts	253°
Positionswinkel der Mondachse	342°
Mondentfernung (Mitte Finsternis)	367 650 km
Eintrittszeit des Vollmondes	04 ^h 07 ^{min} MEZ
Monduntergang (für Görlitz)	04 ^h 56 ^{min} MEZ
Sonnenaufgang (für Görlitz)	04 ^h 51 ^{min} MEZ

Um die Mitteleuropäische Sommerzeit zu erhalten, muß zu den angegebenen Zeiten jeweils eine Stunde hinzugezählt werden.

Der Eintritt des Mondes in den Halbschatten der Erde (für einen angenommenen Beobachter auf dem Mond partielle Sonnenfinsternis!) ist nicht erfaßbar, jedoch tritt mit der Annäherung des Mondes an den Kernschatten der Erde eine zunehmende Trübung des kernschattennahen Mondrandes ein. Für die im Kernschattenbereich der Erde befindlichen Gebiete des Mondes vollzieht sich eine totale Sonnenfinsternis.

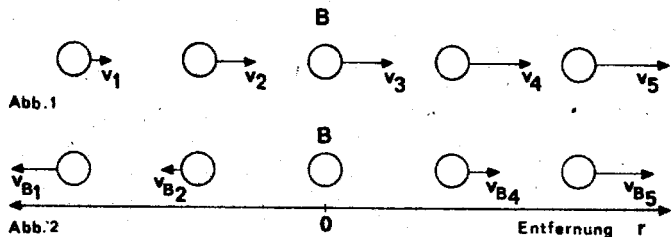
Für die Beobachtung – besonders in der Zeit der stärker werdenden Morgendämmerung – empfiehlt sich die Verwendung des Okulars 40-H, um noch eine genügende Bildhelligkeit zu erreichen. Besonderes Augenmerk sollte auf die unscharfe Begrenzung des Kernschattenrandes und auf eventuell sichtbare Färbungen im Kernschattenbereich, vor allem nach Beginn der totalen Phase, gerichtet werden. Unsere Grafik auf der 3. Umschlagseite gibt den Verlauf der Finsternis wieder.

Hans Joachim Nitschmann

Zur Expansion der Metagalaxis

Um den Schülern Kenntnisse über die bereits viele Milliarden Jahre andauernde Expansion des Universums zu vermitteln, kann der Lehrer von der Rotverschiebung der Spektrallinien ausgehen. Die Abbildung 80/1 des Lehrbuches stellt die Bewegung aller uns umgebenden Galaxien dar, unabhängig davon, welche Galaxis wir uns als Beobachtungsstandort auswählen. Dazu gibt es zwei weitere Veranschaulichungsmöglichkeiten:

- Demonstrationsversuch mit einem Luftballon, auf dessen Oberfläche mindestens drei Galaxien aufgezeichnet sind. Er zeigt beim Aufblasen den sich ständig vergrößernden Abstand der Galaxien voneinander.
- Durch ein zweites Beispiel (nach A. L. Selmanow /1, S. 120/) wird der Trugschluß, wir befänden uns im Expansionszentrum der Metagalaxis, für die Schüler noch offensichtlicher. Bild 1 zeigt fünf Fahrzeuge, die mit unterschiedlicher Geschwindigkeit in die gleiche Richtung fahren, kurze Zeit nach dem Start. Schon bald werden sie sich nach der Größe ihrer Geschwindigkeit ordnen ($v_1 < v_2 < v_3 < v_4 < v_5$) und untereinander ständig ihre Abstände vergrößern.



Das Bild 2 schildert die Situation, welche sich dem mitfahrenden Beobachter (B), der sich mit v_3 bewegt, darbietet.

Solche Beobachtungen kann jeder Schüler, der z. B. Benutzer der Autobahn ist, selbst anstellen: Als mitbewegter Beobachter stellt er fest, daß sich alle vor ihm fahrenden Fahrzeuge von ihm fortbewegen, aber ebenso bleiben die hinter ihm fahrenden Autos ständig weiter zurück. Er sieht, wie sich alle Fahrzeuge von ihm entfernen und könnte daraus schlußfolgern, sein Standort sei Ausgangspunkt aller Bewegungen. Der bewegte Beobachter registriert jeweils nur den Differenzbetrag v_B zwischen seiner Geschwindigkeit und der des Beobachterobjektes, z. B. $v_{B2} = v_3 - v_2$. Mit wachsender Entfernung (r) vergrößert sich auch v_B , es gilt $v_{B3} > v_{B2}$ bzw. $v_{B5} > v_{B4}$. An Hand der Abbildung 2 kann gut der Zusammenhang zwischen der beobachteten Geschwindigkeit und der Entfernung einer Galaxis hervorgehoben werden. Es gilt $v_B \sim r$. Damit wird die Aussage des Bildes 79/2 des Lehrbuches unterstrichen. Die aus dieser Proportionalität resultierende Gleichung $v_B = H \cdot r$ enthält als Proportionalitätsfaktor die Hubble-Konstante $H = 55 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$. Diese ist an der Abbildung 2 gut zu veranschaulichen: Nach heutigen Beobachtungsergebnissen stellt H eine Geschwindigkeitszunahme von $55 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ je Mpc dar. Damit lernen die Schüler erstens die Methode der Entfernungsberechnung einer Galaxis aus dem Betrag ihrer Geschwindigkeit v kennen und zweitens, daß H^{-1} geeignet ist, um formal die Zeit zu bestimmen, die seit dem Beginn dieses Expansionsprozesses verstrichen ist: $H^{-1} \approx 5,6 \cdot 10^{17} \text{ s} \approx 18$ Milliarden Jahre.

Diese Analogie bringt gleichzeitig auf einfache Weise zum Ausdruck, daß es kein Expansionszentrum gibt, und sie zeigt den Schülern sehr eindrucksvoll, daß wir niemals ruhende Beobachter sind. Unsere Beobachtungsergebnisse müssen also ständig auf den wahren Sachverhalt zurückgeführt werden.

Literatur

/1/ W. N. Komarow: **Neue unterhaltsame Astronomie**. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig, 1985.

Jürgen Naumann

Öffentlichkeitswirksame Arbeit eines fakultativen Kurses

Seit etwa 20 Jahren besteht an der Hermann-Duucker-Oberschule in Gotha-Siebleben eine Arbeitsgemeinschaft bzw. ein fakultativer Kurs «Astronomie und Raumfahrt». Schon einige hundert Jungen und Mädchen dieser Schule können auf schöne gemeinsame Erlebnisse zurückblicken.

Als sich im vergangenen Jahr die Gründung der Sternwarte auf dem von der Schule nur etwa 1 km entfernten Kleinen Seeberg zum 200. Male jährte, entstand bei den Mitgliedern des Kurses der Gedanke, die Geschichte dieser traditionsreichen Einrichtung näher zu erforschen und mit dem Kollektiv der jetzt an der historischen Stelle befindlichen Gaststätte «Alte Sternwarte» Verbindung aufzunehmen, um durch eine Wandzeitung in der Gaststätte auf die Geschichte der ehemaligen Sternwarte hinzuweisen. Wir sammelten Material über die Sternwarte aus verschiedenen Quellen. Hohe Selbständigkeit wurde beim Zusammentragen von Fakten für die Wandzeitung ent-

wickelt; das Gelände der ehemaligen Sternwarte mit noch erhaltenen Positionsteinen, dem Meridianstein und einem Obelisken mit einer Gedenktafel wurde vermessen und kartographiert. Mit viel Feuereifer wurden diese Aufgaben von den Kursmitgliedern gelöst.

Als dann alles ordentlich zu Papier und unter Glas in einen Bilderrahmen gebracht worden war, übergaben wir unser Werk an das Gaststättenkollektiv. Die Wandzeitung erhielt einen angemessenen Platz im Hauptraum der Gaststätte, und seitdem haben sich schon viele Gäste dort über die Geschichte der ehemaligen Sternwarte informieren können. Zwischen dem Kollektiv der Gaststätte und dem fakultativen Kurs «Astronomie und Raumfahrt» an der Hermann-Duncker-Oberschule entwickelten sich seit dieser Zeit recht enge Partnerschaftsbeziehungen mit gegenseitigen Besuchen und Vorträgen vor dem Gaststättenbeirat. Über die Kollegen der Gaststätte wurde uns bekannt, daß sich viele Gäste über diesen informativen Beitrag zur Heimatgeschichte lobend geäußert haben.

Erhard Weidner

Schulfernsehen für den Astronomieunterricht

Sendetermine für das Schuljahr 1989/90
(I = I. Programm; II = II. Programm)

1. «Arbeitsort Weltraum» (zur Stoffeinheit 2.4.)

Informationssendung für den Lehrer:

Mo., 27. 11., 18.25 Uhr

Sendezeiten für den Unterricht:

	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Di., 7.55 Uhr II	5. 12.	12. 12.	19. 12.
Mi., 8.50 Uhr II	6. 12.	–	20. 12.
Do., 10.35 Uhr II	7. 12.	14. 12.	21. 12.
Fr., 12.50 Uhr II	8. 12.	15. 12.	–

Sendezeit für den individuellen Empfang:

Mo., 18. 12., 15.20 Uhr II

2. «Die Sonne» (zur Stoffeinheit 3.1.)

Informationssendung für den Lehrer:

Mo., 22. 1., 18.25 Uhr

Sendezeiten für den Unterricht:

	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Di., 7.55 Uhr II	30. 1.	6. 2.	6. 3.
Mi., 8.50 Uhr II	31. 1.	–	14. 3.
Do., 10.35 Uhr II	1. 2.	8. 2.	8. 3.
Fr., 12.50 Uhr II	2. 2.	9. 2.	9. 3.

Sendezeit für den individuellen Empfang:

Mo., 5. 3., 15.20 Uhr II

3. «Kosmische Dimensionen» (zur Stoffeinheit 3.3.)

Informationssendung für den Lehrer:

Mo., 16. 4., 18.25 Uhr

Sendezeiten für den Unterricht:

	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Di., 7.55 Uhr II	24. 4.	–	22. 5.
Mi., 8.50 Uhr I	25. 4.	2. 5.	23. 5.
Do., 10.35 Uhr II	26. 4.	3. 5.	24. 5.
Fr., 12.50 Uhr II	27. 4.	4. 5.	25. 5.

Sendezeit für den individuellen Empfang:

Mo., 28. 5., 15.20 Uhr II

Hinweise zur unterrichtlichen Nutzung der Sendungen veröffentlichte AS in 24 (1987) 6, S. 135 («Die Sonne») und

25 (1988) 1, S. 15 («Kosmische Dimensionen»).

Zur Sendung «Arbeitsort Weltraum» erfolgen Hinweise in Heft 4/1989.

Horst Röpke

Wir gratulieren

Dr. Ulrich Bleyer, Mitglied des Redaktionskollegiums von «Astronomie in der Schule», verteidigte an der Akademie der Wissenschaften der DDR erfolgreich seine Dissertation B zum Thema «Eine nicht-Lorentz-invariante Verallgemeinerung der Dirac-Gleichung – Begründung und Konsequenzen».



Oberstudienrat Hans Greiser

«Unter den Pionieren des Astronomieunterrichts bin ich sicher im letzten Glied zu nennen. Es gibt doch viele Kollegen, die wesentlich mehr konkrete Arbeit gemacht haben.» Der Mann, der so zurückhaltend sein Wirken im System der Volksbildung unseres Landes lokalisiert, ist der heute 67jährige Verdiente Lehrer des Volkes Oberstudienrat Hans Greiser. Auch wenn er es als selbstverständlich und nicht weiter erwähnenswert betrachtet, so verdanken wir gerade seinem Engagement die fruchtbare Entwicklung der Schulastronomie des Bezirkes Potsdam in den letzten Jahrzehnten. Eigentlich ist seine Biographie für viele spätere Pädagogen des Jahrganges 22 beinahe typisch zu nennen: Mittelschulbesuch in der Geburtsstadt Küstrin, Lehre als Maurer, Soldat, Gefangenschaft, Familiengründung, ab 1946 Neulehrer im Kreis Nauen. Dem folgten die damals möglichen Qualifizierungen in mehr oder minder kurzen Lehrgängen zum Lehrer für Physik und Mathematik. Danach Versetzung an die Oberschule und spätere EOS in Falkensee, dem Ort, in dem er heute noch wohnt.

«Etwas Astronomie enthielt ja zu dieser Zeit der Physik-Lehrplan der Klasse 9», erzählt Hans Greiser. «Regelrecht überredet wurde ich, im Pädagogischen Bezirkskabinett die Fachrichtung Astronomie zu betreuen. Aus geplanten drei sind dann aber 25 Jahre geworden.» In der neuen Funktion organisierte er gleich die ersten Weiterbildungslehrgänge für Fachlehrer des Bezirkes. Noch lange bevor das Kurssystem eingeführt wurde, genossen seine Astronomielehrer ein dreitägiges Seminar in den Winterferien. International bekannte Wissenschaftler wurden Hans Greisers Partner bei der Wissensvermittlung. «Meiner Meinung nach sind die besten Wissenschaftler für unsere Lehrer gerade gut genug.» Bis 1967 drückte er jedoch selbst noch einmal die Schulbank, um als «Externer» die Lehrbefähigung im Fach Astronomie zu erwerben.

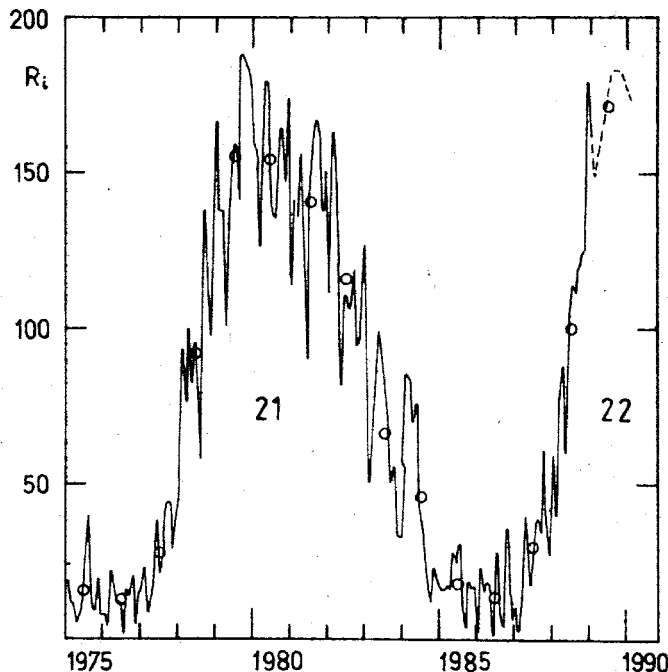
«Immer hielt ich die eigene praktische Erfahrung in der Schule für wichtig. Zwar konnte ich selbst keinen Unterricht mehr geben, doch von den heute rund 320 Schulen im flächenmäßig größten Bezirk der DDR kenne ich die meisten von innen.» Den Kontakt an der Basis suchen, war seine Devise. Selbst ein erfahrener Lehrer, erkannte er sehr gut, was den Kollegen gerade auf den Nägeln brannte, welche



Kenntnisse aufzufrischen waren oder welches Unterrichtsmittel den größten pädagogischen Erfolg versprach. Bei manchem Leiter mußte er erst den Boden für die Unterstützung des Astronomielehrers ebnet. Die Fachberater seines Bezirkes konnten sich sicher sein, da sitzt einer, der setzt sich «oben» für unsere Belange ein. Bestehen heute im Bezirk sechs Schulsternwarten, so ist dies auch mit sein Verdienst. Daß es ihm mit seinem Freund *Arnold Zenkert* gelang, Potsdam ein Planetarium zu verschaffen, erfüllt ihn heute noch mit Stolz. Von der Denkschrift an den Bezirksschulrat vor über 22 Jahren, der Errichtung des Kleinplanetariums im ehemaligen Reitstall des preußischen Kronprinzen, die Schaffung einer ersten, dann zweiten und dritten Planstelle für das neue Haus, zuletzt das ZKP 2 – jederzeit verstand es *OstR Greiser*, seine Funktion, seine ganze Kraft für die Sternkunde in die Waagschale zu werfen. Daneben war der mit den höchsten Auszeichnungen seiner Partei, der LDPD, geehrte Schulfunktionär 20 Jahre lang Stadtverordneter in Falkensee.

Zum «alten Eisen» zählt er sich auf keinen Fall. So hält *Hans Greiser* Vorträge im Planetarium, leitet eine Arbeitsgemeinschaft «Elektronik» in der benachbarten Schule. Auch ist jetzt wieder Zeit, sich seinem zweiten großen Steckenpferd, dem Amateurfunk, zu widmen. Der Gründer der ersten Amateur-Schulfunkstation der DDR, sein persönliches Rufzeichen ist YZ1-ED auf dem 80-Meter-Band, will noch viele Kartons mit QSL-Karten aus aller Welt füllen.

Jürgen Helfricht



Sonnenflecken-Relativzahlen R_i (Kurve: ungeglättete Monatsmittel; Kreise: Jahresmittel) für den Zeitraum seit 1970 nach den Daten aus Zürich (bis 1990) und Brüssel (ab 1981). Der gestrichelte letzte Teil der Kurve stellt die vom «Sunspot Index Data Center» vorhergesagten Werte bis Januar 1990 dar.

aktivität sogar um mehrere Jahrtausende zurückverfolgt werden. Die Ergebnisse solcher Untersuchungen zeigen, daß der 11jährige Zyklus offenbar immer wirksam war, dies aber mit sehr unterschiedlicher Intensität. Es gab längere Zeiträume mit so niedrigen Maxima, daß der «normale» Zyklus kaum nachweisbar war. Bekannte Beispiele dafür sind das *Maunder-Minimum* von 1645–1715 und das *Spörer-Minimum* um 1500. Demgegenüber gab es Epochen mit sehr hohen Maxima, so z. B. im 12. Jahrhundert und in der Gegenwart. Es ist versucht worden, solche langzeitlichen Variationen der Sonnenaktivität durch längere Perioden zu beschreiben, die ihrerseits die Amplituden des 11jährigen Zyklus modulieren. So liegen Hinweise auf einen 80jährigen Zyklus /3/ und vielleicht auch auf noch längere Perioden (etwa 300 Jahre und 1000 Jahre) vor. Nach neueren Untersuchungen können solche langzeitlichen Variationen jedoch auch anders erklärt werden.

Sichere Aussagen über die Vorhersagbarkeit der Sonnenaktivität können sich **nicht nur auf statistische Untersuchungen** wie die bisher erwähnten beschränken, sondern müssen sich auf die **Erforschung der physikalischen Grundprozesse** stützen, die für die Aktivitätserscheinungen verantwortlich sind. So kann heute der 11jährige Zyklus als Auswirkung einer gigantischen Dynamomaschine verstanden werden, die durch Wechselwirkung von großräumigen Magnetfeldern mit Strömungen in der differentiell rotierenden Sonne zustande kommt /4/. Die Gleichungen, die diese Vorgänge beschreiben, mußten jedoch grob vereinfacht (z. B. linearisiert) werden, um sie überhaupt lösen zu können. Die Berücksichtigung von bisher vernachlässigten (nichtlinearen) Effekten zeigt jedoch, daß man dann nicht nur periodische Lösungen, sondern auch solche mit einem chaotischen Lösungsverhalten bekommen kann, das stark an die scheinbar irregulären langzeitlichen Schwankungen der Sonnenaktivität erinnert. Sollte sich dies bestätigen, dann wäre eine sichere Langzeitvorhersage derartiger Schwankungen unmöglich. Das wäre sehr bedauerlich, da solche Schwankungen offenbar Auswirkungen auf die Erde haben. So fielen Epochen niedriger Sonnenaktivität wie das *Maunder-Minimum* mit Zeiträumen zusammen, in denen die Temperatur global deutlich niedriger war als heute («kleine Eiszeit»). Der gegenwärtig registrierte weltweite Temperaturanstieg wird jedoch sicher nicht nur durch erhöhte Sonnenaktivität, sondern auch und vielleicht noch stärker durch andere Effekte, wie den vom Menschen verursachten verstärkten Treibhauseffekt durch Anreicherung der Erdatmosphäre mit CO_2 , verursacht.

Ein Überblick über mögliche Auswirkungen erhöhter Sonnenaktivität auf die Erde einschließlich der Biosphäre wurde erst kürzlich in dieser Zeitschrift gegeben /5/. Hier soll nun daran erinnert werden, daß starke Sonneneruptionen Störungen im äußeren Magnetfeld und in der Hochatmosphäre der Erde auslösen, die ihrerseits Ursache für



Schülerfragen

Steht uns ein Rekordmaximum der Sonnenaktivität bevor?

In der Tagespresse häuften sich in jüngster Zeit Berichte über ungewöhnlich starke Sonneneruptionen. So wurde am 16.12.1988 im Observatorium für solare Radioastronomie (OSRA) des Zentralinstituts für Astrophysik der Akademie der Wissenschaften der DDR einer der größten Strahlungsausbrüche der letzten Jahre registriert /1, 2/, und am 6. und 7. 3. 89 folgten weitere Eruptionen großer Stärke. Insbesondere das Ereignis vom 6. März übertraf die Intensität und Dauer des Dezember-Ausbruchs um ein Mehrfaches; die empfindlichen Meßbereiche des OSRA waren alle überlastet, und selbst die unempfindlichsten standen für mehr als 30 Minuten auf Vollauschlag. Unsere optischen Beobachtungen im Sonnenobservatorium Einsteinurm zeigten, daß die Eruptionen mit großen Sonnenfleckengruppen in Verbindung standen.

Das letzte Minimum des 11jährigen Fleckenzklus fiel auf den Oktober 1986. Die Abbildung zeigt den Verlauf des vergangenen 21. Zyklus, der 1980 das zweithöchste Maximum seit über 300 Jahren aufwies; noch etwas höher war nur das Maximum des 19. Zyklus im Jahre 1957. Bereits im 21. Zyklus erkennen wir eine kurze Anstiegszeit und eine lange Abklingphase. Ein solches Verhalten ist für hohe Maxima der Sonnenaktivität typisch. Nunmehr beobachten wir einen noch steileren Anstieg im gerade begonnenen 22. Zyklus. Daraus kann der Schluß gezogen werden, daß wir einem Rekordmaximum zusteuern und starke solare Einflüsse auf unsere Erde erwarten können. Es gibt in der Tat **Prognosen**, die diesmal die **höchste Aktivität** seit über **300 Jahren** erwarten lassen /1/ und die mit den jüngsten Beobachtungen immer wahrscheinlicher werden. Trotzdem muß gesagt werden, daß unsere Vorhersagemethoden noch sehr unsicher sind und andere Prognosen noch vor einem Jahr nur eine mäßige Aktivität vorhergesagt haben.

Welche erkannten Gesetzmäßigkeiten stehen uns eigentlich für derartige Prognosen zur Verfügung? Wichtigste Grundlage ist natürlich der 11jährige Zyklus der Sonnenfleckenhäufigkeit und aller anderen Aktivitätserscheinungen. Dieser Zyklus wurde nach 17jährigen sorgfältigen Beobachtungen von dem Apotheker und Amateurastronomen *Samuel Heinrich Schwabe* in Dessau entdeckt und 1843 bekanntgegeben. Regelmäßige Fleckenbeobachtungen gibt es etwa seit 1700, und für diese fast 300 Jahre ist der Zyklus sicher nachgewiesen. Für frühere Zeiträume müssen neben vereinzelten Beobachtungen großer Sonnenflecke mit bloßem Auge andere Auswirkungen der Sonnenaktivität herangezogen werden, z. B. Aufzeichnungen von Polarlichtern oder die Häufigkeit von radioaktivem Kohlenstoff (^{14}C) in den Jahresringen alter Bäume. Mit der ^{14}C -Methode kann die Sonnen-

Polarlichter, Störungen des Funkverkehrs und Fernsehempfangs sowie der Funktionsfähigkeit von Satelliten sein können. Die erhöhte Strahlungsintensität könnte auch für Kosmonauten bei ihrer Außerbordtätigkeit gefährlich werden. Eine Kurzzeitprognose einzelner starker Sonneneruptionen ist daher eine Aufgabe, die im Zeitalter der aktiven Kosmosforschung und -nutzung zunehmend praktische Bedeutung erlangt. Fortschritte auf diesem Gebiet können aber nur dann erzielt werden, wenn wir die physikalischen Prozesse in den aktiven Gebieten auf der Sonne noch besser verstehen. Dazu sollen auch die bodengebundenen und extraterrestrischen **Beobachtungsprogramme** beitragen, die für die Zeit des erwarteten **extrem hohen Maximums der Sonnenaktivität 1990/91 weltweit** geplant sind und an denen sich auch die Sonnenphysiker unseres Zentralinstituts für Astrophysik aktiv beteiligen werden.

Literatur

- /1/ Sonne störte den Funkverkehr. In: Neues Deutschland, 14./15. Januar 1989, 12.
- /2/ Pflug, K.; Staude, J.: **Teilchenschauer von der aktiven Sonne.** In: Neues Deutschland, 4./5. März 1989, 12.
- /3/ Schulze, W.: **Der achtzigjährige Zyklus der Sonnenfleckenhäufigkeit.** In: Die Sterne 60 (1984), 163-171.
- /4/ Krause, F.: **Der 22-Jahres-Zyklus des allgemeinen Magnetfeldes der Sonne.** In: Die Sterne 44 (1968), 48-58.
- /5/ Pflug, K.: **Die Sonnenflecke und das Wachstum der Bäume.** In: Astronomie in der Schule 25 (1988), 103-107.

Jürgen Staude



Planetarien

Zum Unterricht im Planetarium

Im Heft 4/88 schildert *Noltenius* seine Erfahrungen, die er beim Unterricht im Kleinplanetarium gewinnen konnte. Bei der Unterrichtsarbeit im Planetarium muß auch die Größe der Einrichtung berücksichtigt werden. Für die vier großen Planetarien in der Republik, die ja auch Veranstaltungen zu Lehrplanthemen anbieten, besteht das Problem darin, daß das Platzangebot möglichst voll ausgenutzt wird, ein bis auf den letzten Platz besetztes Planetarium aber eine dialogische Unterrichtsführung verhindert. In solchen Fällen wird die Lehrvorführung dominieren, die je nach technischer Ausstattung sehr effektiv sein kann. Im Raumflugplanetarium gehen wir seit Jahren einen anderen Weg, da nach unserer Erfahrung ein Vortrag ohne die Einbeziehung der Schüler nur zu geringen Lernergebnissen führt. Wir versuchen, die Schüler, die uns ja fremd sind, in die Gestaltung der Planetariumsstunde einzubeziehen. **Am Beispiel der Stunde «Orientierung am Sternhimmel» soll unser Vorgehen skizziert werden.** Ich beschränke mich dabei auf die Variante, die zur Einführung in dieses Thema gestaltet wird. Haben die Schüler im Klassenraum oder beim ersten Beobachtungabend erste Kenntnisse, insbesondere im Umgang mit der Sternkarte erworben, wenn sie das Planetarium besuchen, ist der Stundenablauf anders.

Nach der Belehrung über Disziplin und Ordnung für die folgende Unterrichtsstunde (wir besetzen das Planetarium nur zur Hälfte – ca. 100 Personen –, damit der Planetariumsmitarbeiter keine Schüler im Rücken hat), besteht die größte Schwierigkeit darin, mit den Schülern ins Gespräch zu kommen. Deshalb wird zu Beginn nach Sternbildnamen gefragt, wobei ein bereits genanntes Sternbild nicht noch einmal auftauchen darf. Es ist erstaunlich, wie unterschiedlich die Kenntnisse sind: Viele Klassen bringen ca. 15 Sternbilder (12 Tierkreiszeichen, die beiden Wagen und Orion), selten sind es mehr. An den Überraschungseffekt bei der Nennung der allein über Mitteleuropa sichtbaren Zahl von Sternbildern wird angeknüpft und die Definition des Begriffes «Sternbild» gemeinsam erarbeitet. In diesem Zusammenhang fällt auf, daß viele Schüler – auch die, die diese Stoffeinheit schon behandelt hatten – die Sternbilder als räumlich zusammenhängende Gruppen von Sternen charakterisieren.

Danach erfolgt eine *Orientierung auf die Sternbilder*, die man unabhängig vom persönlichen Interesse für Astronomie einfach als Bestandteil der uns umgebenden Natur auch nach der Schulzeit noch sicher identifizieren können muß: Großer und Kleiner Wagen, «Himmels-W» die Sternbilder des Sommerdreiecks und Orion als das eindrucksvollste Sternbild überhaupt. Für diesen Teil der Stunde werden etwa 10 Minuten benötigt. Diese Zeit ist notwendig, um die Schüler, die mit unterschiedlichen Erwartungshaltungen ins Planetarium kommen, an den Unterrichtsstil heranzuführen.

Die nun im Planetarium einsetzende Dämmerung – emotional besonders wirksam durch Musik – gibt den Schülern Gelegenheit, sich auf die nächste Aufgabe zu konzentrieren: das Aufsuchen der genannten sieben Sternbilder. Zwei zusätzlich installierte Lichtpfeile mit längerer Zuleitung gestatten es, daß einzelne Schüler vom Platz aus jeweils ein Sternbild zeigen und z. B. erläutern können, wie man nachts die Himmelsrichtungen bestimmt.

In diesem Zusammenhang kann ich *Noltenius* nur bedingt zustimmen, wenn er in seinem Artikel auf die günstigen Möglichkeiten, «den Unterricht im Planetarium mit den schulastronomischen Beobachtungen zu koordinieren», verweist. Die Praxis zeigt bei uns, daß die während einer Planetariumsveranstaltung gegebenen Hinweise zu Beobachtungsaufgaben von den Schülern nicht als Hilfe empfunden werden. Ursachen dafür sehen wir in den veränderten Größenverhältnissen und der Sternenvielfalt am Planetariumshimmel. Hat man dagegen mit den Schülern am natürlichen Himmel Sternbilder aufgesucht, so fällt es den Jugendlichen im allgemeinen leicht, sich am Planetariumshimmel zu orientieren. Voraussetzung (für unsere «Großstadtkinder») ist, daß die Helligkeit im Planetarium mit den Beleuchtungsverhältnissen am Beobachtungsort annähernd übereinstimmt.

In der Gestaltung gehen wir bei der Einführung in die Orientierung unter Verwendung des *Horizontsystems* von den Kenntnissen der Schüler über Koordinatensysteme aus. Dabei spielt der Begriff des Koordinatenursprungs eine zentrale Rolle. Nachdem die zwei grundsätzlichen Möglichkeiten für die Lage des Koordinatenursprungs erarbeitet sind («irdische» und «himmlische» Möglichkeit), erfolgt die Festlegung auf dem Horizont. Ein Schüler «zeichnet» nun mit dem Lichtpfeil die Koordinatenachsen an den Himmel. Die Schüler werden aufgefordert, die Unterschiede zu bisher verwendeten Koordinatensystemen zu nennen. Dabei wird aus der Erkenntnis, daß eigentlich nur der erste Quadrant verwendet wird, von den Schülern eine Aussage über das Vorzeichen der Koordinaten gefordert.

Danach wird aus der geometrischen Form des Himmels und der Eigenschaft der Koordinatenachsen, geschlossen zu sein, eine Aussage über den Wertevorrat der Koordinaten abgeleitet. Der Vortragende führt dann die Begriffe «Azimut» und «Höhe» ein und nennt die Intervallgrenzen. Anschließend muß ein Schüler die Koordinaten eines vorgegebenen Sterns schätzen. Zur Kontrolle der Schülerleistung wird das horizontale Gradnetz eingeblendet. Jetzt erfolgt ein Übergang zur drehbaren Schülersternkarte. Anhand eines Dias müssen die Schüler die erarbeiteten Begriffe übertragen. Es schließen sich Ableseübungen sowohl am Himmel als auch am Dia an. Das letzte Beispiel ist in der Regel der Polarstern.

Hier erfolgt die Einführung der Begriffe «*Himmelsnordpol*» und «*Zenit*». Die *Polhöhe* über Halle wird mittels eines feststellbaren Pfeils markiert. Eine «Exkursion» zur Insel Rügen zeigt die Ortsabhängigkeit der Koordinaten. Nun muß ein Schüler das Gerät so einstellen, daß ein Ausflug zum Nordpol simuliert wird. Neben der Demonstration der *Zirkumpolarität* der Sterne der nördlichen Halbkugel wird über die Verwendbarkeit des Horizontsystems diskutiert. Nach der simulierten Rückkehr nach Halle wird gezeigt, welche Folge die Festlegung des Koordinatenursprungs auf der Horizontlinie noch hat: Da der Ursprung fest mit der Erde verbunden ist, rotiert er mit der Erde. Daraus ergibt sich zwangsläufig die Zeitabhängigkeit der Koordinaten. Es wird darauf verwiesen, daß dies lange Zeit in der Seefahrt genutzt wurde, um die Position eines Schiffes zu bestimmen.

Um die «Nachteile» des Horizontsystems zu vermeiden, muß der Koordinatenursprung verlegt werden. Von den Schülern kommt meist spontan der Vorschlag, ihn in die Nähe eines Sterns zu legen. Die Diskussion wird durch die Demonstration des Himmelsäquators als Linie, auf der der neue Koordinatenursprung liegt, abgeschlossen.

Da der Unterricht bisher bei aufgehelltem Himmel stattfand, erleben die Schüler zum Abschluß eine sternklare Nacht mit den Sternbildern des Winterhimmels. Durch Musik emotional betont, dämmt der Morgen herauf. Anschließend fassen einzelne Schüler das Wesentliche zusammen, gesteuert durch die Fragen des Planetariumsmitarbeiters.

Trotz der großen Zahl von Schülern bei einer Veranstaltung hat sich diese Variante bewährt. Nach anfänglichen Hemmungen seitens der Schüler, die durch eine zwanglose Führung und geschickte Fragestellung abgebaut werden können, läuft der Unterricht zügig ab. Die Schülerleistungen werden verbal beurteilt; in besonderen Fällen schlägt der Planetariumsmitarbeiter dem begleitenden Fachlehrer eine Benotung vor.

Jörg Lichtenfeld

Parallaxenmessungen – Marsforschung Supernovaphänomen – Raumfahrt

DIE STERNE. W. Schulze: **Der 21. Sonnenfleckenzyklus.** 64 (1988) 5, 293–301. Ein zusammenfassender Bericht, der den Zeitraum von 1976 bis 1986 erfaßt (Anfangs- und Endminimum). – R. Dick: **Zur Frage der Priorität bei den ersten genauen Parallaxenmessungen durch Bessel, Struve und Henderson.** 64 (1988) 5, 306–311. Im Falle der Parallaxenbestimmung sollte immer auf das Zusammenwirken dreier Männer hingewiesen werden: J. Fraunhofer, der das Königsberger Heliometer (1829) und den Dorpater Refraktor (1824) lieferte, W. Struve, der als erster differentielle Messungen konsequent durchführte und damit Bessel stimulierte, sowie F. W. Bessel, der den ersten für zuverlässig geltenden Wert veröffentlichte. Im Unterschied zu Bessel und Struve verwendete Th. Henderson keine neue Methode der Parallaxenmessung, er hatte aber das Glück, mit α Centauri den der Sonne zweitnächsten Stern zu finden, so daß auch sein Ergebnis wenig später verifiziert wurde. – A. S. Lewis: **Geologische Prozesse und Sedimentsystem auf dem Mars.** 64 (1988) 6, 325–353. Die Marsdokumentation zeigt eine Bilanz der Prozesse, in der Wasser eine viel weniger wichtige Rolle als auf der Erde spielt. Das Meteoritenbombardement erzeugte einen Marsregolith mit einer tiefreichenden Schicht mechanisch zerstörten Materials. Deshalb konnten Erosionsprozesse wirkungsvoller als auf der Erde sein. Während Wasser in den Ausflüssen, die wahrscheinlich durch katastrophentartige Überflutung gebildet wurden, von Bedeutung war, sind Unterhöhlung und äolische Prozesse (Windprozesse), die über sehr lange Zeiträume wirkten, wahrscheinlich die wichtigsten Prozesse für das Sedimentgestein. Es ist möglich, daß das Klima in der frühen Marsgeschichte von dem heutigen grundverschieden war und eine dichtere Atmosphäre sowie Regenfall und Wasserablauf zuließ. Aber selbst wenn das zutrifft, hat Wasser keine solch vitale Rolle bei der Gestaltung der Marsoberfläche gespielt wie auf der Erde. – M. Reichstein: **Zur Interpretation des Phobos-Furchensystems.** 64 (1988) 6, 354–361. Phobos besitzt ein merkwürdiges Furchensystem, das mindestens 2/3 der Fläche seiner Kraterlandschaften überzieht. Dabei handelt es sich meist um rinnenartige Elemente von einigen Kilometern Länge und nur wenigen hundert Metern Breite, während die Tiefe nur zwischen 10 bis 50 Metern liegt. Autor analysiert die an das Furchensystem gebundenen Merkmale und gelangt zu einer Entstehungskonzeption, für die ein Zusammenhang mit dem Kollisionsvorgang obligat ist, der den mit 10 km Durchmesser größten Einschlagkrater «Stickney» erzeugte. – Th. Marold: **Bemannt zum Mars.** 64 (1988) 6, 372–383. Möglichkeiten einer bemannten Expedition zum Mars, die vom heute erreichten technischen Stand ausgeht und das in naher Zukunft Erreichbare sachlich analysiert.

ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT. S. Marx: **Das Supernovaphänomen – dargestellt am Beispiel von SN 1987 A.** 26 (1988) 4, 100–105. Zusammenfassender Überblick über die Supernova vom 23. 2. 1987, eingebettet in das Feld bisheriger Erkenntnisse über Supernovae. Die bisher analysierten rund 500 Supernovae führten auf zwei Grundtypen. Die Supernova SN 1987 A hatte alle Merkmale einer Typ-II-Supernova, und auch der Vorläuferstern war ein massereicher Überriese von 13 bis 14 Sonnenmassen. – E. Pfizner: **Georg Samuel Dörfel.** 26 (1988) 4, 114–117. Wirken und Forschen des Plauener Gelehrten. – R. P. Krämer: **Was ist Raumfahrt?** 26 (1988) 5, 130–136. Eine terminologische Untersuchung, bei der der Verfasser zu folgender Definition gelangt: Raumfahrt, Kosmonautik, Astronautik – Bezeichnung für den Gesamtkomplex aller wissenschaftlichen, technischen, politischen und organisatorischen Aktivitäten der Gesellschaft, um mittels spezieller technischer Mittel den menschlichen Tätigkeitsbereich auf den Weltraum auszudehnen. Allgemeines Ziel der Raumfahrt ist es, den kosmischen Raum und die darin befindlichen Himmelskörper (einschließlich der Erde selbst) zu erforschen und für die Bedürfnisse der Menschheit nutzbar zu machen. Die Raumfahrt erfordert ein hohes Niveau der Produktivkräfte und stimuliert deren Entfaltung; Entstehung und gegenwärtige Entwicklung der Raumfahrt sind untrennbar mit der wissenschaftlich-technischen Revolution verbunden und zugleich hinsichtlich der Nahziele und ihrer Verwirklichung wesentlich vom Charakter der Epoche des Übergangs vom Kapitalismus zum Sozialismus geprägt. – J. Scheffran: **Weichenstellung in der Raumfahrt Westeuropas.** 26 (1988) 5, 136–142. – J. Hamel: **Friedrich Wilhelm Herschel.** 26 (1988) 5, 142–144.

Manfred Schukowski

U

Umschlagseiten

Titelseite – Große Sonnenflecken-Gruppe am 16. März 1989. Aufgenommen um 08^h 05^m MEZ am 130/1950-mm-Zeiss-Refraktor der Schulsternwarte «Johannes Franz» Bautzen unter Anwendung der Okularprojektionsmethode auf ORWO MA 8, Belichtungszeit 1/500 s. Die in ungewöhnlicher Orientierung stehende gewaltige Flecken-Gruppe hatte am Tag der Aufnahme eine Längsausdehnung von rund 184 960 km, das entspricht etwa dem 14½fachen des Erddurchmessers oder nahezu der Hälfte des Abstandes Erde–Mond nahe des Perigäums. Zuvor hatte sich das Auftauchen dieser Flecken-Gruppe am Sonnenrand durch extrem helle Protuberanzen angekündigt. Zum Vergleich ist in die Aufnahme maßstäblich die Größe unserer Erde eingezeichnet. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 70. Aufnahme: Wolfgang Schwinge

2. Umschlagseite – Ein ca. 3 500 km breiter Ausschnitt der äquatornahen Marsoberfläche in der östlichen Tharsis-Region nach Viking-Aufnahmen. Durch die Bildmitte zieht mit ca. 3 000 km Länge sichtbar die Großgrabenregion des «Valles Marineris». Vielfach zeigen sich die Böden der Gräben im Gegensatz zur Umgebung mit einer Bedeckung von dunklerem, basaltartigem Regolith. Im linken Bildteil zerschlägt sich das Großgrabensystem in das vielfach mit hellem Staub gefüllte und feiner gegliederte Grabenmosaik der Struktur «Noctis Labyrinthus». Das am rechten Bildrand gerade noch zu sehende Teilstück des Großgrabensystems «Valles Marineris» wurde «Coprates Chasma» genannt. Die kreisförmige, dunkle Struktur nahe dem linken oberen Bildrand stellt den 25 km hohen Riesenvulkan «Ascraeus Mons» dar. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 55. Aufnahme: Archiv Manfred Reichstein

3. Umschlagseite – links: Partielle Phase der totalen Mondfinsternis vom 4. Mai 1985. Aufgenommen am 130/1950-mm-Zeiss-Refraktor der Schulsternwarte «Johannes Franz» Bautzen auf ORWO NP 27, Belichtungszeit der Brennpunktaufnahme 1/8 s. Auffallend ist die sehr unscharfe Begrenzung des Kernschattenrandes. Die Orientierung des Bildes entspricht dem Anblick im bildumkehrenden astronomischen Fernrohr.

Aufnahme: Wolfgang Schwinge

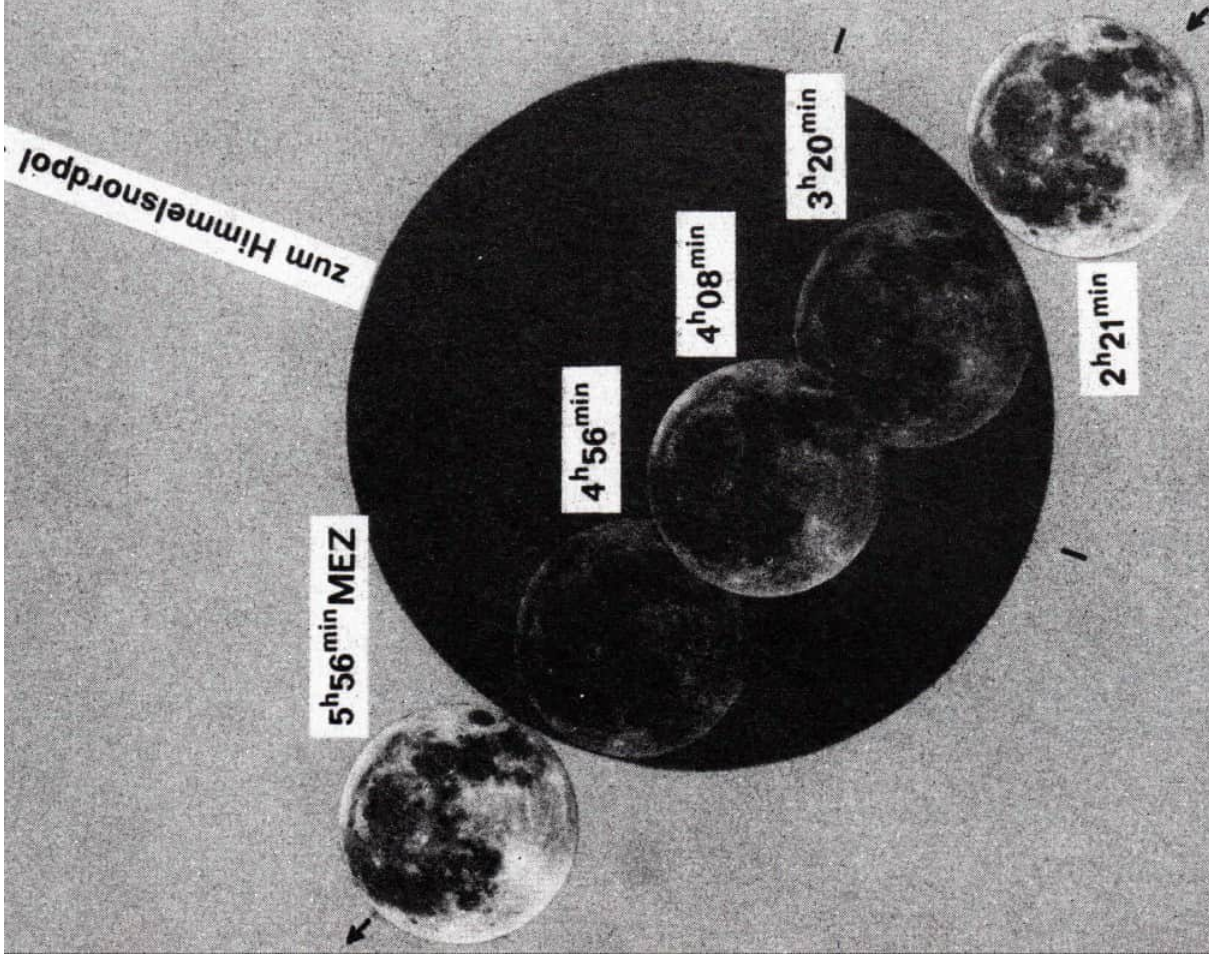
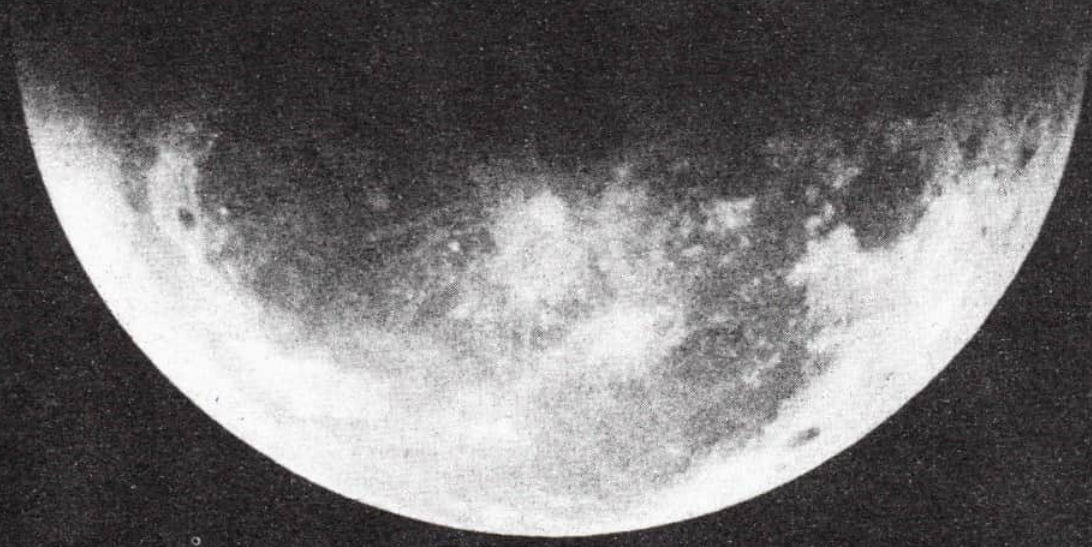
Rechts: Ablauf der totalen Mondfinsternis am 17. August 1989. Die Orientierung des Bildes entspricht dem Anblick mit dem bloßen Auge bzw. mit dem Schulfemrohr bei Verwendung des Okularrevolvers. Lesen Sie dazu unseren Beitrag «Beobachtung».

Grafik: Hans Joachim Nitschmann

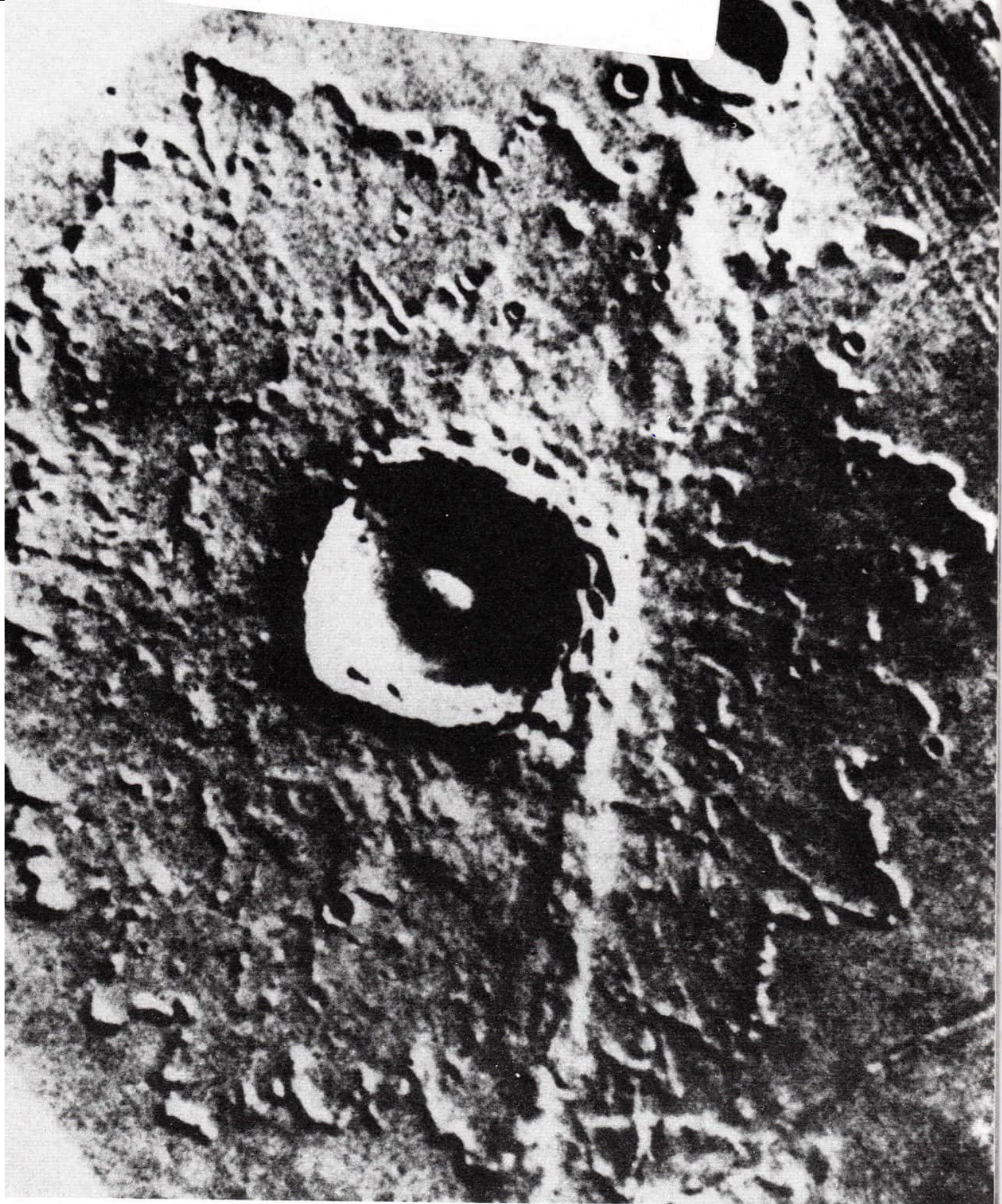
Vollmondaufnahme: Wolfgang Schwinge

4. Umschlagseite – Typischer Marskrater von 25 km Durchmesser nahe dem Ostrand der Tharsis-Region. Deutlich ist die Aufragung der zungenartigen Enden der Auswurfmassen an ihrer Begrenzungslinie zum ungestörten Permafrostboden des Mars zu erkennen. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 55.

(Viking-Aufnahme)



Totale Mondfinsternis am 17. August 1989



Volk und Wissen
Volkseigener Verlag
Berlin
ISSN 0004-6310
Preis 0,60 M
Jahrgang 1989

4



**Astronomie
in der Schule**

**IX. Pädagogischer
Kongreß
der Deutschen
Demokratischen
Republik**





Inhalt

Das aktuelle Thema

- 74 *M. Honecker*: Unser sozialistisches Bildungssystem – Wandlungen, Erfolge, neue Horizonte
Astronomie
75 *D. Möhlmann*: Moderne Vorstellungen zur Entstehung des Planetensystems
77 *H. Zimmermann*: Der physikalische Zustand der Sternmaterie
Unterricht
80 *E. Kersten*: Zur Aneignung des Begriffs Stern
85 *AS bei ihren Lesern*: Arbeit mit dem Lehrplan – Meinungen, Fragen und Probleme –
88 *H. Röpke*: Zur Nutzung der Unterrichtssendung des Fernsehens «Arbeitsort Weltraum»
Beobachtung
89 *K. Lindner; H. J. Nitschmann*: Nochmals: Plejadenbedeckung durch den Mond
Kurz berichtet
90 Wissenswertes
93 Schülerfragen
94 Vorbilder
94 Zeitschriftenschau
95 Rezensionen
Abbildungen
95 Umschlagseiten
96 **Dokumentation (A. Muster)**
Kartellkarte
H. Bernhard: Kopernikanisches Weltbild
Redaktionschluß: 21. 6. 1989

Из содержания

- 74 *М. Хонеккер*: Требования к учёбе после IX съезда педагогов
75 *Д. Мёльманн*: Современные представления о возникновении солнечной системы
77 *Х. Циммерманн*: Физическое состояние звездной материи
80 *Э. Керстен*: Присвоение понятия о звезде

From the Contents

- 74 *M. Honecker*: Demands upon Instruction after the IXth Teachers Congress
75 *D. Möhlmann*: Modern Ideas about the Origin of the Solar System
77 *H. Zimmermann*: The Physical State of Star Matter
80 *E. Kersten*: Learning the Conception of a Star

En résumé

- 74 *M. Honecker*: L'enseignement après le IX^e Congrès pédagogique
75 *D. Möhlmann*: Des idées modernes au développement du système solaire
77 *H. Zimmermann*: L'état physique de la matière étoilée
80 *E. Kersten*: A la connaissance de la notion «étoile»

Del contenido

- 74 *M. Honecker*: Exigencias de la enseñanza después del Noveno Congreso Pedagógico
75 *D. Möhlmann*: Conceptos modernos del origen del sistema solar
77 *H. Zimmermann*: Estado físico de la materia estelar
80 *E. Kersten*: La apropiación de la noción Estrella

Heft 4

26. Jahrgang 1989

Herausgeber: Verlag Volk und Wissen
Volkseigener Verlag Berlin,
Krausenstraße 50, Postfach 1213,
Berlin, DDR-1086, Telefon 2 04 30,
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),
Studienrat Dr. paed. Klaus Lindner (stellv.
Chefredakteur), Oberlehrer Dr. sc. 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, Dr. paed.
Eckhard Kersten, Oberlehrer Volker Kluge,
Oberlehrer Monika Kohlhaagen, 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 Michalik
(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-H.810-89- Liz. 1488

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

ISSN 0004-6310

Unser sozialistisches Bildungssystem – Wandlungen, Erfolge, neue Horizonte

Margot Honecker

Aus dem Referat des Ministers für Volksbildung auf dem IX. Pädagogischen Kongreß:

«Auch für die Weiterentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts waren gute Ausgangsbedingungen gegeben, aber ebenso neue und höhere Ansprüche zu bedenken. Wir haben in den zurückliegenden Reformen unserer Schule die naturkundliche Volksschulbildung bürgerlicher Prägung, die den Kindern bestenfalls ein wenig Physik, Chemie, Biologie zugestand, weit hinter uns gelassen. Zu Beginn der achtziger Jahre galt es wiederum zu prüfen, wie das wissenschaftliche Niveau der naturwissenschaftlichen Fächer zu bestimmen ist...»

«Es stand außer Zweifel, daß in der Schule ein wissenschaftlich fundierter Fachunterricht erteilt werden muß, der noch enger mit dem Leben zu verbinden ist. Daß junge Menschen denken, werten lernen, daß sich ihre Fähigkeiten entwickeln, den Dingen auf den Grund zu gehen, ihnen die Entwicklungsgesetze in Natur und Gesellschaft begreifbar zu machen, setzt wissenschaftlichen Fachunterricht voraus, der sich an der jeweiligen Wissenschaft orientiert, der die Kinder lehrt, logisch zu denken, immer natürlich unter Beachtung eines durchdachten pädagogischen Vorgehens.

Es war stärker noch auszuweisen, was im Gegenstand eines jeden Unterrichtsfaches und im Unterricht als Ganzem an Weltansicht, an Weltverständnis, an Wissen darüber zu vermitteln ist, daß die Dinge und Zusammenhänge erklärbar und veränderbar sind, was an Herausforderungen zu aktiver Lebenshaltung erwächst. Diese Komplexität der Lebensprozesse für die Schüler durchschaubar zu machen, ist Anliegen unserer neuen Lehrpläne, es will in der Praxis immer besser gemeistert werden...»

«Unser Astronomieunterricht – 1959 eingeführt – ist gewissermaßen ein Kind unserer zehnklassigen Oberschule. In der Diskussion zur Weiterentwicklung der Allgemeinbildung wurde bei uns nicht in Frage gestellt, ob dieses Fach eine Berechtigung im Rahmen der obligatorischen Schulbildung hat. Es wurde vielmehr unterstrichen, daß die einer Sach- und Fachlogik folgende Vermittlung von Kenntnissen über das Sonnensystem, über Sterne und Sternsysteme, über den Entwicklungsprozeß des Weltalls, über Raumfahrt und die Vorstellungen der Menschen vom Kosmos ein notwendiger Beitrag

zur wissenschaftlichen Allgemeinbildung, zur Vermittlung eines modernen Weltbildes im 20. Jahrhundert ist, ganz abgesehen davon, daß die Schüler an den Geschehnissen im Weltall sehr interessiert sind.

Der Unterricht nach dem neuen Lehrplan soll gewissermaßen Türen öffnen zu diesem Bereich der uns umgebenden Natur, er soll Neugier wecken, Verständnis vertiefen für die Stellung der Erde im Universum. Wir sollten die Initiativen unserer Astronomielehrer, die Möglichkeiten, die uns die Mitarbeiter der Sternwarten, Beobachtungsstationen und Planetarien für einen interessanten Astronomieunterricht und eine anregende Arbeit über den Unterricht hinaus bieten, weiter fördern, sie gut nutzen...»

«Lebhaft ist die Diskussion darum, wie Erziehung im Unterricht noch wirksamer gestaltet werden kann. Daß Erziehung nicht neben der gründlichen Aneignung des Bildungsgutes steht, sondern sich auf die Aneignung wissenschaftlicher Erkenntnisse gründet, daß erzieherische Wirkungen nur dann von Dauer sein können, wenn sie auf fundiertem Wissen beruhen, ist nicht neu. Wie fest sich die Schüler Kenntnisse über die Dinge und Erscheinungen aneignen, wie tief ihr Verständnis für Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge ausgeprägt wird, wie sie zu ideologischen Wertungen und Verhaltenskonsequenzen geführt werden, hängt wesentlich davon ab, wie souverän der Lehrer in seiner Fachwissenschaft und in der pädagogischen Arbeit ist, wie er auf seine Schüler zugeht, sie für seinen Unterricht interessiert, wie überzeugend er unsere sozialistische Ideologie vertritt, wie er es versteht, den spezifischen Beitrag seines Faches zur Ausprägung eines wissenschaftlichen Weltbildes, des dialektischen Denkens zu nutzen.

Die weiterentwickelte Sicht der neuen Lehrpläne auf Erziehung im Unterricht verlangt, sich klar darüber zu werden, welche Erziehungswirkungen im jeweiligen Stoff und in den ihm gemäßen Aneignungsweisen, den ihnen entsprechenden Mitteln und Methoden des Unterrichts liegen...»

«Wir bekräftigen nachdrücklich, daß der Anspruch an sozialistische Erziehung heute und auch künftig in erster Linie durch einen wissenschaftlichen, von unserer Ideologie durchdrungenen, parteilichen und lebensverbundenen Unterricht realisiert wird, durch das vorbildliche politische und pädagogische Wirken jedes Lehrers und Erziehers...»

Moderne Vorstellungen zur Entstehung des Planetensystems

Diedrich Möhlmann

In den vorangegangenen Veröffentlichungen zur Planetogonie wurde dargestellt, daß die aktuelle planetogonische Diskussion sowohl in den beobachteten Eigenschaften der Satellitensysteme von Sonne und großen Planeten als auch in den modellierenden theoretischen Ansätzen mit zwei scheinbar widersprüchlichen und unvereinbaren Phänomenen konfrontiert ist (s. AS 26 (1989) 1, 3). Es sind dies die «Impaktgeschichte», wie sie noch direkt an vielen Oberflächen von Planeten und Satelliten erkennbar ist, und die auf ein stößebedingtes «stochastisches» Wachstum dieser Körper hinweist, und es sind dies andererseits die vergleichbaren «radialen Strukturierungen» in den Bahnverteilungen, die auf einen gesetzmäßigen «kollektiven» Prozeß bei der Bildung dieser Körper aus der präplanetaren Scheibe hinweisen. Es ist bis heute noch nicht gelungen, zu einer Synthese dieser so unterschiedlichen Prozesse in einer allgemein akzeptierten Theorie der Entstehung des Planetensystems und seiner Satellitensysteme zu kommen. Gegenstand dieses abschließenden dritten Teiles ist daher die ausführlichere Darstellung der Modellierungen für die beiden genannten alternativen Ansätze und dann der durchaus subjektive Versuch des Autors, Wege aufzuzeigen, die zu der notwendigen Synthese führen können.

Stochastische Akkretion

Grundannahme dieses Modellansatzes ist die Existenz vieler kleiner fester Körper als charakteristische Hauptbestandteile der präplanetaren Scheibe. Der mögliche Gasanteil in der Scheibe wird also vernachlässigt, um zu mathematisch handhabbaren Darstellungen zu kommen. Es erscheint plausibel, daß ein derartiger Zustand der präplanetaren Scheibe für ihre Spätphasen typisch ist. Aus diesem Modell folgt dann automatisch, daß die Körper nur durch gegenseitige Stöße wachsen können, wobei die Impaktgeschwindigkeit nicht zu groß sein darf, da ansonsten die zerstörerische Wirkung dieser Zusammenstöße zu groß wäre und keine Akkumulation von Masse möglich ist. Übrigens war es *O. Yu. Schmidt*, der ausgehend von seiner «Meteoritenhypothese», gemäß der die präplanetare Scheibe aus einem Schwarm von der Sonne eingefangener Meteorite resultierte, erste konkrete Ansätze zur stößebedingten Akkretion entwickelte. Diese Arbeiten sind dann von *V. S. Safronov* mit analytischen Methoden weiterentwickelt worden. Ergebnis dieser analytischen Modellrechnungen ist in der Tat der Nachweis, daß bei ausreichender Teilchendichte und Zeit auf diesem Wege Körper mit planetaren Dimensionen entstehen können. Diese Arbeiten wurden dann in den USA mit leistungsfähigen Computern numerisch modellierend von *Wetherill* weitergeführt. Sie bestätigten ebenfalls, daß zumindest für die Gruppe der terrestrischen Planeten die stößebedingte Akkretion ein möglicher planetarer Wachstumsmechanismus ist, der innerhalb von ungefähr 100 Millionen Jahren zu einigen Planeten in Sonnen-

nähe führen kann. Allerdings ergaben diese Modellierungen keinen Hinweis auf eine gewisse radiale Regularität der Bahnradien.

Als besonders problematisch erwies sich jedoch die lange Wachstumszeit der Planeten, die insbesondere bei den äußeren Planeten mit dem Alter des Planetensystems vergleichbar ist. Es wurden daher von *Wetherill* mögliche Mechanismen untersucht, die zu einem schnelleren Wachstum führen können, insbesondere die sog. «Run-away accretion» spielt hier eine Rolle, die davon ausgeht, daß der bereits massereichste Körper am schnellsten wächst und die «zurückgebliebenen» vielen kleineren Körper effektiv auf sammeln kann. Hier deutet sich übrigens eine Parallele zu dem weiter unten diskutierten gravitativen Wachstum von Protoplaneten an, denn gravitative Instabilitäten sind gerade dadurch charakterisiert, daß sie dort am schnellsten wachsen, wo die Massendichte am größten ist (und natürlich ein «Nachschub» erfolgen kann). Dieser Nachschub ist auch im Rahmen der hier diskutierten stößebedingten Akkretion leicht zu erklären, er ist eine Folge der Störwirkungen der größeren Körper auf die kleineren, die so automatisch in die «Futterzone» des wachsenden Planeten diffundieren. Allerdings haben alle diese Versuche, effektivere Mechanismen der planetaren Stoß-Akkretion zu finden, noch keinen durchschlagenden Erfolg gehabt.

Es bleibt also festzustellen, daß dieser planetogonische Ansatz nur für die Erklärung der terrestrischen Planeten verwendbar ist, bei denen er auf Wachstumszeiten von der Größenordnung von 100 Millionen Jahren führt. Nicht erklärbar bleiben in diesem Rahmen aber die vergleichbaren radialen Strukturen in den vier in dieser Serie betrachteten Satellitensystemen. Für die Entstehung der äußeren Planeten müßte überdies ein beträchtlicher Gasanteil in die Modellrechnungen mit einbezogen werden, was bisher nicht zufriedenstellend gelungen ist. Ein weiteres Charakteristikum dieses planetogonischen Ansatzes ist übrigens, daß die präplanetare Scheibe nur eine Masse von einigen Prozent der Sonnenmasse gehabt haben kann. Aus diesem Grunde spielte die Gravitation in der Scheibe auch eine so untergeordnete Rolle.

Gravitative Akkretion

Da das stochastische akkretive planetare Wachstum die oben genannten Probleme bei der planetogoni-

schen Modellierung hat, ist es insbesondere zur Verkürzung der Wachstumszeiten notwendig, weitere Akkretionsmechanismen in die Betrachtungen mit einzubeziehen. Gravitative Prozesse könnten hier sofort weiterhelfen. Sie setzen jedoch eine um mindestens eine Größenordnung höhere Massendichte voraus. Dann könnten sie aber auch gleichzeitig Ursache möglicher radialer Strukturierungen sein. Aus diesen Gründen, und weil eine massivere Scheibe durchaus in die bisherigen Modellrechnungen zur Sternentstehung paßt, wurde von *Cameron* der alternative Ansatz der Planetenentstehung aus einer relativ massereichen Scheibe vorgeschlagen, wobei vom Autor dieses Beitrages die in solchen Scheiben möglichen radialen Strukturierungsprozesse untersucht wurden.

Hauptergebnis der *Cameronschen* Arbeiten ist das Resultat, daß in solchen massereichen Scheiben infolge gravitativer Instabilitäten sehr massereiche Planeten entstehen können, deren Masse von der Größenordnung des Jupiters ist. Problematisch ist jedoch, daß der Hauptteil der Scheibenmasse nicht zu Planeten führt, er muß also noch «wegtransportiert» werden, z. B. in den noch wachsenden Zentralkörper. Damit wird die Entstehung der Planeten in diesem Modellansatz in eine sehr frühe Phase gelegt, während der sich auch die Sonne noch formte. Die dabei entstehenden Protoplaneten würden übrigens in ihrer Bewegung durch das noch auf den Zentralkörper stürzende Gas nicht wesentlich beeinflußt. Problematisch ist aber auch, wie es möglich sein kann, daß z. B. die terrestrischen Planeten nahezu ihre gesamte gasförmige Masse wieder verloren haben. Waren eventuell die Massen ihrer festen Kerne zu klein, um die riesige Gasatmosphäre zu halten? Die Untersuchungen hierzu sind noch nicht abgeschlossen.

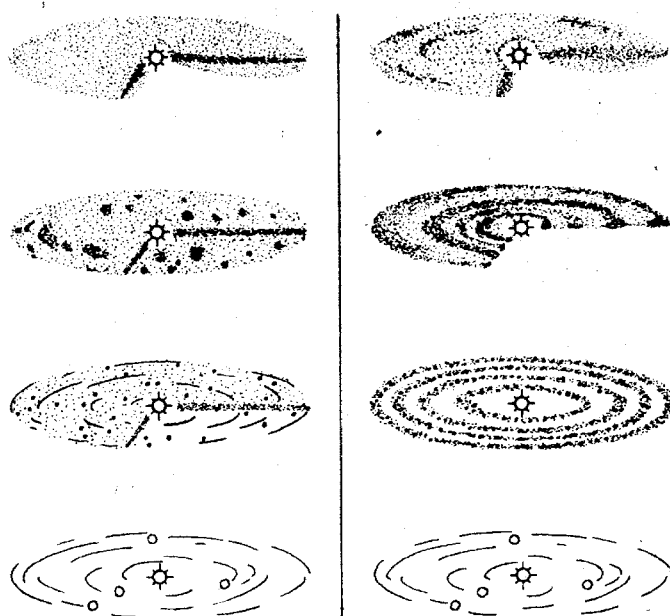
An dieser Stelle sei erwähnt, daß es einen vom *Cameronschen* Ansatz völlig unabhängigen Hinweis auf ein früheres protoplanetares Vorstadium der Erde gibt. So weist der Anteil schwerer Elemente in der Erde darauf hin, daß im Falle einer ursprünglichen kosmischen Häufigkeit der Elemente in der präplanetaren Scheibe der dann notwendigerweise auch vorhanden gewesene Gasanteil eine Masse von ungefähr der Jupitermasse gehabt haben müßte. Genauere Modellrechnungen der Protoplanetenentstehung hängen übrigens auch davon ab, welche Annahmen man über die anfängliche Entstehung der Kerne der wachsenden Protoplaneten macht, die möglicherweise dann einen großen Gasanteil aus der Scheibe «abgesaugt» haben.

Ein weiterer Vorteil der Beschreibung der Planetenentstehung auf der Basis von relativ masserei-

chen Scheiben wurde bereits erwähnt. Er bezieht sich auf die kollektiven gravitativen Effekte in einer solchen Scheibe, deren Eigengravitation nicht mehr vernachlässigt werden kann. Solange eine «Axialsymmetrie» vorausgesetzt werden kann, wird die Scheibe infolge dieser Effekte «gravitativ schwingen» und so zu ringartigen Materieverdichtungen führen: In diesen dichteren Ringen kann die Entstehung der Protoplaneten einsetzen. Aus der für das jeweilige Dichteprofil der Scheibe berechenbaren radialen Verteilung der Ringe sind dann die Bahnradialen der entstandenen Planeten ableitbar. Es kann gezeigt werden, daß die im Planetensystem und seinen Satellitensystemen auftretenden Verteilungen der Bahnradialen auf diesem Wege erklärbar sind. Aber das hier noch offene Problem ist die noch nicht nachgewiesene ausreichende Stabilität der Axialsymmetrie, die eine der wesentlichen Voraussetzungen dieser Modellweiterentwicklung ist.

Ausblick auf eine mögliche Synthese

Beide oben ausführlicher dargestellten planetogonischen Modellansätze haben noch offene Probleme, die aber im Rahmen des jeweils anderen Ansatzes lösbar sind. Dies ist aber ein Hinweis darauf, daß beide Ansätze noch zu starke Idealisierungen sind, die z. T. eingeführt wurden, um die Modelle mathe-



Prinzipischemata zur Entstehung von Planetensystemen. Stochastische Anlagerung von Planetesimalen (links). Akkretion in präplanetaren Ringen (rechts).

matisch handhabbar zu machen. Eine sinnvolle Weiterentwicklung scheint in die Richtung zu gehen, daß in der Tat eine frühe massereiche Scheibe vorhanden gewesen ist, die den radialen Materieverteilungen erste Strukturierungen aufprägte und zu protoplanetaren Körpern führte. Gleichzeitig bildeten sich aus dem Staub im Gas und infolge der Kondensation fester Materie aus der sich abkühlenden Gasscheibe aber auch viele kleinere Körper, deren weitere Entwicklung mit dem *Schmit-Safronov-Mechanismen* zu beschreiben ist und z. B. zu den beobachtbaren Impaktstrukturen führte.

Zu diesen kleineren primären Körpern dürften die auch heute noch beobachtbaren Kometenkerne und möglicherweise auch ein Teil der Population im

Asteroidengürtel gehören, die z. T. auch aus Bruchstücken stoßbedingt zerstörter «Mutterkörper» mit planetaren Dimensionen besteht, und die im planetogonischen Sinne nicht mehr «primär» ist. Die Modellierung des hier skizzierten planetogonischen Szenariums, das Teile beider gegenwärtig diskutierter Ansätze vereinigen kann, setzt wegen der Behandlung des hohen Gasanteils und der Beschreibung der Bewegung der wachsenden festen Kleinkörper einen hohen rechnerischen Aufwand voraus. Diese Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. *Diedrich Möhlmann*, Institut für Kosmosforschung der AdW der DDR, Rudower Chaussee 5, Berlin, DDR-1199

Der physikalische Zustand der Sternmaterie

Helmut Zimmermann

Der erste Artikel dieser Serie über den inneren Aufbau und die Entwicklung der Sterne beschäftigte sich mit den Grundprinzipien der Theorie. Es wurde gezeigt, daß sich die innere Struktur eines Sterns durch vier Differentialgleichungen beschreiben läßt. Wenn man diese Gleichungen lösen, also den inneren Aufbau eines Sterns berechnen will, so benötigt man zu den Angaben, die den Stern als Ganzes betreffen, zusätzliche Kenntnisse. Man muß z. B. wissen, wie der Druck im Stern realisiert wird, wieviel Energie an einer bestimmten Stelle je Sekunde freigesetzt wird und wie die Wechselwirkung zwischen Strahlung und Sternmaterie ist.

Mit einem Teil dieses Problemkreises soll sich der vorliegende Artikel befassen.

Zustandsgleichung

Die Zustandsgleichung beschreibt den formelmäßigen Zusammenhang zwischen Druck, Temperatur und Dichte eines Stoffes.

Der in einem Stern nach außen wirkende Druck kann auf verschiedene Weise zustande kommen. Im allgemeinen setzt er sich aus zwei Anteilen zusammen, dem Gasdruck und dem Strahlungsdruck. Der Gasdruck wird normalerweise durch die Wärmebewegung der Gasteilchen (Atomkerne und freie Elektronen) hervorgerufen, die bei Stößen Impuls auf die Umgebung übertragen. Im Innern der meisten Sterne ist die Materie so heiß und hat eine so geringe Dichte, daß sie als ein ideales Gas betrachtet werden kann. Das ist von großem Vorteil, denn dann ergibt sich eine sehr einfache Zustandsgleichung, es gilt nämlich:

$$P_G = \rho k T / \bar{m},$$

wenn P_G den Gesamtgasdruck, ρ die Dichte, k die Boltzmann-Konstante, T die Temperatur und \bar{m} die mittlere Masse eines Gasteilchens bedeuten.

Die Bedingungen für ein ideales Gas sind selbst dann erfüllt, wenn die Gasdichten für irdische Begriffe extrem groß sind und etwa das 100- bis 1000fache der Dichte des Wassers betragen, also bei 10^2 bis $10^3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ liegen. Die hohen Temperaturen im Sterninnern sorgen nämlich dafür, daß das Gas praktisch vollständig ionisiert ist. Es existieren also nur noch nackte Atomkerne und freie Elektronen. Die Eigenvolumina dieser Teilchen sind größenordnungsmäßig 10^{15} mal kleiner als die Volumina nichtionisierter oder teilweise ionisierter Atome, die noch alle oder einen Teil ihrer Elektronen in einer Hülle um den Atomkern besitzen.

Bei vorgegebener Dichte und Temperatur hängt der Gasdruck, wie die Formel zeigt, noch von der chemischen Zusammensetzung der Sternmaterie ab: Ein vollständig ionisiertes Wasserstoffgas übt bei ansonsten gleichen physikalischen Bedingungen einen etwa doppelt so hohen Druck aus wie z. B. ein reines Kohlenstoffgas: Bei einem vollionisierten Wasserstoffgas ist die Zahl der freien Elektronen gleich der Zahl der Atomkerne (hier Protonen), die mittlere Masse eines freien Gasteilchens entspricht daher der halben Protonenmasse, da die Masse der Elektronen nicht ins Gewicht fällt. Bei einem voll ionisierten Kohlenstoffgas hat man je Kohlenstoffkern 6 freie Elektronen. Mithin entfällt auf je 7 Teilchen die Masse eines Kohlenstoffkerns, die 12 Protonenmas-

sen gleichkommt; die mittlere Masse eines freien Teilchens ist also fast doppelt so groß wie beim Wasserstoffgas.

Ähnlich wie beim Gasdruck, der durch die Impulsübertragung der Gaspartikel auf die Umgebung entsteht, kann auch durch die Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie auf diese ein Druck ausgeübt werden. Die einzelnen Lichtquanten (Photonen) haben einen Impuls, den sie bei einer Absorption auf das absorbierende Teilchen übertragen. Die Gesamtheit der übertragenen Impulse wirkt als Strahlungsdruck. Befindet sich die Materie in einem thermodynamischen Gleichgewichtszustand, so gilt für die Energiedichte u der Strahlung $u = aT^4$ und für den Strahlungsdruck

$$P_s = \frac{1}{3} aT^4,$$

wobei a die Strahlungsdichtekonstante bedeutet. Der Strahlungsdruck ist mithin weder von der Gasdichte noch von der chemischen Zusammensetzung der Materie abhängig. Er spielt jedoch nur dann eine Rolle, wenn die Temperatur sehr hoch und die Dichte relativ niedrig ist. Dies ist nur im Innern massereicher Sterne der Fall.

Kompliziertere Verhältnisse treten dann auf, wenn die Gasdichte größer als etwa $10^4 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, die Temperatur aber noch relativ niedrig (einige 10^6 K) ist. Die freien Elektronen können dann nämlich nicht mehr als ein ideales Gas aufgefaßt werden, sie reagieren vielmehr wie ein sogenanntes «entartetes» Gas. Ein vollkommen entartetes Elektronengas ist dadurch gekennzeichnet, daß sämtliche nach den Gesetzen der Quantentheorie verfügbaren Energieniveaus bis zu einer Grenzenergie, der sogenannten Fermi-Energie, besetzt sind, alle höheren Energieniveaus sind unbesetzt. Je höher die Dichte des entarteten Gases ist, um so höher ist die Fermi-Energie und damit der maximale Impuls, den die freien Elektronen haben können. Mit ihm steigt auch der Druck P_e , den die Elektronen ausüben. Im Falle eines vollständig entarteten Elektronengases gilt für ihn

$$P_e = K_1 (\rho/\mu_e)^{\frac{5}{3}}$$

wobei K_1 eine Konstante ist. μ_e gibt an, wieviel Masse – gemessen in Protonenmassen – auf ein freies Elektron entfällt. Wie die Formel zeigt, ist der Druck eines vollständig entarteten Elektronengases allein von der Dichte abhängig, nicht aber von der Temperatur. Im Übergangsbereich zwischen idealem Gas und vollständiger Entartung ist der Zusammenhang zwischen Druck, Dichte und Temperatur etwas komplizierter.

Mit steigender Dichte wächst in einem vollständig entarteten Elektronengas, wie gesagt, die Fermi-Energie. Sie kann gegebenenfalls größer als die Ruhmassenergie $m_e \cdot c^2$ eines Elektrons werden. (m_e bedeutet die Masse eines Elektrons, c die Lichtgeschwindigkeit.) Man sagt dann, daß die Elektronen relativistisch entartet sind. In diesem Fall – wieder vollständige Entartung vorausgesetzt – gilt für den Elektronendruck

$$P_e = K_2 (\rho/\mu_e)^{\frac{4}{3}},$$

wobei K_2 eine andere Konstante ist. Die schwächere Dichteabhängigkeit bedeutet, daß relativistisch entartetes Elektronengas weniger «steif» ist als nicht-relativistisch entartetes, es läßt sich stärker komprimieren. Bis zu Dichten von etwa $2 \cdot 10^6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ kann man mit nicht-relativistischer Entartung rechnen. Im Übergangsbereich von nichtrelativistischer zu relativistischer Entartung gilt wieder eine etwas kompliziertere Zustandsgleichung.

Vergleicht man den Druck des entarteten Elektronengases mit dem Druck, den die Atomkerne ausüben, die im übrigen wegen ihrer viel größeren Masse nach wie vor wie ein ideales Gas reagieren, so ergibt sich der Elektronendruck als wesentlich höher als der Druck des Atomkerngases. Tritt also im Sterninnern Elektronengasentartung ein, so sorgen dann die Elektronen allein für die Aufrechterhaltung des mechanischen Gleichgewichts.

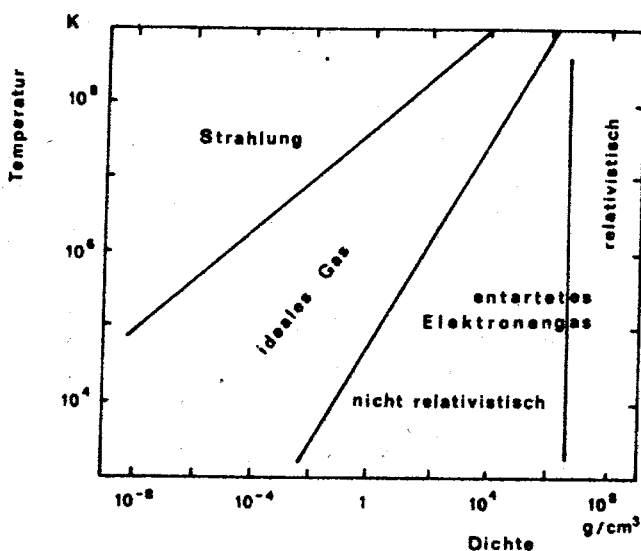
Die Elektronengasentartung kann dadurch aufgehoben werden, daß bei konstanter Dichte die Temperatur erhöht wird. Es steigt dann die mittlere thermische Energie der Elektronen über die Fermi-Energie.

Zur Beschreibung des inneren Aufbaus von Neutronensternen benötigt man die Zustandsgleichung für ein Neutronengas. In Neutronensternen ist die Dichte so hoch (größenordnungsmäßig 10^{14} bis $10^{15} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$), daß die Neutronen trotz ihrer hohen Masse entartet sind. Freie Elektronen sind praktisch nicht vorhanden, da sie zur Umwandlung der in den Atomkernen enthaltenen Protonen in Neutronen verbraucht wurden. Die Zustandsgleichung eines entarteten Neutronengases ist noch weitgehend unbekannt. Das liegt daran, daß bei den genannten Dichten die Abstände zwischen den Neutronen vergleichbar den Abständen der Kernbausteine (Protonen und Neutronen) in normalen Atomkernen sind, es kommen daher im Neutronengas auch Kernkräfte zur Wirkung. Weiterhin müssen wegen der hohen Energiedichten auch relativistische Effekte berücksichtigt werden, z. B. hat man wegen der hohen Partikelgeschwindigkeiten mit einer relativistischen Massenzunahme der Teilchen zu rechnen.

Wegen der unterschiedlichen Abhängigkeiten der einzelnen Druckkomponenten von Dichte und Temperatur gibt es bestimmte Temperatur- und Dichtebereiche, in denen jeweils eine Komponente den Hauptbeitrag zum Gesamtdruck leistet. In der unteren Abbildung sind diese Gebiete in einem Temperatur-Dichte-Diagramm angegeben. Die eingezeichneten Grenzlinien sind so bestimmt, daß jeweils zwei Druckkomponenten gleich groß sind.

Absorptionskoeffizient

Die Wechselwirkung zwischen Sternmaterie und Strahlung wird mit Hilfe des Absorptionskoeffizienten κ beschrieben. Je größer die Absorptionsfähigkeit der Materie ist, um so geringer ist die freie Weglänge eines Photons, eine um so kleinere Wegstrecke kann das Photon zwischen Emission und Absorption zurücklegen, um so weniger durchsichtig ist eine gegebene Materieschicht. Als Absorptionsprozesse kommen im wesentlichen gebunden-freie und frei-freie Elektronenübergänge sowie die Streuung von Photonen an freien Elektronen in Frage. Bei einem gebunden-freien Übergang wird in einem Atom oder Ion einem zunächst fest gebundenen Elektron so viel Energie zugeführt, daß es vom Atom bzw. Ion losgelöst wird, also in den freien Zustand übergeht; das Atom wird dadurch ionisiert, das Ion noch höher ionisiert. Die benötigte Energie muß dabei größer als die Ionisationsenergie sein, die wiederum von der speziellen Atomart und dem speziellen energetischen Ausgangszustand (Anregungs- und Ionisationszustand) des Atoms abhängt. Der



Temperatur-Dichte-Diagramm mit den charakteristischen Bereichen, in denen jeweils eine Druckkomponente dominiert.

Energieüberschuß des absorbierten Photons über die Ionisationsenergie wird dem Elektron als Bewegungsenergie mitgegeben. Da diese beliebige Werte haben kann, können bei den gebunden-freien Übergängen Photonen beliebiger Energie absorbiert werden, wenn diese nur größer als die jeweilige benötigte Ionisationsenergie ist. Die Wahrscheinlichkeit für die Absorption eines Photons einer bestimmten Energie fällt mit wachsender Energie, d. h. sinkender Wellenlänge, rasch ab. Da der Anregungszustand eines Atoms von der herrschenden Temperatur, der Ionisationszustand von der Temperatur und der Dichte abhängt, gilt dies auch für den Absorptionskoeffizienten, der darüber hinaus auch von der chemischen Zusammensetzung der Sternmaterie bestimmt wird.

Bei den frei-freien Übergängen absorbiert ein Elektron, wenn es sich im elektrischen Feld eines Ions befindet, ein Photon und vergrößert dadurch seine Bewegungsenergie. Da diese jeden beliebigen Wert annehmen kann, handelt es sich auch hier um eine kontinuierliche Absorption. Die Wahrscheinlichkeit für einen derartigen Vorgang ist für niederenergetische Photonen (große Wellenlänge) höher als für hochenergetische; kleine Änderungen der Bewegungsenergie eines freien Elektrons sind also weitaus häufiger als große.

Sind viele freie Elektronen vorhanden, so spielt auch die Streuung von Photonen an Elektronen eine Rolle. Sie verhindert die ungehinderte Ausbreitung der Photonen, schränkt mithin die freie Weglänge ein. Die Streuung ist wellenlängenunabhängig, die Streuwahrscheinlichkeit hängt aber von der herrschenden Elektronendichte ab.

Alle drei Einzelabsorptionskoeffizienten (gebunden-frei, frei-frei, Streuung an freien Elektronen) ergeben zusammen den totalen Absorptionskoeffizienten. Für ihn braucht man im Sterninneren nicht die volle Wellenlängenabhängigkeit zu kennen; man benutzt vielmehr einen durch eine geeignete Mittelbildung gewonnenen Wert. Dieser ist abhängig von Temperatur, Dichte und chemischer Zusammensetzung der Sternmaterie. Für die numerische Berechnung des inneren Aufbaus der Sterne findet man die benötigten Werte in Form von umfangreichen Tabellen.

Auf die Energiefreisetzungsprozesse soll im nächsten Artikel dieser Reihe eingegangen werden.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. habil. Helmut Zimmermann, Sternwarte der Friedrich-Schiller-Universität Jena, DDR - 6900

Zur Aneignung des Begriffs Stern

Eckhard Kersten

Der Verfasser nennt theoretische Positionen zur Aneignung von Begriffen im Unterricht und demonstriert das an der Erarbeitung des Begriffs Stern. Er zeigt an einem Beispiel, wie die Schüler sich astronomische Begriffe aneignen sollen, die für das Verständnis kosmischer Zustände, Bewegungen und Entwicklungen notwendig sind.

komplexe, spezifische und fakultative Merkmale verbinden /3/.

Der Begriff *Stern* ist durch Merkmale gekennzeichnet, die z. B. wie folgt gruppiert werden können:

Probleme bei der Begriffsaneignung

Durch die mit der Einführung neuer Lehr- und Unterrichtsmaterialien für den Astronomieunterricht verbundene Veränderung des Inhalts und der didaktisch-methodisch Konzeption sind bessere Bedingungen dafür vorhanden, eine höhere Qualität der Unterrichtsergebnisse bei allen Schülern zu erreichen, ihr Interesse an einer über den Unterricht hinausgehenden Beschäftigung mit Astronomie und Raumfahrt zu entwickeln sowie weltanschauliche Einsichten auszubilden. Das gilt auch für die Aneignung astronomischer Begriffe, die bei der Realisierung der Hauptfunktion des Astronomieunterrichts eine bedeutende Stellung einnehmen /1/.

Die Schüler sollen astronomische Erscheinungen und ihre Veränderungen begreifen, um den Aufbau des Weltalls, darin stattfindende Entwicklungsprozesse sowie den Beitrag der Raumfahrt zur Vervollendung der kopernikanischen Revolution des Weltbildes zu erfassen. Begreifen aber heißt, «Begriffe bilden», wobei dies im Unterricht einem Aneignungsprozeß entspricht. Begriffe sind es, die die Wahrnehmung astronomischer Erscheinungen und Objekte in der Umwelt durch die Schüler, die Organisation ihrer damit verbundenen Tätigkeiten, ihre sprachliche Kommunikation, die Leistungen ihres Gedächtnisses und schließlich ihr Denken im Sinne der Lösung von Problemen wesentlich beeinflussen /2/. Eine Vielzahl der im Astronomieunterricht anzueignenden Begriffe widerspiegeln Dinge und Beziehungen auf der Ebene der Erscheinungen bzw. der unmittelbaren Anschauung wie z. B. die Begriffe Horizont, Himmelspol u. ä.

Darüber hinaus sollen die Schüler Kenntnisse über Begriffe mit hohem Abstraktionsgrad besitzen, die das Wesen eines Objektes, seine Wechselwirkung mit anderen Objekten, seine Genese widerspiegeln, wie z. B. Stern, scheinbare Helligkeit, Galaxis u. ä.

Die Schüler haben sich im Unterricht *Begriffe angeeignet, wenn sie mit einem Wort begriffsbestimmende Merkmale und bei Begriffen mit hohem Abstraktionsgrad darüber hinaus weitere einfache,*

begriffsbestimmende Merkmale	komplexe Merkmale	einfache Merkmale
selbstleuchtend, Gaskugel	Kernfusion, Zusammenhalt (Eigengravitation), Atmosphäre, Sichtbarkeit, Gleichgewicht (zwischen Gravitationswirkung und Gas- bzw. Strahlungsdruck)	Himmelskörper, Entfernung zur Erde Teilchenstrahlung, Wellenstrahlung
spezifische Merkmale große Masse, Druck im Innern, Dichte, Radius, chemische Zusammensetzung, Spektrum, Leuchtkraft, scheinbare Helligkeit		fakultative Merkmale Rotation, Doppelstern, Parallaxe

Die Schüler haben ihre Kenntnisse über das astronomische Objekt nur dann «auf den Begriff gebracht», wenn sie neben den begriffsbestimmenden Merkmalen auch über die anderen verfügen, und, was noch wesentlicher ist, wenn sie Kenntnisse über die Beziehungen zwischen den Merkmalen besitzen. Ein Begriff läßt sich nicht auf eine Definition reduzieren, d. h. auf ein kurzes Verweisen auf allein wesentliche Merkmale eines Objektes, das im Begriff wiedergespiegelt wird. *Engels* betonte in dem Zusammenhang: «Definitionen sind für die Wissenschaft wertlos, weil stets unzulänglich. Die einzig reelle Definition ist die Entwicklung der Sache selbst, dies ist aber keine Definition mehr» /4/. Natürlich haben scharfe Definitionen innerhalb eines wissenschaftlichen Begriffssystems eine große Bedeutung für die Abgrenzung der Begriffe untereinander. Für das Begriffslernen ist die Begriffsbestimmung (Ermittlung der begriffsbestimmenden Merkmale) der Ausgangspunkt für den Aufbau des Begriffsinhalts, zu dem auch die Beziehungen zwischen den Merkmalen gehören. Zu den wesentlichen Beziehungen zwischen den Merkmalen des Begriffs *Stern* gehört die zwischen «Gaskugel» und «Zusammenhalt» bzw. «Gleichgewicht», oder die zwischen den Merkmalen «selbstleuchtend» und «Kernfusion». Derartige Beziehungen sind gesetzmäßiger Natur.

Nach fast zwei Jahren Arbeit mit dem neuen Lehrplan deuten erste Erfahrungen darauf hin, daß die verbesserten Bedingungen für die Herausbildung von Kenntnissen hoher Objektivität über astronomische Begriffe (stärkere Konzentration auf das Wesentliche, verbesserte Möglichkeiten, schulastronomische Beobachtungen in den Erkenntnisgang der Schüler einzubeziehen u. a.) von den Lehrern wahrgenommen und zielgerichtet genutzt werden. In Leistungskontrollen zur Untersuchung der Kenntnisse der Schüler über astronomische Begriffe konnte ermittelt werden, daß 69 % der an der Untersuchung beteiligten Schüler, die nach den Merkmalen des Begriffs *Stern* befragt wurden, die begriffsbestimmenden reproduzierten. Des weiteren wurden folgende Merkmale genannt: hohe Temperatur, große Masse, Kernfusion, stoffliche Zusammensetzung.

Es fiel auf, daß von den Schülern unterschiedliche Merkmale als die begriffsbestimmenden angesehen werden. Weiterhin sind die in der Begriffsdefinition angeführten Merkmale (semantischer Kern) zu selten im Bewußtsein der Schüler mit den anderen den Begriff *Stern* kennzeichnenden Merkmalen bedeutungshaltig verknüpft. Nicht zu übersehen ist ebenfalls die große Differenziertheit des Ausprägungsgrades der Objektivität zwischen einzelnen Klassen. Bezüglich einiger Merkmale liegt die Reproduktionshäufigkeit zwischen 0 % und 100 %. Bevor Reserven für eine Verbesserung der Lernergebnisse aufgedeckt werden, die vorrangig in der Prozeßgestaltung liegen, sollen weitere Anforderungen an die begrifflichen Kenntnisse der Schüler betrachtet werden.

Ein bedeutender Qualitätsparameter der Kenntnisse über astronomische Begriffe ist die *Allgemeinheit*. Der Parameter spiegelt das Verhältnis von Allgemeinem, Besonderem und Einzelem in den Kenntnissen wider. Die Schüler haben die höchste Niveaustufe erreicht, wenn sie in konkreten astronomischen Eigenschaften und Objekten allgemeine Merkmale der entsprechenden Begriffe erkennen, und zwar als eine besondere Ausprägung. Ein analoges Niveau liegt vor, wenn sie ausgehend von allgemeinen (abstrakten) Merkmalen das Besondere und die konkreten Objekte aufspüren können. In den durchgeführten Leistungskontrollen konnten 52 % der beteiligten Schüler entsprechende Merkmale des Begriffs *Stern* adäquat beim Erläutern der Entwicklung konkreter Sterne verwenden. Dieses, bezogen auf die Reproduktionsleistung, gute Ergebnis läßt jedoch noch Reserven offen, die durch eine überlegte und langfristig geführte Prozeßgestaltung erschlossen werden können. Sie beeinflußt auch die Disponibilität der Kenntnisse über astronomische Begriffe.

Die Funktion des Astronomieunterrichts innerhalb der Allgemeinbildung ergibt sich insbesondere aus dem Beitrag, den dieses Fach für die Erweiterung und Vertiefung des wissenschaftlichen Weltbildes der Schüler zu erbringen hat. Die Schüler sollen beobachtbare astronomische Erscheinungen beschreiben, erklären und voraussagen, um sich auf dieser Grundlage wesentliche Strukturelemente des wissenschaftlichen Weltbildes, wie

- Einordnung von Mensch, Erde, Sonnensystem in den Kosmos,
- grundlegende Erkenntnisse über den evolutionären Kosmos,
- Funktion der Raumfahrt

durch Tätigkeiten dauerhaft anzueignen. Beschreiben, Erklären, Vorhersagen beinhaltet ein flexibles Anwenden der Kenntnisse über astronomische Begriffe und physikalische Gesetze, was durch den Qualitätsparameter *Disponibilität* ausgedrückt wird.

Eine hohe Niveaustufe dieses Parameters liegt vor, wenn die Kenntnisse über astronomische Begriffe unter unterschiedlichen Bedingungen verfügbar und außerhalb des erlernten Kontextes anwendbar sind. Die Schüler müssen ihre Kenntnisse aus den konkreten Zusammenhängen lösen können, in denen sie im Gedächtnis aufbewahrt sind. Sie soll-

ten also in der Lage sein, Merkmale des Begriffs *Stern*, die im Zusammenhang mit der Behandlung der Sonne angeeignet wurden (z. B. Atmosphäre, Strahlungsarten, Spektrum) bei Beschreibungen anderer Sterne und Erläuterungen dort auftretender Erscheinungen adäquat zu verwenden. Entsprechendes gilt für die Übertragung der Merkmale, die an einem «Modellstern» ermittelt wurden, auf einen konkreten Stern wie die Sonne.

Welche Reserven in bezug auf die Disponibilität der Kenntnisse über den Begriff *Stern* noch zu erschließen sind wurde deutlich, als Schüler auf die Frage, welche gemeinsamen Merkmale die Sonne mit anderen Sternen hat, in geringer Häufigkeit die Merkmale Atmosphäre und Kernfusion angaben.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß Schüler den Inhalt des grundlegenden astronomischen Begriffs *Stern* teilweise nicht genügend beherrschen. Sie können aspekthaft Merkmale angeben, aber noch unzureichend Verbindungen zwischen ihnen herstellen und sie nicht sicher genug mit konkreten Objekten verknüpfen. Dies hat negative Auswirkungen auf das Operieren mit dem Begriff in Aussagen. Wie bereits angedeutet, liegen die Ursachen für diese Situation vorrangig in der Prozeßgestaltung der Erarbeitung astronomischer Begriffe, was mit einer noch nicht tiefgründig genug durchgeführten Lehrplaninterpretation verbunden ist. Die im Lehrplan angelegten Möglichkeiten, Begriffsmerkmale aus empirischen Befunden von den Schülern verallgemeinern zu lassen und diese bei der Anwendung auf konkrete Objekte mit Kenntnissen über konkrete Erscheinungen im Bewußtsein der Schüler zu verknüpfen, werden noch nicht voll ausgeschöpft. In nicht ausreichendem Maße wird die Begriffserarbeitung als ein längerfristiger Prozeß gestaltet. Das methodische Vorgehen bei der Behandlung eines Begriffs auf der Ebene der Erscheinungen unterscheidet sich häufig nicht von dem bei der Erarbeitung von Begriffen mit hohem Abstraktionsgrad. Eine bewußte Berücksichtigung «innerer» Komponenten der Aneignung erfolgt kaum. Als eine Ursache für diese Situation in der Unterrichtspraxis kann die Tatsache angesehen werden, daß die Astronomiemethodik kein Konzept für die Aneignung astronomischer Begriffe vorschlägt, bei dem die kognitiven Bedingungen der Schüler entsprechend berücksichtigt sind. Im folgenden werden **Grundlagen für ein systematisches methodisches Vorgehen bei der Begriffserarbeitung** dargelegt, bei dem im Sinne eines tiefen inhaltlichen Verständnisses der durch die Schüler anzueignenden Begriffe der Akzent auf die Organisation der Merkmale in der Kenntnisstruktur gelegt wird. Um das Hauptanliegen deut-

lich hervortreten zu lassen, wird die Begriffsbehandlung nicht in der Totalität und Komplexität des konkreten Unterrichts beschrieben, in dem neben den erzieherischen Komponenten noch andere Einflüsse auf die Persönlichkeitsentwicklung berücksichtigt werden müssen. Die Erarbeitung eines abstrakten astronomischen Begriffs (am Beispiel des Begriffs *Stern*) wird zunächst als ein isoliertes prozessuales Geschehen aufgefaßt, das im konkreten durch das Arbeiten mit Beobachtungen, Experimenten, historischen Inhalten usw. speziell methodisch zu gestalten ist.

Eine Strategie zur Erarbeitung des Begriffs *Stern*

Damit sich die Schüler den grundlegenden astronomischen Begriff *Stern* so aneignen, daß Kenntnisse in hoher Qualität (Objektivität, Allgemeinheit, Disponibilität) vorliegen, ist es notwendig, den Begriffsinhalt systematisch längerfristig aufzubauen, ihn von den Schülern geistig «durcharbeiten» sowie vielseitig und differenziert anwenden zu lassen. Mit dem abstrakten Inhalt müssen zusätzlich Kenntnisse an die Schüler vermittelt werden, mit denen sie Abstraktes auf Konkretes beziehen können. Wesentlich für den Unterrichtserfolg bei der Erarbeitung des Begriffs *Stern* ist, daß die Vermittlung der Merkmale nicht isoliert erfolgt, sondern eingebunden in ein System von Merkmalen (Begriffen), die in einem entsprechenden Bedeutungszusammenhang mit dem semantischen Kern des Begriffs *Stern* stehen.

Als vorteilhaft für eine unter diesen Gesichtspunkten angelegte Prozeßgestaltung erweist sich das Nutzen eines heuristischen Mittels, das die kognitive Psychologie liefert /5/, /6/. Die begriffsbestimmenden Merkmale eines anzueignenden Begriffs existieren als semantischer Kern innerhalb eines semantischen Netzes, welches noch von weiteren Begriffen gebildet wird, die ebenfalls Merkmale des anzueignenden Begriffs darstellen. Für den Begriff *Stern* sieht das semantische Netz wie im Bild dargestellt aus. Die gesamte Netzstruktur in einer Ebene macht den Inhalt des astronomischen Begriffs aus.

Die Schüler beherrschen den Inhalt des Begriffs *Stern* nur dann, wenn sie sich in dem entsprechenden semantischen Netz wie in einer vertrauten Stadt auskennen, was bedeutet, daß

- man von jedem Punkt aus weiß, welche Verbindungen zu den Nachbarpunkten führen,
- man bei Vorlage eines einzelnen Elements, dieses in den Rahmen des Ganzen zu stellen vermag,

– man zu je zwei gegebenen Elementen sagen kann, wie sie zusammenhängen /7/.

Um solche Flexibilität des Denkens bei den Schülern zu erreichen, muß ihnen Gelegenheit gegeben werden, das semantische Netz geistig durcharbeiten, d. h., von jedem beliebigen Punkt (Begriff) des Netzes muß der Schüler denkend zu den anderen hinfinden.

Da die Schüler die Merkmalsstruktur des abstrakten Begriffs *Stern* mit einem konkreten Objekt verbinden sollen, ist im internen Modell die Sonne nach dem Vorbild des semantischen Netzes in entsprechende Merkmale aufgegliedert. Das gesamte interne **Modell dient als Zielbild für den Lehrer**, um ein adäquates Vorgehen daraus abzuleiten, mit dem es möglich ist, solch eine, wie im internen Modell vorgezeichnete, Kenntnisstruktur im Bewußtsein der Schüler aufzubauen. Einen Schwerpunkt bildet die Aneignung der Beziehungen zwischen den Merkmalen des Begriffs *Stern*. Sie erst ermöglicht eine tiefe geistige Durchdringung des Begriffs durch die Schüler. Das Gestalten der Aneignung der Beziehungen zwischen den begriffsbestimmenden Merkmalen (Gaskugel, selbstleuchtend) und den anderen zum inhaltlichen Verständnis notwendigen Merkmale ist methodisch durchdacht und effektiv vorzunehmen.

Die Inhalte der Beziehungen sind bei wissenschaftlichen Begriffen im wesentlichen identisch. Sie gelten für die Widerspiegelung einer physikalischen Eigenschaft oder eines verallgemeinerten Objekts (Systems) und betreffen u. a.

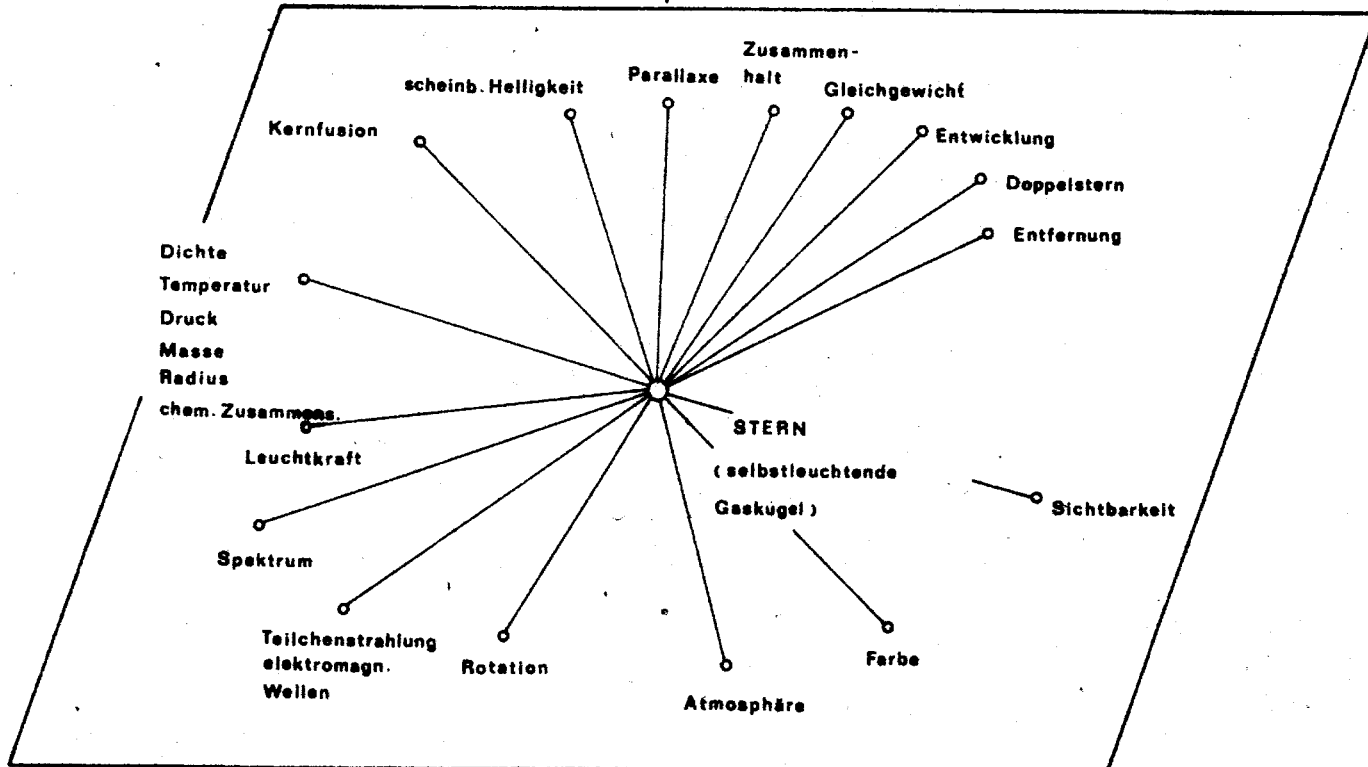
- die räumliche Bestimmung einer Eigenschaft (eines Objektes),
- den Ausgangspunkt (-zustand) einer Veränderung,
- die Art und Weise einer Einwirkung (Veränderung),
- die Mittel (Faktoren der Einflußnahme auf eine Eigenschaft, (ein Objekt),
- die zeitliche Charakteristik von Vorgängen,
- Kausalrelationen.

Beim Erarbeiten der Merkmalsstruktur des Begriffs *Stern* sollten die Schüler stets die Beziehungen zu den begriffsbestimmenden Merkmalen aufdecken, d. h. die «selbstleuchtende Gaskugel» in einen Kontext stellen. Sie ermitteln die Ursachen für Spezifika der Sichtbarkeit einschließlich Sternfarbe, stellen Zustandsgrößen als Ergebnis eines Prozesses dar, charakterisieren quantitative Veränderungen des Sterns als gesetzmäßige Abläufe, die letztlich zu neuen Qualitäten führen (Entwicklung).

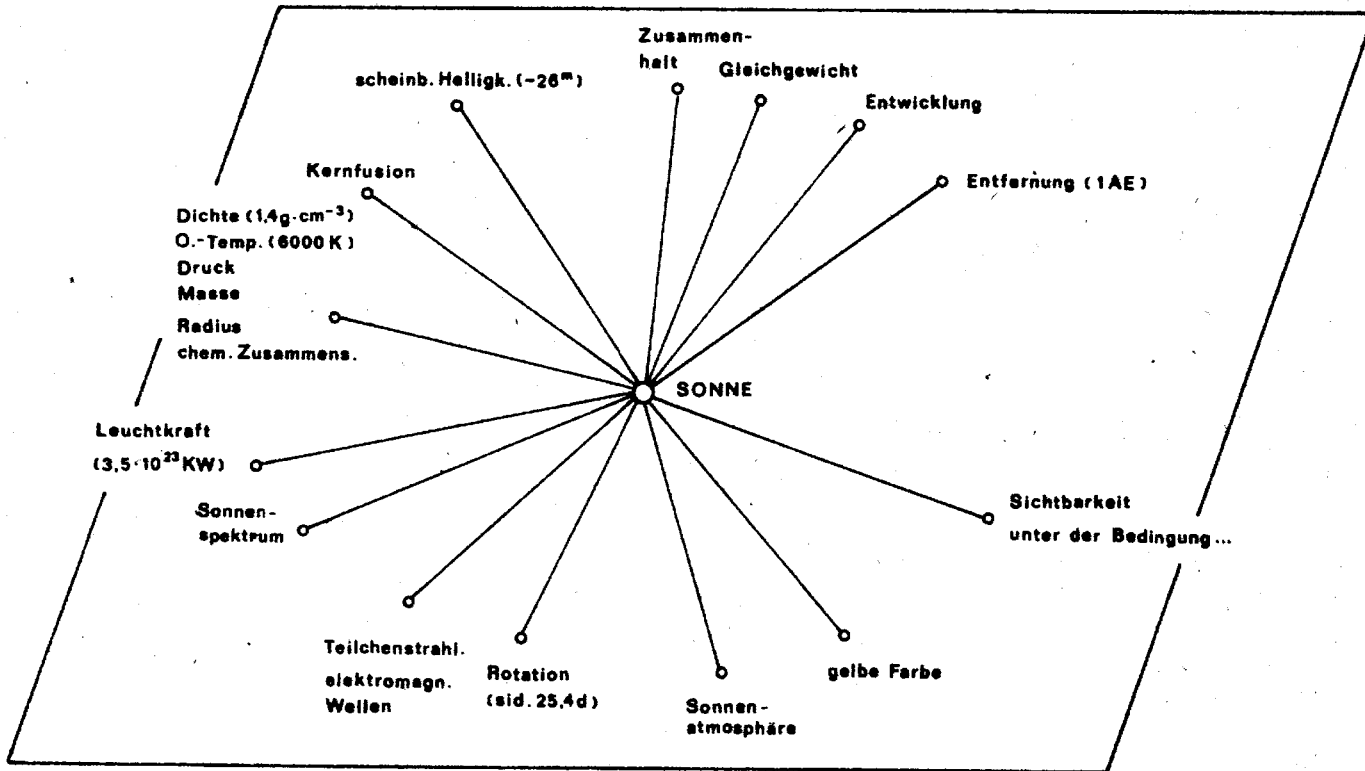
Im Zusammenhang mit der Einbettung der begriffsbestimmenden Merkmale in den astronomischen Kontext durch das Aufdecken von Beziehungen zu weiteren Merkmalen kann erfolgreich eine

HIMMELSKÖRPER

über



unter



Internes Modell des Begriffs Stern

Einheit von Erstvermittlung und Festigung im Astro-
nomieunterricht realisiert werden. Die Schüler ak-
tualisieren bereits erworbene Kenntnisstrukturen,
wenn das Erkennen des Wesens eines Sterns als
kognitives Lernen gestaltet wird, d. h. als Lernen, bei
dem durch Schlußfolgerungen von den Schülern
neue und tiefere Einsichten selbst erzeugt und für
das Handeln genutzt werden. Sinnvolle Einbettung
von Sachverhalten in Bekanntes und Aktivität sind
grundlegend für das Behalten anzueignender astro-
nomischer Inhalte.

Im folgenden ist, kurz umrissen, die Lehrstrategie
für die Erarbeitung des Begriffs *Stern* dargestellt. Sie
entspricht einem systematischen Aufbau eines Be-
griffsinhalts (Merkmalsstruktur). Es wird angedeutet,
wie neu anzueignende Merkmale sinnvoll mit der be-
reits erworbenen Kenntnisstruktur verknüpft werden
können.

**1. Erarbeiten der Begriffsbestimmung/-defi-
nition als Synthese von Merkmalen, die auf der
Grundlage von Beobachtungen ermittelt oder
durch die Sprache vermittelt wurden (semanti-
scher Kern):**

- Die Kugelform und die Tatsache des Selbstleuchtens werden von den Schülern durch eigene Beobachtungen (Sonne) ermittelt und entsprechend verallgemeinert.
- Daß Sterne aus Gas bestehen, wird den Schülern mitgeteilt.

**2. Erarbeiten des semantischen Netzes durch
analoges Ermitteln (Vermitteln) der anderen zum
Kontext gehörende Merkmale (Begriffe) und
durch das Aufdecken der Beziehungen zwischen
den Merkmalen bei teilweiser Auseinanderset-
zung mit Alltagskenntnissen der Schüler:**

Stern ↔ Entfernung (von der Erde)
(Mit der Entfernung von der Erde wird eine Bestimmung des Ortes des Sterns angegeben.)

Stern ↔ Sichtbarkeit
(Die in Beobachtungen festgestellte Tatsache, daß bei den derzeitigen Beobachtungsmöglichkeiten außer der Sonne Sterne stets als Punkte sichtbar sind, wird in einer Diskussion als Bestandteil einer Kausalrelation mit der Entfernung herausgearbeitet.)

Stern ↔ Farbe
(Nach Beobachtung der Farben von Sternen gelangen die Schüler bei der Beantwortung der Frage, welches weitere Merkmal eines Sterns mit der Farbe abgeschätzt werden kann, unter Zuhilfenahme von Alltagskenntnissen zu der Erkenntnis, daß die Lichtfarbe eines Sterns durch eine Kausalrelation mit der Temperatur derjenigen Schicht verknüpft ist, die das Licht abstrahlt.)

Stern ↔ Atmosphäre
(Der Inhalt des Begriffs Sternatmosphäre wird von den Schülern mit Hilfe des Lehrbuches selbst erarbeitet, wobei im Mittelpunkt des Rezeptionsauftrages das Ausstrahlen des Sternlichts in den Weltraum stehen sollte.)

Stern ↔ Rotation
(Die Rotation wird als Ergebnis eines Entstehungsprozesses formal vermittelt, ohne auf den Prozeß näher einzugehen.)

Stern ↔ Teilchenstrahlung/elektromagnetische Wellen
(Eine Reaktivierung der Kenntnisse aus dem Physikunterricht über Hertz'sche Wellen und über die Energie bewegter Körper und Teilchen wird zu der Erkenntnis verallgemeinert, daß die verschiedenen Strahlungsarten eine Art und Weise der Übertragung von Energie des Sterns an das Weltall darstellen.)

Stern ↔ Spektrum (des Sternlichts)
(Nach einer Beobachtung des Spektrums des Sonnenlichts in einem

Experiment wird in einem Lehrer- oder Schülervortrag unter Zuhilfenahme von Abbildungen herausgearbeitet, daß die abgestrahlten Frequenzen des Lichts in einem ursächlichen Zusammenhang zur Oberflächentemperatur und zur chemischen Zusammensetzung des Sterns stehen.)

Stern ↔ Leuchtkraft
(Eine Reaktivierung der Kenntnisse aus dem Physikunterricht über die Leistung einer Glühlampe wird zu der Erkenntnis verallgemeinert, daß mit der Leuchtkraft die Zeitcharakteristik der Energieabstrahlung eines Sterns gekennzeichnet wird, dabei erfolgt eine Auseinandersetzung mit Alltagskenntnissen über Kraft – Kraft als Fähigkeit.)

Stern ↔ Dichte, Temperatur, Druck, Masse, Radius, chemische Zusammensetzung
(Die Zustandsgrößen werden in einem Lehrer- oder Schülervortrag als das Ergebnis eines Entstehungs- und Entwicklungsprozesses gekennzeichnet, ohne auf die Prozesse zunächst einzugehen.)

Stern ↔ Kernfusion
(Mit Hilfe des Lehrbuches erarbeiten sich die Schüler den Inhalt des Begriffs *Kernfusion*, wobei der Rezeptionsauftrag auf eine Kausalbeziehung zum Merkmal des Selbstleuchtens orientiert.)

Stern ↔ scheinbare Helligkeit
(Zur Erarbeitung des Inhalts des Begriffs *Scheinbare Helligkeit* eignet sich die Verwendung der historischen Methode, indem die Schüler mit der Angabe der Sternhelligkeit in Größenklassen bekannt gemacht werden; in Beantwortung der Frage nach der eigenständigen Bedeutung, die der Sternhelligkeit zukommt, gelangen die Schüler zu der Erkenntnis der Kausalrelation dieser Größe mit Entfernung und Leuchtkraft.)

Stern ↔ Parallaxe
(Mit Hilfe des Lehrbuches erarbeiten sich die Schüler den Inhalt des Begriffs *Parallaxe*, wobei der Rezeptionsauftrag auf die scheinbare Verschiebung als Ergebnis einer veränderten Blickrichtung infolge des Erdumlaufs um die Sonne orientiert.)

Stern ↔ Zusammenhalt (Eigengravitation)
(Eine Reaktivierung der Kenntnisse aus dem Physikunterricht über die Gravitationswirkung wird durch eine entsprechende Aufgabenstellung zu der Erkenntnis verallgemeinert, daß ein Gaskörper bestimmter Dichte bzw. Masse eine Gravitationskraft auf äußere Gasschichten ausübt, was zu einer Kugelform führt.)

Stern ↔ Gleichgewicht
(In einem Lehrervortrag wird in konzentrierter Form das Gleichgewicht zwischen Gravitationswirkung und Gas- bzw. Strahlungsdruck als Ergebnis des Entstehungsprozesses gekennzeichnet.)

Stern ↔ Entwicklung
(Mit dem Lehrervortrag wird den Schülern die Entwicklung des kosmischen Objekts als Veränderung der Qualität infolge quantitativer Veränderungen innerhalb der Struktur des Sterns verdeutlicht.)

Stern ↔ Doppelstern
(Nach der Beobachtung von Doppelsternsystemen werden den Schülern in einem Übersichtsvortrag einander konkurrierender Theorien der Entstehung von Doppelsternen vorgestellt /8/, um so auf das Ergebnis eines Prozesses zu verweisen.)

3. Anwenden von einzelnen Merkmalen, von mehreren Merkmalen, die miteinander sinnvoll verknüpft sind, sowie von ganzen Teilstrukturen des semantischen Netzes in Aussagen (Beschreibungen, Erläuterungen, Erklärungen, Vorhersagen)

Bei der Erarbeitung des semantischen Netzes ist bezüglich der nicht zum semantischen Kern gehörenden Merkmale unterschiedlich methodisch vorzugehen. Während der Inhalt einiger Begriffe den Schülern durch Reaktivierung von Kenntnissen schnell verständlich gemacht werden kann, muß der andere mit einem Minimum an Aufwand vermittelt werden, um Zeit für das Aufdecken und Festigen der Beziehungen zwischen den Merkmalen zu gewinnen. Das letztere kann durch Arbeiten mit dem Lehrbuch oder konzentrierten Vortrag geschehen. Bei der Betrachtung der Beziehungen ist durch eine entsprechende Aufgabenstellung eine hohe geistige Aktivität bei den Schülern zu sichern, da erst eine einsichtige Organisation der Kenntnisse im Bewußtsein der Schüler eine dauerhafte Speicherung ermöglicht /9/.

Um eine geistige Beweglichkeit beim Denken innerhalb der Struktur des Begriffs *Stern* bei allen Schülern zu erreichen, sollte jede Merkmalsverknüpfung, aber auch Teilstrukturen, bestehend aus mehreren Merkmalsverknüpfungen in einer Aufgabenlösung zur Anwendung kommen, wie z. B. beim Lösen der Aufgabe: *Erläutern Sie den Einfluß von Masse und chemischer Zusammensetzung eines Sterns auf weitere bedeutsame Merkmale!*

Damit die vorgeschlagene Lehrstrategie zur Erarbeitung astronomischer Begriffe mit hoher Wirksamkeit realisiert werden kann, sind auf der Basis des internen Modells des Begriffs und unter Berücksichtigung von Vorkenntnissen der Schüler adäquate Lernhandlungen bei ihnen auszulösen, durch die sich entsprechende Kenntnisstrukturen ausbilden. Wie sich die Schüler durch Beschreiben, Verallgemeinern auf empirischer und theoretischer Ebene, Erläutern bzw. Erklären und Voraussagen Begriffsstrukturen dauerhaft aneignen, soll in einem weiteren Beitrag vorgestellt werden.

Literatur

- 1/1 *Bienioschek, H.: Erläuterungen des Lehrplans Astronomie.* Berlin 1988.
- 1/2 *Hoffmann, J.: Die Welt der Begriffe.* Berlin 1986.
- 1/3 *Klix, F.: Gedächtnis, Wissen, Wissensnutzung.* Berlin 1984.
- 1/4 *Marx, K.; Engels, F.: Werke Bd. 20.* Berlin 1960, – S. 578.
- 1/5 *Klix, F.: Über Erkennungsprozesse im menschlichen Gedächtnis.* – In: Zeitschrift für Psychologie, Leipzig 192 (1984) 1.
- 1/6 *Klix, F.: Denken und Gedächtnis – Über Wechselwirkungen kognitiver Kompartments bei der Erzeugung geistiger Leistungen.* – In: Zeitschrift für Psychologie, Leipzig 192 (1984) 3.
- 1/7 *Aebli, H.: Zwölf Grundformen des Lehrens.* Stuttgart 1983.
- 1/8 *Ambarzumjan, V. A.: Probleme der modernen Kosmologie.* Berlin 1980.
- 1/9 *Jüllsch, B.: Geistige Bedingungen erfolgreicher Aneignung im Unterricht.* – In: Pädagogik, Berlin 43 (1988) 7/8.

Anschrift des Verfassers: Dr. Eckhard Kersten, Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR, Institut für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht, Otto-Grotewohl-Straße 11, Berlin, DDR-1080.

Arbeit mit dem Lehrplan

– Meinungen, Fragen und Probleme – AS bei ihren Lesern

Das war Gegenstand eines Gesprächs des Chefredakteurs und seines Stellvertreters mit rund 40 Astronomielehrern, dem Direktor des Pädagogischen Kreiskabinetts und dem Fachberater für Astronomie in Gotha. Zahlreiche Fragen und Probleme konnten aufgezeigt, aber bei weitem nicht alle ausdiskutiert werden. Sie bieten jedoch genügend Stoff zum Mit- und Weiterdenken. Dazu sind auch Ihre Standpunkte und Meinungen gefragt. Schreiben Sie uns!

Freude an Himmelsbeobachtungen erzeugen

Bernd Kallenberg, OS Wölfis: Neben Beobachtungsabenden mit vorgegebenen Aufgaben, die zum Beobachten, Messen und Protokollieren auffordern, lege ich großen Wert darauf, daß die Schüler Freude gewinnen, den Sternhimmel aufmerksam zu beobachten. Nach dem Erwerb von Grundkenntnissen und wichtigen Begriffen erteile ich langfristige Beobachtungsaufträge mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad. Gleichzeitig rege ich die Schüler an, in den Wintermonaten auf dem morgendlichen Schulweg bei günstigen Sichtverhältnissen den Sternhimmel zu beobachten. Besonders beeindruckt sind sie von den Lichtgestalten des Mondes und der Venus als Morgenstern. Damit konnte ich Freude und Interesse an der Beobachtung fördern. Obwohl Protokolle notwendig sind, geht es mir vor allem um die Beobachtung des Sternhimmels und erst in zweiter Linie um die Anfertigung des Protokolls.

Frauke Kresse, OS II Waltershausen: Vor allem am ersten Beobachtungsabend der Klasse ist es sinnvoll, das Beobachten und nicht das Protokollieren in den Vordergrund zu stellen.

Cersten Pietschmann, W.-Pieck-OS Gotha: In den vergangenen Schuljahren machte ich die Erfahrung, daß die im Lehrbuch vorgeschlagenen Protokolle gut durchdacht sind. Sie lassen sich aber während der Beobachtung umständlich handhaben und erfordern großen Schreibaufwand. In diesem Schuljahr versuchte ich deshalb, mit Protokollblättern zu arbeiten, die mir der Fachberater zur Verfügung stellte. Diese Blätter sind so angelegt, daß die Schüler nur einen geringen Schreibaufwand haben und vor allem beobachten können.

Interesse der Schüler wecken

Konrad Bergleiter, Myconius-OS Gotha: Meine Probleme bei der Umsetzung des Lehrplans liegen im wesentlichen in der Entscheidung über die Tiefe des Eingehens auf die verschiedenen Fakten und Zusammenhänge. So werden z. B. die Kleinkörper im Sonnensystem im jetzigen Lehrplan sehr flüchtig behandelt. Über sie wird lediglich informiert. Gerade hier gab es aber in den letzten Jahren erhebliche Wissenserweiterungen. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit, den Schülern auch emotional den Nutzen der Raumfahrt mit Hilfe von Fotos aus Raumflugkörpern zu verdeutlichen. Fotos von benachbarten Himmelskörpern sind für Schüler oft interessanter als Satellitenbilder über Erderkundung und Erdvermessung. Man darf nicht vergessen, Schüler mit 16 Jahren sind einer Informationsflut ausgesetzt, welche den Wissenserwerb als Motivation oft außer

Kraft setzt. Alles, was in anderen Fächern bereits besprochen wurde, ist für die Schüler langweilig. Sie interessieren sich am Anfang sehr für das Fach Astronomie und hoffen, daß etwas Neues kommt. Dazu tragen auch entsprechende Filme oder Bücher aus dem Science-fiction-Genre bei. Schüler merken sofort, wenn der Lehrer engagiert ist und gehen entsprechend mit. Wenn ich mich allen Themen mit gleichem Engagement zuwende, wirke ich unaufrichtig, weil jeder Mensch seine speziellen «Lieblingsthemen» hat. Widme ich mich aber diesen Themen ausführlicher, komme ich in erhebliche Zeitprobleme. Den Widerspruch zwischen den Lehrplanforderungen und den darüber hinausgehenden interessanten Themen und der Zeit, sie zu behandeln, habe ich noch nicht zu meiner Zufriedenheit gelöst.

Unterricht differenziert gestalten

Gerd Schuchhardt, OS Warza: Eine differenzierte Unterrichtsgestaltung unter Einbeziehung aktueller Ergebnisse aus Astronomie und Raumfahrt ist vom Lehrer unter Berücksichtigung des Stoff-Zeit-Verhältnisses gut realisierbar. Die Veränderungen in der dritten Stoffeinheit enthalten aus meiner Sicht Probleme. So erscheint mir bei Behandlung der Entfernungsbestimmung mit Hilfe der Parallaxe das Weglassen anderer Methoden nicht sinnvoll. Anspruchsvollere Schüler möchten mehr wissen. Meine Erfahrung besagt, daß die bisher vermittelte Gleichung durch den auftretenden Logarithmus für die meisten Schüler ein Problem darstellte, aber inhaltlich durchaus faßlich war. Jetzt steht uns der Taschenrechner zur Verfügung. So könnte wenigstens einmal praktisch mit dem Logarithmus gearbeitet werden.

Bei Behandlung der Metagalaxis fragen die Schüler oft, wie man die «Flucht» der Galaxien nachweisen kann. Die Lehrpläne für Physik und Astronomie sehen die Darstellung des Doppler-Effekts nicht vor. Aus meiner Sicht ist es möglich, diesen Stoff den Schülern zu vermitteln, da *Dopplers* Versuche im Bereich der Schallwellen im Bereich der Erfahrungswelt der Schüler liegen und für sie deshalb faßlich sind.

Tafelbilder als Wissensspeicher

Hans Eggert, O.-Grotewohl-OS Gotha: Ein Tafelbild spiegelt oft Unterrichtsaufbau und Ablauf der Unterrichtsstunde wider. Ein im Unterricht entwickeltes Tafelbild schließt die Tätigkeit der Schüler ein. Die Aneignung des Stoffes wird erleichtert und die Schü-

ler werden befähigt, wichtige Ergebnisse sachlich richtig und in geordneter Form festzuhalten. Zahlreiche Schüler nutzen die damit verbundenen schriftlichen Aufzeichnungen zur Vorbereitung auf Leistungskontrollen, weil gute Tafelbilder das Erfassen und Einprägen des Wesentlichen des Unterrichtsstoffes erleichtern.

Unterricht mit der Heimatgeschichte verbinden

Hermann Gabler, R.-Luxemburg-OS Gotha: Gotha hat eine 200jährige Tradition in der astronomischen Forschung. Diesem Thema ist auch eine Ausstellung gewidmet. Drei Straßen unserer Stadt sind nach ehemaligen Sternwartendirektoren benannt. Diese territoriale Astronomiegeschichte beziehe ich in den Astronomieunterricht ein, um ihn interessant und lebensverbunden zu gestalten. Bei einem Gang durch die Ausstellung erhielten die Schüler z. B. den Auftrag, Notizen zur Geschichte der Sternwarte in Gotha anzufertigen, die im Unterricht ausgewertet wurden.

Hilfen für Anfänger im Astronomieunterricht

Andreas Messing, OS I Friedrichroda: Von meinem Direktor bekam ich den Auftrag, in diesem Schuljahr erstmals Astronomie zu unterrichten. Mit dem Ergebnis der ersten Stunden war ich sehr unzufrieden. Den Schülern machte der Unterricht kaum Spaß, da ich wenig Interesse für die Astronomie wecken konnte. Die Schüler blieben inaktiv. Da mir als Anfänger die Unterrichtshilfen zwar viele Informationen, aber zu wenig Ratschläge für eine interessante Unterrichtsgestaltung gaben, bot mir der Fachberater, *OL Weidner*, die gemeinsame Vorbereitung einiger Unterrichtsstunden an. Dieses Angebot nahm ich gern an, und so bekam ich viele gute Hinweise für eine interessante und effektive Unterrichtsgestaltung. Seit dieser Zeit gehe ich wesentlich ruhiger in den Astronomieunterricht; die Schüler haben auch mehr Freude an der Astronomie.

Jörg Wolf, OS Erleben: Als junger Physiklehrer unterrichtete ich seit zwei Jahren Astronomie. Schwierig ist die Behandlung von Unterrichtsstoffen, die neu in den Lehrplan aufgenommen wurden, z. B. die Expansion der Metagalaxis. Dazu erhielt ich vom Fachberater praktikable Hinweise. Es müßten den Lehrern noch mehr Hilfen, z. B. zur Vermittlung von interessanten Fakten, zur Motivierung und zur Durchführung von Handexperimenten angeboten werden.

Ursula Störmer, Th.-Müntzer-OS Gotha: Als 1971 die ersten Unterrichtshilfen erschienen, nahmen viele Kollegen an, diese Materialien seien verbindlich und fühlten sich bevormundet. Es bedurfte eingehender Diskussion, um klarzustellen, daß es sich bei den Unterrichtshilfen um Empfehlungen handelt, die die Tätigkeit des Lehrers anregen sollen. Jetzt liegen Unterrichtshilfen ganz anderer Art vor. Sie fordern mehr zur schöpferischen Arbeit heraus. Hier haben aber besonders jene Kollegen Probleme, die neu im Fach Astronomie unterrichten. Sie brauchen vielseitige Anregungen für die Gestaltung von Tafelbildern, für Experimente, für Leistungskontrollen usw. Das vermisse ich in den vorliegenden Unterrichtshilfen.

Dr. Helmut Bernhard, Chefredakteur: Die jetzigen Unterrichtshilfen sind so angelegt, daß die eigene Verantwortung des Lehrers für den Unterricht erhöht und seine schöpferische pädagogische Tätigkeit stimuliert wird. Deshalb sind diese Hilfen auch nicht auf einzelne Stunden aufgeschlüsselt. Sie zielen vielmehr darauf, daß jeder Lehrer seine eigene Planung entwickelt, wobei die konkreten Bedingungen an der Schule zu beachten sind. Aber auch diese Unterrichtshilfen sind nicht der Weisheit letzter Schluß, sie müssen sicher weiterentwickelt werden. Die jetzigen Hilfen enthalten z. B. relativ wenig Hinweise zur unterrichtlichen Umsetzung neuer Lehrplaninhalte, weil zum Zeitpunkt ihres Erscheinens noch keine praktischen Erfahrungen vorliegen konnten.

«Nicht wenige streitbare Diskussionen hat es darum gegeben, wie methodische Hilfen aussehen müssen, damit sie nicht zu Formalismus und Schematismus in der Unterrichtsgestaltung verleiten. Sicher ist, daß wir mit einer Reihe neuer Unterrichtshilfen manches im Hinblick darauf erreicht haben, Anregungen zu geben, nicht Rezepte zu verabreichen, sondern vielfältige methodische Sichtweisen zu öffnen. In dieser Richtung ist mit Konsequenz weiter zu arbeiten. Manche Unterrichtshilfe wird sich durch die Erfahrungen der Praxis als überholt erweisen, wobei man sich ohnehin von der Auffassung trennen sollte, daß Unterrichtshilfen unbedingt die gleiche Gültigkeitsdauer von Lehrplänen oder Schulbüchern haben müssen.»
Aus dem Referat des Ministers für Volksbildung, Margot Honecker, auf dem IX. Pädagogischen Kongreß.

Wir wissen, unsere Lehrer brauchen Entlastung von aufwendigen Vorarbeiten bei der Unterrichtsplanung, damit sie sich mehr dem schöpferischen Durchdenken des Unterrichts widmen können. Sie erwarten dazu vielseitige Anregungen, z. B. Varianten zur Unterrichtsgestaltung, Empfehlungen für Tafelbilder und Folien usw. Hier ist AS gefordert, den Kollegen praktikable Vorschläge anzubieten.

Wir gratulieren

Zum Tag des Lehrers 1989 wurde Dr. *Klaus Lindner*, stellvertretender Chefredakteur der Zeitschrift «Astronomie in der Schule», zum Studienrat befördert.

Nachfolgende Korrespondenten von AS erhielten Auszeichnungen: *Ilse Krösche*, Fachberater für Astronomie in Berlin-Treptow, wurde zum Oberstudienrat und *Hermann Hilbert*, Leiter der Schul- und Volkssternwarte «Johannes Kepler» in Rudolstadt, zum Studienrat ernannt. *Dieter Frisch*, Fachberater für Astronomie in Berlin-Hellersdorf, und *Lutz Klinnert*, Fachberater für Astronomie in Strausberg, erhielten den Titel Oberlehrer.

Gesellschaftliche Erwartungen an jeden von uns

Die Aufgaben, die wir uns in allen Bereichen der Bildung und Erziehung und insbesondere in unserer Schule gestellt haben, erfordern, alles bisher Bewährte noch konsequenter zur Geltung zu bringen und zugleich Neues zu erproben, nach neuen Wegen zur Lösung herangereifter Probleme zu suchen. Volksbildung in unserem Lande war stets etwas Lebendiges, und sie ist es heute mehr denn je. Uns ist pädagogisches Schöpferium abverlangt, das vor allem darin zum Ausdruck kommt, daß jeder Pädagoge der eigenen Verantwortung bei der Bildung und Erziehung der ihm anvertrauten Kinder nachkommt, was er in unsere auf der marxistisch-leninistischen Erziehungstheorie beruhenden pädagogischen Praxis einbringt und wie er den kollektiven Erfahrungsschatz zur ständigen Verbesserung der eigenen Arbeit nutzt, wie er all jene pädagogischen Entscheidungen trifft, die ihm niemand abnehmen kann.

Aus der Willensbekundung der Teilnehmer des IX. Pädagogischen Kongresses

Zur Nutzung der Unterrichtssendung des Fernsehens

«Arbeitsort Weltraum»

Horst Röpke

Die Sendung «Arbeitsort Weltraum» (18 min) wurde im Schuljahr 1988/89 erstmalig ausgestrahlt. Sie ist vorgesehen zur unterrichtlichen Nutzung bei der Behandlung der Stoffeinheit 2.4. *Raumfahrt*. Zu diesem Ersteintritt haben sich Lehrer und Fachberater in Erfahrungsberichten geäußert. Daraus lassen sich Anregungen und Empfehlungen für eine effektive Sendungsnutzung ableiten.

Zur Zielsetzung der Sendung

- Unterstützung des Wissenserwerbs der Schüler zu wichtigen Etappen der Entwicklung, der Aufgabengebiete und des Nutzens der Raumfahrt;
- Motivierung der Schüler zum Thema Raumfahrt und zu weiterführenden Fragestellungen;
- Emotionale Bewegung der Schüler durch einzelne Sendungspassagen (Bedeutsamkeit der Raumfahrt in der SU, Mitwirkung der DDR; Darstellung der Risiken der Raumfahrt);
- Unterstützung der rationellen Wissensvermittlung durch den Lehrer.

Zum Sendungsinhalt

Einleitung: Historisch-utopische Bilder vom Vorstoß der Menschheit in den Weltraum bis zum Satellitenstart der Gegenwart (Ikarus, «Luftschiff», Kanone des Jules Verne, Raketenexpress, Start eines amerikanischen Raumtransporters)

Anfänge der Raketentechnik in der SU

(Prinzipskizzen des Raketenantriebes von Ziolkowski, erste Startversuche)

Erkundungen mit automatischen Satelliten

(Sputnikstart 4. 10. 1957, Luna III [1959] fotografierte Mondrückseite, Beispiele der Monderforschung in den Folgejahren)

Vorstoß in den interplanetaren Raum

(Atmosphärenturbulenzen der Venus, Oberflächenaufnahmen von Venus und Mars)

Die Venus-Halley-Mission

(Erläuterung eines Forschungsprogramms mit Trickdarstellung der Flugbahn und Bildern aus dem Kontrollraum)

Die bemannte Raumfahrt beginnt

(1961 Juri Gagarin, Monderforschung durch Mondmobil und Astronauten)

Nutzen der Raumfahrt für die Erde

(Bedeutung der Multispektralkamera zur Erkundung der Vegetation und von Bodenschätzen, Nachrichtensatellit Molnija, Intersputnikstation; Rettungssystem SARSAT-KOSPAS; Wettersatellit Meteor)

Die Epoche der Orbitalstationen

(MIR; Forschungsarbeit an Bord, Stationsaufbau, Bedeutung der Module, Zubringerverkehr, Ausstieg, Landevorgang; Challengerkatastrophe)

Aktueller Abspann: Raumfähre Buran

Passagen zur Motivierung der Schüler und das emotionale Ansprechen (z. B. bei den Risiken der Raumfahrt) hervorgehoben. Zur Bewältigung des Stoffzeit-Problems ist eine gute methodische Integration der Sendung in die Stoffeinheit sowie eine sorgfältige Abstimmung mit dem Einsatz weiterer Unterrichtsmittel erforderlich. Es hat sich bewährt, die Sendung in der ersten Stunde der Stoffeinheit einzusetzen, wenn man von der vorgeschlagenen Stoffgliederung in Lehrplan und Unterrichtshilfen ausgeht. Sie hat hier die Funktion der *Motivierung* und *Stoffvermittlung*. Im Unterschied zu den beiden weiteren Sendungen «Die Sonne» und «Kosmische Dimensionen», die eine sehr klare Gliederung aufweisen (Zwischenüberschriften), sind hier einige Rezeptionshilfen angebracht. Ausgehend von den dargestellten inhaltlichen Schwerpunkten erleichtert eine Grobgliederung, an der Tafel bzw. auf einer Folie vorgegeben, eine systematisierende Sendungsrezeption durch die Schüler. Die Wirksamkeit der Sendung wird erhöht, wenn einzelnen Schülern bzw. Schülergruppen Beobachtungsaufgaben zu bestimmten Schwerpunkten der Sendung gegeben werden, so z. B.

- Beispiele der Erkundung von Planeten und Kometen
- Die unterschiedliche Form der Monderkundung durch die SU und die USA
- Nutzen der Raumfahrt für die Erde
- Vorteile einer Orbitalstation

Wenn durch eine vorbereitende Hausaufgabe (z. B. gelenktes Literaturstudium zu einzelnen Komplexen) das Wissen weiter angereichert wird, ergibt sich eine äußerst effektive Form der Sendungsauswertung für die Klasse (z. B. durch Schülerkurzvorträge). Es ist nicht empfehlenswert, die Schüler während des Sendungsempfangs zu Niederschriften zu veranlassen. Hospitationen und Tests zeigten, daß dadurch wesentliche Bildinformationen verlorengehen. Nur geübten Klassen sollte man das Fixieren von Stichpunkten zu unverstandenen Sendungsabsichten zugestehen.

Bei der Auswertung setzt die Mehrzahl der Lehrer keine weiteren Unterrichtsmittel zur Illustration von Objekten ein. Das Bildmaterial der Sendung ist ausreichend, die Notwendigkeit spezieller Erläuterungen an statischen Bildern ist nicht gegeben. Die methodischen Varianten der Sendungsauswertung leiten sich aus der Art und Weise der Vorbereitung

Zur Nutzung der Sendung

Als entscheidende Gründe für den Einsatz der Sendung werden neben den aktuellen inhaltlichen Fakten besonders die gestaltungsmäßig gelungenen

des Empfangs ab (z.B. Schülerkurzreferate, Abschrift und Ergänzung der Gliederung von Tafel bzw. Folie, Aufgreifen unklarer Sachverhalte für ein Unterrichtsgespräch).

Von großer Bedeutung für die Planung der Unterrichtsstunde ist die Beachtung der zeitlichen Lage der Sendung innerhalb der Unterrichtsstunde. Davon hängt es ab, welche vor- bzw. nachbereitenden Maßnahmen in der gleichen bzw. in der vorhergehenden oder folgenden Stunde erfolgen müssen. Bestätigt wurde im Schuljahr 1988/89, daß die drei Ausstrahlungswochen im Dezember terminlich richtig liegen, so daß man die Sendung prinzipiell in der vorgeschlagenen Funktion zur Stoffarbeit einsetzen kann. Der Einsatz der Sendung zur Festigung des Wissens (z.B. der zweiten Stunde der Stoffeinheit) erfordert einen größeren zeitlichen Aufwand.

Abschließend sei auf die Möglichkeit des häuslichen individuellen Empfangs durch die Schüler verwiesen. Als konkrete Hausaufgabe mit klarer Aufgabenstellung kann der Empfang der Sendung am Montag, dem 27.11.1989, 18.25 Uhr erfolgen. Diese Nutzungsvariante, von einzelnen Lehrern wegen eines ungünstigen Sendetermins am Vormittag praktiziert, hat sich als zeitökonomisch herausgestellt. Die Auswertung im Unterricht (hier gestützt durch den Einsatz von Dias und Lehrbuch) zeigte gute Ergebnisse.

Anschrift des Verfassers: Dr. Horst Röpke, Zentralinstitut für Schulfunk und Schulfernsehen, Am Neuen Palais, Potsdam, DDR-1571.

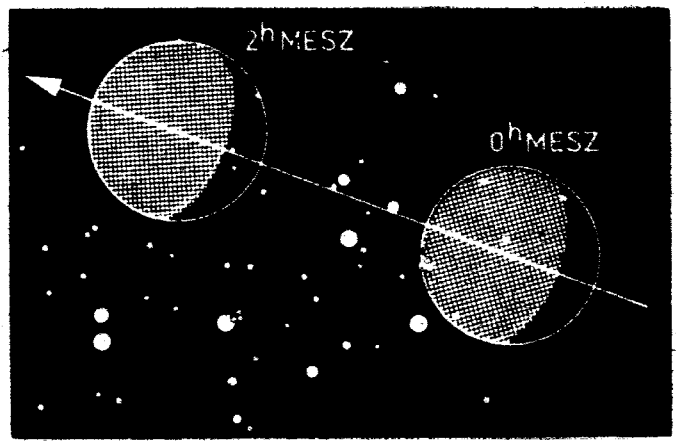


Bild 1: Bahn des Mondes durch die Plejaden am 20. 9. 1989

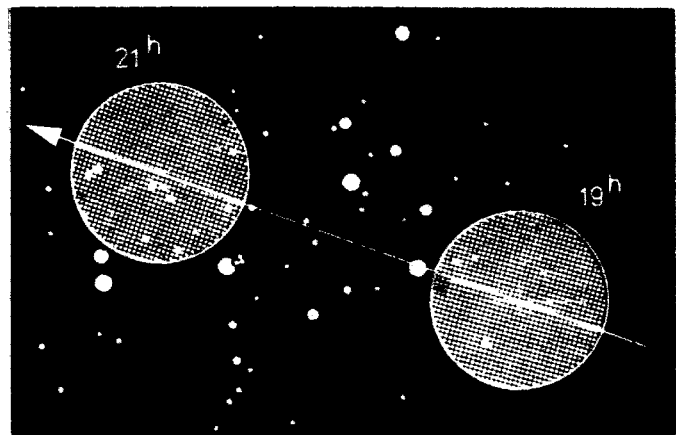


Bild 2: Bahn des Mondes durch die Plejaden am 13. 11. 1989

Horizont statt: Am 20. 9. 1989 beträgt die Mondhöhe bei Beginn des Ereignisses 28° , zum Ende 46° ; für den 13. 11. 1989 lauten die entsprechenden Werte 24° und 42° . Der Beginn der Bedeckung am 3. 2. 1990 erfolgt in einer Mondhöhe von 38° .

Grundsätzlich müssen wir davon ausgehen, daß Sternbedeckungen für eine Beobachtung im Klassenverband nicht geeignet sind, da die sogenannten «Kontakte» schlagartig erfolgen und jeweils nur ein Schüler das Ereignis verfolgen könnte. Da jedoch die Bedeckung am 13. 11. 1989 einmal zeitlich sehr günstig liegt und zum anderen kurz vor der Behandlung der Stoffeinheit Mond stattfindet, kann die Beobachtung als Hausaufgabe empfohlen werden, was natürlich das Vorhandensein zumindest eines Feldstechers voraussetzt. In jedem Falle überstrahlt der Mond mit seiner Helligkeit die lichtschwachen Plejadensterne, so daß sich die Beobachtung mit bloßem Auge von vornherein verbietet.

Die Beobachtung von Sternbedeckungen soll folgende Erkenntnisse vermitteln:

- Die wahre Bewegung des Mondes vor der Kulisse der Hintergrundsterne – in diesem Falle vor einem offenen Sternhaufen – wird hier einprägsam veranschaulicht.
- Das schlagartige Verschwinden bzw. Wiederauftauchen der Sterne am Mondrand läßt den eindeutigen Schluß zu, daß der Mond praktisch atmosphärenlos ist, so daß keine allmähliche Schwächung bzw. Wiederrücknahme des Sternlichtes erfolgen kann.

Klaus Lindner; Hans Joachim Nitschmann

B Beobachtung

Nochmals: Plejadenbedeckung durch den Mond

Es gibt wohl kaum eine bessere Gelegenheit, innerhalb kürzester Zeit einen Eindruck von der wahren Bewegung des Mondes zu gewinnen, als bei der Bedeckung eines Sternhaufens durch unseren natürlichen Erdtrabant. Wir möchten deshalb auch in diesem Schuljahr zur Beobachtung dreier Plejadenbedeckungen ermuntern, von denen die zweite zeitlich außerordentlich günstig liegt.

Die erste, am Mittwoch, dem 20. September 1989, 0^h MESZ beginnend, erfolgt bei abnehmendem Mond, zwei Tage vor dem Letzten Viertel. Das bedeutet, daß der Mond mit seinem beleuchteten Teil nacheinander die Plejadensterne verdeckt, während ihr Wiederauftauchen am unbeleuchteten Mondrand erfolgt. Bild 1 zeigt den Verlauf. Anders ist die Situation am Montag, dem 13. November 1989. An diesem Tage ist Vollmond, was bedeutet, daß die um 19^h MEZ beginnende Bedeckung genau wie das Wiederauftauchen der Plejadensterne am beleuchteten Mondrand vor sich geht. Das ist in Bild 2 gut zu erkennen. Die dritte Bedeckung nimmt am Sonnabend, dem 3. Februar 1990 um 23^h, einen Tag nach dem Ersten Viertel, ihren Anfang. Hier verschwinden die Plejadensterne am unbeleuchteten Mondrand, um später am beleuchteten Rand wieder hervorzutreten. Alle drei Bedeckungen finden in für die Beobachtung günstigen Höhen über dem

Aus der Geschichte des Astronomieunterrichts in der DDR

Dazu öffnete anlässlich des IX. Pädagogischen Kongresses in der Sternwarte «J. Franz» in Bautzen – einem traditionsreichen Ort der Schulastronomie – eine ständige Ausstellung ihre Pforten – (s. Bild 2. Umschlagseite): Sie gibt mit Texten, Bildern, historischen Dokumenten, Fotos, Unterrichtsmitteln, Lehrmaterialien und anderen Exponaten Einblick in drei Jahrzehnte Astronomieunterricht innerhalb der 40jährigen Geschichte der DDR. Texte, Bilder und Dokumente in zehn großflächigen Wandvitruinen stellen vor:

- Forderungen A. Diesterwegs zur astronomischen Bildung der Schuljugend
- Sternwarte Bautzen – ein Wegbereiter der Schulastronomie in unserem Land
- Einführung des Astronomieunterrichts an den Oberschulen der DDR für alle Kinder des Volkes (1959)
- Weitere inhaltliche Ausgestaltung des Astronomieunterrichts (ab 1971)
- Anforderungen an den Astronomieunterricht in den neunziger Jahren
- Fakultative Kurse «Astronomie und Raumfahrt» – Arbeitsgemeinschaften «Junge Astronomen»
- Astronomieunterricht in Sternwarten und Planetarien
- Entwicklung der Beobachtungsinstrumente für den Astronomieunterricht
- Aus- und Weiterbildung der Astronomielehrer – Pädagogische Lesungen im Fach Astronomie
- Zeitschrift «Astronomie in der Schule» als Helfer für den Unterricht und die Weiterbildung der Astronomielehrer.

Die Besucher der Ausstellung erleben, wie die Entwicklung des Astronomieunterrichts an den Oberschulen der DDR untrennbar mit dem Werdegang unseres sozialistischen Bildungssystems verbunden ist, das sich durch Kontinuität und Dynamik auszeichnet. Die Ausstellung macht sichtbar, daß der Astronomieunterricht innerhalb des Ensembles der naturwissenschaftlichen Fächer einen spezifischen Beitrag zur sozialistischen Allgemeinbildung leistet und daß das Fach Astronomie bedeutende Potenzen zur Erziehung sozialistischer Persönlichkeiten besitzt.

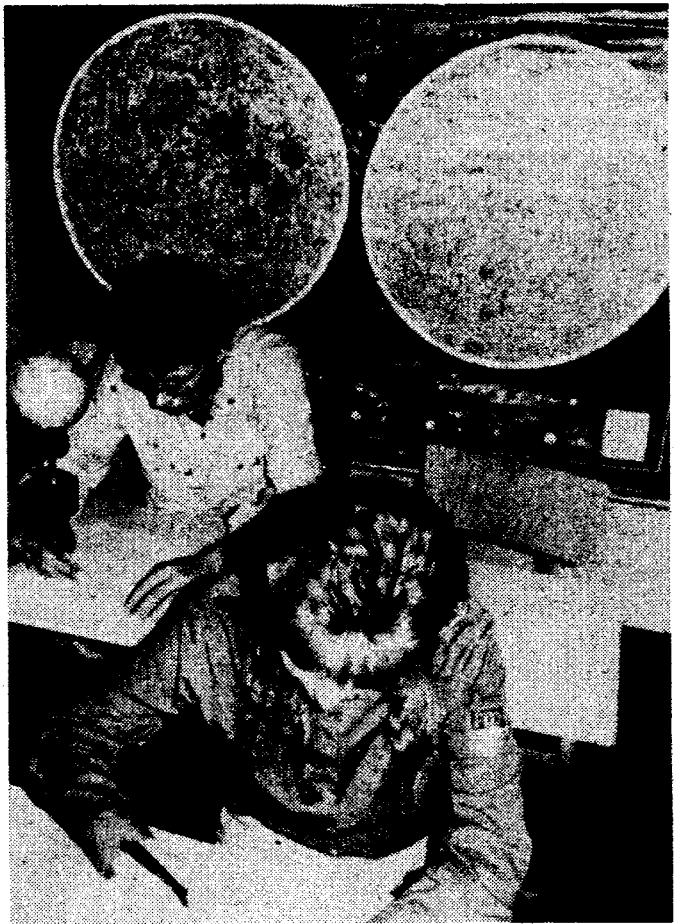
Durch den Besuch der Ausstellung erhalten interessierte Lehrer einen Zugang zur historischen Entwicklung des Astronomieunterrichts mit dem Ziel, das Geschichtsbewußtsein für das Fach zu festigen und zu vertiefen sowie besondere Leistungen von Persönlichkeiten der Schulastronomie der DDR unverlierbar zu bewahren. Die größere Vertrautheit mit der Geschichte des Faches soll anregen, gegenwärtige Aufgaben der Bildung und Erziehung im Astronomieunterricht noch besser zu verstehen und sie mit hoher Qualität zu erfüllen. Gleichzeitig sollen Denkanstöße für Überlegungen zur Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts gegeben werden. Damit ist die Exposition auch ein lohnendes Ziel für Exkursionen innerhalb der Aus- und Weiterbildung der Astronomielehrer.

Die Ausstellung ist ein Anfang, weitere Forschungsarbeiten sind nötig! Alle an der Geschichte des Faches Interessierten werden gebeten das Anliegen zu unterstützen. Stellen Sie Dokumente, Fotos, aufgeschriebene Episoden, Chroniken von Schulsternwarten, gelungene Schülerarbeiten und andere Materialien aus dem Werdegang des Astronomieunterrichts zur Verfügung. Auch Berichte über die Tätigkeit hervorragender Astronomielehrer sind erwünscht. Helfen Sie bei der Vervollkommnung der Exposition! Durch den Aufbau einer umfangreichen Materialsammlung sollen Astronomielehrer jederzeit Einblick in ihr Fach, seine Ziele, Aufgaben und Probleme sowie in seine Geschichte erhalten können.

Helmut Bernhard, Hans Joachim Nitschmann

Astronomieolympiade in Wittenberg

Wer Wittenberg hört, denkt vielleicht an Luther und Melancthon. Die Wittenberger selbst können natürlich viel mehr Attribute ihrer Heimatstadt aufzählen. Ein Wittenberger Astronomielehrer oder Schüler wird jedoch eine Besonderheit nennen, die es nur hier in unserem Land gibt – die Astronomieolympiaden für Schüler der 10. Klassen.



Spannungsgeladen ist die Atmosphäre in der großen Aula der Rosa-Luxemburg-Oberschule Wittenberg an diesem 25. April. Seit 14 Uhr treffen die Olympioniken, in der Regel zwei aus jeder Schule des Kreises, hier ein, lassen sich registrieren und erhalten einen Briefumschlag mit den zu lösenden Aufgaben, der bis zum Beginn der Olympiade verschlossen bleibt. Viele der 15- bis 16jährigen haben einen Anmarschweg per Bus, Eisenbahn, Fahrrad oder Moped von über einer Stunde hinter sich. Sie nehmen auf den Stuhreihen Platz. Werfen mitunter vorher noch einen Blick auf die Preise, meist utopische Bücher. Solch ein Buch könnte sich jeder gewiß selbst kaufen. Was also führt sie, nach dem anstrengenden Schultag, so kurz vor den Prüfungen hierher?

Sven kommt aus Pratau, einem Dorf am anderen Elbufer: «Der Lehrer hat mich delegiert. Astronomie ist mal was anderes als die übrigen Fächer. Der Reiz liegt vor allem darin, daß in dieser Wissenschaft noch nicht alles gesichert ist.» In einer Gemeinde an der Dübener Heide ist Simone, die Krankenschwester in spe, zu Hause: «Ich bin natürlich nicht nur hier, um meinem Lehrer einen Gefallen zu tun. Mal sehen, was verlangt wird und wo man im Kreis so steht. Schließlich bin ich seit zwei Jahren im fakultativen Astro-Kurs dabei.» Den kürzesten Weg hat Irene die zukünftige Unterstufen-Lehrerin. Denn sie lernt in der gastgebenden Schule: «Mein Astro-Lehrer hat ganz schön was drauf. Im Gegensatz zu manch anderem spürt man bei ihm, daß er für sein Fach brennt und ein Herz für uns junge Leute hat. Am liebsten würde ich bei ihm in die Prüfung gehen.»

Der Pädagoge, von dem die junge Wittenbergerin schwärmt, der zweifellos auf gleicher Wellenlänge mit seinen Schülern liegt, ihren Nerv trifft, heißt Wolfgang Severin. Wer von der Schulastronomie im Kreis Wittenberg schreibt, berichtet eigentlich in groben Zügen aus seiner Biographie. Zu Hause bewahrt der 61jährige einen Brief Bruno H. Bürgels sorgsam auf. Der hatte dem jungen Severin kurz nach Kriegsende einen wertvollen Rat gegeben: «Astronomen gibt es viele, Plätze wenige. Werden Sie lieber Lehrer!» Keine Frage, dieser Rat wurde befolgt. Anders entschied sich übrigens sein Schulfreund, der bekannte Professor Dr. Karl-Heinz Schmidt (Potsdam), der eine international geachtete Kapazität unter den Astronomen wurde.

Seit 1952 unterrichtet Studienrat Severin an derselben Wittenberger Schule. Der Nesto des Faches im Kreis wurde 1966 Fachberater für Astronomie. Unter anderem als Korrespondent der Fachzeitschrift, als Mitglied des Wissenschaftlichen Rates bei der APW, durch seine

in zwei Auflagen erschienene «Methodische Handreichung» und vier Pädagogische Lesungen ist der überaus aktive Astro-Pädagoge in Fachkreisen ein bekannter und sehr gefragter Partner. Ende der 60er Jahre hatte er den Einfall: «Professor Schukowski schrieb damals in «Astronomie in der Schule» über sowjetische Astro-Olympiaden. Ich habe die Anregung einfach aufgegriffen. 1970 schon lief unsere erste Olympiade, allerdings mit nur 17 Schülern. Die Arbeiten konnte ich damals gleich durchsehen. Seitdem veranstalten wir sie jedes Jahr. Heute, zur 20., haben sich wieder 49 Teilnehmer eingetragen.» Längst macht Studienrat Wolfgang Severin nicht mehr alles im Alleingang. Die fünf Mitglieder seiner Fachkommission unterstützen ihn als Aufsichtskräfte und bei der Auswertung. Nur die Auswahl der Aufgaben behält er sich selbst vor.

Nach der feierlichen Eröffnung der 20. Astronomieolympiade in der Aula, unter den Ehrengästen weit aus diesem Anlaß auch der Direktor des Pädagogischen Kreiskabinetts, begeben sich die Schüler 15 Uhr in die Klassenräume. Jetzt erst dürfen sie die Aufgaben ansehen. «Von den Erfolg haben die Götter den Schweiß gesetzt», das spüren sie jetzt beim Lösen der fünf vor ihnen liegenden Komplexe. Schon die erste Frage hat es in sich: «Begründen Sie, weshalb astrologische Voraussagen nicht zutreffen können!» Exaktes Faktenwissen, kombinatorische Fähigkeiten und weitanschauliche Reife sind auch bei den weiteren Aufgaben gefragt, die sich auf das Sonnensystem, die Stern- und Planetenentwicklung beziehen. Zum Stolperstein wird für die meisten am Ende der zwei Stunden die praktische Betätigung am künstlichen Sternhimmel. In erst vor zwei Jahren eröffneten Kleinplanetarium, welches in ein Klassenzimmer eingebaut wurde, zeigt sich, wer die nächtlichen Beobachtungsaufgaben wirklich ernst genommen hat. Für manche wurde es schon knifflig, als sie hörten, daß der Polarstern allein noch nicht die Nordrichtung ausmacht. Wo sich die Sterne Mizar und Alkor am Planetariumshimmel versteckt hielten und ob die eingestellte Mondphase dem ab- oder zunehmendem Monde gehört, wußten bedauerlich wenige zu zeigen bzw. zu erklären.

Studienrat Severin sieht diese Olympiade nicht nur als eine Möglichkeit an, herausragende Leistungen von Schülern zu prämiieren. Sie vermittelt ihm beispielsweise auch einen Überblick zum Umfang und der Tiefe des Wissens, welches seine Pädagogen im Kreis an die Schüler bringen.

Jürgen Helfrich

Zur Kartelkarte in diesem Heft

Die Vorderseite der Karteikarte zeigt in einer Übersicht, welches Wissen über das kopernikanische Weltbild und seine Weiterentwicklung als einer der inhaltlichen Schwerpunkte des Astronomieunterrichts den Schülern zu vermitteln ist (1, S. 9). Dabei unterscheiden wir zwischen den unmittelbaren wissenschaftlich-weltanschaulichen Auswirkungen der Erkenntnisse des Copernicus, der Weiterführung der kopernikanischen Ideen und dem damit verbundenen Erkenntnisfortschritt in der Astronomie, welcher letztlich zum heutigen evolutionären Weltbild führte.

Die Erkenntnisse des Copernicus und ihre unmittelbare Wirkung werden in der Stoffeinheit 2.1. erörtert. Hier geht es um die Erläuterung, daß mit dem Weltbild des Copernicus eine Wende in der Astronomie eingeleitet wurde (2, S. 10). Die Schüler sollen erläutern, welche qualitativ neuen Erkenntnisse das kopernikanische gegenüber dem ptolemäischen Weltbild beinhaltet, weshalb das heliozentrische Weltbild Ausgangspunkt für den weiteren Erkenntnisfortschritt in der Astronomie war, warum und wie im Mittelalter die Verfechter des kopernikanischen Weltbildes verfolgt wurden.

Mit den Folgerungen aus den kopernikanischen Ideen werden die Schüler in den nachfolgenden Stoffeinheiten vertraut gemacht, die den Aufbau der Metagalaxis und Entwicklungsprozesse in ihr erörtern. Die Karteikarte gibt Hinweise, wie bei geeigneten Anknüpfungspunkten, z. B. der Beschreibung des Ortes der Sonne in der Galaxis, sich verdeutlichen läßt, daß neuere Erkenntnisse das kopernikanische Weltbild weiterentwickelten. Die Karteikarte nennt weitanschauliche Folgerungen, die den Schülern durch die zielgerichtete Vermittlung und Aneignung des Unterrichtsstoffes über das kopernikanische Weltbild und damit verbundene Konsequenzen für die Entwicklung der astronomischen Wissenschaft bewußt werden sollen.

Die Rückseite der Karteikarte enthält Empfehlungen für Schülertätigkeiten zur konsequenten Aneignung oben genannter Unterrichtsinhalte.

Literatur

- 1/1) *Bienkowschek, H.: Der Lehrplan der zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule.* Berlin 1989.
- 1/2) *Lehrplan Astronomie, Klasse 10.* Berlin 1987.

Helmut Bernhard

Zur Beobachtung des Sonnenspektrums

In Heft 1989/2 unserer Zeitschrift hat Andreas Unkrodt über eine Möglichkeit zur subjektiven Beobachtung des Sonnenspektrums durch die Schüler berichtet. Hierzu gibt es eine Variante, bei der man ohne das teure Okularspektroskop auskommt.

Benötigt werden zwei ineinander passende Papp- oder Plastrohre (Gesamtlänge ca. 30 cm), eine Rasierklinge, zwei Dia-Gläser, ein kleines Stück Sperrholz oder Hartfaserplatte und ein Geradsichtprisma (Unterrichtsmittel Physik). Aus Sperrholz oder Hartfaser wird eine Fassung hergestellt, die in das Rohr mit dem geringeren Durchmesser eingeleimt wird und in deren Ausschnitt sich das Geradsichtprisma straff einpassen läßt (Bild 1).

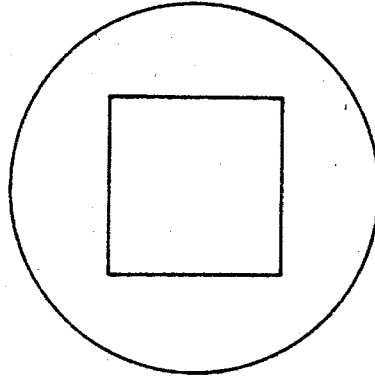


Bild 1: Prismenfassung

ca. 10 mm dick

Das Rohr mit dem größeren Durchmesser wird an einem Ende durch einen Spalt verschlossen, der aus zwei Rasierklingenhälften, zwischen Dia-Gläser geklebt, herzustellen ist. Der Spalt soll etwa 0,3 mm breit sein. (Da die Spaltbreite etwas kritisch ist, sollte man mehrere Exemplare unterschiedlicher Breite herstellen und am fertigen Gerät auf ihre Verwendbarkeit testen.) Die Verwendung einer ungebrauchten Rasierklinge und Sorgfalt beim Zusammenkleben gewährleisten, daß sich im Spaltbereich keine Unsauberheiten befinden. Sie würden sich beim Blick durch das fertige Gerät als senkrecht zu den Absorptionslinien verlaufende schwarze Linien bemerkbar machen.

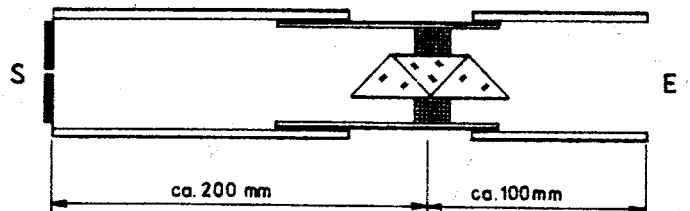


Bild 2: Selbstbau-Spektroskop

Wie das Gerät zusammengesetzt ist, zeigt Bild 2. Die Ausmaße sind nicht kritisch, aber die Einblicköffnung E soll sich in deutlicher Sehweite (etwa 30 cm) vom Spalt S entfernt befinden. Durch Drehen des inneren Rohres wird die brechende Kante des Geradsichtprismas parallel zum Spalt gerichtet.

Die Schüler blicken nacheinander durch das Gerät
a) auf eine mit Glühlicht (Diaprojektor, Polyux) beleuchtete Fläche;
b) zum Tageshimmel (der auch bewölkt sein kann; Tageslicht, auch wenn es durch Wolken dringt, ist immer Sonnenlicht). Der Blick direkt in die Sonne ist zu vermeiden.

Im ersten Falle werden die Schüler ein rein kontinuierliches Spektrum sehen, im zweiten Falle ein kontinuierliches Spektrum mit Absorptionslinien. Gerade der Unterschied zwischen beiden macht die Erscheinung der Absorptionslinien deutlich.

Klaus Lindner

Aus dem Inhalt des nächsten Heftes

40 Jahre DDR – 30 Jahre Astronomieunterricht – Astronomische Forschung in der DDR in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft – Stand und Entwicklung der Mitarbeit der DDR an Projekten der Raumfahrt – Drei Jahrzehnte Entwicklung der Unterrichtsmethodik im Fach Astronomie.

Blick auf den Büchermarkt

Der nachfolgenden Zusammenstellung liegt das Börsenblatt für den Deutschen Buchhandel, Sonderausgabe Internationale Leipziger Buchmesse 1989, zugrunde.

1. Neuerscheinungen

W. Kubiczek u. a.: Weltraum – Kooperation statt Konfrontation. Staatsverlag der DDR. Etwa 224 S.; etwa 15,80 M; erscheint III/89. Best.-Nr. 772 5105.

Eine Monographie, die sich auf die Analyse und Bewertung von Schlüsselfragen und Entwicklungstendenzen der Weltraum-Thematik konzentriert. Im Mittelpunkt stehen internationale Beziehungen und Weltraum, Weltraum und Rüstung – Weltraum und Abrüstung, friedliche Zusammenarbeit im Weltraum. Mit einer umfassenden Darstellung der verschiedenen Aspekte sowohl der Militarisierung des Weltraums als auch seiner Erforschung zu friedlichen Zwecken will sie zugleich einen Beitrag zur wissenschaftlichen Diskussion dieses Problemkomplexes leisten.

Autorenkollektiv: Middle Atmosphere of Venus. Akademie-Verlag Berlin. Ca. 240 S., 163 Abb., 19. Tab.; ca. 30,-M. Best.-Nr. 763 889 6.

Methodische Grundzüge der Venusforschung im Rahmen des Interkosmosprogramms. Abgerundet wird diese Darstellung durch den Abdruck von Vorträgen, die während eines internationalen Symposiums über die mittlere Atmosphäre und Wolken der Venus 1987 in Potsdam gehalten wurden.

R. Rant: Bausteine des Universums: Quarks und Leptonen. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften Berlin. Etwa 158 S., 160 Abb.; etwa 32,-M. Best.-Nr. 571 836 6.

Autor gibt in populärer Weise einen Überblick über den neuesten Stand der Elementarteilchenphysik. Dabei wird der Bogen, ausgehend von unserer Erfahrungswelt und der damit verbundenen klassischen Physik, bis zu den aktuellen Fragen der Entwicklung unserer Universums gespannt. Einen wichtigen Platz nehmen Beschreibungen, Zeichnungen und Farbaufnahmen von experimentellen Anlagen der Elementarteilchenphysik ein.

R. Luthardt: Ahnerts Kalender für Sternfreunde 1990. VEB Verlag Johann Ambrosius Barth Leipzig/Stern Sonneberg. Etwa 190 S., 16 S. Abb., zahlr. Tab.; etwa 5,70 M. Best.-Nr. 793 864 5.

Der Ephemeridenteil des „Ahnert“ umfaßt in getrennten Abschnitten die Informationen einerseits für Beobachtungen mit dem bloßen Auge und dem Feldstecher, andererseits für Beobachtungen mit dem Fernrohr, ohne dabei strenge Grenzen zu ziehen. Der Textteil enthält aktuelle Berichte und Aufsätze aus der astronomischen Forschung und zu ausgewählten astronomischen Problemen und Themen.

W. Götz: Die offenen Sternhaufen unserer Galaxis. VEB Verlag Johann Ambrosius Barth Leipzig (Wissenschaftliche Schriften zur Astronomie). Etwa 300 S., 143 Abb., 82 Tab.; etwa 44,-M. Best.-Nr. 793 826 6.

Überblick über den derzeitigen Stand der Erforschung offener Sternhaufen im Milchstraßensystem, Hinweis auf die Bedeutung der offenen Sternhaufen für die Erforschung unserer Galaxis, auf geschichtliche Entwicklungswege und künftige Forschungsschwerpunkte.

W. B. Braginskii/A. G. Poljarnow: Der Schwerkraft auf der Spur. BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig (Kl. Naturwiss. Bibl., Bd. 67). 176 S., 48 Abb.; etwa 8,50 M; ersch. vorauss. IV/89. Best.-Nr. 666 522 7.

Neben den drei klassischen Effekten Rotverschiebung, Lichtablenkung und Periheldrehung werden gegenwärtig viele weitere von Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie vorausgesagte Effekte auf der Erde und im Kosmos mit wachsender Genauigkeit überprüft. Es werden die Grundprinzipien der Speziellen und der Allgemeinen Relativitätstheorie sowie die wichtigsten weltweit durchgeführten Versuche dargestellt.

H. Gärtner: Kleines Lexikon der griechischen und römischen Mythologie. Bibliographisches Institut Leipzig. Etwa 400 S., etwa 25 Abb.; etwa 20,-M. Best.-Nr. 578 253 6.

In etwa 700 Artikeln über Götter, Heroen u. a. mythische Gestalten werden die Mythen der Griechen und Römer nacherzählt. Für den astronomisch Interessierten Leser wird damit der Zugang zu vielen Namen von Himmelskörpern und Sternbildern eröffnet.

H. Haferkamp (Hrsg.): BI-Lexikon Optik. Bibliographisches Institut Leipzig. 368 S., 505 Abb., 32 Farb- und 8 SW-Tafeln; 29,80 M. Best.-Nr. 578 145 3.

Haack Handkarte Nördlicher und Südlicher Sternhimmel (2000,0). VEB Hermann Haack Geographisch-Kartographische Anstalt Gotha in Koproduktion mit GPK/Praha. 14,80 M; ersch. II/89. Best.-Nr. 598 251 1.

Format 74 cm x 87 cm, gefalzt 12 cm x 22 cm; Kartonumschlag. Im Beiheft (64 S.) werden astronomische Koordinatensysteme sowie die

auf den Karten dargestellten stellaren und nichtstellaren Objekte erläutert und ein Katalog ihrer astronomischen und astro-physikalischen Daten gebracht.

I. Hahn: Sonnentage – Mondjahre. Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin. 128 S., etwa 60 vierfarb. Abb.; 4,50 M. Best.-Nr. 654 319 0. Über Kalendersysteme und Zeitrechnung.

2. Nachauflagen

D. B. Herrmann: Kosmische Welten. VEB Johann Ambrosius Barth Leipzig (Wissenschaftliche Schriften zur Astronomie). 3., überarb. u. erw. Aufl.; etwa 120 S., 38 Abb., 14 Tab.; etwa 10,-M. Best.-Nr. 793 828 2.

Anliegen des Buches ist, neben der Vermittlung eines historischen Überblicks der Entfernungsbestimmungen kosmischer Objekte, das Verständnis kosmischer Phänomene und Prozesse zu erleichtern.

E. Schmutzer: Relativitätstheorie – aktuell. BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig (Math.-Naturwiss. Bibl., Bd. 68). 4., bearb. Aufl.; 180 S., 30 Abb.; 16,-M; ersch. vorauss. VI/89. Best.-Nr. 666 530.

A. W. Butkewitsch/M. S. Selikson: Ewige Kalender. BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig (Kl. Naturwiss. Bibl., Bd. 23). 6. Aufl.; 112 S., 22 Abb.; 5,90 M; ersch. vorauss. II/89. Best.-Nr. 665 696 1.

L. D. Landau/J. D. Rumer: Was ist die Relativitätstheorie? BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig (Kl. Naturwiss. Bibl., Bd. 1). 13. Aufl.; 58 S., 17 Abb.; 3,60 M. Best.-Nr. 666 043 4.

I. D. Nowikow: Schwarze Löcher im All. BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig (Kl. Naturwiss. Bibl., Bd. 47). 4. Aufl.; 96 S., 11 Abb.; 5,50 M; ersch. vorauss. IV/89. Best.-Nr. 666 320 5.

E. Schmutzer/W. Schütz: Galileo Galilei. BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig (Biographien hervorragender Naturwiss., Technik und Mediziner, Bd. 19). 6. Aufl.; 136 S., 8 Abb.; 6,90 M. Best.-Nr. 665 744 6.

K. Lindner: Der Sternhimmel. Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin. 4., überarb. Aufl.; 128 S., etwa 60 vierfarb. Abb.; 4,50 M; ersch. III/89. Best.-Nr. 653 329 1.

D. B. Herrmann: Entdecker des Himmels. Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin. 4., überarb. Aufl.; 256 S., 31 Farbfotos, 60 SW-Fotos, 62 Farbzeichn.; 16,80 M; ersch. IV/89. Best.-Nr. 653 538 5.

Von den Anfängen der Himmelskunde bei den alten Naturvölkern bis zur grundsätzlichen Klärung der Fragen nach Entstehung und Entwicklung des Weltalls, nach Geburt und Tod der Sterne, bis zum Vorstoß des Menschen in den erdnahen Raum spannt sich der Bogen dieser Astronomiegeschichte.

K. Lanius: Mikrokosmos, Makrokosmos. Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin. 2. Aufl.; 284 S., 28 Farb- u. 58 SW-Fotos, 153 Zeichn.; 36,-M; ersch. III/89. Best.-Nr. 654 200 8.

Das Weltbild der Physik.

Vorrätige Literatur

Haack Handkarte Erdmond Vorderseite/Rückseite. VEB Hermann Haack Geographisch-Kartographische Anstalt Gotha. 4. Aufl.; 9,80 M. Best.-Nr. 598 177 0.

Maßstab 1:12 000 000. Format 110 cm x 66 cm, gefalzt 12 cm x 22 cm. Beiheft 76 S. Kartonumschlag.

Haack Handkarte Mars. Westliche und östliche Hemisphäre. VEB Hermann Haack Geographisch-Kartographische Anstalt Gotha. 2. Aufl.; 9,80 M. Best.-Nr. 966 249 4.

Maßstab 1:23 500 000. Format 110 cm x 66 cm, gefalzt 12 cm x 22 cm. Beiheft 44 S. Kartonumschlag.

A. Zenkert: Drehbare Schülersternkarte. Verlag für Lehrmittel Pörsneck. 4,30 M. Best.-Nr. 334 602 8.

Manfred Schukowski

Spezialistenlager für Fachhelfer

Im Kreis Gotha bilden wir alle zwei Jahre an der OS in Catterfeld 40 bis 50 Jungen und Mädchen als Fachhelfer für den Astronomieunterricht aus. Innerhalb von vier Tagen (die Nächte teilweise eingeschlossen) werden die Schüler der Klassen 9 aus jeweils 25 Schulen in den Herbstferien im Umgang mit dem Schulferrrohr „Telementor“, der drehbaren Sternkarte und durch praktische Arbeiten zur Anfertigung der im Lehrplan ausgewiesenen Beobachtungsaufgaben angeleitet. Diese Fachhelfer sind für die fast 50 Astronomielehrer unseres Kreises zu einer großen Hilfe bei der Durchführung der Beobachtungsaufgaben geworden.

Erhard Weidner

Erstes schulastronomisches Veteranentreffen

Die Redaktion von «Astronomie in der Schule» und der Wissenschaftliche Rat «Methodik des Astronomieunterrichts» beim Institut für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht der APW der DDR, luden zu einem Treff besonderer Art. Lehrer der „ersten astronomischen Stunde“, die bei der Einführung des Astronomieunterrichts im Jahre 1959 mit ihrem fachlichen und pädagogischen Wissen und Können der Schulastronomie ins Leben halfen und nun aus Altersgründen aus dem Schuldienst ausgeschieden sind, versammelten sich mit ihren Ehepartnern in Eilenburg. Der Tagungsort wurde aus Anlaß des 25jährigen Bestehens der Volks- und Schulsternwarte «Juri Gagarin» gewählt.



So fanden sich Kollegen, die sich in jahrzehntelanger Zusammenarbeit und Verbundenheit mit ihrem Fach der Schulastronomie verschrieben hatten, in geselligem Kreis zusammen. Jeder gab eine kurze Schilderung seines über 40jährigen Berufslebens, aus der die Vielfalt und Vielgestaltigkeit des schulastronomischen Engagements sichtbar wurde. Daß dabei viele schulische Funktionen von den Veteranen bekleidet und in den Dienst unseres schönen Faches gestellt wurden, zeigt die lebendige Entwicklung der Schulastronomie in unserem Lande. Fast jeder der Anwesenden war Erbauer einer Schulsternwarte, meist mit Planetarium.

Interessante Vorträge gaben dem Beisammensein den fachlichen Rahmen. *H. Bernhard* legte in einem Überblick schulastronomische Probleme der Gegenwart dar, *H.-J. Schulz*, Dresden, sprach über ungelöste Rätsel der Astronomie. *L. Grundwaldt*, Potsdam, vermittelte anhand umfangreichen Bildmaterials die gegenwärtigen Kenntnisse vom Planeten Mars. *A. Zerkert* informierte über neue Dokumente der *Bürger-Gedenkstätte*. *E. Otto* gab einen Überblick über die jahrzehntelange Geschichte der Eilenburger Sternwarte, die infolge der Familientradition bis in die 20er Jahre zurückreicht. Schließlich machte der neue Leiter der Sternwarte, *K. Beuche*, die Anwesenden mit der hervorragend ausgestatteten Einrichtung bekannt.

Alle Teilnehmer waren erfreut über diese neuartige und fürsorglich organisierte Zusammenkunft und danken den Veranstaltern für diese Form der Veteranenarbeit. Sie gingen mit der Überzeugung auseinander, mit dem schulastronomischen Leben verbunden zu sein. Im nächsten Jahr wollen sie sich erneut zusammenfinden.

Hermann Risse



Schülerfragen

Gibt es außerirdisches Leben?

Als Astronomielehrer werden wir im Unterricht oft mit der Frage nach der Existenz außerirdischen Lebens konfrontiert. Fast immer verbirgt sich hinter dieser Fragestellung der Gedanke nach dem intelligenten außerirdischen Leben. Wenn auch unser Lehrplan zu diesem Sachverhalt keine inhaltlichen Aussagen trifft, so sollten wir nach Möglichkeiten suchen, dieser Frage Beachtung zu schenken. Aussagen zu dieser Problematik erfolgen dazu bei mir in der Stunde zur Kosmogonie des Sonnensystems. Zu diesem Zeitpunkt verfügen die Schüler über Wissen zur Sternentwicklung und zur Evolution der Organismen,

und sie erfahren in dieser Stunde, daß die Entstehung und Entwicklung unseres Sonnensystems ein gesetzmäßiger Prozeß ist. Auf der Grundlage dieses Wissensstandes der Schüler konzentriere ich meine Ausführungen auf folgende Schwerpunkte:

1. Die Bedeutsamkeit des Zentralgestirns eines Planetensystems für die biologische Evolution
2. Einige Voraussetzungen für die Entfaltung von Leben
3. Derzeitige Möglichkeiten für die Suche nach außerirdischem Leben

Meine Ausführungen innerhalb dieser Schwerpunkte richte ich auf nachfolgende Sachverhalte: Das Vorhandensein einer geeigneten kosmischen Energiequelle ist eine wichtige Voraussetzung für die biologische Evolution. Geeignet werden Energiequellen sein, die über einen kosmologisch langen Zeitraum eine stabile und optimale Strahlungsemission garantieren. Die Sonne als Zentralgestirn unseres Planetensystems bietet solche günstigen Voraussetzungen für die biologische Evolution auf unserer Erde. Aufgrund ihrer geringen Masse, im Vergleich zu anderen Sternen, ist sie über einen genügend langen Zeitraum Hauptreihenstern, und so konnte sich das Leben auf unserem Planeten in ca. 3,5 Mrd. Jahren mannigfaltig entwickeln. Ihre Strahlungsleistung ist dabei relativ stabil. Mit unserem Zentralgestirn vergleichbare stellare Objekte, in deren Schwerefeld sich Planeten bewegen, werden ähnliche Voraussetzungen garantieren. Aus der Sicht unseres jetzigen Wissensstandes zur Kosmogonie des Sonnensystems können wir schlußfolgern, daß solche Systeme eine häufige Erscheinung im Weltraum sind. Den eindeutigen Nachweis dafür muß aber die astronomische Forschung noch erbringen. Damit entsteht die Frage nach den prinzipiellen planetaren Voraussetzungen für die biologische Evolution. Eine entscheidende Voraussetzung für die Entstehung von Leben ist die Masse eines Planeten. Planeten mit Massen von etwa $\frac{1}{20} m_{\odot}$ bis $\frac{1}{1000} m_{\odot}$ sind ungeeignet. Im ersten Falle laufen im Planeteninneren Kernreaktionen ab, die zu einer ungenügenden Temperaturerhöhung führen. Im zweiten Falle ist damit zu rechnen, daß der Planet über eine sehr dichte Atmosphäre verfügt (Beispiele: Jupiter, Saturn) und die Strahlung des Sterns die Oberfläche des Planeten nicht oder nur in ungenügender Menge erreicht. Ist die Masse des Planeten zu gering (Beispiel: Merkur), so besitzt der Planet keine Atmosphäre mehr.

Das Vorhandensein eines Magnetfeldes um den Planeten ist für die biologische Evolution außerordentlich bedeutsam. Dieses Feld schützt biologische Strukturen vor der lebensfeindlichen Teilchenstrahlung des Zentralgestirns (z. B. vor dem Sonnenwind). Auf diese Weise wird die Mutationsrate niedrig gehalten, das ist für die Erhaltung der Stabilität einer Art sehr wichtig. Der Planet muß vom Zentralgestirn ein Optimum an Strahlung erhalten. Eine kreisförmige Bahn des Planeten (Beispiel: Erdbahn), die weder zu weit noch zu nahe am Zentralgestirn liegt, ist dafür eine notwendige Bedingung.

Von Bedeutsamkeit für das Leben ist das Vorhandensein von Wasser. Gegenüber anderen Flüssigkeiten zeichnet sich Wasser durch eine Vielzahl wichtiger und für Lebenserscheinungen notwendiger Eigenschaften aus. Dazu zählen die günstigen thermischen Eigenschaften und die hohe Beweglichkeit des Mediums. Letztere Eigenschaft ist insbesondere für Austauschprozesse bedeutsam, auf deren Grundlage sich biologische Strukturen entwickeln können.

Hauptbestandteile der irdischen Organismen sind Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff. Diese Elemente gehören zu den am häufigsten im Weltall vorkommenden Elementen. Unter entsprechenden Bedingungen sollten sich auf der Grundlage dieser genügend vorhandenen «Bausubstanzen» im Weltraum auf geeigneten Himmelskörpern biologische Strukturen ausbilden.

Die Radioastronomie hat bereits den Nachweis für die Existenz von organischen Molekülen im Weltraum erbracht. Die Suche nach außerirdischem Leben erfolgt derzeit in drei Richtungen:

- a) Suche nach niederem Leben in unserem Sonnensystem (z. B. Viking 1 und 2)
- b) Suche nach anderen Planetensystemen (der zu erwartende Start des Hubble-Teleskops könnte hier bedeutsam werden)
- c) Suche nach «vernunftbegabten Signalen» (Radioastronomie).

Am Ende meiner Ausführungen mache ich meine Schüler darauf aufmerksam, daß der Nachweis von außerirdischem Leben möglicherweise nie erbracht werden wird. Das berechtigt uns aber in keiner Weise zu der Schlußfolgerung, daß das Leben auf unserer Erde etwas Einmaliges im Weltraum ist. Aus der Sicht unseres heutigen Wissensstandes können wir vermuten, daß es im Weltraum vielfach Bedingungen gibt, unter denen sich die biologische Evolution vollzieht.

Dieter Kilx



20 Jahre Schul- und Volkssternwarte «Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski» Suhl

Am 14. Juni 1989 bestand die Schul- und Volkssternwarte «K. E. Ziolkowski» Suhl 20 Jahre. In dieser Zeit hat sie sich zu einer bedeutenden Stätte zur Vermittlung astronomischer Kenntnisse im Bezirk Suhl entwickelt. Mehr als 257 000 Besucher wurden seit Eröffnung der Sternwarte gezählt (s. Bild 4. Umschlagseite).

Auf Anregung der Abteilung Volksbildung beim Rat des Bezirkes Suhl, der Sternwarte Sonneberg und der URANIA hatte sich unter Leitung von Studienrat *Rolf Henkel* ein Kollektiv engagierter Pädagogen, Schüler, Lehrlinge und andere Einwohner sowie Betriebe der Stadt Suhl die Aufgabe gestellt, in der Bezirksstadt eine Sternwarte zu schaffen, um damit den Astronomieunterricht, die Weiterbildung der Lehrer und auch die populärwissenschaftliche Vortragstätigkeit auf dem Gebiet der Astronomie und Raumfahrt wirksam zu unterstützen. So entstand in vierjähriger angestrengter Arbeit die Schul- und Volkssternwarte auf dem Hoheloh, wobei in mehreren Bauabschnitten nacheinander 1965 die Sternwarte mit einem Meniskas-Cassegrain-Spiegelteleskop (150/2250) und bis 1969 ein Hörsaal und ein Kleinplanetarium errichtet wurden. Im Dezember 1977 wurde der erste vom VEB *Carl Zeiss Jena* gebaute Planetariumsprojektor vom Typ ZKP 2 auf dem Hoheloh in Suhl installiert. Seitdem gibt es eine enge Zusammenarbeit mit dem VEB *Carl Zeiss Jena*, denn das ZKP 2 wird als Referenzplanetarium für den Verkauf genutzt, und über 30 Auslandskunden wurden bisher informiert.

Einen weiteren Höhepunkt in der Arbeit der Schul- und Volkssternwarte Suhl stellte die Verleihung des Ehrennamens «K. E. Ziolkowski» am 8. 5. 1975 dar. Daraus ergab sich eine enge Zusammenarbeit mit *Ziolkowski-Museum* in Kaluga (UdSSR). Gegenseitige Informationen, der Austausch von Exponaten und Literatur sowie Ausstellungen charakterisieren die fruchtbaren Beziehungen beider Einrichtungen. Im Jahre 1988 wurde ein *Ziolkowski-Saal* gestaltet, der eine ständige Ausstellung zur Raketentechnik und Raumfahrt enthält und anlässlich des 10. Jahrestages des gemeinsamen Weltraumfluges der Kosmonauten *Valeri Bykowski* und *Sigmund Jähn* eröffnet wurde. Heute verfügt die Sternwarte über ein Cassegrain-Spiegelteleskop 400/6 000, das in zweijähriger Bauzeit im Selbstbau geschaffen wurde; ferner über einen 110-mm-Refraktor, ein Protuberanzenfernrohr, eine Astrokamera und mehrere Schulfernrohre vom Typ Telementor. Damit bestehen sehr günstige Voraussetzungen, um einen wirksamen Astronomieunterricht zu erteilen, die Weiterbildung der Astronomielehrer des Bezirkes Suhl zu unterstützen und für einen breiten Hörerkreis durch Beobachtungen, Vorträge, Vorführungen im Planetarium und Ausstellungen im *Ziolkowski-Saal* Kenntnisse über Astronomie, Raumfahrt und Raketentechnik anschaulich und lebendig zu vermitteln. Besondere Beachtung erfährt dabei der Astronomieunterricht, der für die 10. Klassen einiger Suhler Schulen direkt an der Sternwarte erteilt wird. Für alle 10. Klassen werden Planetarium oder die Ausstellung zur Raumfahrt genutzt. Außerdem haben alle Suhler Schulen die Möglichkeit, die obligatorischen Beobachtungen an der Sternwarte durchzuführen, wovon reger Gebrauch gemacht wird.

Durch die Einrichtung fakultativer Kurse und Arbeitsgemeinschaften Astronomie und Informatik werden die Interessen zahlreicher Schüler zur Beschäftigung mit theoretischen und praktischen Fragen der Astronomie und Raumfahrt gefördert. Seit dem Jahre 1986 werden auch für die Schüler der EOS «*Artur Becker*» Suhl im Rahmen der wissenschaftlich-praktischen Arbeit Kurse in der Sternwarte durchgeführt.

Besondere Aufmerksamkeit widmen die Mitarbeiter der Sternwarte der Weiterbildung der Astronomielehrer des Bezirkes Suhl. Großer Wert wird auf die Durchführung von Beobachtungen gelegt, für die an der Sternwarte beste Voraussetzungen bestehen. Fachkommissionen und Fachzirkel Astronomie nutzen erfolgreich die Potenzen der Sternwarte durch die Gestaltung von Weiterbildungsveranstaltungen zu fachwissenschaftlichen und didaktisch-methodischen Fragen der Arbeit im Astronomieunterricht.

Einen wichtigen Beitrag haben die Mitarbeiter der Schul- und Volkssternwarte Suhl in den vergangenen 20 Jahren bei der Herausbildung und Festigung weitanschaulicher Überzeugungen durch die Vermittlung wissenschaftlicher Kenntnisse im Rahmen der Jugendstunden geleistet. In jährlich bis zu 200 Jugendstunden wurden bisher rund 90 000 Teilnehmer an der Jugendweihe in interessant, anschaulich und erlebnisreich gestalteten Stunden mit grundlegenden Fragen unseres materialistischen Weltbildes vertraut gemacht.

Die jährlich steigende Besucherzahl ist ein überzeugender Beweis dafür, daß es die Mitarbeiter der Sternwarte gut verstehen, die vielen in- und ausländischen Besucher mit Fragen der Astronomie und Raumfahrt vertraut zu machen. Für die in den 20 Jahren seit Bestehen der Sternwarte «K. E. Ziolkowski» Suhl geleistete umfangreiche Arbeit gebührt dem Kollektiv der Mitarbeiter unter der Leitung von *Rolf Henkel* Dank und Anerkennung.

OSIR Gerhard Hötzel
Direktor des Bezirkskabinetts
für Unterricht und Weiterbildung



Zur Geschichte der Astronomie – Entdeckungsgeschichte der Marsmonde – Kleine Planeten

VERÖFFENTLICHUNGEN DER ARCHENHOLD-STERNWARTE BERLIN-TREPTOW.

D. B. Herrmann: Sterne über Treptow. Mitt. d. Archenhold-Sternwarte Nr. 135 (1987). 80 S., zahlr. Abb.; 5,- M. Die Geschichte der Archenhold-Sternwarte und das Leben und Wirken ihres Gründers. – *D. Fürst/J. Hamel: Johann Carion (1499–1537). Der erste Berliner Astronom.* Vortr. u. Schr. Nr. 67 (1988). 51 S., davon 28 S. Reprint der Schrift *Carions* «Bedeutung und Offenbarung» (1527). 5,- M. – **Beiträge zur Geschichte der Astronomie in Berlin.** Vortr. u. Schr. Nr. 69 (1988). 78 S., zahlr. Abb.; 7,50 M. Enthält 3 Aufsätze: *J. Hamel/K.-H. Thiemann:* Die Vertretung der Astronomie an der Berliner Universität in den Jahren 1810–1914 (15 S.). *U. Wutzke:* Der Forscher von der Friedrichsgracht. Die wissenschaftlichen Leistungen *Alfreds Wegeners* mit besonderer Rücksicht auf die Astronomie (40 S.). *D. B. Herrmann:* Berliner Aktivitäten für die Entwicklung der Astrophysik (7 S.). – *J. Hamel: Astronomie und Astrologie im 17. Jahrhundert.* Sonderdruck Nr. 34. 18 S.

ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT. *M. Reichstein: Die ungewöhnliche Entdeckungsgeschichte der Marsmonde.* 26 (1988) 6, 162–169. Als *Asaph Hall* (Washington) die beiden Marsmonde Phobos und Deimos im August 1877 entdeckte, endete eine Suchperiode, die sich über viele Generationen erstreckte. Ihre erste Phase umfaßte zwei Jahrhunderte, trug spekulativen Charakter und reichte von *Kepler* bis *Titius*. Der nächste Abschnitt umfaßte ein Jahrhundert, seit mit *Herschels* Instrumenten die Möglichkeit der Fernrohrdeckung der Marsmonde theoretisch gegeben war. Das seit der Entdeckung inzwischen vergangene Jahrhundert war mit Bemühungen um die weitere Erkundung von Phobos und Deimos verknüpft, wobei die wesentlichsten Erkenntnisse in den letzten zwanzig Jahren mittels Satelliten-Fernerkundung durch *Mariner 7* und *9* (1969/71) und die beiden *Viking-Orbiter* (1977/78) gewonnen wurden. – *O. Göring: Erfolgreicher IUE-Satellit.* 26 (1988) 6, 169–171. Der 1978 gestartete Satellit zur UV-Forschung (Spektrum von 115 ... 320 nm) hat eine große Fülle von Daten gebracht und zum Verständnis vieler Vorgänge im Welt- raum beigetragen. Ein Ende seiner Tätigkeit ist noch nicht abzusehen. – *W. Roloff: Aufstellungsarten von Amateurfernrohren.* 26 (1988) 6, 172–176. Nach Hinweisen zur Wahl des Beobachtungsortes sowie boden- und baurechtlicher Fragen berät der Autor zu mobilen Instrumenten, abfahrbaren Schutzhütten, Klappdachhütten, Schiebedachhütten und zur Drehpyramide. – *M. Reichstein: Neptun und sein gestörtes Satellitensystem.* 27 (1989) 1, 2–10. Im Vorfeld der Durchquerung des Neptunsystems durch *Voyager 2* (August 1989) trägt der Autor das aus bekannten Daten Ableitbare zusammen. Dabei nennt er Probleme und Fragestellungen, auf die eine Antwort von *Voyager* erhofft wird. – *J. Dorschner: Wandlungen im Kometenbild (I).* 27 (1989) 1, 10–14. (Fortsetzung in Heft 2/89) Im ersten Teil führt der Autor die Leser von Auffassungen der Antike und des Mittelalters (Kometen als in großer Höhe verbrennende irdische Ausdünstungen, als Unglücksboten, als «Zornruten Gottes») bis zum Beginn der wissenschaftlichen Kometenforschung: Mit *Tycho Brahes* Feststellung, daß die Kometen wesentlich weiter von der Erde entfernt sind als der Mond, war der Weg frei zu der Vorstellung, daß Kometen kurzlebige Himmelskörper sind. Damit artikulierte sich von selbst die Frage nach ihrer Bahn. – *G. Scholz: 100 Jahre photographisch bestimmte Radialgeschwindigkeiten.* 27 (1989) 1, 14–17. Um den Jahreswechsel 1887/88 erhielten *H. C. Vogel* und *J. Scheiner* am Astrophysikalischen Observatorium Potsdam die ersten photographischen Sternspektren,

die eine Bestimmung der in der Sichtlinie vom Beobachter zum Himmelskörper liegenden Geschwindigkeitskomponente – der Radialgeschwindigkeit – ermöglichten (Dopplerprinzip). Autor geht auf die Geschichte dieser Entdeckung, Ergebnisse und Konsequenzen ein. – *W. Roloff: Montierungen für Amateurfernrohre. 27* (1989) 1, 20–25. Vorgestellt und gewertet werden die azimutale, deutsche, Knie-, Gabel- und englische Montierung.

URANIA. F. Börngen: Kleine Planeten. 1989, 1, 68–71 u. 76. Ceres wurde als erster Planetoid 1801 entdeckt. Bis Ende 1970, also in 170 Jahren wurden insgesamt 1 779 solcher Kleinplaneten numeriert. In einem Zehntel dieser Zeit, von 1971 bis 1987, erhielten weitere 1 941 Asteroiden eine definitive Bezeichnung – ein deutlicher Hinweis auf den ungewöhnlichen Aufschwung der Kleinplanetenastronomie in jüngster Zeit. Als das wohl bedeutendste Ergebnis neuerer Forschungen nennt *Börngen* die Einteilung der Kleinplaneten nach ihren photometrischen und spektralen Merkmalen in neun Typen, die die stoffliche Beschaffenheit ihrer Oberflächen kennzeichnen. Autor geht abschließend ausführlich auf die Leistungen des Karl-Schwarzschild-Observatoriums Tautenburg für die Kleinplanetenastronomie ein.

Manfred Schukowski

R Rezensionen

Karl Lanius: Mikrokosmos, Makrokosmos.
URANIA-Verlag Leipzig/Jena/Berlin, 1988, ISBN
3-332-00206-6, 36,00 Mark.

Um es gleich vorweg zu sagen: Das Buch von Akademiemitglied Professor *Karl Lanius* ist eine herausragende Erscheinung. Schon Ausstattung und Buchgestaltung, von den unzähligen (meist bunten) Bildern und Skizzen bis hin zu Glossar und Literaturverzeichnis, halten jedem internationalen Vergleich stand. Aber auch die inhaltliche Konzeption und ihre Umsetzung können Maßstab für populäre Darstellung wissenschaftlicher Erkenntnisse sein. Dabei zeigt bereits der Untertitel, weich großem Anspruch sich der Autor stellt. Was er dem Leser vermitteln will, ist *Das Weltbild der Physik*.

Lanius beginnt mit dem Mythos des griechischen Schriftstellers *Hesiod* (um 700 v. u. Z.), nach dessen Götterlehre Gaia, die Erde, den gestirnten Himmel Uranos gebar, damit er den Göttern Wohnsitz sei. Diesem antiken Weltbild folgt unter dem Titel *Mythos der Wissenschaft* ein Szenarium vom Bau der Elementarteilchen bis hin zum expandierenden Universum. Allein schon die von der modernen Wissenschaft verwendeten Begriffe wie Quarks, Rote Riesen, Weiße Zwerge, Schwarze Löcher bis hin zum legendären «Urknall» zeigen, wie groß die mythologischen Anleihen sind. Es ist das Verdienst des Autors, durch systematischen Aufbau einer Gesamtübersicht über unsere physikalischen Erkenntnisse von Aufbau und Entwicklung der Materie jedem interessierten Leser einen verständlichen Zugang zu einem modernen naturwissenschaftlichen Weltbild zu verschaffen. *Lanius* beschreibt in einem Kapitel die nötigen Erkenntnismittel, indem er den Zusammenhang von Experimentiertechnik und Theoriebildung schildert. Dann folgt die Welt des *Mikrokosmos*, wobei die Darstellung bis zu den neuesten gesicherten Erkenntnissen führt. Hier zeigt sich der Autor als Direktor des Zentralinstituts für Hochenergiephysik der AdW. Im Kapitel *Makrokosmos* wird eine kurze astronomische Gesamtchau geliefert, die über Entfernungsbestimmung, Sternentwicklung und Galaxienbeobachtung zum Standardmodell der expandierenden Metagalaxis ausgebaut wird und auch Quasare und Schwarze Löcher nicht ausläßt. Dabei nennt der Autor sehr präzise die Grenzen der heutigen Erkenntnisse und enthält sich jeder Versuchung, sowohl im ganz «Kleinen» als auch im ganz «Großen» das noch nicht erschließbare Dunkel zu mystifizieren. So charakterisiert er sehr richtig die neuen Modelle einer «Entstehung» der Metagalaxis durch Quantenprozesse als «gelehrte Spekulationen» (S. 236).

Im abschließenden Kapitel *Ziele und Grenzen der Physik* wird nochmals der historische und gesellschaftliche Charakter wissenschaftlicher Erkenntnis und damit die Rolle der Wissenschaft als gesellschaftliche Tätigkeit deutlich gemacht. So entsteht durch umfangreiches Tatsachenmaterial, sicheres fachliches Urteil und wissenschaftlich fundierte Gesamteinschätzungen ein Gebäude unserer derzeitigen physikalischen Erkenntnis, das den Namen Weltbild zurecht verdient. Dieses Weltbild (und deshalb auch das Buch) sollte sich jeder aneignen. Dazu muß nur der einzige Mangel des Buches, bereits wieder vergriffen zu sein, behoben werden.

Ulrich Bleyer

Reinhard Schielicke: Astronomie in Jena. Historische Streifzüge von den mittelalterlichen Sonnenuhren zum Universarium.

Jena 1988, 97 Seiten, 9,50 Mark.

Die Broschüre gibt Einblick in die Jenaer Astronomiegeschichte. Es wird u. a. über das Wirken der Astronomen *Limnäus* (1554–1611), *Erhard Weigel* (1626–1699) und der Tätigkeit des Physikers *Ernst Abbe* (1840–1905) berichtet. Die Schrift geht auch auf die astronomische Kunststuh am Rathaus in Jena ein. Ferner informiert sie über die Entwicklung der astronomischen Forschung und Lehre an der Friedrich-Schiller-Universität sowie über den Werdegang der Universitätssternwarte und der URANIA-Sternwarte.

Die Broschüre ist zu beziehen über JENA-INFORMATION, Thälmannring, Jena, 6900.

G. Ignasiak

U Umschlagseiten

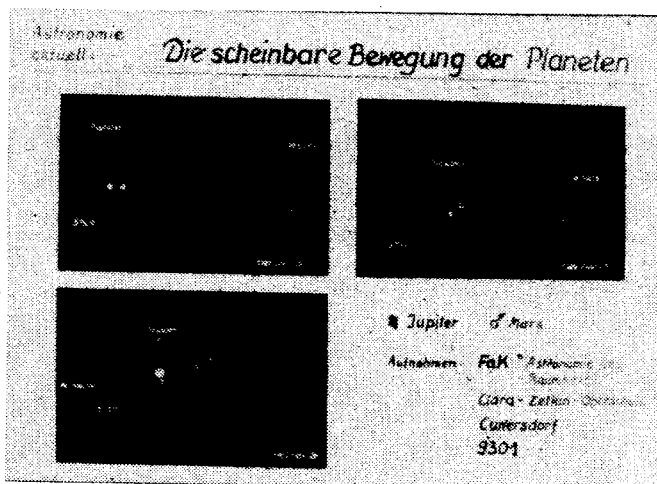
Titelseite – IX. Pädagogischer Kongreß, an dem der Generalsekretär des ZK der SED und Vorsitzende des Staatsrates der DDR, *Erich Honecker*, und weitere Mitglieder der Partei und Staatsführung teilnahmen. Der Minister für Volksbildung, *Margot Honecker*, hält das Referat.

Foto: ADN-ZB

2. Umschlagseite – Eröffnung der ständigen Ausstellung «Aus der Geschichte des Astronomieunterrichts in der DDR» in der Sternwarte «*Johannes Franz*» Bautzen. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 90.

Foto: *Wolfgang Schwinge*

3. Umschlagseite – Entsprechend dem Aufruf in Heft 6/88 unserer Zeitschrift zum Fotowettbewerb aus Anlaß des 40. Jahrestages der Gründung der DDR entstand im fakultativen Kurs «Astronomie und Raumfahrt» der Clara-Zetkin-Oberschule, Cunnersdorf/Erzgebirge die Bildserie «Die scheinbare Bewegung der Planeten». Sie soll die Schüler befähigen, sich mit der Widerspiegelung der in den *Keplerschen* Gesetzen beschriebenen wahren Planetenbewegungen auseinanderzusetzen. Aus den drei Einzelaufnahmen entstand die nachstehend abgebildete Schautafel, die auch anderen Schulen des Kreises zur Verfügung gestellt wurde. Kleinbildkamera mit Objektiv, 1,8/50, ORWO NP 27, Belichtungszeit 2 min, Handnachführung mit dem Schulferrrohr «Telementor».



4. Umschlagseite – Original-Luftaufnahme der Volks- und Schulsternwarte «*Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski*» in Suhl. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 94.
(ZLB/L 8600 50-0).

- 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**

Raumfahrt

Kautzleben, Heinz
Friedliche Raumfahrtkooperation zum Nutzen der Menschen
 Astronomie in der Schule, Berlin 26 (1989) 3, 50-51

Der Autor geht in seinem Beitrag auf den Weltraumvertrag, das 1986 von der UdSSR unterbreitete Drei-Stufen-Programm und die verschiedenen Forschungsrichtungen des Interkosmos-Programms ein.

Fachwissenschaft · Planetologie

Möhlmann, Diedrich
Planetogonische Hypothesen und Theorien (aus physikalischer Sicht)
 Astronomie in der Schule, Berlin 26 (1989) 3, 52-54

Fortsetzung des Beitrags aus Heft 1/1989. Es werden die Zerfalls- und Einfanghypothesen und die kogenetischen Modelle vorgestellt. Auf Mängel bzw. Widersprüche der verschiedenen Hypothesen wird hingewiesen.

Fachwissenschaft · Planetensystem

Reichstein, Manfred
Krater und Gräben auf dem Mars
 Astronomie in der Schule, Berlin 26 (1989) 3, 55-57; 2 Abb.

Der Autor beschreibt die vielgestaltigen morphologischen Formen auf dem Mars und erläutert, welche Rolle der Dauerfrostboden und die klimatischen Bedingungen für das Entstehen und Aussehen der Krater und Gräben gespielt haben.

Methodik AU · Beobachtungen

Seeger, Peter
Schulastronomische Beobachtungen unter den Bedingungen einer Landschule
 Astronomie in der Schule, Berlin 26 (1989) 3, 63-65

Erfahrungsbericht über die Durchführung schulastronomischer Beobachtungen und ihre Einbeziehung in den Unterrichtsprozeß an einer Landschule.

Fachwissenschaft · Planetologie

Möhlmann, Diedrich
Moderne Vorstellungen zur Entstehung des Planetensystems
 Astronomie in der Schule, Berlin 26 (1989) 4, 75-76; 1 Abb.

In diesem 3. Teil der Serie werden die beiden planetogonischen Modellansätze STOCHASTISCHE AKKRETION und GRAVITATIVE AKKRETION ausführlich dargestellt und der Versuch unternommen, sie zu einer Synthese zu führen.

Fachwissenschaft · Sterne

Zimmermann, Helmut
Der physikalische Zustand der Sternmaterie
 Astronomie in der Schule, Berlin 26 (1989) 4, 77-80; 1 Abb.

Die Zusammenhänge zwischen Druck, Temperatur und Dichte im Inneren der Sterne werden erläutert und die Wechselwirkungen zwischen Sternmaterie und Strahlung beschrieben.

Methodik AU

Kersten, Eckhard
Zur Aneignung des Begriffs Stern
 Astronomie in der Schule, Berlin 26 (1989) 4, 80-85; 1 Abb.; 9 Lit.

Der Autor befaßt sich zunächst mit den Anforderungen an die begrifflichen Kenntnisse der Schüler, legt dann die Grundlagen für ein systematisches methodisches Vorgehen dar und unterbreitet zuletzt einen Vorschlag für eine Lehrstrategie bei der Erarbeitung des Begriffs Stern.

Unterrichtsdiskussion

AS bei ihren Lesern
Arbeit mit dem Lehrplan - Meinungen, Fragen und Probleme
 Astronomie in der Schule, Berlin 26 (1989) 4, 85-87.

Aufzeichnung einer Gesprächsrunde mit Astronomielehrern in Gotha über Erfahrungen und Erkenntnisse bei der Unterrichtsarbeit nach dem neuen Lehrplan.

Unterricht

Röpke, Horst
Zur Nutzung der Unterrichtssendung des Fernsehens «Arbeitsort Weltraum»
 Astronomie in der Schule, Berlin 26 (1989) 4, 88-89.

Nennen der Zielsetzung dieser Sendung, Vorstellung des Inhaltes - Methodische Hinweise zur Nutzung der Sendung.

Plejaden

WIDDER

24

STIER



1989 Jan. 25.

Plejaden

WIDDER

24

STIER



1989 Febr. 07.

Plejaden



Aldebaran

24





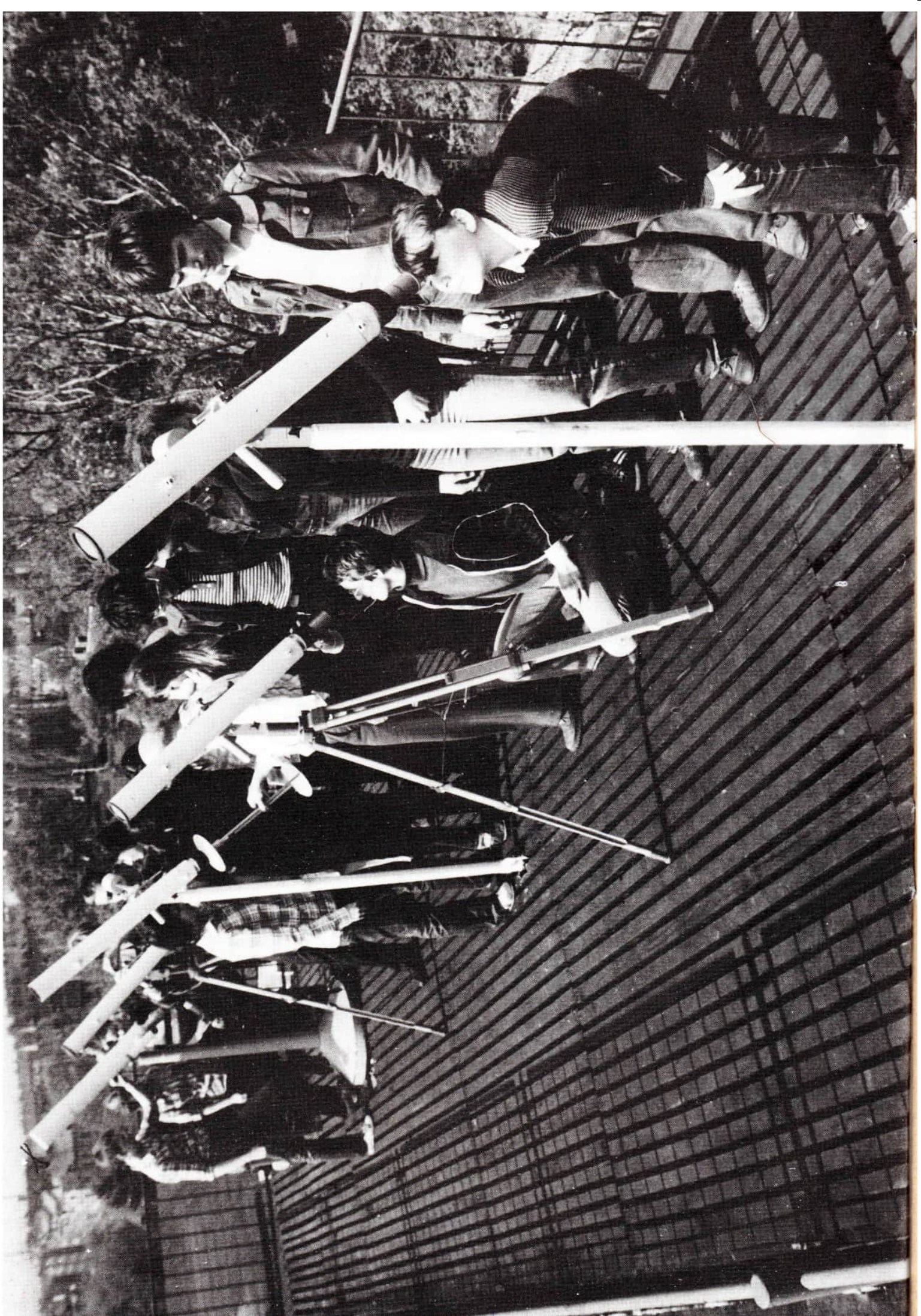
Volk und Wissen
Volkseigener Verlag
Berlin
ISSN 0004-6310
Preis 0,60 M.
Jahrgang 1989

5

AS

Astronomie
in der Schule

V. Erfahrungsaustausch
«Methodik des Astronomieunterrichts»
vom 16. bis 18. Oktober 1989 in Rostock.



Inhalt

Das aktuelle Thema

- 98 V. Erfahrungsaustausch zur Methodik des Astronomieunterrichts
Schulpolitik, Methodik, Lehrerbildung
- 99 M. Schukowski: 40 Jahre DDR – 30 Jahre Astronomieunterricht
- 103 H. Bernhard: Zur Entwicklung der Methodik
des Astronomieunterrichts in der DDR
- 107 U. Walther: 10 Jahre Direktausbildung von Astronomielehrern
Astronomie und Raumfahrt
- 109 K.-H. Schmidt: Forschungsarbeit der Astronomie in der DDR –
gestern, heute und morgen
- 112 H. Kautzleben: Zur Mitarbeit der DDR an Projekten der Raumfahrt
Unterricht
- 117 A. Haubeiß: Sonnenfotografie mit dem Schulfernrohr
Lehrerbildung
- 119 Weiterführung der externen Vorbereitung auf den Erwerb
der Lehrbefähigung im Fach Astronomie
Abbildungen
- 120 Umschlagseiten
Kartelkarte
- K. Lindner: Aufgaben für eine Leistungskontrolle mit gebundenen
Antworten zur Stoffeinheit *Das Sonnensystem*
Redaktionschluß: 15. 8. 1989

Из содержания

- 99 M. Шукowski: 40 лет ГДР – 30 лет изучения астрономии
- 103 Х. Бернхард: О развитии методики изучения астрономии в ГДР
- 107 У. Вальтер: 10 лет прямого обучения учителей астрономии
в Университете им. Фридриха Шиллера в Ене – результаты,
проблемы и перспективы
- 109 К. Х. Шмидт: Астрономические исследования в ГДР – в прошлом,
в настоящее время и в будущем
- 112 Х. Кавтцлебен: Состояние и развитие сотрудничества ГДР в проектах
космонавтики

From the Contents

- 99 M. Schukowski: 40 Years GDR – 30 Years Astronomy Instruction
- 103 H. Bernhard: Towards the Development of Astronomy Methodics in the GDR
- 107 U. Walther: 10 Years Immediate Study for Astronomy Teachers at the
Friedrich Schiller University Jena – Results, Problems and Perspectives
- 109 K.-H. Schmidt: Astronomy Research in the GDR – Formerly, Nowadays
and in the Future
- 112 H. Kautzleben: State and Development of GDR Cooperation
in Space Flight Projects

En résumé

- 99 M. Schukowski: 40 années d'existence pour la R.D.A. –
30 années de l'enseignement astronomique
- 103 H. Bernhard: Au développement de la méthodologie de l'enseignement
astronomique en R.D.A.
- 107 U. Walther: 10 années de la formation directe des professeurs en astronomie
à l'Université Friedrich Schiller à Jena – des résultats, des problèmes et
des perspectives
- 109 K.-H. Schmidt: La recherche scientifique de l'astronomie en R.D.A.
– hier, aujourd'hui et demain
- 112 H. Kautzleben: La position et le développement de la collaboration de la R.D.A.
aux projets de l'aviation interplanétaire

Del contenido

- 99 M. Schukowski: 40 años de la R.D.A. y 30 años de enseñanza de astronomía
- 103 H. Bernhard: En cuanto al desarrollo de la metodología de la enseñanza
de astronomía en la R.D.A.
- 107 U. Walther: 10 años de formación de profesores de astronomía en la
Universidad Friedrich Schiller en Jena – resultados, problemas, perspectivas
- 109 K. H. Schmidt: Exploraciones astronómicas en la R.D.A. – ayer, hoy y mañana
- 112 H. Kautzleben: El nivel y el desarrollo de la colaboración de la R.D.A.
en proyectos de vuelos cósmicos



Heft 5

26. Jahrgang 1989

Herausgeber: Verlag Volk und Wissen
Volkseigener Verlag Berlin,
Krausenstraße 50, Postfach 1213,
Berlin, DDR-1086, Telefon 2 04 30,
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),
Studienrat Dr. paed. Klaus Lindner (stellv.
Chefredakteur), Dr. sc. 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, Dr. paed.
Eckhard Kersten, 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-H.883-89-5,4 Liz. 1488

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

ISSN 0004-6310

V. Erfahrungsaustausch zur Methodik des Astronomieunterrichts

Dazu hatten das Redaktionskollegium von «Astronomie in der Schule», Verlag Volk und Wissen, der Wissenschaftliche Rat «Methodik des Astronomieunterrichts» der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften und der Wissenschaftsbereich Methodik des Physik- und Astronomieunterrichts der Friedrich-Schiller-Universität in Jena vom 16. bis 18. Oktober 1989 nach Rostock eingeladen. Zu der nun schon traditionsreichen Veranstaltung, die diesmal unter dem Leitgedanken «*Schöpferischer Astronomieunterricht und Persönlichkeitsentwicklung*» stand, trafen sich über 100 Astronomielehrer, Fachberater, Mitarbeiter von Schulsternwarten und Planetarien, Schulfunktionäre und Wissenschaftler aus allen Bezirken unserer Republik.

Die Plenarvorträge befaßten sich mit Aufgaben des Astronomieunterrichts nach dem IX. Pädagogischen Kongreß, mit einem Rückblick auf die dreißigjährige Geschichte des Astronomieunterrichts an unseren Oberschulen, mit der Entwicklung der Fachmethodik als Wissenschaftsdisziplin, mit Ergebnissen, Problemen und Perspektiven der Direktausbildung von Astronomielehrern an der Friedrich-Schiller-Universität in Jena sowie mit der Forschungspolitik unseres Landes auf den Gebieten der Astronomie und der Raumfahrt.

In Arbeitsgruppen referierten etwa 25 Tagungsteilnehmer – hauptsächlich Schulpraktiker – über Erkenntnisse und Erfahrungen bei der Prozeßgestaltung im Astronomieunterricht, über spezielle Fragen der Arbeit im FK (R) «Astronomie und Raumfahrt» und über die Unterstützung der Lehrer bei der Weiterbildung und im Unterricht. Die damit verbundene lebhaftere Aussprache zeugt davon, daß unsere Astronomielehrer im Sinne des IX. Pädagogischen Kongresses erfolgreich danach streben, das Anliegen des neuen Lehrplans und Rahmenprogramms in der Praxis immer besser zu verwirklichen.

Die Rahmenveranstaltungen der Tagung, u. a. ein Fachvortrag zum Thema «Gibt es Antimaterie im Weltall?» und ein geselliger Abend auf dem in der Warnow vor Anker liegenden Traditionsschiff, waren ein zusätzlicher Gewinn für alle Teilnehmer. Den Organisatoren der Veranstaltung sowie den Referenten gebührt Dank, weil sie ein anspruchsvolles Programm vorbereiteten und gestalteten. Ein Dankeschön auch dem Leiter der Bezirksparteischule «John Schehr» sowie dem Direktor und den Mitarbeitern des Instituts für Lehrerbildung «Jacques Duclos», die vorbildliche Gastgeber waren.

Dieser V. Erfahrungsaustausch der Astronomielehrer verstand sich als spezifischer Beitrag der Schulastronomie zum 40. Jahrestag der Gründung der DDR. Jetzt kommt es darauf an, wesentliche Ergebnisse der Zusammenkunft möglichst schnell zur schöpferischen Anwendung in die Schulpraxis zu überführen. Deshalb wird «Astronomie in der Schule», mit diesem Heft beginnend, Kurzfassungen von Vorträgen auf dem V. Erfahrungsaustausch veröffentlichen. Gleichzeitig ist es notwendig, Inhalt und Ergebnisse der Beratung auf ihren Theoriegehalt zu prüfen, um die Weiterentwicklung theoretischer Grundlagen der Fachmethodik zu unterstützen.

Die Lösung dieser Aufgaben mit hohem Verantwortungsbewußtsein ist ein spezifischer Beitrag der Schulastronomie unserer Republik zur Vorbereitung des XII. Parteitages der SED.

Margot Honecker, Minister für Volksbildung, auf dem IX. Pädagogischen Kongreß:

«Bei der Verwirklichung der neuen Lehrpläne bestätigt sich wohl Vorgesagtes, und es werden neue Erfahrungen, neue Erkenntnisse und Einsichten gewonnen. Natürlich wissen wir, daß erst durch ein tiefes Verständnis für die Ziele und Aufgaben

des Unterrichts und ein pädagogisch durchdachtes Vorgehen des Lehrers zur Geltung kommt, was in den Plänen angelegt ist. Deshalb ist ein streitbarer, lebendiger Dialog zu den die Lehrer in der praktischen Arbeit bewegenden Fragen in jeder Schule notwendig und für eine höhere Qualität der Unterrichtsarbeit fruchtbar zu machen.»

Erfordernisse unserer Gesellschaft und Bildungskonzept

Als die Deutsche Demokratische Republik am 7. Oktober 1949 gegründet wurde, hatte ihr Schulwesen mit der 1945/46 eingeleiteten antifaschistisch-demokratischen Bildungsreform bereits revolutionäre Wandlungen erfahren, deren progressiver Gehalt zusammen mit anderen grundlegenden Veränderungen der Eigentums-, Rechts- und Machtverhältnisse den Charakter des jungen Staates wesentlich bestimmte. Die Bildungsinhalte waren antifaschistischen, demokratischen und humanistischen Traditionen verpflichtet, auf wissenschaftlichen Fachunterricht orientiert und auf ein Niveau gehoben, das von der bürgerlichen Volksschule früherer Jahre nie erreicht worden war. Alle Bildungswege waren für alle Kinder des Volkes geöffnet. Es wirkte eine neue Lehrerschaft, die die antifaschistisch-demokratische Erziehung der Jugend im Geiste des friedlichen Zusammenlebens der Völker garantierte. Die materiellen Bedingungen waren innerhalb von vier Jahren, gemessen an der Anfangssituation, entschieden verbessert worden.

«Bildung und Erziehung auf der Höhe der Zeit und mit dem Blick auf die Erfordernisse und Perspektiven der sozialistischen Gesellschaft zu gestalten, war in der Geschichte unserer Schule immer damit verbunden zu prüfen, wie die Ziele, der Inhalt der Bildung, die Gesamtheit der Bedingungen für erfolgreiche pädagogische Arbeit weiter zu vervollkommen sind, damit wirklich das Beste für die Entwicklung der Kinder geschieht, damit sie ihre Kräfte und Fähigkeiten, in Übereinstimmung von gesellschaftlichen und persönlichen Interessen voll entfalten können.»

(Margot Honecker, Minister für Volksbildung, auf dem IX. Pädagogischen Kongreß)

Diese grundsätzlichen und weitreichenden revolutionären Veränderungen in historisch kürzester Zeit wären möglich, weil bildungspolitische Fragen in der strategischen Konzeption der Kommunisten zur antifaschistisch-demokratischen Umgestaltung der Gesellschaft von Anfang an eine wesentliche Rolle spielten. Die dialektische Einheit von gesellschaftlicher Entwicklung und Bildung erwies sich seither als wesentliche, zuverlässige und fruchtbare Orientierung auf unserem Wege. **«Ohne klares Gesell-**

schaftskonzept kein klares Bildungskonzept – das ist unsere historische Erfahrung» /1; S. 3/.

Die Entwicklung unseres Bildungswesens ist in den vier Jahrzehnten des Bestehens der Deutschen Demokratischen Republik durch die Dialektik von Kontinuität und Dynamik geprägt und von Flexibilität und grundlegenden Wandlungen gekennzeichnet. Im Ergebnis intensiver und klärender Auseinandersetzungen um die gesellschaftliche und bildungspolitische Entwicklung in der zweiten Hälfte der fünfziger Jahre entstand 1959 die zehnklassige allgemeinbildende polytechnische Oberschule, seither der Grundtyp der sozialistischen Pflichtschule in der DDR. Ihre Gestaltung «erwies sich insgesamt als einer der zentralen bildungspolitischen und pädagogischen Prozesse der sozialistischen Umgestaltung in der DDR» /2; S. 498/.

Wenn wir heute feststellen können, daß hohe Bildung des ganzen Volkes zu den historischen Errungenschaften vierzigjähriger Arbeiter-und-Bauern-Macht auf deutschem Boden gehört, so hat die zehnklassige allgemeinbildende polytechnische Oberschule daran entscheidenden Anteil. Sie ist Grundlage für die allseitige Persönlichkeitsentwicklung jedes Kindes und Jugendlichen und für seinen weiteren Bildungsweg.

Aus der Entwicklung des Astronomieunterrichts

Mit dem Lehrplanwerk von 1959, dem eine gründliche demokratische Diskussion und die kollektive Arbeit von Wissenschaftlern und Lehrern voranging, wurde Astronomie Unterrichtsfach unserer Schule. Zu Recht kann darum der Astronomieunterricht – seit 30 Jahren unveräußerlicher Bestandteil des Fachunterrichts – als «ein Kind unserer zehnklassigen Oberschule» bezeichnet werden /1; S. 20/.

Betrachtet man die Folge der Astronomielehrpläne von 1959, 1971 und 1987, so wird am Beispiel dieses Faches die für unsere Gesellschafts- und Schulentwicklung insgesamt kennzeichnende Dialektik von Kontinuität und Erneuerung im Sinne einer Weiterentwicklung, einer Aufbewahrung bisheriger Erfahrungen und Ergebnisse auf höherem Niveau in weiterführenden Aufgaben und Zielen deutlich.

Bereits im **Lehrplan Astronomie 1959** sind – die Vermittlung wissenschaftlicher Kenntnisse

- über den Aufbau des Weltalls vom Sonnensystem bis zur Welt der Galaxien,
- die Darstellung der Entwicklung unserer Kenntnisse über den Kosmos,
 - die Behandlung kosmogonischer Fragen,
 - die Einbeziehung der Raumfahrt in den Unterricht,
 - die Berücksichtigung von Elementen der astronomischen Forschung,
 - die Anleitung der Schüler zu Himmelsbeobachtungen und
 - die Vermittlung weltanschaulicher Einsichten angelegt. Aber welche qualitative Spanne klafft zwischen jenem und dem heutigen Lehrplan, zwischen dem damaligen und dem jetzigen Astronomieunterricht. Wir sagen das ohne jede Geringschätzung, vielmehr voller Hochachtung auf das seither Geleistete und Erreichte.

Der erste Astronomielehrplan (1959) fußte auf dem *Diesterwegschen* Gedanken, daß die Astronomie das vorzüglichste Mittel ist, sich zu großartiger Weltanschauung zu erheben /3; S. 3/, berücksichtigte die wissenschaftliche astronomische Erkenntnis im seit *Diesterweg* verflommenen Jahrhundert und orientierte sich an der der zehnklassigen Oberschule gestellten Aufgabe, eine hohe Allgemeinbildung und darin eingeschlossen umfassende Kenntnisse in den Grundlagen der Wissenschaften zu vermitteln. Die Erfahrungen der sowjetischen Schule waren uns Orientierung für die Zielsetzung und Inhaltsbestimmung unseres eigenen Astronomieunterrichts.

Die personellen und materiellen Bedingungen bei Einführung des Astronomieunterrichts waren ungünstig. Es gab keine für das Fach ausgebildeten Lehrer. Es existierten nur ganz wenige Volks- und Schulsternwarten. Nur einzelne der Unterrichtsmittel für die Fächer Physik und Geographie konnten auch für das neue Unterrichtsfach Astronomie genutzt werden. Aber diese schwierigen Startbedingungen lösten Initiativen aus, die wir getrost zu den großen Leistungen der Geschichte des Astronomieunterrichts, unseres Bildungswesens überhaupt rechnen dürfen. Der größte Teil der heute **rund 150 Schul- und Volkssternwarten und Kleinplanetarien** unserer Republik entstand in dem Jahrzehnt zwischen dem 10. und dem 20. Jahrestag unseres Staates, also im ersten Jahrzehnt des Astronomieunterrichts. *Rolf Henkel* in Suhl, *Hermann Hilbert* in Rudolstadt, *Karl Kockel* in Halle-Kanena, *Heinz Mraß* in Schwerin, *Hans-Joachim Nitschmann* in Bautzen, *Edgar Otto Vater* und *Sohn* in Eilenburg, *Günter Weinert* in Rostock, *Arnold Zenkert* in Potsdam und viele andere leisteten in jenem Jahrzehnt und seither Außerordentliches. Die Astronomielehrer stellten sich ihrer Weiterbildung mit großem persönlichen Einsatz.

Fachastronomen und **erfahrene** Amateurastronomen übernahmen die **wissenschaftliche** Ausbildung. Persönlichkeiten wie *Cuno Hoffmeister*, *Otto Günther*, *Herrmann Lambrecht*, *Paul Ahnert* stehen für viele. Das Anliegen, Wissenschaft verständlich weiterzugeben, hat in der **deutschen** Astronomie seit *Carl von Littrow*, *Johann Heinrich Mädler*, *Wilhelm Meyer*, *Wilhelm Foerster* und anderen eine gute Tradition. Ihr fühlen sich, das dürfen wir mit Freude feststellen, auch sehr viele der jüngeren Astronomen und Raumfahrtwissenschaftler unserer Republik verpflichtet.

Die Schul- und Volkssternwarten wurden schon in den sechziger Jahren zu **Stätten der Weiterbildung**. Hohe Wertschätzung genießen bis heute die «Tage der Schulastronomie» in Bautzen, aber auch die Weiterbildungsveranstaltungen in Crimmitschau, Herzberg, Schwerin, Suhl und anderen schulastronomischen Zentren. Viele unserer erfolgreichen Astronomielehrer erinnern sich dankbar der fachlichen, methodischen und beobachterischen Fundierung, die sie in Vorbereitung auf die Ablegung der Prüfungen für die Lehrbefähigung Astronomie auf externem Wege in Jena, Dresden, Potsdam und Güstrow erhielten. **Lehrbücher**, spezielle Unterrichtsmittel und methodische Hilfen wurden bereits im ersten Jahrzehnt nach Einführung des Astronomieunterrichts in beachtlicher Qualität entwickelt. Die Wurzeln der **Fachzeitschrift** «*Astronomie in der Schule*» liegen in jenen Jahren, von Anfang an mit dem Namen *Helmut Bernhard* verbunden. Was diese Zeitschrift in einem Vierteljahrhundert an theoretischer und praktischer Orientierung geleistet hat, verdient höchste Anerkennung.

Wenn wir rückblickend die Anfänge der Schulastronomie in der zehnklassigen Oberschule betrachten, so scheint uns dies die größte Leistung: Der Enthusiasmus, mit dem sich viele Astronomielehrer der neuen Aufgabe stellten, die Wirkungen, die aus jener Zeit bis in die Gegenwart reichten.

Der quantitative Ausbau der zehnklassigen Oberschule erstreckte sich über einen Zeitraum von rund einhalb Jahrzehnten. In dem Maße, wie er sich vollendete, wurde *Diesterwegs* Vision Wirklichkeit: «Kein Schüler sollte aus der Schule entlassen werden, ohne Anschauung und Kenntnis des Himmels und seiner Wunder gewonnen zu haben» /3; S. 2/.

Wir dürfen heute mit Fug und Recht sagen: Seit 1959 ist ein insgesamt erfolgreicher Weg zurückgelegt worden. Viele Bürger unseres Landes, bis hin zu den heute Fünfundvierzigjährigen, haben im Schulunterricht systematisch Grundwissen über das Weltall erworben. In diesem Zeitraum haben sich Lehrpläne und Lehrbücher, Unterrichtsmittel und Beob-

achtungsinstrumente, methodische Konzepte, Ausbildung und Weiterbildung der Astronomielehrer weiterentwickelt. Denn der gesellschaftliche Fortschritt mit seinen schulpolitischen Konsequenzen, die Entwicklung von Astronomie und Raumfahrt und nicht zuletzt die reichen Erfahrungen dreißigjähriger schulastronomischer Bildungs- und Erziehungsarbeit haben den pädagogischen Prozeß auch im Fach Astronomie gefördert und beeinflußt.

Ergebnisse und Aufgaben des Astronomieunterrichts

Die inhaltliche Ausgestaltung unserer Oberschule

- der wichtigste gesellschaftliche Auftrag an die Pädagogen nach dem VIII. Parteitag der SED 1971 – und die Neubestimmung des Profils der Allgemeinbildung in den 80er Jahren – die in ein neues Lehrplanwerk mündet – haben sich als Motor des Weiterdenkens auch für das Fach Astronomie erwiesen. Insbesondere seit Mitte der 70er Jahre wurde z. B.
- über die Bestimmung des *Wesentlichen* im Sinne der Ziele des Astronomieunterrichts, über die Rolle der *Fachsprache* der Astronomie für den Erkenntnisprozeß der Schüler und über *methodische Konsequenzen* aus diesen Überlegungen verstärkt nachgedacht;
- wurden die seit dem Lehrplan von 1971 obligatorischen *Beobachtungen* stärker in ihrer Funktion für die Persönlichkeitsentwicklung und in Verbindung mit der Gewinnung theoretischer Kenntnisse über die kosmische Natur gesehen und daraus Schlußfolgerungen inhaltlicher, methodischer und organisatorischer Art abgeleitet;
- wurden die *Inhalte* des Astronomieunterrichts für alle Schüler unter der Sicht der Allgemeinbildung und in Abstimmung mit wesentlichen Entwicklungstendenzen der Fachastronomie neu bestimmt; dabei wurde der Aspekt der kosmischen Entwicklung als Beispiel der Entwicklung in der unbelebten Natur weiter verstärkt;
- wurde über eine wirkungsvollere Verknüpfung der Geschichte der Astronomie und der Abhängigkeit der astronomischen Forschung vom Entwicklungsstand der Produktivkräfte mit den aktuellen Ergebnissen dieser Forschungen – die fachspezifische Realisierung der *Einheit von Historischem und Logischem* also – nachgedacht;
- wurde die Art und Weise der Behandlung der *Raumfahrt* neu bestimmt, die drei Jahrzehnte nach dem Start von Sputnik 1 nicht mehr wie im ersten Raumfahrtjahrzehnt behandelt werden kann.

In diesem Prozeß der Konsolidierung und Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts hat sich gemeinsam mit dem Redaktionskollegium und den Autoren von «Astronomie in der Schule» der **Wissenschaftliche Rat «Methodik des Astronomieunterrichts»** der APW der DDR (1971 als Forschungsgruppe gegründet) große Verdienste erworben.

Im Ergebnis dieser Weiterentwicklungen bestätigte sich, «daß die einer Sach- und Fachlogik folgende Vermittlung von Kenntnissen über das Sonnensystem, über Sterne und Sternsysteme, über den Entwicklungsprozeß des Weltalls, über Raumfahrt und die Vorstellungen der Menschen vom Kosmos ein notwendiger Beitrag zur wissenschaftlichen Allgemeinbildung, zur Vermittlung eines modernen Weltbildes im zwanzigsten Jahrhundert ist» /1; S.20/.

Eine entschiedene Vergrößerung der Möglichkeiten, interessierten Schülern die kosmische Natur im Rahmen der allgemeinbildenden Oberschule nahezubringen, bietet seit Beginn der siebziger Jahre der **fakultative Unterricht** zu den Themen Astronomie und Raumfahrt, zunächst in Form von Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogramm, später in fakultativen Kursen. Für sie steht das Mehrfache an Unterrichtszeit gegenüber dem obligatorischen Unterricht zur Verfügung, die Beobachtung kosmischer Objekte und Erscheinungen ist ins Zentrum gerückt, und den Schülern ist die Möglichkeit gegeben, in ein spezielles Gebiet tiefer einzudringen.

Bei der Leitung der Arbeitsgemeinschaften bzw. fakultativen Kurse «Astronomie und Raumfahrt» wurde von vielen Lehrern eine verdienstvolle Bildungs- und Erziehungsarbeit geleistet. Aber das zeigt sich im Detail differenziert. Die besten Erfahrungen wurden dort gewonnen, wo man verstand, die Schüler für die Teilnahme am Kurs «Astronomie und Raumfahrt» zu interessieren und zu gewinnen statt zu administrieren, wo die Schüler bei der Gestaltung des Arbeitsplanes ihre Vorschläge berücksichtigt fanden und wo sie sich aktiv geistig und geistig-praktisch mit anspruchsvollen Aufgaben auseinandersetzen konnten.

Der Arbeit in fakultativen Kursen nach Rahmenprogramm «Astronomie und Raumfahrt», die es auch in Zukunft geben wird, wird die fürsorgliche Aufmerksamkeit von Schülerräten, Direktoren und vor allem der Fachberater gelten müssen. Auf der Tagesordnung steht auch der Erfahrungsaustausch der Leiter solcher Kurse über den Rahmen eines Kreises hinaus.

Das zum Schuljahr 1988/89 eingeführte neue Rahmenprogramm «Astronomie und Raumfahrt» konnte im ersten Jahr seiner Gültigkeit – das muß hier kritisch angemerkt werden – kaum zum Tragen kommen, weil es viel zu spät in die Hände der Leiter solcher Kurse kam.

Mit dem Lehrplan Astronomie und dem Rahmenprogramm «Astronomie und Raumfahrt» stehen uns Dokumente zur Verfügung, die die schöpferischen Kräfte der Astronomielehrer in hohem Maße fordern, damit die in ihnen angelegten Potenzen für die Persönlichkeitsentwicklung qualitativ immer wirksamer erschlossen werden. Dabei sollten wir «die Initiativen unserer Astronomielehrer, die Möglichkeiten, die uns die Mitarbeiter der Sternwarten, Beobachtungsstationen und Planetarien für einen interessanten Astronomieunterricht und eine anregende Arbeit über den Unterricht hinaus bieten, weiter fördern und sie gut nutzen» /Ebenda/.

Merkmale der erfolgreichen Entwicklung des Astronomieunterrichts

Wenn wir 30 Jahre Astronomieunterricht in der vierzigjährigen Geschichte der DDR als eine außerordentlich erfolgreiche Entwicklung kennzeichnen können, so sehen wir dafür vor allem 6 Gründe:

1. **Astronomisches Wissen hat sich als unverzichtbarer Bestandteil der naturwissenschaftlichen Bildung bestätigt.** Die Erschließung dieses Bereiches der uns umgebenden Natur «erweitert des Menschen Blick» (*Diesterweg*). Ohne Kenntnis wesentlicher Erscheinungen, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten geht die Naturerkenntnis ihres räumlich größten und eines sachlich wesentlichen Bereiches verlustig. «In der Diskussion zur Weiterentwicklung der Allgemeinbildung wurde bei uns nicht in Frage gestellt, ob dieses Fach eine Berechtigung im Rahmen der obligatorischen Schulbildung hat» /Ebenda/.

2. **Der Gegenstand des Astronomieunterrichts enthält bedeutende ideologische Potenzen.** Denken wir nur an die erzieherischen Werte, die aus Einsichten in das Erkenntnisvermögen der Menschen, in die strenge Gesetzmäßigkeit kosmischer Vorgänge, in kosmische Entwicklungsprozesse, in die Abhängigkeit der Erkenntnisfähigkeit vom Stand der Produktivkräfte, in Wechselbeziehungen zwischen dem Charakter der Gesellschaftsordnung und den Zielen der Raumfahrt erwachsen.

3. **Der Astronomieunterricht hat in der deutschen Schulgeschichte insbesondere, seit *Diesterweg* eine gute Tradition, die von der Schule der DDR aufgenommen und weitergeführt wurde.**

4. **Der Astronomieunterricht hat – bei aller Differenziertheit – heute eine unvergleichlich bessere personelle Situation als vor 30 Jahren.**

5. **Das Fach Astronomie besitzt mit einer Viel-**

zahl von Unterrichtsmitteln – insbesondere mit dem allen Schulen zur Verfügung gestellten Zeiss-Schulfernrohr «Telementor» –, mit Schulsternwarten und Kleinplanetarien eine solide materielle Basis.

Diese hohen Werte gilt es, für die Bildung und Erziehung effektiv zum Tragen zu bringen, zu pflegen und zu erhalten.

6. **Die Himmelserscheinungen haben die Menschen, vor allem die Jugend, seit jeher bewegt.**

«Zwei Dinge sind es, die das Gemüt immer mit neuer und zunehmender Bewunderung und Erfurcht erfüllen, je öfter und je anhaltender sich der Geist mit ihnen beschäftigt: der gestirnte Himmel über mir und das ethische Gesetz in mir.» (*Kant*) An diesem natürlichen Interesse hat sich auch in heutiger Zeit nichts geändert. *Margot Honecker* hat das auf dem IX. Pädagogischen Kongreß unterstrichen: «**Die Schüler (sind) an den Geschehnissen im Weltall sehr interessiert**» /Ebenda/. Die Kunst des Astronomielehrers besteht nicht zuletzt darin, an diese Aufgeschlossenheit anzuknüpfen, sie zu fördern und im Sinne der Ziele des Unterrichts zu nutzen.

Der Astronomieunterricht ist – wir greifen diesen Gedanken abschließend noch einmal auf – ein Kind unserer zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule. Wie diese Schule hat er sich dank einer klaren, wissenschaftlich begründeten Orientierung und dank des hervorragenden Einsatzes von Astronomielehrern, Fachberatern, Sternwarten- und Planetariumsleitern gut entwickelt. Er besitzt alle Voraussetzungen, bei der Realisierung der Ansprüche an Bildung und Erziehung der Jugend in der Deutschen Demokratischen Republik im letzten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts seinen unverzichtbaren Beitrag zu leisten.

(Kurzfassung eines Vortrages auf dem V. Erfahrungsaustausch zur Methodik des Astronomieunterrichts in Rostock.)

Literatur:

- 1/ *Margot Honecker: Unser sozialistisches Bildungssystem – Wandlungen, Erfolge, neue Horizonte.* Referat auf dem IX. Pädagogischen Kongreß. In: Deutsche Lehrerzeitung, Berlin 36 (1989) 25, Beilage.
- 2/ *Eberhard Meumann* (Leiter des Autorenkollektivs): *Zur Geschichte der zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule in der Deutschen Demokratischen Republik. (Thesen).* In: Pädagogik, Berlin 44 (1989) 6, S. 449–537.
- 3/ *Adolph Diesterweg: Populäre Himmelskunde und mathematische Geographie.* 22. Auflage, Hamburg 1914.

Anschrift des Verfassers: **Prof. Dr. sc. Manfred Schukowski**, Vorsitzender des Wissenschaftlichen Rates «Methodik des Astronomieunterrichts» der APW der DDR, Helsingier Straße 79, Rostock 23, DDR-2520

Zur Entwicklung der Methodik des Astronomieunterrichts in der DDR

Helmut Bernhard

Die dreißigjährige Geschichte des Astronomieunterrichts ist untrennbar mit der Entwicklung seiner Methodik als Wissenschaftsdisziplin verbunden, deren Werdegang wie beim Unterricht durch Stabilität und Dynamik gekennzeichnet ist /1, S. 8/. Der folgende Überblick befaßt sich mit Entwicklungsfragen der Methodik des Faches, die auf Grund der Einheit der Ziele und Inhalte des obligatorischen und fakultativen Unterrichts im Prinzip auch für den fakultativen Kurs «Astronomie und Raumfahrt» gelten, obwohl dort, dem Charakter des Kurses entsprechend, auch spezifische methodische Fragen zu beachten sind /2, S. 7/. Darauf sollte in einem späteren Beitrag eingegangen werden.

Aus den Anfängen der Fachmethodik

Der erste Lehrplan (1959) nennt als Ziele des Astronomieunterrichts, den Schülern Grundwissen über den Aufbau, die Bewegungen und die Entwicklung kosmischer Objekte zu vermitteln, ihnen Einblick in das astronomische Weltbild der Gegenwart zu geben, wobei auch auf seinen historischen Werdegang und damit verbundener Auseinandersetzungen einzugehen ist. Besonders wurde der Beitrag des Astronomieunterrichts zur Herausbildung eines *wissenschaftlichen* Weltbildes der Schüler betont /3, S. 1/.

Die damaligen Lehrplanforderungen orientierten sich – historisch bedingt – vor allem an der astronomischen Bildung der bürgerlichen Schule seit *Diesterweg* sowie an astronomischen Inhalten der antifaschistisch-demokratischen Einheitsschule und entwickelten diese weiter /4, S. 33 ff./ . Sie gaben dem Astronomieunterricht einen stark *beschreibenden* Charakter. Schulastronomische Beobachtungen wurden empfohlen, waren jedoch nicht verbindlich.

Zu den von *Schukowski* genannten komplizierten Bedingungen bei Einführung des Astronomieunterrichts gehörte auch die zu dieser Zeit noch fehlende Fachmethodik /5, S. 100/.

Von Anfang an ging es den in Astronomie unterrichtenden Lehrern vor allem um die Suche nach geeigneten Wegen, um Ziele, Inhalte und methodische Absichten des Lehrplans im Unterricht wirkungsvoll umzusetzen. Der sich ständig vergrößernde praktische Erfahrungsschatz einer Vielzahl Astronomielehrer, Dissertationen, Pädagogische Lesungen, die Tätigkeit des Redaktionskollegiums von «Astronomie in der Schule», des Wissenschaftlichen Rates «Methodik des Astronomieunterrichts» an der APW und des Wissenschaftsbereichs Methodik des Physik- und Astronomieunterrichts an der FSU Jena und nicht zuletzt die regelmäßigen nationalen Erfahrungsaustausche zu aktuellen Problemen des Astro-

nomieunterrichts gaben der Entwicklung der Fachmethodik kräftige Impulse.

In den ersten Jahren nach Einführung des Faches wurden vor allem seine Ziele und Aufgaben näher erläutert und Grundsätze für eine zweckmäßige Unterrichtsgestaltung erarbeitet, Empfehlungen zur Ausarbeitung von Stoffverteilungsplänen, für den Selbstbau von Unterrichtsmitteln sowie zur Durchführung schulastronomischer Beobachtungen gegeben. Mit der Herausgabe methodischer Schriften durch einzelne Pädagogische Bezirkskabinette erhielten die Lehrer Hinweise zur praktischen Umsetzung der Lehrplaninhalte und zur Realisierung fachübergreifender Beziehungen des Astronomieunterrichts.

1961 erschien unter dem Titel «*Astronomieunterricht – Methodisches Handbuch für den Lehrer*» ein erster zentraler Leitfaden zur methodischen Gestaltung des Astronomieunterrichts, der in den sechziger Jahren ein wesentlicher Ratgeber für die tägliche Unterrichtsarbeit der Lehrer war /6/. Das Buch erläutert Ziele und Aufgaben der Bildung und Erziehung im Astronomieunterricht, geht auf Grundsätze der Unterrichtsgestaltung, auf die Planung und Vorbereitung des Unterrichts ein und enthält ausführliche Hinweise zur unterrichtlichen Behandlung der einzelnen Lehrplanabschnitte. Mit ihrem Inhalt leistete die Schrift einen bedeutenden Beitrag zur Ausarbeitung einer Theorie der Fachmethodik.

Um die Anleitung und den Erfahrungsaustausch der Astronomielehrer noch stärker zu fördern, wurden 1964 die zu jener Zeit herausgegebenen Periodica von Pädagogischen Bezirkskabinetten zur Weiterbildung und zur Unterrichtsarbeit im Fach Astronomie sowie die Beilagen für den Astronomieunterricht in den Zeitschriften «Physik in der Schule» und »Erdkundeunterricht« in der Zeitschrift «Astronomie in der Schule» zusammengeführt, die seitdem vom Verlag Volk und Wissen herausgegeben wird. Im Geleitwort des Heftes 1/1964 schreibt der Minister für Volksbildung *Margot Honecker* u. a. ««*Astronomie in der Schule*» wendet sich an alle Astronomielehrer..., um ihnen auf den Gebieten der Astronomie und Raumfahrt das für den Unterricht aktuellste und wichtigste Material und außerdem Hilfe für die pädagogische und methodische Arbeit, insbesondere auf dem Gebiet der weltanschaulichen Bildung und Erziehung zu geben» /7, S. 1/. Von diesem Verlangen läßt sich das Redaktionskollegium

von AS in seiner Tätigkeit bis heute leiten. Die bisher erschienenen Jahrgänge von AS enthalten umfangreiche theoretisch fundierte und praxisorientierte fachliche und methodische Erkenntnisse, die wesentlich zur inhaltlichen und methodischen Profilierung des Astronomieunterrichts beitragen.

Aus dem notwendig gewordenen verstärkten Ringen der sozialistischen Staaten zur Erhaltung und Sicherung des Weltfriedens ergaben sich Anfang der sechziger Jahre auch Konsequenzen für die Erziehungsarbeit an den Schulen. Dazu gab das Ministerium für Volksbildung für die einzelnen Unterrichtsfächer Direktiven heraus, die verbindliche Festlegungen enthielten /8/. So wurde u. a. im Fach Astronomie die Stundenzahl zur Behandlung der Raumfahrt erhöht und gefordert, insbesondere bei der Erörterung der sowjetischen Raumfahrt noch stärker auf die sozialistische Bewußtseinsentwicklung der Schüler einzuwirken.

Aus den höheren Anforderungen an die *ideologisch-politische Erziehung* ergab sich die Aufgabe, den wissenschaftlich-theoretischen Gehalt des Astronomieunterrichts noch besser für die ideologische Erziehung der Schüler zu erschließen und nach wirksamen methodischen Wegen zur praktischen Umsetzung der Erziehungspotenzen des Lehrstoffs zu suchen. Dabei gelangte man zu der Erkenntnis: Wichtigste erzieherische Funktion des Astronomieunterrichts ist sein spezifischer Beitrag zur Ausprägung des *wissenschaftlichen Weltbildes* der Schüler. In diesem Zusammenhang wurden die Potenzen des Astronomieunterrichts zur Herausbildung von *weltanschaulich-philosophischen* Grundüberzeugungen besonders betont. Im Ergebnis von Untersuchungen wurde interpretiert, welche Lehrplaninhalte und warum sie für die weltanschauliche Erziehung bedeutsam sind. Gleichzeitig entstanden methodische Regeln für eine weltanschaulich wirksame Aneignung des Unterrichtsstoffs.

Zur Entwicklung der Wissenschaftsdisziplin in den siebziger Jahren

Den gesellschaftlichen Erfordernissen entsprechend, beschloß 1965 die Volkskammer das «Gesetz über das einheitliche sozialistische Bildungswesen», welches eine Gliederung des Bildungswesens beinhaltete und darauf gerichtet war, das wissenschaftliche Niveau der Bildung und Erziehung im Unterricht weiter zu erhöhen. Schrittweise wurden in allen Klassen und Fächern neue Lehrpläne eingeführt. In diesem Zusammenhang trat im Schuljahr 1971/72 auch für das Fach Astronomie ein neuer Lehrplan in

Kraft /9/. Er war wesentliche Grundlage für die weitere inhaltliche Ausgestaltung des Astronomieunterrichts. Den Entwicklungstendenzen der Fachwissenschaft folgend, stellte dieser Lehrplan den *astrophysikalischen* Aspekt in das Zentrum des Unterrichts, wobei den Schülern vor allem Wissen über den Aufbau des Weltalls und über die Entwicklung im Kosmos bezogen auf die Evolution der Sterne zu vermitteln war. Ferner forderte er schulastronomische Beobachtungen verbunden mit einfachen Messungen und eine *begründende* Unterrichtsführung, um die Schüler besser zu befähigen, kosmische Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und sie richtig in das wissenschaftliche Weltbild einzuordnen.

Mit diesem Lehrplan standen den Lehrern erstmals *Unterrichtshilfen* zur Verfügung /10/. Diese Empfehlungen bewährten sich als Orientierungsmittel und praktische Hilfen, um Ziele und Inhalte des Lehrplans im Unterrichtsprozeß mit hoher Effektivität zu realisieren.

In der ersten Hälfte der siebziger Jahre befaßten sich die Methodiker vor allem mit der Interpretation des Lehrplans bezogen auf seine Forderungen an das Wissen und Können der Schüler und auf die Überzeugungsbildung. Wichtungen der Lehrplaninhalte halfen dem Lehrer, sich auf Wesentliches des Unterrichtsstoffs zu konzentrieren, inhaltliche und didaktisch-methodische Hilfen unterstützten die praktische Umsetzung, insbesondere astrophysikalischer Sachverhalte und die Realisierung schulastronomischer Beobachtungen. Außerdem erschienen Arbeiten, die sich mit einer *begründenden* Unterrichtsführung durch Anwendung der Mathematik und Physik im Fach Astronomie befaßten. Ferner suchten die Methodiker nach Wegen, um das Prinzip der Wissenschaftlichkeit, Parteilichkeit und Lebensverbundenheit als grundlegende Qualität des Astronomieunterrichts noch besser zu realisieren. Die genannten Arbeiten zielten stärker als zuvor darauf ab, die Schüler zu einer noch aktiveren Aneignung des Unterrichtsstoffs zu führen.

Mit der Gründung der APW der DDR (1970) entstand an dieser Einrichtung eine Forschungsgruppe zu Fragen der «Methodik des Astronomieunterrichts» (heute Wissenschaftlicher Rat), der vor allem erfahrene Astronomielehrer und Fachwissenschaftler angehören. Damit begann eine noch zielgerichtete Arbeit zur Entwicklung theoretischer Grundlagen der Fachmethodik. Die Forschungsgruppe konzentrierte ihre Tätigkeit auf die Bestimmung der Funktion des Faches innerhalb der sozialistischen Allgemeinbildung, auf Untersuchungen zu Zielen und Inhalten des Astronomieunterrichts und zur Pro-

daktisch-methodischen Konzeption des Astronomieunterrichts, die auf eine noch aktivere Erkenntnistätigkeit der Schüler abzielt, verbunden mit einer breiten demokratischen Aussprache der Lehrer über die zukünftige inhaltliche und methodische Gestaltung des Unterrichts in diesem Fach.

Nach umfassender wissenschaftlicher Arbeit und Diskussion wurde für Astronomie, wie für alle Unterrichtsfächer, ein neuer Lehrplan ausgearbeitet, der mit dem Schuljahr 1987/88 in Kraft trat /14/. Damit begann eine qualitativ neue Etappe in der Entwicklung der Fachmethodik.

Der jetzige Lehrplan enthält eine verbesserte Systematik des Lehrgangs für bewährte Unterrichtsinhalte; gleichzeitig sind neue Inhalte aufgenommen, die für das wissenschaftliche Weltbild der Schüler unverzichtbar sind. Schulastronomische Beobachtungen wurden den Stoffgebieten des theoretischen Unterrichts zugeordnet. Historische Inhalte gehören jetzt zum Bestandteil einzelner Stoffeinheiten, um den Schülern noch überzeugender das historische Werden gegenwärtiger Erkenntnisse zu verdeutlichen. Mit Hilfe physikalischer Gesetze sind astronomische Sachverhalte zu erklären und beim Aneignungsprozeß einfache mathematische Verfahren anzuwenden. Schließlich ist der Astronomieunterricht noch besser mit dem Unterricht in anderen Fächern koordiniert /15, S. 26 ff./.

Die neuen **Qualitätsmerkmale** stellen auch höhere Ansprüche an die Fachmethodik. Entsprechend der Orientierung des IX. Pädagogischen Kongresses kommt es vor allem darauf an,

– noch konkretere Hilfen für die praktische Umsetzung der Lehrplaninhalte zu geben, damit sich im Unterrichtsprozeß die Schüler wesentliche Erkenntnisse über das Weltall und über wichtige Methoden seiner Erforschung noch konsequenter und solider als bisher aneignen, wobei Ergebnisse schulastronomischer Beobachtungen noch zielgerichteter in den Erkenntnisprozeß der Schüler einzuordnen sind

– sich noch stärker den spezifischen Aufgaben der sozialistischen Erziehung im Fach zuzuwenden, die vor allem durch einen wissenschaftlichen von unserer Ideologie durchdrungenen parteilichen und lebensverbundenen Astronomieunterricht realisiert werden

– noch wirksamer zu helfen, den Anspruch an die pädagogische Arbeit im Fach zu verwirklichen, alle Seiten der Persönlichkeit, Wissen und Können, Denken und Fühlen, Haltungen und Verhalten jedes Schülers mit fachspezifischen Mitteln und Möglichkeiten optimal auszubilden /13, S. 25 ff./.

Im **Blickpunkt** methodischer Forschungen müssen also Untersuchungen zur Optimierung der Prozeßge-

staltung im obligatorischen und fakultativen Astronomieunterricht stehen. Ziel der Arbeiten muß sein, gesicherte methodische Positionen möglichst schnell in die Schulpraxis zur schöpferischen Anwendung zu überführen und gleichzeitig zur *Theorienentwicklung* der Fachmethodik beizutragen. Bei letzterer ist eine stärkere Synthese didaktischer, pädagogischer, psychologischer erziehungstheoretischer Erkenntnisse mit den aus dem Fachgegenstand erwachsenen Erkenntniswegen erforderlich.

Ergebnisse dieser Untersuchungen werden ihren Niederschlag in einer neuen Publikation «Methodik Astronomieunterricht» finden, die Anfang der neunziger Jahre erscheinen soll.

(Kurzfassung eines Vortrages auf dem V. Erfahrungsaustausch zur Methodik des Astronomieunterrichts 1989 in Rostock.)

Literatur

- /1/ Bienioschek, H.: **Der Lehrplan Astronomie der zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule**. Berlin 1988.
- /2/ **Rahmenprogramm für den Fakultativen Kurs «Astronomie und Raumfahrt» in den Klassen 9 und 10**. Berlin 1988.
- /3/ **Lehrplan Astronomie Klasse 10**. Berlin 1959.
- /4/ Lindner, K.: **Zur Geschichte der Schulastronomie in Deutschland**. In: AS 6 (1969) 2.
- /5/ Schukowski, M.: **40 Jahre DDR – 30 Jahre Astronomieunterricht**. In: AS 26 (1989) 5.
- /6/ **Astronomieunterricht – Methodisches Handbuch für den Lehrer**. Berlin 1961.
- /7/ Honecker, M.: **Zum Geleit**. In: AS 1 (1964) 1.
- /8/ **Direktive zur Gestaltung des Unterrichts im Fach Astronomie**. Berlin 1961.
- /9/ **Lehrplan Astronomie Klasse 10**. Berlin 1969.
- /10/ **Astronomie Klasse 10 Unterrichtshilfen**. Berlin 1971.
- /11/ Stier, J.: **Forschungsvorhaben zur Entwicklung der Methodik des Astronomieunterrichts**. In: AS 8 (1971) 5.
- /12/ **Methodik Astronomieunterricht**. Berlin 1977.
- /13/ Honecker, M.: **Unser sozialistisches Bildungsniveau – Wandlungen, Erfolge, neue Horizonte**. Berlin 1989, DLZ 25/89.
- /14/ **Lehrplan Astronomie Klasse 10**. Berlin 1987.
- /15/ Bienioschek, H.: **Ziele, Inhalt und didaktisch-methodische Konzeption des Astronomieunterrichts nach dem neuen Lehrplan**. In: AS 24 (1987) 2.

Anschrift des Verfassers: OStR Dr. **Helmut Bernhard**, Chefredakteur der Zeitschrift «Astronomie in der Schule», Postfach 440, Bautzen, DDR-8600

Zur Karteikarte in diesem Heft

Aufgaben mit gebundenen Antworten sind eine von den meisten Schülern gern aufgenommene Form der Leistungsaufforderung. Wir schlagen auf der Karteikarte in diesem Heft eine Folge von 20 Fragen vor, die sich auch als geschlossene Leistungskontrolle einsetzen läßt. Die Fragen sind deshalb in zwei Gruppen angeordnet.

Die Fragen und die Antworten können den Schülern auf Arbeitsblättern (zum Ankreuzen der richtigen Antworten) oder auf Polylux-Folie durch Projektion vorgegeben werden. Im letzteren Falle schreiben die Schüler die Aufgabennummer und den bzw. die Kennbuchstaben der richtigen Lösung(en) auf.

Aufgaben mit gebundenen Antworten eignen sich aber auch für mündliche Leistungskontrollen. Dabei sollten nicht nur die richtigen Antworten benannt werden, sondern der Schüler sollte sich auch dazu äußern, weshalb die anderen Antworten falsch sind.

Aufgaben mit gebundenen Antworten dürfen nicht die einzige oder auch die dominierende Form der Leistungskontrolle sein. Andere Formen, bei denen die Schüler veranlaßt werden, sich zusammenhängend zu einem Thema zu äußern, sollten im Astronomieunterricht (wie in jedem Unterrichtsfach) überwiegen.

Klaus Lindner

10 Jahre Direktausbildung von Astronomielehrern

Uwe Walther

Im Studienjahr 1978/79 nahmen erstmals Studenten in der neu eingerichteten Fachrichtung «Diplomlehrer für Physik/Astronomie» an der Friedrich-Schiller-Universität Jena ihr Studium auf. Mit Einführung dieses Studiums fand die Ausbildung für das Unterrichtsfach Astronomie ihren Platz an einer Hochschule der DDR. Die anfängliche Kapazität von 25 Studienplätzen erhöhte sich später auf 35. 1982/83 erfolgte der Übergang vom Vierjahres- zum Fünfjahresstudium. In den vergangenen 10 Jahren schlossen insgesamt 150 Absolventen ihre Ausbildung in dieser Fachkombination erfolgreich ab. Von ihrem Einsatz in der Schulpraxis hängt es in hohem Maße ab, wie sie für den Astronomieunterricht wirksam werden können. Viele Absolventen besitzen durch gute Ergebnisse in der Ausbildung und hohe Motivation für die Tätigkeit als Astronomielehrer die Voraussetzung, um nach dem Erwerb von Unterrichtserfahrungen und zielgerichteter Hinführung verantwortungsvolle Aufgaben in der Schulastronomie erfüllen zu können. Dafür gibt es bereits überzeugende Beispiele.

Für die Direktausbildung in *Astronomie* und in *Methodik des Astronomieunterrichts* waren eigene Lehrprogramme auszuarbeiten, die darauf abzielten, ein hohes wissenschaftliches Niveau der Ausbildung entsprechend den wachsenden Anforderungen an die Arbeit des Lehrers zu erreichen, wobei im Gegensatz zu anderen Bereichen der Lehrerausbildung diese Disziplin erst aufgebaut werden mußte. Während ihres fünfjährigen Studiums haben die Studenten innerhalb von vier Jahren 32 verschiedene Lehrgebiete mit 3 225 Stunden Lehrveranstaltungen zu bewältigen. Die Methodik des Astronomieunterrichts bestreitet davon ein Lehrgebiet, sechs Lehrgebiete umfaßt die Astronomie.

Nach Beendigung der Diplomarbeit zu Beginn des 5. Studienjahres absolvieren die Studenten ihre schulpraktische Ausbildung (SPA) an verschiedenen Praktikumsschulen unter Anleitung erfahrener Mentoren.

Ausbildung in Astronomie

Die Ausbildung in den Lehrdisziplinen der Astronomie stützt sich auf erfahrene Hochschullehrkräfte des Wissenschaftsbereiches Astrophysik in der Universitätssternwarte und auf deren langjährige Erfah-

rungen in der externen Ausbildung von Astronomielehrern. Trotz dieser guten Bedingungen bildete das Direktstudium eine besondere Herausforderung, der sich die Fachastronomen engagiert stellten. Neben der Konzipierung und Profilierung der Lehrveranstaltungen waren Praktikumsplätze und Lehrmaterialien zu schaffen und zusätzliche Aufgaben bei der Betreuung von Studentengruppen zu erfüllen.

Die Ausbildung in Astronomie beginnt im zweiten Semester und begleitet die Studenten bis zur Hauptprüfung am Ende des vierten Studienjahres. In insgesamt 540 Stunden erwerben sie Wissen über die Grundlagen der Astronomie, über das Sonnensystem, über die Sternphysik und über Sternsysteme sowie über spezielle physikalische Grundlagen der Astronomie. Außerdem absolvieren sie Spezialseminare und ein astronomisches Praktikum; somit ist die Gewähr für eine solide fachliche Ausbildung gegeben.

Ausbildung in Methodik des Astronomieunterrichts

Für die im Studienjahr 1980/81 beginnende Ausbildung in Methodik des Astronomieunterrichts an der Friedrich-Schiller-Universität Jena lagen noch keine Erfahrungen vor. Die Methodikausbildung für das Fach Astronomie knüpfte an Vorleistungen der Studenten vor allem aus der Astronomie, der Physikmethodik – mit der inhaltlich in besonderer Weise zu koordinieren war – und den Erziehungswissenschaften an. Dabei erwies sich die anfängliche Zuordnung der neuen Wissenschaftsdisziplin zur Sternwarte als besonders fördernd. Später erfolgte die Zusammenführung beider Methodiken zum Wissenschaftsbereich Methodik des Physik- und Astronomieunterrichts an der Sektion Physik.

In Verbindung mit Überlegungen zur Weiterentwicklung der Methodik des Astronomieunterrichts als Wissenschaftsdisziplin galt es, ein Lehrsystem zu formieren, das den theoretischen und praktischen Anforderungen an die Ausbildung zukünftiger Astronomielehrer gerecht werden konnte. Bei Erarbeitung des neuen Lehrprogramms für das Fünfjahresstudium, in welchem vorausblickend bereits die damals bevorstehende Einführung des jetzigen Lehrplanes Astronomie Berücksichtigung fand, wurden erste Ergebnisse dieser Überlegungen sichtbar.

Für das Lehrgebiet stehen im vierten Studienjahr

45 Stunden für theoretische Lehrveranstaltungen (Vorlesungen/Seminare) und 60 Stunden für schulpraktische Übungen (SPÜ), die jetzt in Übungsgruppen mit je vier Studenten durchgeführt werden, zur Verfügung. Zur Heranbildung von Lehrern, die einen bildungs- und erziehungswirksamen Astronomieunterricht erteilen können, streben Lehrerbildner im Sinne der schulpolitischen Forderungen der Erfurter Konferenz 1985 und des IX. Pädagogischen Kongresses nach einer immer engeren Verknüpfung zwischen Theorie und Praxis in der Lehrerausbildung. Da die Lehrveranstaltungen weitestgehend mit dem Schuljahr ablaufen, ist eine gute Koordinierung zwischen theoretischer Ausbildung und SPÜ möglich, wobei in der Theorie die Themen des Lehrplanes in der zeitlich im Unterricht ablaufenden Reihenfolge bearbeitet werden. Einer besonderen Lehrkonzeption folgend, vermitteln wir den Studenten systematisches Wissen über die allgemeine Methodik und spezielle Methodik der Stoffgebiete des obligatorischen Unterrichts und verknüpfen diese Kenntnisse mit der schrittweisen Entwicklung des methodischen Könnens der zukünftigen Lehrer in der Vorbereitung, Gestaltung und Auswertung des Unterrichts. Dieses Vorgehen erlaubt, in den SPÜ gewonnene Erfahrungen aus den verschiedenen Übungsgruppen als Grundlage für Verallgemeinerungen in die theoretische Ausbildung einzubeziehen und rechtzeitig notwendige Kenntnisse für die Gestaltung der SPÜ aus der theoretischen Ausbildung bereitzustellen. Auch die SPÜ werden so zum Feld theoretischer Auseinandersetzung.

«Wie die Studenten zu befähigen sind, das theoretische Wissen bewußt anzuwenden, wie sie mit der dialektisch-materialistischen Methode vertraut zu machen sind, wie sie diese in der politisch-pädagogischen und fachlichen Arbeit bei der Gestaltung und Führung des Bildungs- und Erziehungsprozesses anwenden können, wie sie lernen, ihr marxistisch-leninistisches Wissen anzuwenden und überzeugend zu vertreten – das sind Fragen, die ernsthaft diskutiert werden und um deren immer bessere Lösung sich unsere Lehrerbildner bemühen.»

(Margot Honecker, Minister für Volksbildung, auf dem IX. Pädagogischen Kongreß)

Die ganzjährige Führung von Klassen im Astronomieunterricht durch Mitarbeiter unserer Arbeitsgruppe wirkt sich positiv auf die im Astronomieunterricht zeitweise tätigen Studenten während der SPÜ aus.

Wir streben an, daß die Absolventen die Theorie als praktikables Werkzeug für einen erfolgreichen schöpferischen Astronomieunterricht begreifen und

unter Beachtung der gegebenen konkreten Bedingungen anwenden. Sie sollen einen Unterricht halten, bei dem der aktiv tätige Schüler und seine Persönlichkeitsentwicklung im Blickpunkt der Ziele und aller Maßnahmen des Lehrers steht. Ein solcher Unterricht läßt sich mit methodischem Geschick realisieren. Diesen hohen Anspruch erheben wir durch Umsetzung unserer Ausbildungskonzeption, wobei diese ständig zu prüfen und zu optimieren ist. Er verträgt sich nicht mit pragmatischen Auffassungen vom Unterricht, mit denen wir uns zuweilen auseinanderzusetzen haben, und mit manchmal auftretender Vernachlässigung didaktisch-methodischer Stoffaufbereitung durch Überbetonung des rein Fachlichen. Dieser Anspruch erfordert, den Studenten den mit Schwierigkeiten verbundenen Weg zur Beherrschung des komplexen Unterrichtsprozesses bewußt zu machen, differenziertes Vorgehen beim Herausbilden ihres methodischen Könnens und das Hervorheben erreichter Entwicklungsetappen. Er verlangt Anstrengungen seitens der Studenten und eine vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen Studenten und Lehrerbildnern.

Im Verlaufe der SPÜ erreichen die Studenten im allgemeinen ein gutes Niveau des Könnens bezogen auf Planung und Auswertung des Unterrichts. Sie erkennen, an welchen Schwerpunkten des methodischen Könnens sie bei der Gestaltung des Unterrichtsprozesses im Praktikum besonders intensiv arbeiten müssen, denn 5 bis 7 Stunden selbständigen Unterrichtens während der SPÜ reichen nicht aus, um das angestrebte Abschlußniveau hierfür zu erreichen. Deshalb tragen während des Praktikums der Studenten die Mentoren eine hohe Verantwortung. Wir betrachten sie deshalb als unsere Verbündeten, weil sie engen Kontakt mit den Studenten besitzen. Die Absolventen erkennen die hohe Bedeutung dieses Ausbildungsabschnittes für die Vorbereitung auf ihre Schulpraxis. Leider fällt der Beginn nicht mit dem Schuljahresbeginn zusammen.

Zu einigen Potenzen der Ausbildung

Unsere Bemühungen gelten der Erschließung weiterer Potenzen für die Ausbildung. Wir unterstützen die Übernahme von Arbeitsgemeinschaften «Junger Astronomen» und fakultativen Kursen «Astronomie und Raumfahrt» durch unsere Studenten, die ihnen einen frühen Kontakt zur Arbeit mit Schülern ermöglichen. Wir sehen Möglichkeiten, Studenten stärker an die Praxis schulastronomischer Beobachtungstechnik – auch durch Nutzung von Beobachtungsstationen – heranzuführen, die Informatik und die Vi-

deotechnik für die Ausbildung zu erschließen und sehen Reserven in einer noch besseren Koordinierung mit anderen Ausbildungsfächern, z. B. der Astronomie mit der Astronomiemethodik. Die vollständige Ausschöpfung dieser Potenzen setzt Stetigkeit in der personellen Besetzung der Arbeitsgruppe Methodik des Astronomieunterrichts voraus. Die Gruppe löst auch Aufgaben in der externen Lehrerausbildung, in der Weiterbildung, in der Forschung und durch Mitarbeit in zentralen Einrichtungen.

Beiträge zur Forschung auf dem Gebiet der Methodik des Astronomieunterrichts

Ergebnisse von Untersuchungen zu den Beobachtungen im Astronomieunterricht und ihrer Rolle im Erkenntnisprozeß der Schüler fanden in einer Dissertation ihren Niederschlag. Die Resultate lieferten einen Beitrag zur Bestimmung der Funktionen der Beobachtungen und ihren erkenntnisprozeßgerechten Einsatz im obligatorischen und fakultativen Astronomieunterricht.

In Zusammenarbeit mit erfahrenen Schulpraktikern wurde der Inhalt des Grundkurses im jetzigen Rahmenprogramm «Astronomie und Raumfahrt» konzipiert. Diplomarbeiten befaßten sich u. a. mit schul- und hochschulmethodischen Untersuchungen zur schulastronomischen Beobachtung im ob-

ligatorischen und fakultativen Astronomieunterricht, wobei auch Lehrmaterialien für die Ausbildung entstanden. Gegenwärtig entsteht unter Leitung unserer Arbeitsgruppe das Lehrbuch «*Methodik Astronomieunterricht*», an dem ein Kollektiv erfahrener Schulpraktiker und Methodiker mitwirkt. Diese Schrift wird von der Schulpraxis und für die Lehrerausbildung dringend erwartet. Gleichzeitig führen wir Untersuchungen zur effektiven Behandlung der Wissenschaftsgeschichte und zur Aktivierung der Schüler im Astronomieunterricht durch. Das erfordert empirische Tätigkeit und die Anfertigung von Bewährungsanalysen zur Arbeit mit dem jetzigen Lehrplan. Genannte Aktivitäten sind gleichzeitig Qualifizierungsvorhaben unserer Mitarbeiter.

Ab 1991 werden wir unsere Kräfte auf die Bearbeitung des Forschungsthemas «Einsatz von Aufgaben zur Erhöhung der Qualität von Wissen und Können der Schüler im Astronomieunterricht» konzentrieren. Die Ergebnisse sollen die Astronomielehrer bei Gestaltung des vollständigen Aneignungsprozesses der Schüler unterstützen.

(Kurzfassung eines Vortrages auf dem V. Erfahrungsaustausch zur Methodik des Astronomieunterrichts 1989 in Rostock)

Anschrift des Verfassers: **OL Dr. Uwe Walther**, Leiter der Arbeitsgruppe Methodik des Astronomieunterrichts im Wissenschaftsbereich Methodik des Physik- und Astronomieunterrichts, Friedrich-Schiller-Universität, Jena, DDR-6900

Forschungsarbeit der Astronomie in der DDR – gestern, heute und morgen

Karl-Heinz Schmidt

Als vor vierzig Jahren die DDR gegründet wurde, gab es auf dem Gebiet unseres Landes mehrere international bekannte Einrichtungen, die sich der Erforschung des Himmels widmeten. Dazu zählten das Astrophysikalische Observatorium Potsdam, das 1874 als in der Welt erste speziell auf astrophysikalische Forschungen ausgerichtete Einrichtung seine Arbeit aufnahm, die Sternwarte Babelsberg, die aus der mit großer Tradition behafteten Berliner Sternwarte hervorging, die Universitätssternwarte Jena, die ihre Gründung im Jahre 1812 *Johann Wolfgang von Goethe* mitverdankte, und die Sternwarte Sonneberg, die 1926 durch *Cuno Hoffmeister* mit dem vorrangigen Ziel der Untersuchung veränderlicher Sterne geschaffen wurde. Geringere Aktivitäten gab es damals noch an der Universität in Leipzig, während in der Mitte der 50er Jahre an der heutigen Technischen Universität Dresden am *Lohrmann-*

Observatorium astronomisch-geodätische Arbeiten aufgenommen wurden. Die Forschungsarbeiten an diesen Einrichtungen waren zunächst durch Kriegseinwirkungen mehr oder weniger stark beeinträchtigt. Diese Schäden wurden in den ersten Nachkriegsjahren beseitigt, die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses in Berlin und Jena verbesserte die personelle Situation, so daß sich ein reges wissenschaftliches Leben an den astronomischen Instituten der DDR entfaltete.

Zur wissenschaftlichen Arbeit nach Gründung der DDR

Die wissenschaftliche Arbeit war in den Jahren des Wiederaufbaus durch so profilierte Forscherpersönlichkeiten wie Prof. *Walter Grotrian* in Potsdam, Prof.

Cuno Hoffmeister in Sonneberg und Prof. *Hermann Lambrecht* in Jena geprägt. In Potsdam hatte zu jener Zeit die Sonnenforschung – eben durch das Arbeitsgebiet von Prof. *Grottrian* – Vorrang. Seine Leistungen – insbesondere die Identifizierung der Korona-Linien im Sonnenspektrum – wurden bereits in den ersten Jahren der jungen Republik mit der Verleihung des Nationalpreises gewürdigt. Andere Arbeitsaufgaben betrafen damals im Astrophysikalischen Observatorium Potsdam Probleme der veränderlichen Sterne, die Beobachtung von Doppelsternen mit der Absicht, die Massen der einzelnen Komponenten zu ermitteln, sowie photometrische und spektralphotometrische Untersuchungen von Sternen. Nach dem Tod Prof. *Grottrians* übernahm 1954 Prof. *Johann Wempe* – international bekannt durch die Beteiligung an der Göttinger Spektralphotometrie mit *Kienle* und *Straßl* – die Leitung des Instituts. Mit der Berufung von Prof. *Friedrich-Wilhelm Jäger* an den *Einstein-Turm* wurden die sonnenphysikalischen Arbeiten fortgesetzt und erfuhren einen erneuten Aufschwung.

Prof. *Cuno Hoffmeister* prägte die wissenschaftliche Arbeit an der Sternwarte Sonneberg über seinen Tod im Jahre 1968 hinaus bis in die Gegenwart. Neben den Untersuchungen von veränderlichen Sternen – heute ausschließlich Gegenstand der Sonneberger Arbeiten – befaßte sich Prof. *Hoffmeister* mit der Erforschung des interplanetaren Mediums.

Die systematische Überwachung des Himmels seit dem Ende der 20er Jahre führte zu einem Plattenarchiv in Sonneberg, wie es nur an zwei anderen Observatorien der Welt in vergleichbarem Umfang vorhanden ist. Die Auswertung des immensen Beobachtungsmaterials führte in Sonneberg u. a. zur Entdeckung von mehr als 11 000 der insgesamt 40 000 bekannten veränderlichen Sterne. Diese Objekte sind für das Verständnis der Entstehung und Entwicklung der Sterne bedeutend, da sie sich im allgemeinen in solchen Zuständen ihrer Entwicklung befinden, die relativ schnell ablaufen. Wichtig ist ihre Untersuchung aber auch für die Erforschung der Struktur des Milchstraßensystems und die Eichung der Entfernungsskala im großen Maßstab. Die Sonneberger Plattensammlung hat sich in jüngster Zeit auch bei der Identifizierung und Klärung der Natur von Röntgensternen als wertvolles Hilfsmittel erwiesen.

An der Universitätssternwarte in Jena wurden unter der Leitung von Prof. *Hermann Lambrecht* die Forschungskapazitäten im wesentlichen auf die Untersuchung der interstellaren Materie und – in geringerem Umfang – auf die Meteorforschung konzentriert. Dabei standen in den ersten Jahren nach der Gründung der Republik Abschätzungen der

spektralen Strahlungsdichte im Raum zwischen den Sternen, Probleme der Planetarischen Nebel und des interstellaren Staubes ebenso im Vordergrund wie die Untersuchung des Meteorphänomens.

Die Arbeiten an der Sternwarte Babelsberg waren nach der Beendigung des zweiten Weltkrieges sehr vielseitig. Sie betrafen vor allem Probleme der klassischen Astronomie, später aber auch der Meteor- und Kometenforschung und die Suche nach veränderlichen Sternen in Kugelsternhaufen.

Forschungsarbeit in den letzten drei Jahrzehnten

In den 50er und 60er Jahren wurde die großzügige Unterstützung, die die Astronomie durch die Partei- und Staatsführung der DDR erfährt, besonders deutlich sichtbar. So wurde die Sternwarte Sonneberg durch einen Neubau erweitert. Auf dem Gelände der Akademie der Wissenschaften in Berlin-Adlershof wurde eine 36-m-Parabolantenne für radioastronomische Untersuchung errichtet. In der Umgebung von Trensdorf – einem Ort unweit Potsdams – entstand ein Observatorium für die Beobachtung der solaren Radiostrahlung. Im Oktober 1960 wurde das *Karl-Schwarzschild-Observatorium Tautenburg* – eine Einrichtung der Akademie der Wissenschaften der DDR – eingeweiht, in dem ein Universal-Spiegelteleskop mit einem Durchmesser des Hauptspiegels von 2 m aufgestellt wurde. In seiner Variante als Weitwinkelteleskop, dessen Korrekptionsplatte einen Durchmesser von 1,34 m aufweist, ist es das größte Gerät dieser Art überhaupt. Damit kam eindrucksvoll die Leistungsfähigkeit des VEB *VEB Carl Zeiß Jena*, in dem das Teleskop entwickelt und gefertigt wurde, zum Ausdruck, und die DDR-Astronomie erfuhr einen erheblichen gerätetechnischen Zuwachs. In gleicher Weise ist die 1962/63 erfolgte Errichtung einer Beobachtungsstation der Universitätssternwarte Jena bei Großschwabhausen zu erwähnen. Das dort aufgestellte Instrument ist gleichfalls ein Universalinstrument mit einem Spiegeldurchmesser von 90 cm, dessen Weitwinkelvariante als *Schmidt-Teleskop* eine Korrekptionsplatte mit einem Durchmesser von 60 cm besitzt.

Mit der Akademiereform Ende der 60er Jahre erfolgte eine Konzentration der Kapazitäten und Aufgabenstellungen durch die Gründung des Zentralinstituts für Astrophysik, in dem alle astronomischen Einrichtungen der Akademie der Wissenschaften der DDR, soweit sie nicht die Sonnenphysik betrafen, vereinigt wurden. Das Sonnenobservatorium *Einstein-Turm* und das Observatorium für solare

Radioastronomie Trensorf wurden gemäß den damaligen aktuellen Bedürfnissen mit Einrichtungen, die die Erforschung der oberen Erdatmosphäre zum Ziel hatten, zum Zentralinstitut für solarerrestische Physik zusammengeführt. Gleichzeitig fanden die radioastronomischen Beobachtungen mit der 36-m-Parabolantenne in Berlin-Adlershof wegen der Störungen im Radiowellenbereich im Stadtgebiet Berlin ein Ende. Mit Beginn des Jahres 1984 wurden die Struktureinheiten, die sich mit der Erforschung der Sonne befassen, dem Zentralinstitut für Astrophysik angegliedert. Seit etwa 1980 bearbeitet eine Gruppe von Wissenschaftlern im Institut für Kosmosforschung Probleme der Physik des Planetensystems und der extraterrestischen Astronomie. Von den hierbei erzielten Ergebnissen sind die erfolgreiche Beantwortung kosmogonischer Fragen der Planeten, ein Beitrag zur Struktur der Venusatmosphäre, Messungen und Interpretationen des interplanetaren Magnetfeldes und Beiträge zur Struktur des Kometen Halley hervorzuheben.

Die für die Ableitung dieser Resultate erforderlichen Daten wurden durch Meßinstrumente an Bord sowjetischer Raumsonden gewonnen. Die enge Verflechtung, die naturgemäß bei extraterrestischen Unternehmen mit sowjetischen Einrichtungen erforderlich ist, besteht auch auf vielen anderen Bereichen der astronomischen Forschung. Anfangs bedingt durch gemeinsame Satellitenbeobachtungen, später durch bilaterale und multilaterale Beziehungen auf vertraglicher Basis ist es im Laufe der Jahre zu einer arbeitsteiligen Kooperation mit Instituten sozialistischer Länder gekommen, wodurch sich die Effektivität der Forschungsarbeit erhöhte. Viele wissenschaftliche Publikationen sind Gemeinschaftsarbeiten über die Ländergrenzen hinweg.

Zu einigen Ergebnissen astronomischer Forschungen in der DDR

Von den in den 40 Jahren unserer Republik erzielten Ergebnissen mögen einige – stellvertretend für alle – aufgezählt werden. So entwickelte *Hans-Jürgen Tredter* auf dem Gebiet der Gravitationstheorie, die in enger Wechselwirkung mit der extragalaktischen und relativistischen Astrophysik zu sehen ist, die Tetradentheorie der Gravitation. Mehrere Problemkreise wurden mit Hilfe von Beobachtungsmaterial, das mit dem 2-m-Teleskop des *Karl-Schwarzschild-Observatoriums* gewonnen wurde, aber auch mit Ergänzungen durch an anderen Großteleskopen erhaltene Daten bearbeitet. Dazu gehört die Identifizierung von extragalaktischen Radioquellen der Cam-

briger Durchmusterungen mit optischen Objekten sowie die Suche nach Kompaktgalaxien. Die photometrische Bearbeitung von Aufnahmen des aktiven Sternsystems *Messier 82* führte zu Erkenntnissen über den Aufbau und die Entwicklung dieses Objekts, das der Prototyp einer Klasse kleiner Galaxien ist, die mit anderen Sternsystemen in Wechselwirkung stehen. Für mehr als 100 Galaxienhaufen wurde die Verteilung ihrer Mitglieder ermittelt, womit ein umfassendes Material für die Entwicklungsvorgänge dieser Systeme geschaffen wurde. Ebenso wurde die großräumige Verteilung der Galaxien im Kosmos abgeleitet und aus einer Diskussion der Absorptionslinien in Quasarspektren eine Aussage über die Dichteverteilung der Galaxien in der fernen Vergangenheit erhalten. Langwierige Untersuchungen betreffen die Photometrie sehr lichtschwacher Zwerggalaxien, die im Weltall offensichtlich sehr häufig sind. Von großer Bedeutung für die Entwicklungsvorgänge zur Zeit der Galaxienentstehung sind vermutlich die Häufigkeiten der Quasare zu verschiedenen Epochen. Die im Fluß befindlichen Untersuchungen zur Leuchtkraftfunktion der Quasare lassen daher Aufschluß über entscheidende Grundfragen erhoffen.

Die Arbeiten über kosmische Magnetfelder und magnetische Sterne führten zu Erkenntnissen über den Dynamoprozeß und zur Struktur der Magnetfelder in stellaren Objekten mit starken Magnetfeldern. So entwickelten Beobachter und Theoretiker in enger Zusammenarbeit das Modell eines äquatorsymmetrischen Rotators. Beiträge zur Erklärung der Variabilität des Lichtwechsels durch magnetisch bedingte Flecken an den Sternoberflächen wurden geleistet. Magnetfeldänderungen in Überriesensternen wurden entdeckt, woraus sich schließen läßt, daß die Magnetfelder in diesen Sternen durch Dynamoprosesse aufgebaut werden und nicht fossilen Charakter aufweisen.

Stärker als bisher sind in den letzten Jahren die kataklysmischen veränderlichen Sterne in die Diskussion geraten, wobei nicht nur die Ableitung von charakteristischen Parametern aus der Beobachtung interessiert, sondern vor allem auch Wert auf die theoretische Durchdringung des Beobachtungsmaterials gelegt wird. So werden Akkretionsprozesse in engen Doppelsternsystemen untersucht.

Auf dem Gebiet der interstellaren Materie wurden von den Mitarbeitern der Universitätssternwarte Jena Untersuchungen zur staubförmigen Komponente sowohl von seiten der Beobachtung als auch durch theoretische Bearbeitung vorgenommen. Dabei sind insbesondere die Arbeiten zur Natur und Kosmogonie der Staubteilchen hervorzuheben.

Die ständige Überwachung der Sonne sowohl im

optischen Bereich als auch in mehreren Frequenzen des Radiowellengebietes ist eine unerläßliche Voraussetzung für die Erkenntnis der Aktivitätsprozesse in der Sonnenatmosphäre. Mehrere Radioausbrüche wurden eingehend analysiert. Darüber hinaus wurde ein Modell von solaren Aktivitätsgebieten in der Sonnenatmosphäre entwickelt, das weithin internationale Anerkennung findet.

Zukünftige Vorhaben

Schwerpunkte der künftigen astrophysikalischen Arbeit werden neben der Fortführung einiger laufender Arbeiten u. a. die Entwicklung von Modellen scheibenförmiger Magnetfelder sein, die für das Verständnis der großräumigen beobachteten Magnetfelder in den Sternsystemen einen Beitrag leisten werden. Weiterhin werden die Prozesse der Energiefreisetzung in der sogenannten Reconnection

von Magnetfeldern in verschiedenen kosmischen Objekten diskutiert. Solare und stellare Aktivitätsphänomene und die ihnen zugrunde liegenden Vorgänge werden ein weiterer Schwerpunkt der astrophysikalischen Forschung sein, ebenso wie Fragestellungen der großräumigen Struktur der Materie im Kosmos und deren Herausbildung im Laufe der Zeit im Mittelpunkt des künftigen Interesses sein werden. Diese Aufgabenstellungen werden sowohl von seiten der Theorie als auch durch die Beobachtung – unter Einschluß von extraterrestrischen Experimenten – bearbeitet.

(Zum Thema dieses Beitrages referierte auf dem V. Erfahrungsaustausch zur Methodik des Astronomieunterrichts 1989 in Rostock Prof. Dr. Siegfried Marx, Direktor des Karl-Schwarzschild-Observatoriums in Tautenburg der AdW der DDR.)

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. sc. nat. habil. **Karl-Heinz Schmidt**, Direktor des Zentralinstituts für Astrophysik der AdW der DDR, Rosa-Luxemburg-Straße 17a, Potsdam-Babelsberg, DDR-1502

Zur Mitarbeit der DDR an Projekten der Raumfahrt

Heinz Kautzleben

Einführende Bemerkungen

Einrichtungen der Wissenschaft, der Industrie und weiterer gesellschaftlicher Bereiche der DDR beteiligen sich seit Beginn der sogenannten kosmischen Ära an der Erforschung und friedlichen Nutzung des Weltraums mit Hilfe der Raumfahrt. Im Verlaufe einer jeweils relativ kurzen Zeit bildeten sich in der DDR dabei folgende stabile Gebiete heraus:

1. Die *fachlich* zuständigen *volkswirtschaftlichen* Bereiche bzw. *staatlichen* Dienste der DDR nutzen die erreichbaren kosmischen Systeme für die Aufgaben des Nachrichtenwesens, für den Wetterdienst, für Aufgaben der Navigation und des Vermessungswesens sowie für Aufgaben der Erkundung und Überwachung der Naturressourcen und der Umwelt. Die Nutzung ist durch wissenschaftliche Arbeiten, vor allem in Einrichtungen der Akademie der Wissenschaften, initiiert und vorbereitet worden. Sie erfolgt seit Jahren unter ökonomischen Gesichtspunkten und bringt vielfältige praktische Vorteile, die anderweitig nicht erreichbar sind. Dabei gibt es vielgestaltige Formen und Methoden. Eng verbunden damit sind Forschungen zur Weiterentwicklung der Methodik und zur Erlangung hauptsächlich der erforderlichen Bodenausrüstungen.

2. *Wissenschaftliche Einrichtungen* der DDR betei-

ligen sich an der Nutzung kosmischer Systeme für Forschungsaufgaben, insbesondere derjenigen der UdSSR, um den Zugang zu den modernsten Ergebnissen und Erfahrungen auf den relevanten Fachgebieten zu sichern und dabei die spezifischen Bedürfnisse der DDR zu erfüllen. Das betrifft speziell die Einrichtungen, die auf dem Gebiet der Geo- und Kosmoswissenschaften tätig sind sowie Einrichtungen, die aus der Beteiligung Vorteile für die Entwicklung und Anwendung relevanter Hochtechnologien ziehen können.

3. *Industriekombinate* übernehmen von Fall zu Fall ökonomisch und technologisch interessante Aufträge zur Lieferung von Ausrüstungen für kosmische Systeme und dazugehörige Bodenausrüstungen. Die Kombinate benötigen hierfür technisch-technologische Vorlaufforschungen und gegebenenfalls wissenschaftlich-technische Kooperationsleistungen. Günstige Ergebnisse konnten bisher mit Lieferungen von Fernerkundungstechnik, Bildverarbeitungstechnik sowie astronomischen Spezialausrüstungen an die UdSSR erzielt werden.

Es ist ganz offensichtlich, daß kleine Staaten wie die DDR nur bei geschickter internationaler Kooperation die möglichen Vorteile aus der Nutzung kosmischer Systeme erzielen können. Unser Land kann das vor allem durch Bindung an das kosmische Pro-

gramm der UdSSR (über bi- und multilaterale Abkommen) erreichen. Jedoch ist das nur möglich, wenn seitens der DDR hohe Leistungen eingebracht werden, die auch für die UdSSR vorteilhaft sind. Von zentraler Bedeutung für alle wissenschaftlichen Arbeiten durch Einrichtungen der DDR ist das **Programm «Interkosmos»**.

Der Vorzug des Interkosmos-Abkommens besteht darin, daß es die aktive Teilnahme an allen für die DDR wichtigen Richtungen der Kosmosforschung ermöglicht. Damit ist die Forderung verbunden, die Bodenausrüstungen zum Empfang und zur Verarbeitung der gewonnenen Informationen in den integrierten Einrichtungen sich selbst zu schaffen und Geräte und Ausrüstungen für das jeweilige kosmische Experimental- oder Dienstsystern der UdSSR zu entwickeln und in den betreffenden Teilen des Systems aufzustellen.

Nutzung kosmischer Systeme für volkswirtschaftliche Aufgaben

Nachrichtenwesen

Für die **Nutzung kosmischer Systeme für das Nachrichtenwesen** ist in der DDR das Ministerium für Post- und Fernmeldewesen verantwortlich. Bestimmte Forschungen werden in geringem Umfang auch in der AdW durchgeführt. Das kosmische Nachrichtenwesen wird international bereits seit vielen Jahren auf kommerzieller Basis betrieben. Die DDR ist Mitglied im System *Intersputnik*, wirkt mit im Internationalen Fernmeldeverein (nutzt dabei u. a. das System *Intelsat*) und nutzt in wachsendem Maße das System *Inmarsat*. Die in Einrichtungen der DDR durchgeführten Forschungen betreffen spezielle technische Probleme, auf die aus Platzgründen hier nicht weiter eingegangen werden kann. Hierzu gehören auch Forschungen des Instituts für Kosmosforschung zur Weiterentwicklung des Wetterbildempfanges und zur Übertragung von digitalisierten Fernerkundungsaufnahmen mit extrem hoher Datendichte über Satelliten.

Wetterdienst

Für die **Nutzung kosmischer Systeme für den Wetterdienst** ist in der DDR das Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft, speziell der Meteorologische Dienst der DDR, verantwortlich. Bei der Entwicklung und Nutzung der kosmischen Meteorologie besteht vom ersten Tage an eine fruchtbare Zusammenarbeit zwischen dem Meteorologischen Dienst und der AdW der DDR, speziell dem Institut für Kosmosforschung (IFK).

Die in der DDR zur kosmischen Meteorologie laufenden **Forschungen** hatten und haben schwerpunktmäßig das Ziel, 1. die Methoden zur Nutzung meteorologischer Satelliten zu verbessern und 2. Bodenanlagen für den Empfang und die Verarbeitung der satellitenmeteorologischen Daten zu entwickeln, die den jeweils modernsten meteorologischen Satelliten optimal angepaßt sind. Hinzu kommen noch Arbeiten, die auf Wunsch der sowjetischen Partner und gemeinsam mit ihnen zur Weiterentwicklung des relevanten kosmischen Systems der UdSSR durchgeführt werden. Letztere betreffen insbesondere die Weiterentwicklung und Bereitstellung von Infrarot-Fourier-Spektrometern für die Vertikalsondierung der Erdatmosphäre.

Für die weitere Entwicklung der Forschungsarbeiten erweist es sich als immer mehr erfolgreich, daß die Zusammenarbeit mit der UdSSR auf dem Gebiet der kosmischen Meteorologie enger mit den gemeinsamen Arbeiten zur Fernerkundung der Erde verbunden wird.

Fernerkundung der Erde

In der DDR ist eine Hauptrichtung der Kosmosforschung und -nutzung die Fernerkundung der Erde. Im internationalen Maßstab und auch bei uns versteht man darunter die Gewinnung und Auswertung bildhafter Aufnahmen von Teilen der Erd- und der Wasseroberflächen in mehreren Spektralbereichen: *sichtbares Licht und nahes Infrarot, fernes (thermisches) Infrarot und Mikrowellenbereich*. Es werden thematisch optimiert photographische, optoelektronische bzw. Mikrowellen-Verfahren eingesetzt. Charakteristisch für Fernerkundungsaufnahmen ist die hohe geometrische Bodenaufösung. Die eingesetzten Satelliten bewegen sich auf optimierten Umlaufbahnen.

In der DDR wird zur Fernerkundung der Erde intensiv und in voller Breite seit Anfang der 70er Jahre gearbeitet. Die entsprechende Arbeitsgruppe des Interkosmos-Programms bildete sich 1975. Im Ergebnis dieser Arbeiten wurde erreicht, daß die volkswirtschaftliche Nutzung der Fernerkundung seit Ende der 70er Jahre erfolgt. Hauptsächliche Anwendungen sind: *Topographische Übersichtskarten, geologische Kartierung, Erkundung von forstlichen und agrarischen Geosystemen, Überwachung von Umweltveränderungen*. Vorbereitet wird die Überwachung der Meeresoberfläche. Für die volkswirtschaftliche Anwendung der Fernerkundung in der DDR ist charakteristisch, daß die entsprechenden Geräte und Verfahren vielfach von hochfliegenden Flugzeugen aus angewendet werden. Die mittels

Satelliten gewonnenen Aufnahmen dienen zur Ergänzung, zur Erweiterung der Übersicht und zur Einordnung der im Staatsgebiet der DDR bestehenden Situation in den überregionalen Zusammenhang. Es sind zahlreiche Einrichtungen beteiligt; für die erforderlichen Forschungsarbeiten sind häufig die Einrichtungen der AdW federführend.

Im Rahmen des Programms *Interkosmos* werden seitens der DDR drei **Schwerpunkte** bearbeitet:

1. Durchführung von internationalen Komplexexperimenten auf Testgebieten,
2. Entwicklung von rechnergestützten Geoinformationssystemen bei bevorzugter Nutzung von Fernerkundungsdaten und
3. Vorbereitung und Durchführung von Experimenten auf der Orbitalstation MIR zur Fernerkundung der Erd- und Wasseroberflächen, einschließlich des Einflusses der Erdatmosphäre, mit neuentwickelten abbildenden spektrometrischen Aufnahmesystemen.

Navigation und Geodäsie

Hinsichtlich der **Nutzung kosmischer Systeme für die Navigation** wird in der DDR bisher keine aktive Forschung betrieben. Jedoch sind bereits zahlreiche Schiffe der Hochseefischerei und der Seehandelsflotte der DDR mit entsprechenden Navigationsgeräten ausgerüstet. Die Positionsbestimmung mit Hilfe von Navigationssatelliten ist wesentlich schneller und genauer, als sie mit klassischen Navigationsverfahren erreichbar ist. Vorerst werden Systeme der USA verwendet. Ein entsprechendes System der UdSSR befindet sich im Aufbau. Die AdW der DDR, speziell das Zentralinstitut «Physik der Erde» (ZIPE), beteiligt sich an dazu erforderlichen wissenschaftlichen Vorarbeiten. Diese betreffen vor allem die Einrichtung und Unterhaltung des Bezugssystems für die Bahnbestimmung der Satelliten mit der erforderlichen Genauigkeit. Das ZIPE kann dabei auf nahezu drei Jahrzehnte umfassende erfolgreiche Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der **Satellitengeodäsie** aufbauen, die sowohl im Interkosmos-Programm und in der Zusammenarbeit der Geodätischen Dienste als auch in der entsprechenden weltweiten Zusammenarbeit eingebunden ist und geschätzt wird.

Technisch-technologische Forschungen

Kosmosforschung kann mit Aussicht auf Erfolg nur als **Einheit von naturwissenschaftlich-methodischen und technisch-technologischen Forschungen** betrieben werden. Die Nutzung der kos-

mischen Systeme ist nur möglich, wenn die erforderlichen Geräte und Ausrüstungen verfügbar sind und eingesetzt werden können. In Verbindung mit den bisher beschriebenen Richtungen der Kosmosforschung, die zur Lösung volkswirtschaftlicher Aufgaben der DDR betrieben werden, haben sich folgende **technisch-technologische Forschungsgebiete** als für die DDR besonders erforderlich und effektiv herausgestellt:

1. *Spektroradiometrie*
2. *Optoelektronik*
3. *Telemetrie von Massendaten*
4. *Bildverarbeitung*

In den genannten Bereichen wird intensiv hard- und softwareseitig gearbeitet.

Mit den auf diesen Gebieten angestrebten wissenschaftlich-technischen Ergebnissen sind in jedem Fall **extreme Leistungsanforderungen** zu erfüllen. Diese betreffen vor allem das Masse-Leistungs-Verhältnis, die Energieaufnahme, die Zuverlässigkeit, die Funktionssicherheit bei großen mechanischen, thermischen und Strahlungsbelastungen sowie den Automatisierungsgrad, Fernbedienung und eine hohe Datenübertragungsrate werden gefordert. In den beteiligten Einrichtungen liegen auf allen diesen Gebieten große Erfahrungen vor, und sie unterhalten auch effektive Kooperationsbeziehungen zu anderen Einrichtungen, die ähnliche Anforderungen (total oder partiell) zu erfüllen haben.

Nutzung kosmischer Systeme für rein wissenschaftliche Aufgaben

Zu diesen Richtungen zählen 1. *die Nutzung von künstlichen Erdsatelliten für astronomische und astrophysikalische Forschungen*, 2. *die Verwendung von Raumsonden für die Erforschung der Sonne und der Heliosphäre, der Planeten und der weiteren Körper sowie des Plasmas im interplanetaren Raum unseres Sonnensystems und schließlich* 3. *die Verwendung von künstlichen Erdsatelliten für die Erkundung und Überwachung der physikalischen Bedingungen und Prozesse im erdnahen Teil des Weltraumes, der zum Einflußbereich der Erde selbst gehört und von den Vorgängen auf der Sonne beeinflusst wird (Magnetosphäre).*

Die wissenschaftlichen Arbeiten, insbesondere in den beiden erstgenannten Richtungen, sind bis in die jüngste Zeit und sicher auch zukünftig sämtlich durch **Spitzenleistungen im wissenschaftlichen Gerätebau und der Kosmostechnik** generell gekennzeichnet und werden auf absehbare Zeit ausschließlich mit dem **Ziel** durchgeführt, wissenschaft-

liche Entdeckungen prinzipieller Art zu erzielen. Unübersehbar ist das Bestreben aller aktiven Länder nach **internationaler Zusammenarbeit**.

Erforschung der Hochatmosphäre und Magnetosphäre der Erde sowie der solar-terrestrischen Beziehungen, kosmischen Plasmaphysik

Im kosmischen Programm der UdSSR wird diese gesamte Problematik intensiv bearbeitet. Gegenwärtig werden mehrere große Projekte vorbereitet. An ihnen nehmen im Rahmen des Interkosmos-Programmes mehrere Länder des RGW und darüber hinaus im Rahmen spezieller Vereinbarungen auch einige nichtsozialistische Länder sowie die ESA teil.

Das z. Z. bedeutendste Projekt ist *«Interbol»*. Sein Start ist für 1990/91 vorgesehen. Es dient der Erforschung der physikalischen Mechanismen, die für die Übertragung der Energie des Sonnenwindes an die Magnetosphäre der Erde, deren Speicherung in der Magnetosphäre und die nachfolgende Umwandlung dieser Energie in den Polarlichtgebieten der Magnetosphäre, der hohen und der mittleren Atmosphäre während der magnetosphärischen Stürme sorgen. Von unserer AdW beteiligt sich das *Heinrich-Hertz-Institut für solarerterrestrische Physik (HHI)* mit einer Plasmasonde auf der *«Schweif-Sonde»* zur Messung der Fluktuationen des Flusses thermischer Elektronen und Ionen.

Vorbereitet ist auch die Beteiligung der DDR an den beiden Projekten *«Aktivny»* (Start 1989) und *«Apex»* (Start 1990). Bei beiden Projekten sollen Plasmaerscheinungen im erdnahen Weltraum künstlich erzeugt werden. An beiden Vorhaben beteiligt sich das Zentralinstitut für Kybernetik und Informationsprozesse (ZKI) mit **Langmuir-Sonden** zur Bestimmung der Elektronentemperatur, der Elektronen- und der Ionenkonzentration.

Die Erforschung der Magnetosphäre der Erde und der solar-terrestrischen Beziehungen ist international und ebenso bei unseren Forschungsgruppen auf die Lösung der konkreten geophysikalischen Probleme gerichtet. Die dabei anstehenden Aufgaben haben außerdem prinzipielle Bedeutung für die **Physik kosmischer Plasmen und die Plasmaphysik generell**.

Von den Forschungsgruppen in unserer AdW sind in die internationale Diskussion auf diesem Gebiet in jüngster Zeit vor allem zu zwei Fragen wesentliche theoretische Beiträge eingebracht worden: zur *Erklärung des Mechanismen der Energieübertragung aus dem Sonnenwind in die Erdmagnetosphäre durch Verschmelzung (Reconnection) von Magnetfeldern und zum anderen zur gasdynamischen Modellierung der Umströmung einer Neutralgaswolke durch den Sonnenwind*.

Erforschung der Planeten: Venera 15 und 16, VEGA-Projekt, Phobos-Projekt, Mars-94

Ebenso wie die kosmische Plasmaphysik hat auch die Planetenforschung mit Beginn der kosmischen Ära ihren Charakter grundsätzlich gewandelt. Sie ist zu einer relativ selbständigen Disziplin geworden. Wesentliche Ergebnisse können wie bei der kosmischen Plasmaphysik nur noch bei Einsatz kosmischer Mittel und Systeme erreicht werden, mit deren Hilfe Beobachtungen und Messungen in unmittelbarer Nähe der Planeten, ihrer Satelliten und der anderen Körper im Sonnensystem möglich sind.

Einrichtungen der DDR beteiligten sich erstmals im Jahre 1983 mit eigenen Geräten auf einer entsprechenden Raumsonde an der Erforschung eines anderen Planeten als der Erde, und zwar durch Einsatz von im Institut für Kosmosforschung (IKF) unter Mitwirkung weiterer Institute entwickelten und gebauten **Infrarot-Fourier-Spektrometern auf den beiden sowjetischen Sonden VENERA 15 und 16**. Die erzielten Daten sind im HHI unter Mitwirkung von Wissenschaftlern aus dem Meteorologischen Dienst der DDR eingehend ausgewertet und inzwischen vollständig veröffentlicht worden.

Einen anderen Charakter hatte unsere **Mitwirkung am sowjetischen VEGA-Projekt**, das mit breiter internationaler Beteiligung durchgeführt wurde und seine *«heiße Phase»* im März 1986 mit der größten Annäherung der beiden VEGA-Sonden an den Kometen Halley hatte. Die Hauptaufgabe des Projektes war jedoch die Gewinnung von Fernsehaufnahmen vom Kern des Kometen Halley aus einer Entfernung von etwa 5 000 km und von Messungen zum Einfluß des Kometen auf dem Sonnenwind. Seitens der DDR konnten wesentliche gerätetechnische Beiträge zum Aufbau des Labors für die operative Bildbearbeitung im Empfangszentrum in Moskau geleistet werden. Diese Beiträge berechtigten das IKF zum sofortigen Zugriff auf die einlaufenden Bilddaten und auch zur frühzeitigen Übernahme der weiteren Meßdaten für die theoretische Auswertung. Auf diese Weise könnte auch die Mitwirkung an den wissenschaftlichen Diskussionen zum Gesamtprojekt erreicht werden.

An dieser Stelle sollen erste Ergebnisse unserer Mitwirkung am bisher unvollendet gebliebenen sowjetischen Projekt *«Phobos»* vorgestellt werden. Dieses Projekt wurde mit breiter internationaler Beteiligung vorbereitet und durchgeführt. Unsere Mitwirkung am Projekt *«Phobos»* stellte die bisher umfangreichste Beteiligung der DDR an einer Weltraum-Mission dar. Das Phobos-Projekt zielte auf die Erforschung von vier unterschiedlichen Objekten bzw. Phänomenen: auf die Erforschung des inneren

Mars-Satelliten Phobos, des Planeten Mars, der Sonne und des Sonnenwindes ab. Trotz des vorzeitigen Endes der Projekte wurden wenigstens zu den letzten 3 Punkten wesentliche neue Ergebnisse erzielt. Die DDR war hardwareseitig mit 3 Experimenten beteiligt, von denen 2 zu interessanten neuen Erkenntnissen führten und die Leistungsfähigkeit der DDR bewiesen, während das Flugzeit-Massenspektrometer, des vorzeitigen Abbruchs des Projektes wegen, nicht zum Einsatz kam.

Zu den wichtigsten Experimenten des gesamten Projektes gehörte das Experiment FREGAT. Seine Aufgaben waren die Aufnahme, Zwischenspeicherung und Übersendung von Bilddaten und Spektren von Mars und Phobos zur Erde. Dieses Experiment wurde von der UdSSR, Bulgarien und der DDR getragen. Unser Hauptbeitrag war die Bereitstellung des 200 MByte-Bildspeichers R3m durch das ZKI. Die Bilder, die bis zum Abbruch der Mission übermitteln und dann bearbeitet wurden, zeigen die hohe Leistungsfähigkeit des Gerätes. Das andere, für uns sehr erfolgreiche Experiment war der Einsatz des FLUX-Gate-Ringkern Magnetometer FGMM1. Es stellt für die DDR den Einstieg in die Magnetometrie schwacher kosmischer Felder dar und hat seine Leistungsfähigkeit glänzend unter Beweis gestellt. Mit dem Gerät wurden seit dem Start von «Phobos 2» am 12. Juli 1988 kontinuierliche Meßdaten auf der Trasse zum Mars und im Marsorbit gemessen und für eine weitere wissenschaftliche Bearbeitung aufbereitet.

In Auswertung der Meßdaten des FGMM1 wurde eine magnetische Grenzschicht in etwa 900 km Höhe über dem Mars entdeckt. Erstmals wurde ein ruhiges Magnetfeld innerhalb dieser Grenzschicht nachgewiesen, welches sich in den Schweif fortsetzt. Erstmals gelangen ausführliche und systematische Messungen im Schweif. Aus den Daten konnte die Dipolstruktur des Marsmagnetfeldes mit einem Dipolmoment von $0,7 \cdot 10^{22} \text{ G} \cdot \text{cm}^3$ und einer Neigung von 64° abgeleitet werden. Aus der Entdeckung der Rotationsperiode des Mars in den Magnetfelddaten der Schweifdurchgänge kann sehr zwingend auf die Existenz eines «internen» Anteils des Marsmagnetfeldes geschlossen werden. Die Stärke des so vermuteten Oberflächenfeldes liegt zwischen 20 und 30 nT.

Das nächste große sowjetische Projekt auf dem Gebiet der Planetenforschung wird das Projekt «Mars-94» sein, welches mit breiter internationaler Beteiligung gestaltet wird. Das Projekt Mars-94 wird wiederum in komplexer Weise eine Vielzahl von Experimenten umfassen, die auf die eingehende Untersuchung des Planeten, seiner Oberfläche, seiner

Atmosphäre ausgerichtet sind. Es wird das Magnetfeld in Verbindung mit den relevanten Fragen der kosmischen Plasmaphysik untersucht werden. Das ursprünglich vorgesehene Mars-Mobil soll erst bei einem späteren Projekt eingesetzt werden. Vom Satelliten sollen Ballons ausgestoßen werden, die auf die Marsoberfläche absinken. Es werden mehrere kleine Stationen abgesetzt. Die **Mitwirkung der DDR** an der gerätetechnischen Ausrüstung konzentriert sich auf drei **Komplexe**:

einen *optoelektronischen Weitwinkel-Stereo-Scanner* (WAOSS) zur Gewinnung von Bilddaten von der Atmosphäre und der Oberfläche des Mars im sichtbaren Licht,

ein *Planeten-Infrarot-Spektrometer* zur Sondierung der atmosphärischen Parameter des Mars,

ein *Fluxgate-Magnetometer* mit ähnlichen Aufgaben wie im Phobos-Projekt.

Bei diesen Beiträgen werden maximal die bisher in den Einrichtungen der DDR vorliegenden Erfahrungen und Möglichkeiten genutzt. Sie ermöglichen in effektiver Weise die weitere Teilnahme am internationalen Wissensfortschritt, der im bevorstehenden Jahrzehnt vor allem im Hinblick auf den Mars angestrebt wird. Mars ist derjenige Planet, der der Erde am ähnlichsten ist und wäre nach dem Mond als erster Planet für einen unmittelbaren Besuch durch den Menschen erreichbar.

Astrophysikalische Forschungen

Im internationalen Rahmen gesehen, werden seit den 70er Jahren extraterrestrische Beobachtungsplattformen systematisch genutzt. In jüngster Zeit bieten sich im kosmischen Programm der UdSSR einige Möglichkeiten, die uns erreichbar erscheinen. Sie werden zur Zeit auf ihre Realisierbarkeit geprüft. Gute Aussichten hat das Projekt, ein optisches Weitwinkelteleskop zu entwickeln, das auf einem Modul der Orbitalstation MIR stationiert wird. Es würde die Untersuchung der großräumigen Materieverteilung im Kosmos ermöglichen. Diskutiert wird weiterhin die Beteiligung an einem Projekt der UV-Astrophysik und einem weiteren zur Röntgen- und Gamma-Astrophysik.

Mikrogravitationsforschung

Zum Schluß seien einige kurze Anmerkungen zu weiteren Richtungen der Kosmosforschung genannt, die ebenfalls im Programm Interkosmos enthalten sind. Sie sind zumeist mit der bemannten Raumfahrt verbunden. Der Beginn und zugleich absolute Höhepunkt in allen diesen Richtungen war der Einsatz des Fliegerkosmonauten der DDR, *Sigmund Jähn*, im September 1978 in Salut 6. Die für

ihn und seine sowjetischen Genossen vorbereiteten Experimente wurden sämtlich durchgeführt und von den betreffenden wissenschaftlichen Einrichtungen der DDR vollständig ausgewertet. Die Ergebnisse wurden veröffentlicht. Seither sind seitens der DDR weitere Experimente einschließlich der zugehörigen Geräte vorbereitet und den verantwortlichen sowjetischen Partnern übergeben worden. Die Ergebnisse liegen zumeist noch nicht vor.

Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

1. Die Analyse der bisherigen Entwicklung und des erreichten Standes zeigt, daß sich zahlreiche Einrichtungen in der DDR seit Jahren ökonomisch, technisch und wissenschaftlich nutzbringend an der Erforschung und friedlichen Nutzung des Weltraumes beteiligen.

2. Es werden in beachtlichem Maße wissenschaftliche Arbeiten zur Kosmosforschung (im weitesten Sinne) durchgeführt, die darauf gerichtet sind, den erreichten Stand zu halten und die Nutzung kosmischer Mittel für Volkswirtschaft und Wissenschaft weiter auszubauen. Dabei wird die internationale Forschungskooperation vor allem mit der UdSSR zielstrebig genutzt.

3. Es ist offensichtlich, daß eine zielstrebige Erweiterung der Kooperation mit der UdSSR damit ver-

bunden sein muß, den Nutzen für die DDR weiter zu erhöhen. Dazu ist es erforderlich, daß die Beiträge der relevanten Bereiche der Industrie und der staatlichen Dienste der DDR in direkter und indirekter Form zu erweitern sind.

4. Auf allen Teilgebieten der Kosmosforschung und Kosmosnutzung erweist es sich als unumgänglich, die speziellen kosmischen Mittel und Methoden eng mit den konventionellen erdgebundenen Mitteln und Methoden zu verbinden.

5. Die vorliegenden Erfahrungen zeigen, daß die effektive Teilnahme an der Kosmosforschung und Kosmosnutzung einen hohen wissenschaftlich-technischen Leistungsstand der gesamten Volkswirtschaft voraussetzt. Die ökonomischen, technisch-technologischen und wissenschaftlichen Gewinne, die die entsprechenden Bereiche aus der Nutzung kosmischer Mittel ziehen können, sind um so größer, je mehr sie die Bereitschaft und die Fähigkeit entwickeln, ihre traditionellen Technologien durch Anwendung der Schlüsseltechnologien zu verbessern.

(Zum Thema dieses Beitrages referierte auf dem V. Erfahrungsaustausch zur Methodik des Astronomieunterrichts 1989 in Rostock Prof. Dr. sc. Ralf Joachim, stellvertretender Direktor des Instituts für Kosmosforschung der AdW der DDR und Präsident der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR.)

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Heinz Kautzleben, Direktor des Instituts für Kosmosforschung der AdW der DDR, Rudower Chaussee 5, Berlin-Adlershof, DDR-1199

Sonnenfotografie mit dem Schulfernrohr

Axel Haubeiß

Die Sonnenbeobachtung und Überwachung ist schon immer eine Aufgabe, mit der sich Amateurastronomen beschäftigen. Im Astronomieunterricht spielt die «Sonne als unser Stern» eine zentrale Rolle, und eine Beobachtung im Klassenverband sollte unbedingt Bestandteil des Unterrichts sein. Diese wird man aus Gründen der besseren Sichtbarkeit für eine große Schülergruppe mit dem Projektionsschirm durchführen.

Mit einer Arbeitsgemeinschaft «Junge Astronomen» oder mit dem fakultativen Kurs Astronomie und Raumfahrt lohnt sich auch die Anfertigung von Sonnenfotos, die man als Anschauungsmaterial im Unterricht einsetzen kann. Die Anfertigung von guten Sonnenfotos ist auch mit dem Schulfernrohr Telementor möglich (s. Bilder auf der 3. Umschlag-

seite). Dazu benötigt man ein Sonnenprisma, welches man selbst bauen kann.

Grundvoraussetzungen für gute Sonnenfotos

Aufnahmen von einzelnen Sonnenfleckengruppen sind im Primärfokus des Telementors nicht sinnvoll, da die Brennweite zu kurz ist. Mit der Methode der Okularprojektion kann man die Brennweite verlängern.

Belichtungszeiten von $\frac{1}{1000}$ s sind für gute Sonnenfotos wesentlich, da bei längeren Belichtungszeiten zu viele Einzelheiten der Flecken verschwimmen. Die Benutzung von orthoskopischen Okularen

ist günstig, da sie eine bessere Abbildungsqualität haben als Huygensokulare. Mit dem Sonnenprisma kann man alle drei Bedingungen erfüllen.

Prinzipieller Aufbau des Sonnenprismas

Der Strahlengang ist in Bild 1 zu erkennen. Ein gleichschenkelig-rechtwinkliges Prisma wird so in den Strahlengang gebracht, daß an der Basisfläche ein geringer Anteil des Lichtes reflektiert und rechtwinklig abgelenkt wird. Dieser Lichtanteil wird zur Abbildung der Sonne benutzt. Der Hauptanteil des Sonnenlichtes durchdringt das Prisma (mit zweimaliger Brechung) und tritt hinten aus einer Öffnung im Blechkasten wieder aus. Diese Öffnung kann man schräg abdecken, damit niemand aus Versehen hineinschaut. Eine Zerstreuungslinse in der Öffnung entschärft die Wärmewirkung.

Der reflektierte Lichtanteil durchdringt anschließend zwei drehbare Polarisationsfilter zur weiteren Abschwächung des Sonnenlichtes und zur Regulierung der Lichtstärke für visuelle und fotografische Beobachtung. Ein am Blechkasten angebrachter Gewinding mit Innendurchmesser 24,5 mm nimmt das Okular auf, mit dem das Sonnenbild auf den Film projiziert wird. Ein Außengewinde M 42 × 1 nimmt Praktika-Zwischenringe auf. Durch die Wahl der Auszugsverlängerung (unterschiedliche Anzahl von Zwischenringen zwischen Okular und Fotoapparat) kann man die Äquivalentbrennweite und damit die Größe des Sonnenbildes beeinflussen. Ein

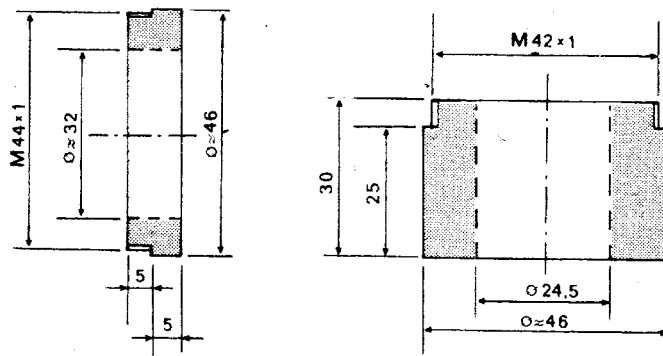


Bild 2

Gelbfilter auf dem Okular dient zur Verringerung des blauen Farbsaumes bei starken Vergrößerungen.

Realisierung des Gerätes

In einem Blechkasten sind das Prisma und die Polarisationsfilter untergebracht. Die Maße des Kastens sind dem Bild 1 zu entnehmen. Der Kasten enthält drei kreisförmige Öffnungen (teleskopseitig, okularseitig und Lichtaustritt des ungenutzten Lichtanteils). Sind die Gewinderinge aus Eisen (Maße siehe Bild 2), kann man sie anlöten, ansonsten muß man sie anschrauben oder ankleben. Alle Teile sind innen schwarz angestrichen. Das drehbare Polarisationsfilter wird an einem Plastring (Bild 4) angeklebt. Eine seitliche Verlängerung an dem Plastring ragt seitlich aus dem Blechkasten heraus. Das feste Polfilter ist auf einem Zwischenblech angeklebt. Mit einem Filzring werden beide Polfilter auf Abstand gehalten. Das Zwischenblech dient gleichzeitig dazu, das drehbare Filter leicht an das feste Filter zu drücken.

Visuelle Beobachtung

Da das Sonnenlicht vor Eintritt in das Okular schon abgeschwächt ist, kann man orthoskopische Okulare zur Beobachtung benutzen. Es eignen sich O-16- und O-10-Okulare bei Beobachtung mit dem Telemeter. Vorteilhaft erweist sich die Zwischenschaltung einer Zeiss-Ringschwalbe zwischen die Einstellfassung des Telemeter und das Sonnenprisma, um das Prisma in eine günstige Beobachtungslage zu drehen (Wechselvorrichtung M 44 und Wechselring M 44 gibt es im Zeiss-Industrieland zu kaufen) (siehe Bild 3). Bei visueller Beobachtung müssen die Polfilter fast «zugedreht» werden, um die Sonnenflecken kontrastreich zu erkennen.

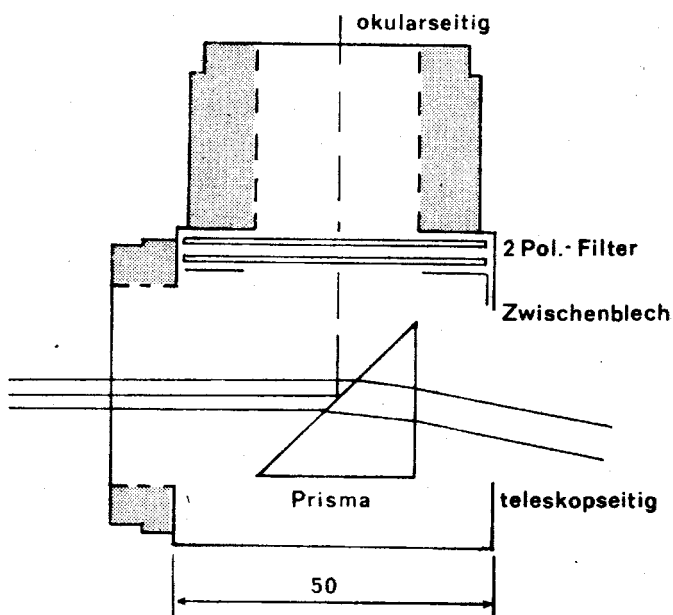


Bild 1

Fotografische Beobachtung

Die Benutzung einer Spiegelreflexkamera ist erforderlich zur Kontrolle der Scharfeinstellung. Die Geräteanordnung ist Bild 3 zu entnehmen. Belichtungszeit soll möglichst $\frac{1}{1000}$ s sein. Hat die Kamera keine Innenlichtmessung, müssen Testserien angefertigt werden. Bei Benutzung von NP 20 und $\frac{1}{1000}$ s erhält man gute Negativedichten bei etwas Überbelichtung. Vergrößerungen werden auf extrahartem Fotopapier angefertigt.

Bei Benutzung des Okular O-16 und 10 cm-Praktika-Zwischenringen erhält man Negativdurchmesser der Sonne von etwa 5 cm (Äquivalentbrennweiten 5,4 m).

Bei diesen langen Brennweiten läßt sich die Meßkeilscharfeinstellung der Praktika-Fotoapparate nicht mehr als solche benutzen. Beide Meßkeilhälften erscheinen im Sucherbild schwarz. Nur bei ganz bestimmten Blickrichtungen des Auges im Sucher gelingt es, eine Hälfte zu erhellen. Dann ist diese Hälfte zum Scharfeinstellen eines Sonnenfleckes ideal geeignet. Gelingt das nicht, muß man anhand der Fresnellinse das Bild scharf einstellen. Dazu eignet sich eine große Fleckengruppe oder der Sonnenrand. Hat man die optimale Bildhelligkeit zum Fotografieren durch Benutzung der Innenlichtmessung oder einer Meßreihe ermittelt und mit Hilfe des drehbaren Polarisationsfilters eingestellt, fotografiert man die Sonne mehrmals, um das beste Negativ zum Vergrößern herauszusuchen. Im Sucher der Kamera blendet die Sonne bei richtiger fotografischer Einstellung, so daß man die Flecken kaum noch erkennt. Man muß deshalb die Scharfeinstellung vorher bei etwas mehr «zugedrehten» Polarisations-

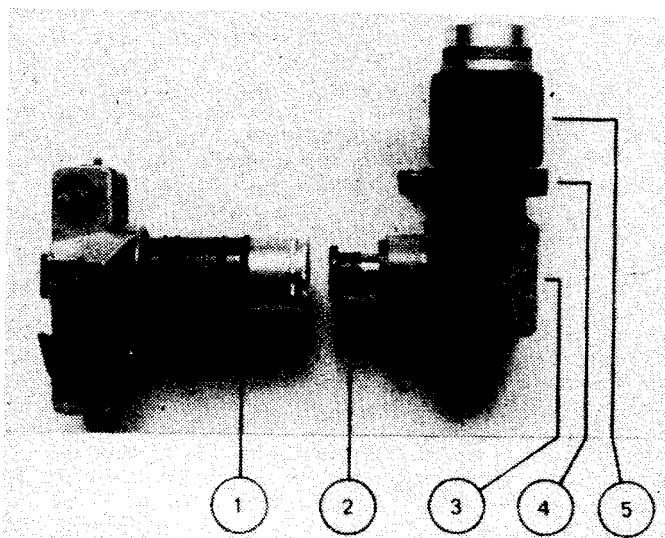


Bild 3: Geräteanordnung. 1 = Zwischenringe, 2 = Okular, 3 = Sonnenprisma, 4 = Zeiss-Wechselvorrichtung, 5 = Telemotor-Einstellfassung

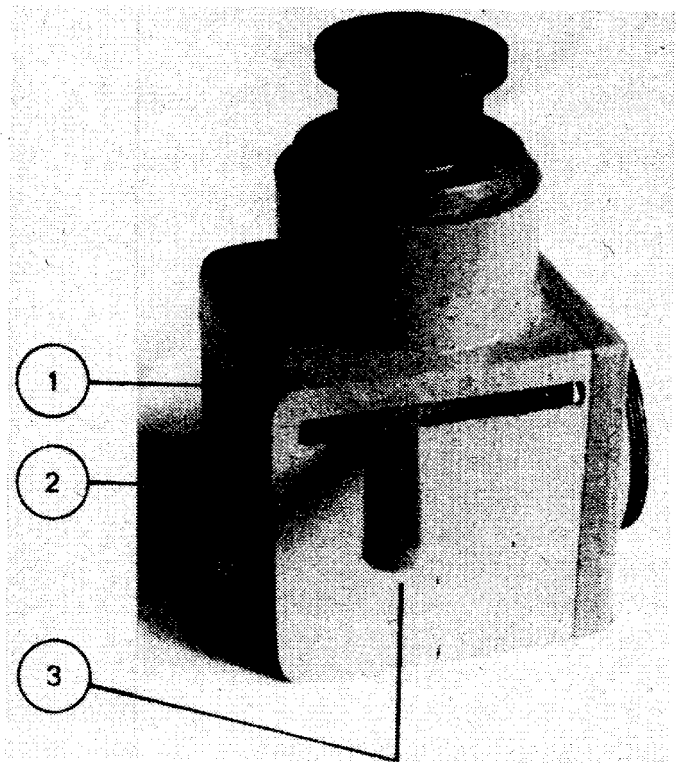


Bild 4: Sonnenprisma. 1 = Halteschrauben für Zwischenblech, 2 = Lichtaustritt des ungenutzten Lichtanteils (schräg abdecken!) 3 = Einstellhebel für Polarisationsfilter

tionsfiltern vornehmen oder auf den Sucher der Kamera noch ein extra Blendglas auflegen.

Anschrift des Verfassers: Axel Haubeiß, Karl-Marx-Oberschule, Gebese, DDR-5102

Mitteilung über die Weiterführung der externen Vorbereitung von Diplomlehrern auf den Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie vom 10. Juli 1989

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 9. Durchgang vom Juli 1990 bis zum Februar 1992 und einem 10. Durchgang vom Juli 1992 bis zum Februar 1994 fortgesetzt.

Die Durchgänge umfassen einen Einführungskurs von einer Woche im Juli, einen Kurs von 2 Wochen

im Februar und einen Abschlußkurs von einer Woche im Juli des nächsten Jahres.

Die Teilnehmer an der externen Vorbereitung legen in den darauffolgenden Winterferien 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 Studienanleitung und die Lehrveranstaltungen in den obengenannten Kursen. Durch die Hochschulen wird zur Unterstützung des Selbststudiums der Teilnehmer Studienmaterial zur Verfügung gestellt.

Die Delegierungsunterlagen,

- Aufnahmeantrag für Studienbewerber,
- Beurteilung,
- Nachweis über den Hochschulabschluß als Diplomlehrer,
- Delegierungsschreiben des Kreisschulrates, für die Teilnehmer an der externen Vorbereitung für den Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie sind auf dem Dienstwege über den Kreis- und Bezirksschulrat an den Direktor für Studienangelegenheiten der nachfolgenden Ausbildungseinrichtungen bis zum **15. Februar 1990 bzw. 1992** einzureichen.

Für Bewerber aus den Bezirken:

Potsdam Halle Berlin Cottbus Frankfurt/Oder	Pädagogische Hochschule «Karl Liebknecht» Am Neuen Palais Potsdam 1571
Dresden Karl-Marx-Stadt	Pädagogische Hochschule «K. F. W. Wander» Wigardstraße 17 Dresden 8060
Rostock Schwerin Magdeburg Neubrandenburg	Pädagogische Hochschule «Liselotte Herrmann» Goldberger Straße 12 Güstrow 2600
Erfurt Gera Suhl Leipzig	Friedrich-Schiller-Universität Schloßgasse 1 Jena 6900

Berlin, den 10. Juli 1989

**Ministerium für Volksbildung
Hauptabteilung Lehrerbildung
Prof. Dr. Müller
Hauptabteilungsleiter**



Titelseite – Der «Carina-Nebel». Das Sternbild Carina (Schiffskiell) gehört dem südlichen Sternhimmel an und ist von unserer geographischen Breite aus nicht beobachtbar. Der von uns rund 500 Lichtjahre entfernte Hauptstern Canopus («Steuermann des Menelaos») ist mit einer scheinbaren Helligkeit von $-0^m,8$ nach Sirius der gegenwärtig zweithelteste Stern an unserem Himmel. Das Sternbild enthält eine Reihe heller Sterne und erstreckt sich in hoher südlicher Deklination von -51° bis -76° über ein großes Himmelsareal, das von $6^h 02^m$ bis $11^h 17^m$ reicht. Neben anderen bemerkenswerten Objekten, wie Doppel- und veränderliche Sterne sowie helle offene Sternhaufen, enthält es mit dem Objekt NGC 3372 («Carina-Nebel»), das am Himmel eine Fläche von rund 85×80 Bogenminuten (Orion-Nebel 85×60) überdeckt, einen schon mit dem bloßen Auge wahrnehmbaren Nebel. Seine scheinbare Helligkeit wird mit $4^m,8$ angegeben (Orion-Nebel $3^m,0$). Der in den Nebel eingebettete Stern Eta Carinae ist ein ungewöhnlicher Veränderlicher, der von Halley 1677 als ein Stern mit der scheinbaren Helligkeit 4^m , ein Jahrhundert später von Lacaille als solcher mit 2^m beschrieben wurde. Zu Anfang des vorigen Jahrhunderts soll Eta Carinae zwar $-1^m,4$ hell gewesen sein (Sirius $helligkeit!$), wird jedoch in der internationalen Registratur als «Nova Eta Carinae 1843» ausgewiesen. Im genannten Jahr betrug die Helligkeit $-0^m,8$ und glich damit der von Canopus. Der heute mit bloßem Auge nicht mehr sichtbare Stern hat offenbar einen langsam verlaufenden Nova-Ausbruch («Quasi-Nova») durchlebt. Die scheinbare Helligkeit des heute veränderlichen Sterns bewegt sich zwischen 6^m und 8^m . In gleicher Weise ist auch die scheinbare Helligkeit des «Carina-Nebels» Schwankungen unterworfen. Die Gas- und Staubbmassen des Nebels expandieren mit hoher Geschwindigkeit. Das Nebelzentrum hat die Koordinaten $10^h 43^m$ und $-59^{\circ} 3'$

Aufnahme: W. E. Celnik, R. Schulz, P. Svejda, K. Weißbauer

2. Umschlagseite – Sonnenbeobachtung auf der Plattform der Georgius-Agricola-Oberschule» Karl-Marx-Stadt.

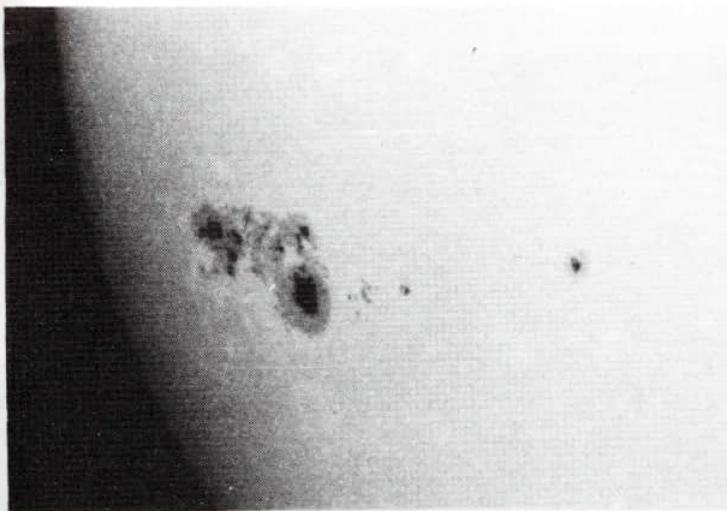
Aufnahme: Paul Tuchscherer

3. Umschlagseite – Entwicklung und Wanderung einer großen Sonnenfleckengruppe über die scheinbare Sonnenscheibe. Lesen Sie dazu unseren Beitrag «Sonnenfotografie mit dem Schuffernrohr» auf Seite 117

Aufnahmen: Axel Haubel

4. Umschlagseite – Venus in unterer Konjunktion. Bereits mehrmals gelang in der Schulsternwarte «Johannes Franz» Bautzen die Beobachtung des Planeten Venus zum Zeitpunkt seiner unteren Konjunktion, auch bei geringen Winkelabständen zur Sonne. Die erste fotografische Dokumentation eines solchen Ereignisses erfolgte 1985. Nachdem die Venus am 3. April 1985 um 23^h MEZ ihre untere Konjunktion durchlaufen hatte, konnte sie am 4. April bereits in den Vormittagsstunden auch mit dem Schuffernrohr «Telementor», das zuvor nach der Sonne justiert worden war, sehr gut beobachtet werden. Um $13^h 35^m$ MEZ, also nur 14h35min nach der unteren Konjunktion, gelang die auf der 4. Umschlagseite wiedergegebene Aufnahme. Dabei waren die Beobachtungsbedingungen denkbar ungünstig: Es wehte heftiger, stark böiger Südwind bei Windspitzen bis zu $14,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ = Windstärke 7, der Himmel war vollständig mit dünnen Cirrus- und Cirrostratuswolken bedeckt, und es war ein ausgeprägter Sonnenhalo sichtbar. Bei einer Lufttemperatur von $18,6^\circ \text{C}$ war durch den föhnigen Einfluß die Luftruhe zeitweise recht groß. Der Winkelabstand der Venus zur Sonne betrug $7,7^\circ$, der scheinbare Durchmesser der hauchzarten Venussichel $59,4'$. Damit hätte die Sichel theoretisch mit dem bloßen Auge als solche erkannt werden können. Die Entfernung der Venus lag zur Ereigniszeit bei 42,3 Millionen km. Die Aufnahme wurde am Zeiss-Refraktor 130/1950 nach der Okularprojektionsmethode unter Verwendung eines Okulars 25-O und bei einem Projektionsabstand von 120 mm, woraus sich eine Äquivalentbrennweite von 7410 mm ergab, gewonnen. Der Durchmesser der Venussichel auf dem Negativ (ORWO NP 15) beträgt 2,2 mm, die wiedergegebene Aufnahme ist eine 33fache Negativvergrößerung. Belichtet wurde $\frac{1}{60}$ s.

Aufnahme: Wolfgang Schwinge



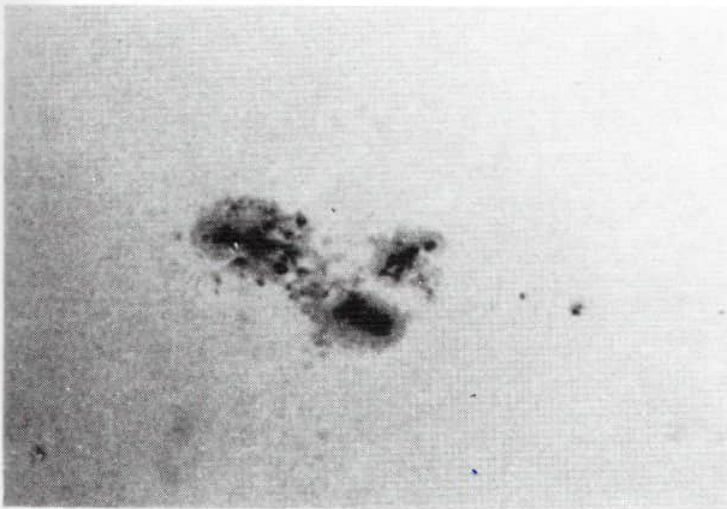
27.06.88

18^h 40^{min}



29.06.88

08^h 50^{min}



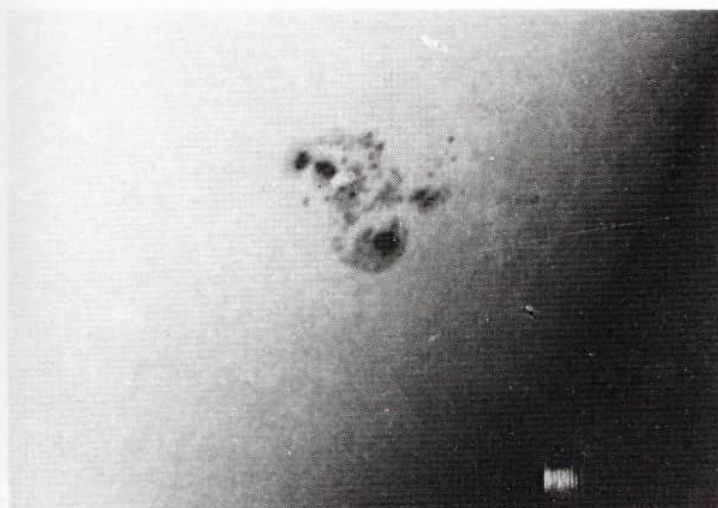
01.07.88

13^h 40^{min}



04.07.88

07^h 30^{min}



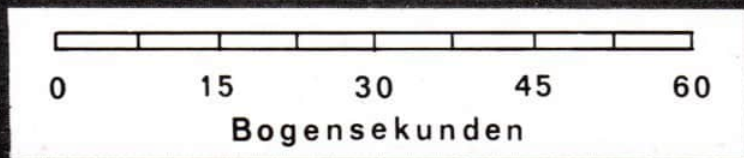
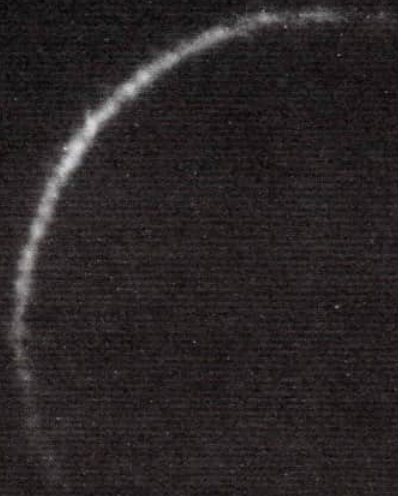
05.07.88

09^h 30^{min}



06.07.88

14^h 30^{min}

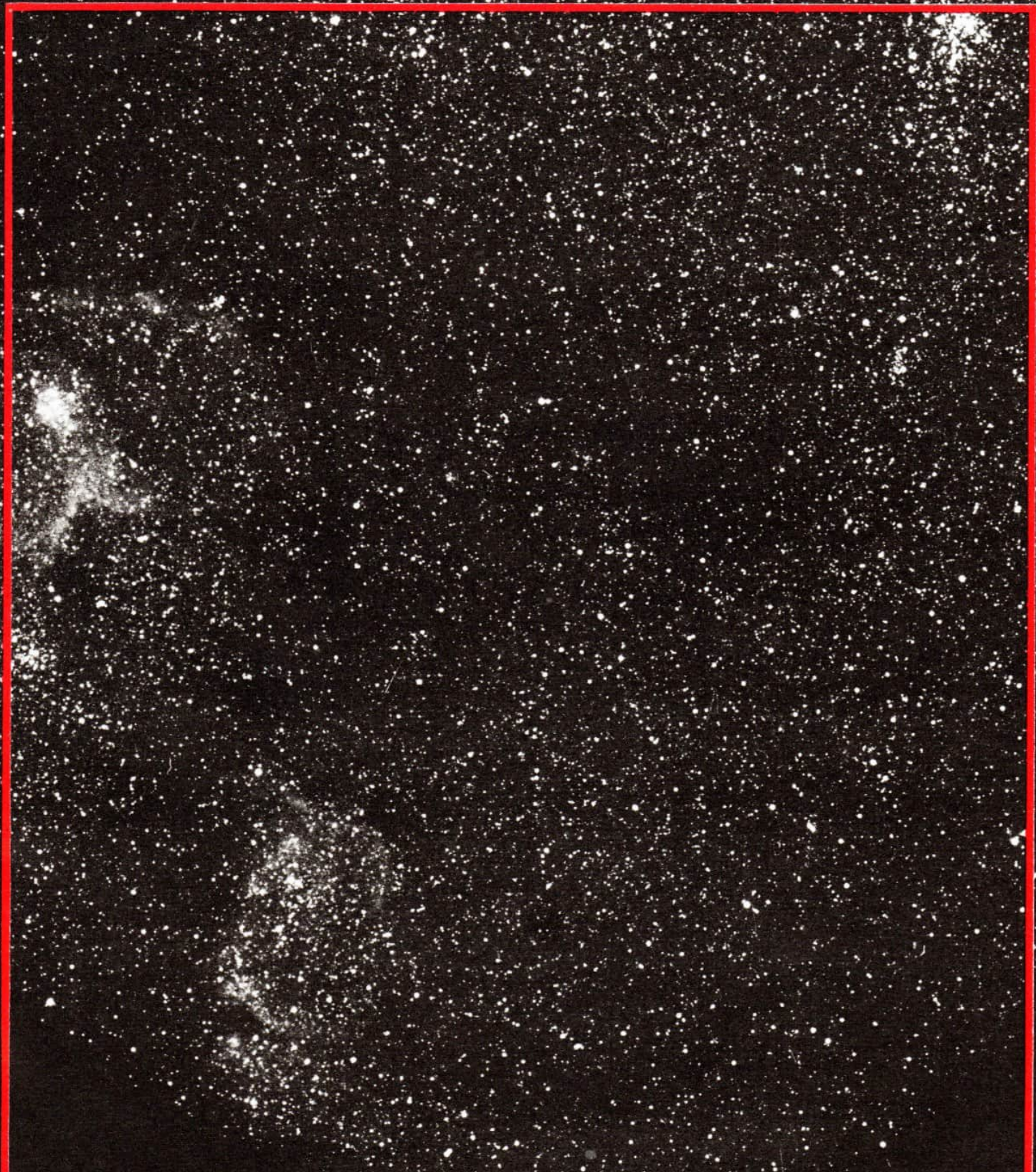


AS

Astronomie
in der Schule

Volk und Wissen
Volkseigener Verlag
Berlin
ISSN 0004-6310
Preis 0,60 M
Jahrgang 1989

6





Verspätete Wende?

Liebe Leser! Sicher werden Sie sich beim Studium dieses Heftes wundern, darin noch Passagen zu finden, die auf einem überholten Bildungskonzept basieren. Mancher wird sich beim Lesen dieser Zeilen fragen, ob die Redaktion den gesellschaftlichen Aufbruch verschlafen hat?

Keinesfalls! Beim Blick auf das Impressum – Redaktionsschluß, d. h. Abgabe des Manuskriptes an die Druckerei, 10. 10. 1989 – erkennt man sofort die Gründe des scheinbaren Rückstandes. Von der Manuskriptabgabe an den Herstellerbetrieb bis zur Auslieferung der Hefte durch den Postzeitungsvertrieb werden gegenwärtig immerhin drei Monate benötigt. Die Beiträge für das Heft 6/89 wurden von den Verfassern im Sommer 1989 geschrieben.

Natürlich wäre es möglich gewesen, in den Herstellungsprozeß einzugreifen. Das hätte aber zu einer beträchtlichen Verzögerung bei der Auslieferung dieses Heftes geführt und zugleich die Herstellungskosten wesentlich erhöht. Letzteres können wir uns aus ökonomischen Gründen einfach nicht leisten. Dabei muß man wissen, daß dem Verlag die Herstellung eines Heftes 5,10 M kostet, es aber im Inland für 0,60 M verkauft wird.

Redaktion und Kollegium von AS haben die Kraft und stellen sich der Verantwortung bei der Erneuerung unserer Schule und werden sie vor allem auf dem Gebiet des Astronomieunterrichts aktiv mitgestalten. **Das kommende Heft 1/1990 ist dazu ein erstes Angebot.**

Bereits Anfang November 1989 bildete sich aus Vertretern des Redaktionskollegiums AS und des Wissenschaftlichen Rates »Methodik des Astronomieunterrichts« an der APW ein Arbeitsausschuß, der sich bisher in zwei Beratungen mit der Funktion und den Aufgaben des Faches Astronomie in einer erneuerten Schule beschäftigte und Gedanken zur Gestaltung eines Astronomieunterrichts erarbeitete, der von allen Schülern unserer Gesellschaft angenommen werden kann. AS wird in den nächsten Heften darüber berichten.

Der Erneuerungsprozeß stellt auch höhere Ansprüche an den Inhalt unserer Zeitschrift. Zukünftig muß er das gesamte Spektrum der Meinungen unserer Leser widerspiegeln. Dazu bitten wir Sie um Unterstützung. Soll Astronomie auch in Zukunft zum Unterricht unserer Schule gehören? Wie soll er gestaltet werden? Welche Unterstützung brauchen die Astronomielehrer vor allem? Schreiben Sie uns! Teilen Sie uns Ihre Standpunkte, Auffassungen und Vorschläge mit! Stellen Sie auch Ihre Fragen! Es geht uns um einen lebendigen, konstruktiven und streitbaren Dialog mit allen Lesern, zum Nutzen der astronomischen Bildung der Schuljugend.

Ihre Redaktion

Inhalt

Schulpolitik

- 122 *B. Fein; M. Siebert:* Aufgaben des Astronomieunterrichts nach dem IX. Pädagogischen Kongreß

Astronomie

- 128 *H. Zimmermann:* Energiefreisetzung im Sterninnern
131 *D. B. Herrmann:* Edwin Powell Hubble (1889–1953)

Unterricht

- 133 *Redaktion:* Neues zu den Abschlußprüfungen
Unterrichtsdiskussion
135 *R. Brückner:* Der Lehrplan, eine Herausforderung zur schöpferischen Unterrichtsgestaltung

- 136 *B. Träger:* Zur Erziehung bei der Behandlung der Raumfahrt

Beobachtungen

- 138 *K. Lindner:* Venus abends, Venus morgens
139 *K. Lindner:* Totale Mondfinsternis am 9. 2. 1990

Kurz berichtet

- 139 Wissenswertes
143 Leserbriefe
143 Zeitschriftenschau

Abbildungen

- 143 Umschlagseiten
144 **Dokumentation** (A. Muster)

Karteikarte

- H. Bernhard:* Der Aufbau der Metagalaxis
Redaktionsschluß: 10. 10. 1989

Из содержания

- 122 *Б. Фейн; М. Зиберт:* Задачи преподавания астрономии после IX. съезда педагогов
128 *Х. Циммерманн:* Выделение энергии в звездных недрах
131 *Д. Б. Херрманн:* Э. П. Хаббл – сто лет со дня рождения

From the Contents

- 122 *B. Fein; M. Siebert:* Tasks of Astronomy Instruction after the 9th Pedagogical Congress
128 *H. Zimmermann:* Energy Production in the Stellar Interior
131 *D. B. Herrmann:* E. P. Hubble – in Memory of his 100th Birthday

En résumé

- 122 *B. Fein; M. Siebert:* La mission de l'enseignement astronomique après le IX^e Congrès pédagogique
128 *H. Zimmermann:* L'élargissement de l'énergie à l'intérieur des astres
131 *D. B. Herrmann:* E. P. Hubble – au 100^e anniversaire

Del contenido

- 122 *B. Fein; M. Siebert:* Unas tareas en la enseñanza de astronomía después de Noveno Congreso Pedagógico
128 *H. Zimmermann:* Liberación de energía dentro de las estrellas
131 *D. B. Herrmann:* Al centenario del nacimiento de E. P. Hubble



Heft 6

26. Jahrgang 1989

Herausgeber: Verlag Volk und Wissen
Volkseigener-Verlag Berlin,
Krausenstraße 50, Postfach 1213,
Berlin, DDR-1086, Telefon 2 04 30,
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),
Studienrat Dr. paed. Klaus Lindner (stellv.
Chefredakteur), Dr. sc. nat. Ulrich Bleyer,
Dr. rer. nat. Hans-Erich Fröhlich, Dr. sc. phil.
Fritz Gehlhar, Prof. Dr. sc. phil. Nina Hager,
Prof. Dr. sc. nat. Dieter B. Herrmann, Dr. paed.
Eckhard Kersten, Oberlehrer Volker Kluge,
Studienrat 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-H.1217-89-5,4 Liz. 1488

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

ISSN 0004-6310

Aufgaben des Astronomieunterrichts nach dem IX. Pädagogischen Kongreß

Bernd Fein; Michael Siebert

Auf dem V. Erfahrungsaustausch zu aktuellen Fragen der Methodik des Astronomieunterrichts in Rostock wurde am 16. Oktober 1989 das nachfolgende Referat von Dr. *Michael Siebert*, Hauptreferent für Physik und Astronomie im Ministerium für Volksbildung der DDR, vorgelesen.

Der IX. Pädagogische Kongreß unseres Landes war ein herausragendes bildungspolitisches Ereignis. Wie im Referat des Ministers für Volksbildung zum Ausdruck gebracht, prägten *«Erfolge, Wandlungen und neue Horizonte»* die Verständigung zu den Fragen, die sich aus der Gesamtheit objektiver gesellschaftlicher Prozesse als Erfordernisse an die Bildungs- und Erziehungsarbeit gegenwärtig und künftig stellen.

Im Kern geht es nach dem IX. Pädagogischen Kongreß um zwei eng miteinander verbundene Aufgaben: **Es kommt darauf an, sich den Geist des Kongresses zu erschließen und beim «Verarbeiten» konkrete Schlußfolgerungen für die eigene Arbeit abzuleiten.** Das ist kein einmaliger Akt des Lesens, sondern ein fortgesetzter Prozeß des Studiums aller Materialien, des Meinungs-austausches über Orientierungen und Akzente, des Streitens und der Suche nach Ansätzen und Erfordernissen für die eigene schöpferische Arbeit, mit dem Ziel zu prüfen, was letztlich in der pädagogischen Arbeit geändert und weiterentwickelt werden muß. Der Erfahrungsaustausch unserer Astronomielehrer sollte aufzeigen, wie sich die vom XI. Parteitag der SED beschlossene Bildungspolitik im Hinblick auf die neunziger Jahre weiter erfolgreich realisieren läßt, wie Neues bewältigt, Begonnenes mit hoher Qualität fortgeführt und noch nicht Erreichtes gemeistert werden kann. Dies ist ein Prozeß, in dem wir nicht umdenken müssen, sondern schöpferisch weiterdenken wollen.

Wie für die Schule als Ganzes gilt auch für den Astronomieunterricht, daß das Heute und Morgen nur im historischen Gewordensein voll begreiflich wird. Die Einführung des Astronomieunterrichts in unserer Republik erfolgte im September 1959 im Zusammenhang mit dem Übergang zur zehnjährigen Oberschulbildung für alle Kinder des Volkes. **30 Jahre Entwicklung des Astronomieunterrichtes als selbständiges Fach** haben dabei tiefe und nachhaltige Spuren hinsichtlich der Persönlichkeitsentwicklung und der Vervollkommnung des wissenschaftlichen Weltbildes unserer Schüler hinterlas-

sen. Im Ergebnis dieses Entwicklungsprozesses verfügen wir heute als eines von wenigen Ländern in der Welt über eine ausgereifte, erprobte und erstrittene Gesamtkonzeption astronomischer Bildung und Erziehung. Bei ihrer Umsetzung können wir uns auf einen Stamm erfahrener und gut ausgebildeter Astronomielehrer stützen, die begeistert in ihrem Fach tätig sind. Viele von ihnen wirken in Sternwarten, Beobachtungsstationen und Planetarien weit über die Schule hinaus. Wenn unser Minister auf dem Kongreß orientiert, *«Wir sollten die Initiative unserer Astronomielehrer, die Möglichkeiten, die uns die Mitarbeiter der Sternwarten, Beobachtungsstationen und Planetarien für einen interessanten Astronomieunterricht und eine anregende Arbeit über den Unterricht hinaus bieten, weiter fördern, sie gut nutzen.»*, dann sehen wir darin auch eine Würdigung der historischen Leistungen derer innerhalb und außerhalb der Schule, die das Fach zu dem gemacht haben, was es heute ist. Ein Fach, das wichtige Grundzüge der Schule der entwickelten sozialistischen Gesellschaft mitbestimmt. Wir halten astronomische Bildung und Erziehung – besonders auch wegen ihrer Potenz für die Vermittlung eines wissenschaftlichen Weltbildes – in der Schule der DDR für unverzichtbar. Das gilt gleichermaßen für den obligatorischen wie den fakultativen Unterricht.

Erfahrungen und Erkenntnisse aus der Arbeit mit dem Lehrplan

Wir befinden uns jetzt im dritten Jahr der schöpferischen Umsetzung der nunmehr dritten Generation von Astronomielehrplänen. Dieser Plan ist ebenso wie das Lehrbuch und die Unterrichtshilfen im Rahmen einer breiten, demokratischen Aussprache von den Astronomielehrern, von Fachwissenschaftlern und Methodikern, von Mitarbeitern an Sternwarten, Beobachtungsstationen *«mitgeschrieben»* worden. Wir haben uns mit unserem neuen Lehrplan eindeutig dazu bekannt, noch strenger auf die Bestimmung des grundlegenden astronomischen Inhalts zuzugehen – und das im Interesse von mehr Solidität, von mehr Gründlichkeit in der Vermittlung durch den Lehrer und in der Beherrschung durch jeden Schüler. Es hat sich gezeigt: **Der neue Lehrplan Astronomie war und ist eine große Herausforderung**

an unser aller Engagement und Können. Die Arbeit der Astronomie unterrichtenden Lehrer ist geprägt durch die Suche nach den günstigsten Wegen, den verschiedensten Varianten, der Erprobung neuer Lösungsansätze, der kritischeren Bewertung des Erreichten. Das zentrale Anliegen der jetzigen Arbeitsetappe besteht darin, in Verbindung mit den gesammelten praktischen Erfahrungen noch tiefer in den theoretischen Gehalt des neuen Lehrplanes einzudringen. Dazu sind mit den inzwischen publizierten *«Erläuterungen des Lehrplanes Astronomie»* sowie den vielen qualifizierten Anregungen in der Fachzeitschrift außerordentlich günstige Bedingungen vorhanden. Wir müssen unsere Aufmerksamkeit darauf richten, daß ein wesentlicher Anspruch weiterhin darin besteht, die dem Lehrplan zugrunde liegende Linienführung, die Ziel-Inhalt-Prozeß-Konzeption, in ihren inneren Beziehungen tiefer zu erfassen, mit den erreichten Ergebnissen im Wissen und Können in Beziehung zu setzen und daraus die unter den jeweiligen Bedingungen günstigsten Wege der Umsetzung zu finden. Es wäre wohl schon vom Ansatz her falsch, genau den – vielleicht noch idealen – methodischen Weg zum Ziel suchen zu wollen. Vielmehr scheint es nötig, viel intensiver über **alternative methodische Konzepte und Wege zum Ziel zu diskutieren** und zu **streiten**. Und das auch als Anspruch an Wissenschaft. Das ist nach unserer Auffassung umso berechtigter, als Astronomieunterricht unter ganz spezifischen territorialen Bedingungen und teilweise großer Differenziertheit realisiert wird. Wir müssen wohl noch besser lernen,

- *das große Bedürfnis der Lehrer nach fachwissenschaftlicher und didaktisch-methodischer Qualifizierung, nach lebendigem Erfahrungsaustausch und pädagogischem Meinungsstreit;*
- *die sehr unterschiedlichen territorialen Möglichkeiten hinsichtlich des Vorhandenseins von Sternwarten, Beobachtungsstationen und Planetarien sowie Aktivitäten der Gruppen des Kulturbundes;*
- *die spezifischen nicht nur witterungsabhängigen Beobachtungsbedingungen;*
- *die komplizierten fachwissenschaftlichen Inhalte, die wissenschaftlich noch «im Fluß» sind, und die sich daraus ergebenden akuten Weiterbildungsanfordernisse;*
- *die «Einjährigkeit» des Faches in der Abschlußklasse*

führungsmäßig zu beherrschen. Wenn hier und da noch versucht wird, die Bedeutung des Faches Astronomie an der Anzahl der Unterrichtsstunden zu messen, dann sollten wir uns überzeugender damit auseinandersetzen.

Höhere Ansprüche an die pädagogische Führung des Unterrichts

Es tritt deutlich hervor, daß mit dem neuen Lehrplan – auch im Zusammenhang mit den neu aufgenommenen Stoffen und inhaltlichen Akzentuierungen – Ansprüche verbunden sind, die nicht alle im ersten Zugriff erfüllt werden können. Insgesamt handelt es sich bei der Umsetzung des neuen Astronomielehrplanes um einen komplizierten und widersprüchlichen Prozeß, der neue Fragen aufwirft und keine fertigen Rezepte hat. Wenn wir vor diesem Hintergrund über den Astronomieunterricht diskutieren, dann halten wir aus der Sicht der Führung drei Positionen für bedeutsam:

Erstens: Der entscheidende Maßstab für die Bewertung der Qualität des Unterrichts im Fach Astronomie sind die Ergebnisse, die in der Persönlichkeitsentwicklung jedes einzelnen Schülers erreicht wurden.

Das Grundanliegen des Unterrichts ist die **optimale Entwicklung jedes einzelnen Schülers, die Ausprägung seiner Individualität**. Zur Realisierung dieser Zielstellung hat der Astronomieunterricht im Ensemble aller Fächer seinen unverwechselbaren spezifischen Beitrag zu leisten. Wir gehen bei der Wertung der erreichten Ergebnisse davon aus, daß in der Haupttendenz nicht schon nach kurzer Zeit des Unterrichtens nach neuen Materialien einschneidende Veränderungen im Unterrichtsverlauf und in den Leistungen der Schüler eintreten. Vielmehr handelt es sich bei der Umsetzung von Lehrplänen und Unterrichtsmaterialien um einen längerfristigen Prozeß, in dem Kontinuität eine Bedingung des Erfolgs ist.

Erste Analysen nach der Einführung des neuen Lehrplans deuten darauf hin, daß das **Wissen der Schüler** über das Sonnensystem, über Sterne und Sternsysteme und über die Geschichte der Astronomie eine höhere Qualität aufweist. Exaktheit, Konkretheit und Systemhaftigkeit des Wissens sind gewachsen. Durch in eigener Beobachtung erworbene Erkenntnisse besitzen die Schüler – neben den abstrakten Merkmalen der grundlegenden Begriffe – Kenntnisse über deren Verknüpfung mit konkreten astronomischen Erscheinungen und Objekten. Im engen Zusammenwirken mit den anderen naturwissenschaftlichen Fächern sind weltanschauliche Einsichten und Überzeugungen über den Entwicklungsgedanken in der gesamten Natur, über die Stellung der Erde im Universum und über die Gültigkeit von Naturgesetzen solider ausgeprägt worden. Erfreulich ist das besondere Interesse unserer Schüler an kosmischen Vorgängen und Ereignissen der Raum-

fahrt. Ein eindrucksvoller Beleg dafür war die große Resonanz, die von Angeboten zur Beobachtung der totalen Mondfinsternis im August dieses Jahres ausgelöst wurde.

Zugleich zeigen die erreichten Ergebnisse, daß die Erarbeitung von Vorstellungen über kosmische Dimensionen und über komplizierte Bewegungen kosmischer Objekte im Raum sowie über die Sternentwicklung in langen Zeiträumen hohe fachwissenschaftliche und pädagogische Ansprüche an die Arbeit der Astronomielehrer stellt. Probleme treten häufig auf, wenn unsere Schüler erläutern sollen, daß das kopernikanische Weltbild eine Wende in der Astronomie einleitete. Über die Geschichte der Astronomie und Persönlichkeiten der Astronomie treten uns nicht selten unzulässig vereinfachte und mechanistische Vorstellungen unserer Schüler entgegen. Die Ausprägung des «Entwicklungsgedankens», für den der Astronomieunterricht eine besondere Verantwortung trägt, kommt noch nicht in dem erforderlichen Tempo voran. Über die tieferen objektiven und vielleicht auch subjektiven Ursachen für diese Erscheinungen brauchen wir eine noch intensivere Diskussion.

Die Vorstellungsbildung und die Entwicklung wesentlicher **Könnenselemente der Schüler** im Astronomieunterricht sind eng verbunden mit der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung **schulastrophischer Beobachtungen**. Sie bilden für die Aneignung grundlegenden Wissens in der didaktisch-methodischen Gestaltung des Astronomieunterrichts einen Schwerpunkt. Durchgeführte Kontrollen bezüglich der Erfüllung des Beobachtungsprogramms zeigen, daß die Astronomielehrer die Beobachtungen und die theoretischen Unterweisungen besser miteinander verbinden, Beobachtungen vor und nach der Behandlung des Inhalts im Unterricht realisieren lassen. Wir können feststellen, daß sich unsere Schüler besser am Sternhimmel orientieren können und in der Lage sind, einfache Beobachtungen selbständig durchzuführen und auszuwerten. Allerdings wird von etwa der Hälfte der Astronomie unterrichtenden Lehrer das Beobachtungsprogramm nicht vollständig realisiert. Die Gründe dafür sind vielschichtig und reichen von noch nicht ausreichender Beobachtungspraxis über Unzulänglichkeiten im fachwissenschaftlichen Wissen und Können bis zu Sicht- und Organisationsproblemen sowie Problemen in der langfristigen Planung und Terminusdisziplin bei manchen Lehrern. Kollege *Peter Seeger* aus Wollin hat schon Recht, wenn er in AS, Heft 3/1989, S. 64 schreibt: «*Der Beobachtungszeitpunkt und die Abstimmung mit dem Lehrplan müssen besonders gründlich durchdacht werden.*

... *Witterungsbedingte Schwierigkeiten und die rasche Zunahme der Tageslänge sowie das Verschwinden der Wintersternbilder zwingen zur Terminusdisziplin.*» Manche Anzeichen sprechen auch dafür, daß die Bedeutung einer erkenntnisprozeßgerechten Nutzung von Beobachtungen bei der Aneignung grundlegenden Wissens nicht von allen Lehrern im erforderlichen Maße gesehen wird. Wie anders ist zu erklären, daß fast 50 % derjenigen Beobachtungen, die Ausgangspunkt für theoretische Überlegungen sein müßten, erst danach durchgeführt werden. Wir können dem Grundsatz von Kollegen *Seeger* nur zustimmen: «*Um die Welt zu verstehen, muß man sie beobachten und über das Beobachtete nachdenken, Beobachtung und Theorie miteinander verbinden*» /AS, Heft 3/1969, S. 64/.

Für die im Astronomieunterricht erreichten Ergebnisse ist es mehr als in anderen Fächern charakteristisch, daß sie in hohem Maße differenziert sind, teilweise extreme Unterschiede aufweisen. Deshalb wird der Abbau dieser Unterschiede bzw. ihre Reproduktion auf einer höheren Ebene zu einer Hauptreserve bei der weiteren Qualitätserhöhung des Astronomieunterrichts. Damit sind zugleich höhere Maßstäbe an die Qualität der Führung des Unterrichts durch Kreisschulräte und Direktoren sowie an die Qualität von Fachberatung verbunden. Denn:

Zweitens: Die Schlüsselrolle bei der Umsetzung des Lehrplanes, der Planung und Gestaltung des Unterrichts, spielt der Lehrer. Die weitere Ausprägung seiner Individualität, die Erhöhung seiner Verantwortung für die zu erreichenden Ergebnisse sowie die dabei zu beschreitenden Wege und die Entwicklung seiner fachwissenschaftlichen, pädagogischen und didaktisch-methodischen Souveränität stehen deshalb zwingend auf der Tagesordnung.

Die Entwicklung der Qualität der Ergebnisse des Astronomieunterrichts hängt entscheidend davon ab, wie es im Führungsprozeß gelingt

– das Verständnis aller Astronomie unterrichtenden Lehrer für das **Ziel-Inhalt-Prozeß-Konzept** des Astronomieunterrichts – eingeordnet in die Weiterentwicklung der Allgemeinbildung als Ganzes –, das Verständnis neuer bzw. präzisierter fachlicher Inhalte – vor allem Entstehung und Entwicklung der Planeten, Entwicklungsprozesse in der Metagalaxis, Kopernikanisches Weltbild als Wende in der Astronomie – sowie das Verständnis für die Funktion der im Lehrplan vorgenommenen Veränderungen und die mit der Interpretation im Lehrbuch und den Unterrichtshilfen verfolgten Absichten hinsichtlich einer höheren Qualität des Wissens und Könnens aller Schüler zu vertiefen;

- die schöpferische Initiative bei der **Einbeziehung der Beobachtungen in den Vermittlungs- und Aneignungsprozeß** weiter herauszufordern und dabei die erforderliche technische, fachwissenschaftliche und didaktisch-methodische Unterstützung zu geben;
- das Potential der Sternwarten, Beobachtungsstationen und Planetarien noch wirksamer für die Unterrichtsgestaltung und die Weiterbildung zu nutzen.

Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, daß die **fachwissenschaftliche Souveränität** der Astronomie unterrichtenden Lehrer, ihre Befähigung zur Durchführung aller Beobachtungen und deren differenzierte Einordnung in den Unterrichtsprozeß, die konkrete Kenntnis vom Wirken naturwissenschaftlicher Gesetzmäßigkeiten im Kosmos, ihre ständige Informiertheit über wesentliche Entwicklungsrichtungen der Raumfahrt und der Astrophysik sowie die Entwicklung und weitere Ausprägung astronomiehistorischer Kenntnisse und Zusammenhänge eine unverzichtbare Voraussetzung für eine hohe didaktisch-methodische Qualität des Astronomieunterrichtes darstellen.

Gerade im Fach Astronomie muß klug überlegt über den **Einsatz der Lehrer** entschieden werden, wie ausgebildete Astronomielehrer mit hohem Effekt eingesetzt werden, wie «Anfänger» im Fach ausgesucht und weitergebildet werden, welche Lehrer für die **externe Ausbildung** gewonnen und wie sie während der Zeit des Studiums wirkungsvoll unterstützt werden, wie planmäßig der Kadernachwuchs für den Astronomieunterricht gesichert wird, wie die **Weiterbildung** entsprechend den sehr differenzierten Bedürfnissen und Notwendigkeiten organisiert wird, wie die Fachzirkelveranstaltungen und gegebenenfalls die individuelle Hilfe und Betreuung gestaltet werden. Es gehört zu den Realitäten des Astronomieunterrichts und zum Alltag der Astronomie unterrichtenden Lehrer, daß sie in der Regel drei Fächer unterrichten, häufig an mehreren Schulen eingesetzt sind, einen bedeutenden Zeitaufwand für die Vorbereitung und Durchführung von Beobachtungen treiben müssen und nicht selten den Unterricht außerhalb der Schulen in Sternwarten, Beobachtungsstationen und Planetarien durchführen. Das ist nicht leicht zu bewältigen. Umso mehr müssen alle Bedingungen geschaffen werden, daß sich die Astronomielehrer intensiv dem Unterricht zuwenden können. Das schließt ein, alles zu tun, um unnötige Belastungen zu vermeiden und Formalismus in der Arbeit dort zu überwinden, wo er auftritt. Sorgsamen Umgang mit der Zeit der Lehrer zu pflegen heißt auch, gemeinsam für höchste Qualität und Produktivität jeder Veranstaltung Sorge zu tragen.

Die Astronomie unterrichtenden Lehrer tragen in besonderem Maße Verantwortung für die **Vermittlung weltanschaulicher Bildung, politischer Überzeugungen und Haltungen** sowie für die **Ausbildung moralischer Eigenschaften**. Sie sind für unsere Schüler – weit über den Unterrichtsstoff hinaus – gefragte Gesprächspartner in Sachen Wissenschaft und Technik, Astronomie und Raumfahrt, in den Grundfragen von Krieg und Frieden. Erziehung, besonders auch **ideologische Erziehung**, darf nichts Aufgesetztes, neben dem Fach Stehendes sein, sondern muß aus dem Aneignungsgegenstand heraus profiliert werden. Es kommt darauf an, daß die Schüler wissenschaftliche Kenntnisse über das Weltall und über die in ihm enthaltenen Objekte erwerben, Wissen, das von jedem Mythos befreit ist und von den Schülern durch wissenschaftlich-erkennende Tätigkeit angeeignet wird. Bei der methodischen Gestaltung des Astronomieunterrichts muß der Lehrer den Schülern die wissenschaftlichen Inhalte ganz bewußt auch im Hinblick auf deren ideologische Bedeutsamkeit faßlich nahebringen. Ein wesentliches Mittel dafür ist das rationale und emotionale Erleben der Schüler beim Beobachten vorhergesagter astronomischer Erscheinungen sowie beim Erklären des am Sternhimmel Beobachteten. Gerade auch die Behandlung der Raumfahrt bietet hervorragende Möglichkeiten, stellt aber auch höchste Ansprüche an die Gestaltung des Unterrichts. Vom Astronomielehrer wird eine klare Haltung, ein klassenmäßiger Standpunkt erwartet, wenn ihm Schüler Fragen zu Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der Erforschung und Erschließung des Raumes, zu globalen Problemen der Menschheit, zum «Krieg der Sterne», stellen.

Zur schöpferischen Umsetzung des Lehrplans

Fortschritte im Wissen und Können der Schüler können wir nur erreichen, wenn wir bei allen Maßnahmen im Blick haben, daß die Ansprüche des neuen Lehrplans stets auf die **konkrete pädagogische Situation** in jeder Klasse anzuwenden sind. Manchmal ist nicht zu übersehen, daß Astronomielehrern zu wenig zugetraut wird. Mancher Fachberater ist auch nicht frei von dem Gedanken, eine «zentrale Unterrichts-idee» in seinem Kreis einheitlich durchsetzen zu müssen. Daraus kann sehr schnell Gängelerei und Formalismus entstehen. Es darf auf kreislicher und zentraler Ebene nichts vorgegeben werden, was nur dem Lehrer an Entscheidungen zu-

kommt. Alle Erfahrungen zeigen, daß es den «Königsweg» in der pädagogischen und didaktisch-methodischen Umsetzung der Ziele und Inhalte unserer Lehrpläne nicht gibt und nicht geben kann. *Dem Lehrer stehen Freiräume offen, die er entsprechend seinen konkreten Bedingungen mit dem Ziel der optimalen Entwicklung jedes einzelnen Schülers ausfüllen muß.* Die Qualität und der Erfolg von **Fachberatung** hängen deshalb mehr denn je davon ab, wie es gelingt, eigenes schöpferisches Arbeiten jedes Astronomielehrers auf der Grundlage hoher Sachkunde wirksam voranzubringen. Das schließt ein, auch manche Standpunkte zum analytischen Arbeiten des Lehrers zu überdenken. Wir vertreten die Auffassung, daß **analytisches Arbeiten des Pädagogen** vor allem heißt, seinen Unterricht gründlich vor- und nachzubereiten, sich ein Bild davon zu machen, welche Ergebnisse er in seiner Bildungs- und Erziehungsarbeit erreicht, wo die Ursachen für Erreichtes, aber auch Nichterreichtes, für Fortschritte und Probleme liegen und wie er das eine ausbauen und das andere lösen kann – und dies sowohl beim einzelnen Schüler als auch im ganzen Klassenkollektiv. *Der Lehrer analysiert also nicht für den Direktor oder seinen Fachberater, sondern in erster Linie für die Verbesserung seiner eigenen pädagogischen Arbeit.*

Eine langfristig geplante, aber auch situativ gehandhabte **Bewertung und Zensierung** ist in diesem Prozeß ein unverzichtbares Instrument. Der pädagogische Umgang mit Bewertung und Zensierung verlangt dabei vom Lehrer stets aufs Neue die Lösung des Widerspruchs zwischen objektiven Anforderungen und subjektiver Leistungsvoraussetzung mit dem Ziel der bestmöglichen Entwicklungsförderung für den Einzelnen und das ganze Kollektiv. *«Wie das Problem der Bewertung und Zensierung in der Schulpraxis gelöst werden kann, fordert den Erfahrungsaustausch und die Diskussion mit den Fachkollegen heraus.»* – schreibt Kollege Seeger in dem erwähnten Artikel. Die komplizierte Dialektik dieser Problematik deutet er mit der Bemerkung an: *«Wir müssen mit den Schülern pädagogisch so arbeiten, daß sie beim Beobachten ihren Blick zum Himmel richten und nicht das Streben nach einer guten Zensur in den Vordergrund der Beobachtungstätigkeit stellen.»* Wir sind der Auffassung, daß im Rahmen dieser mehr denn je nötigen **pädagogischen Diskussion** auch beraten werden sollte, wie – *die Verantwortung jedes einzelnen Lehrers für pädagogische Entscheidungen bei der wirkungsvollen Handhabung der Bewertung und Zensierung – einschließlich der Vorbereitung, inhaltlichen Anlage und Durchführung der Ab-*

schlußprüfungen nach den neuen Regelungen – weiter erhöht und

– *die Mitverantwortung der Schüler für das Ausschöpfen eigener Stärken und Leistungspotenzen in diesem Prozeß weiter ausgeprägt* werden kann.

Wir gehen von dem Grundsatz aus: Der Astronomielehrer – und nicht das Lehrbuch und die Unterrichtshilfen – bestimmt, wann im Stoff weiterzugehen ist, welche Schwerpunkte zu setzen sind, welche Aufgaben einzusetzen sind. Wir wenden uns auch für das Fach Astronomie gegen jede Art von «Abarbeitungsideo-logie». Daß dazu eine exakte Analyse der erreichten Ergebnisse und gewissenhafte Planung Bedingung für Erfolgssicherheit sind, liegt auf der Hand. Dieser Standpunkt liegt im wesentlichen auch den neuen **Unterrichtshilfen** für das Fach Astronomie zugrunde. Dazu gibt es – wie bekannt – heftige Diskussionen und die Auffassungen gehen zum Teil soweit auseinander, daß es gar nicht möglich erscheint, sie in einem Buch zu vereinen. Wir halten mit Bezug auf den Standpunkt, daß Unterrichtshilfen nicht für die «Ewigkeit» geschrieben sind, für zweckmäßig, diese Auseinandersetzung in «Astronomie in der Schule» öffentlich zu machen und auf der Grundlage der vielfältigen Anregungen zu einem weiterentwickelten Konzept zu führen. Überdenkenswert halten wir auch den Vorschlag vieler Kollegen, die für eine noch intensivere fachliche Unterstützung ein **fachliches Handbuch für Astromielehrer** wünschen.

Die gesamte Diskussion zu der Frage, was schöpferische Umsetzung des neuen Lehrplanes konkret heißt, führt zu der Position, die der Minister für Volksbildung auf dem IX. Pädagogischen Kongreß formuliert hat:

Drittens: Die neuen Lehrpläne wollen verstanden werden als eine Anleitung zum eigenen Nachdenken und Schöpfer-tum bei der Führung des Unterrichts. Unsere Lehrpläne sind alles andere als Rezepte.

Verstärkt ist seit dem IX. Pädagogischen Kongreß diese Problematik in die Diskussion gekommen – und das ist gut so. Sie stellt sich sehr konkret dar, wie auch die **Unterrichtsdiskussion** in AS Heft 4/1989 S. 85 f. deutlich macht. So schreibt Kollege K. Berg-leiter, Myconius-OS Gotha:

«Meine Probleme bei der Umsetzung des Lehrplans liegen im wesentlichen in der Entscheidung über die Tiefe des Eingehens auf die verschiedenen Fakten und Zusammenhänge. So werden z. B. die Kleinkörper im Sonnensystem im jetzigen Lehrplan sehr flüchtig behandelt. Über sie wird lediglich informiert. Gerade hier gab es aber in den letzten Jahren erhebliche Wissenserweiterungen. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit, den Schülern auch emotional den Nutzen der Raumfahrt mit Hilfe von Fotos aus Raumflugkörpern zu verdeutlichen. Fotos von benachbarten Himmelskörpern sind für Schüler oft interessanter als Satellitenbilder über Erderkundung und Erdvermessung. Man darf nicht vergessen, Schüler mit 16 Jahren sind einer In-

formationsflut ausgesetzt, welche den Wissenserwerb als Motivation oft außer Kraft setzt. Alles, was in anderen Fächern bereits besprochen wurde, ist für Schüler langweilig. Sie interessieren sich am Anfang sehr für das Fach Astronomie und hoffen, daß etwas Neues kommt. Dazu tragen auch entsprechende Filme und Bücher aus dem Science-fiction-Genre bei. Schüler merken sofort, wenn der Lehrer engagiert ist und gehen entsprechend mit. Wenn ich mich allen Themen mit gleichem Engagement zuwende, wirke ich unaufrichtig, weil jeder Mensch seine speziellen «Lieblingsthemen» hat. Widme ich mich aber diesen Themen ausführlicher, komme ich in erhebliche Zeitprobleme. Den Widerspruch zwischen den Lehrplananforderungen und den darüber hinausgehenden interessanten Themen und der Zeit, sie zu behandeln, habe ich noch nicht zu meiner Zufriedenheit gelöst.»

Soweit die Überlegungen von Kollegen *Bergleiter*. Wir halten sie für außerordentlich anregend – wenn gleich oder gerade weil sich über manches trefflich streiten läßt.

Lehrplan – zentrale Orientierung und Anregung zugleich

Wir möchten in die Diskussion zur oben genannten Problematik einige Gedanken und Positionen einbringen. Wir gehen prinzipiell davon aus, daß Lehrpläne **gleichermaßen verbindliche staatliche Festlegungen, zentrale Orientierung und Anregung** darstellen.

Lehrpläne geben die Ziel-Stoff-Zeit-Struktur des Fachlehrganges, also die primären Bestimmungsgrößen für die didaktisch-methodische Gestaltung des Unterrichts, als für alle Schüler gesellschaftlich Notwendiges verbindlich vor. Nur auf einer solchen Grundlage kann die sozialistische Schule ihren Auftrag realisieren. Die Methode, die Gestaltung, die **Führung des Prozesses der Vermittlung und Aneignung** erfolgt in der vollen **Verantwortung des Lehrers** auf der Grundlage seiner politischen, fachwissenschaftlichen, pädagogischen und didaktisch-methodischen Kompetenz. Durch die Lehrpläne, die im Gegensatz zum Lehrbuch und zu den Unterrichtshilfen verbindlichen Charakter tragen, werden das grundlegende Wissen und Können, werden Einsichten und Überzeugungen, Charaktereigenschaften und Willensqualitäten festgeschrieben, die sich jeder Schüler anzueignen hat. In einem solchen Sinne ist **Lehrplanerfüllung** natürlich viel **mehr als ein Prozeß von Stoffvermittlung**. Erst ein tiefes Verständnis für die Ziele und Aufgaben, für das Wesentliche, für die gesellschaftliche Bedeutsamkeit und die Grundlagenfunktionen dessen, erst ein komplexes Erfassen aller Strukturen und Zusammenhänge des Lehrplans insgesamt, bilden die Voraussetzung für seine Realisierung. Die bessere Stofflogik des Lehrplans Astronomie, die Integration schulastronomischer Beobachtungen und der Wissenschaftsgeschichte in die einzelnen Stoffgebiete, die Orientierung auf inhaltliche Schwerpunkte und die Konzen-

tration auf wesentliche Schülertätigkeiten lassen die Struktur des Verbindlichen im neuen Lehrplan Astronomie noch deutlicher hervortreten.

Gleichzeitig ist der Lehrplan ein **Mittel der Führung des Unterrichts und der zentralen Vorplanung**. Er muß dem Lehrer die Möglichkeit geben und ihn zugleich darauf orientieren, seine konkreten und unverwechselbaren territorialen Bedingungen, seine eigene Individualität, die individuellen Besonderheiten seiner Schüler, besondere Stärken, aber auch Schwächen einzelner für die Bildung und Erziehung seiner Schüler optimal zu nutzen. In unseren Lehrplänen werden die Ziele durch grundlegenden Stoff und Aussagen zum Niveau der Behandlung untersetzt. In der Niveaufestlegung ist der Lehrplan hinsichtlich dessen, was sich jeder einzelne Schüler aneignen muß, nach oben offen. Eine solche Anlage räumt dem Lehrer von vornherein den Freiraum ein, der es ihm gestattet, den Umfang des Stoffes und die Tiefe der Aneignung entsprechend seiner Konzeption, bezogen auf seine Klasse, aber mit dem Blick auf die verbindlichen Zielfestlegungen durch den Lehrplan, festzulegen. Das schließt für den Astronomieunterricht die Möglichkeit und Notwendigkeit inhaltlicher, didaktisch-methodischer und organisatorischer Akzentsetzung und Modifikation des Lehrplanes ein, die sich aus der Potenz einer am Ort vorhandenen Sternwarte, einer Beobachtungsstation oder eines Planetariums ergeben. Noch werden von nicht wenigen Astronomie unterrichtenden Lehrern diese Räume unzureichend ausgeschritten, wird das im Lehrbuch und in den Unterrichtshilfen Dargestellte zum alleinigen Maß der Dinge gemacht, wirkt Fachberatung nicht im erforderlichen ermutigend darauf, Neues, Weiterführendes zur Diskussion zu stellen, zu erproben, in vernünftigen Bahnen zu experimentieren. Vielleicht brauchen wir in unserer Fachzeitschrift noch mehr **Auseinandersetzung zu solchen praktischen Erfahrungen**.

Auf der Grundlage unserer mit den neuen Lehrplänen weiterentwickelten Prozeßkonzeption schließt Realisierung der Lehrpläne heute ein, den **Entwicklungsstand jedes einzelnen Schülers** im Spannungsfeld von Erreichtem und Erreichbarem zu bewerten und die im Lehrplan angelegte Konzeption differenzierten Arbeitens zu realisieren. Ein solcher Anspruch verträgt keine Rezepte, keine dogmatische Auslegung des Lehrplanes, er verlangt exaktes analytisches Arbeiten hinsichtlich der erreichten Ergebnisse und eine hohe Qualität pädagogischen Arbeitens, muß doch bei allem die Persönlichkeit des Schülers als Ganzes im Blick bleiben.

Zusammenfassung

Zusammenfassend können wir auch aus der Sicht des Astronomieunterrichts die zunehmende Wirksamkeit der mit den neuen Lehrplänen eingeschlagenen Richtung der qualitativen Vervollkommnung der Allgemeinbildung in unserer Schule bestätigen. Mit größerer Intensität wird auf die Sicherung von Solidität im Wissen und Können hingearbeitet, bewußter und zielgerichteter die **aktive Aneignung des Grundlegenden** ins Zentrum der Planung und Gestaltung des Astronomieunterrichts gestellt. Das ist zugleich mit einer besser auf den Wirkungen des

Stoffes sowie der Qualität seiner Vermittlung beruhenden Erziehung verbunden. Auf diese Weise wirkt der Astronomieunterricht nachhaltiger auf die Formung der **Schülerpersönlichkeit**, leistet seinen Beitrag zur **optimalen Entfaltung ihres Leistungs- und Verhaltenspotentials**, zur **Ausprägung ihres Denkens, Fühlens und Handelns, ihres Weltbildes und Klassenstandpunktes**.

Anschrift der Verfasser: StR *Bernd Fein*, Leiter der Abteilung Mathematik/Naturwissenschaften der Hauptabteilung Unterricht beim Ministerium für Volksbildung; Dr. *Michael Siebert*, Hauptreferent des Fachgebiets Physik/Astronomie beim Ministerium für Volksbildung, Unter den Linden 69-73, Berlin, DDR-1080

Energiefreisetzung im Sterninnern

Helmut Zimmermann

Die von den Sternen ausgestrahlte Energie stammt aus einem riesigen Energiereservoir, das jeder Stern besitzt. Es setzt sich zusammen aus der nuklearen Energie, die bei Kernprozessen frei wird, aus der thermischen Energie der Sternmaterie sowie aus der potentiellen Energie, d. h. der Gravitationsenergie, die bei einer Kontraktion des Sterns verfügbar wird.

Wärmeenergie

Der Wärmevorrat der Sternmaterie, also die gesamte im Stern in Form von Strahlungs-, Anregungs- und Ionisationsenergie sowie in Form von kinetischer Energie der Gaspartikel vorhandene Energie, ist viel zu gering, als daß allein durch sie während der gesamten Existenzzeit des Sterns der durch die Ausstrahlung verursachte Energieverlust gedeckt werden könnte. Bei der Sonne wäre dieser Energievorrat – konstante Leuchtkraft vorausgesetzt – z. B. schon nach einigen Millionen Jahren erschöpft. Tatsächlich hat sich aber die Leuchtkraft der Sonne seit etwa 3 Milliarden Jahren nicht entscheidend geändert, wie aus geologischen Untersuchungen geschlossen werden kann. Auch für die große Menge der übrigen Sterne gilt, daß die ausgestrahlte Energie wesentlich aus den beiden übrigen Energiequellen stammt. Nur die Weißen Zwerge machen eine Ausnahme: bei ihnen wird im Endeffekt die abgestrahlte Energie dem Wärmevorrat der Sternmaterie, genauer dem des vorhandenen Atomkerngases, entnommen.

Kernprozesse

Bei den für die Energiefreisetzung im Sterninnern wesentlichen thermonuklearen Prozessen handelt es sich um Reaktionen zwischen Atomkernen, und zwar lagern sich leichte Kerne zu einem schweren Kern zusammen. Die Masse des dabei neu entstandenen Kerns ist etwas geringer als die Summe der Einzelmassen der Ausgangskerne. Diesem sogenannten Massedefekt Δm entspricht nach der *Einsteinschen* Äquivalenzrelation von Masse und Energie eine Energie $\Delta m c^2$ (c bedeutet die Lichtgeschwindigkeit). Diese Energie steht dem Stern zur Verfügung. Der schwerste Atomkern, der auf diese Weise unter Energiegewinn aus leichten Kernen aufgebaut werden kann, ist ein Eisenkern der Massezahl 56 (^{56}Fe). Es ist dies der Atomkern mit der höchsten Bindungsenergie je Nukleon, also je Kernbaustein. Bei der Bildung noch schwererer Atomkerne wird dann keine Energie mehr gewonnen, sondern verbraucht. Denkt man sich einen Eisen-56-Kern schrittweise aus Wasserstoffkernen (Protonen) aufgebaut, so beträgt das Verhältnis des Massedefekts zur Masse der insgesamt benötigten 56 Protonen 0,0089. Bei Kernverschmelzungen können also maximal 0,89 % der eingesetzten Masse in Energie umgewandelt werden. Der erste Schritt in diesem Aufbauprozeß, die Bildung eines Heliumkerns der Massezahl 4, ist der energetisch günstigste Teilprozeß: Der Massedefekt des Heliumkerns im Verhältnis zur Masse der 4 benötigten Protonen beträgt nämlich 0,0071; das sind also rund 80 % des überhaupt möglichen Energiegewinns: Während der längsten Zeit

seiner Existenz wird ein Stern daher seine Energieausstrahlung durch die Umwandlung von Wasserstoff in Helium decken.

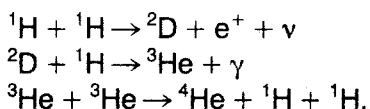
Damit Kernverschmelzungen eintreten, müssen die beteiligten Atomkerne einander so nahe kommen, daß sie in den Wirkungsbereich ihrer Kernkräfte gelangen. Dem steht ihre elektrostatische Abstoßung gegenüber: Die Atomkerne sind ja positiv geladen, und je höher die Kernladungszahl ist, um so größer ist die Abstoßung. Zur Überwindung der Abstoßungskräfte zweier Protonen bedarf es z. B. einer Energie von etwa 10^6 eV. Die mittlere kinetische Energie der Gaspartikel beträgt aber bei 10 Mill. K nur etwa 10^3 eV; sie ist also um rund einen Faktor 1 000 kleiner. Daß dennoch Kernreaktionen möglich sind, liegt einerseits daran, daß immer Teilchen mit einer höheren Energie als der mittleren vorhanden sind, wenn auch ihre Zahl mit steigender Energie rasch sinkt. Andererseits sorgt der sogenannte Tunneleffekt dafür, daß auch zwei Teilchen miteinander reagieren können, deren kinetische Energie kleiner ist als die, die zur Überwindung der elektrostatischen Abstoßung nötig ist. Anschaulich gesprochen kann also der stoßende Kern den durch die Abstoßung errichteten Energiewall «durchtunneln». Die Wahrscheinlichkeit dafür, daß zwei sich genügend nahekommende Atomkerne tatsächlich auch verschmelzen, bleibt dennoch außerordentlich gering. Dies ist aber andererseits gerade die Bedingung dafür, daß in einem Stern die zur Verfügung stehende Kernenergie allmählich freigesetzt wird und nicht in einer kurzen Explosion.

Bei einer bestimmten Temperatur der Sternmaterie können immer nur ganz bestimmte Kernreaktionen ablaufen, die jeweils bis zu einer bestimmten Kernsorte führen, da durch die Temperatur die mittlere kinetische Energie der Partikel vorgegeben ist; zur Bildung noch schwererer Kerne mit höheren Kernladungen reicht diese Energie nicht aus.

Wasserstoffreaktionen

Die für einen Stern günstigste Kernenergiequelle ist – wie gesagt – die Umwandlung von Wasserstoff in Helium. Dies kann auf zwei unterschiedlichen Wegen geschehen: Über die Proton-Proton-Reaktion oder über den Kohlenstoff-Stickstoff-Sauerstoff-Zyklus.

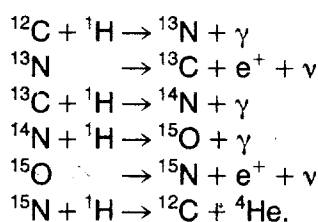
Bei der Proton-Proton-Reaktion existieren drei verschiedene Möglichkeiten. Der wirksamste Prozeß, PPI, besteht aus drei Schritten, die durch die folgenden drei Formeln beschrieben werden können:



Im ersten Schritt reagieren zwei Protonen (${}^1\text{H}$) miteinander und bilden einen Wasserstoffkern mit der Massezahl 2, ein Deuteron (${}^2\text{D}$), unter Aussendung eines Positrons (e^+) und eines Neutrinos (ν). Das Positron stößt praktisch unmittelbar nach seiner Entstehung mit einem Elektron, seinem Antiteilchen, zusammen. Dabei wird Energie frei, die im Stern verbleibt. Für das Neutrino ist die Wahrscheinlichkeit einer Wechselwirkung mit einem anderen Teilchen innerhalb des Sterns so gering, daß es ungehindert den Stern verlassen kann. Beim Stoß des entstandenen Deuterons mit einem Proton im nächsten Schritt kommt es zur Bildung eines Heliumkerns der Massezahl 3, wobei Strahlungsenergie (γ) freigesetzt wird, die dem Stern als thermische Energie zur Verfügung steht. Dieser Heliumkern kann eine Reihe verschiedener Prozesse unter den in den Sternen herrschenden Bedingungen durchmachen; der weitaus häufigste ist in der letzten Formel dargestellt: Zwei Helium-3-Kerne stoßen zusammen, wobei ein Helium-4-Kern und zwei Protonen entstehen. Da für diesen Prozeß zwei Helium-3-Kerne benötigt werden, müssen die vorherigen Reaktionen jeweils doppelt stattgefunden haben. In sie waren 6 Protonen verwickelt, 4 davon wurden zu einem Helium-4-Kern, zwei stehen für andere Prozesse wieder zur Verfügung.

Die beiden anderen Möglichkeiten (PPII und PPIII) sollen hier nicht im einzelnen aufgeschrieben werden. In ihnen entstehen als Zwischenprodukte auch Lithium- und Berylliumkerne, also Atomkerne der Kernladung 3 und 4. Nach dem oben Gesagten ist bei vorgegebener Temperatur die Wahrscheinlichkeit für diese Aufbauprozesse entsprechend geringer als für den PPI-Prozeß. Wie in diesem verlassen auch bei den beiden anderen Prozessen je entstandener Heliumkern zwei Neutrinos den Stern. Die Energie, die sie abtransportieren, ist aber etwas größer als in der PPI-Reaktion. Das ist von Bedeutung für die Suche nach Neutrinos, die bei Kernprozessen in der Sonne freigesetzt werden.

Der Hauptprozeß im Kohlenstoff-Stickstoff-Sauerstoff-Zyklus kann durch die folgenden Formeln beschrieben werden:



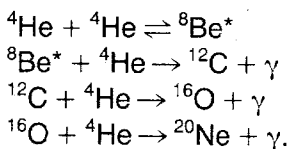
Dabei haben die einzelnen Symbole die entsprechende Bedeutung wie oben. Man erkennt, daß der Kohlenstoff-12-Kern, der hier als Zyklusbeginn ge-

wählt wurde, am Ende wieder reproduziert erscheint, während aus den 4 Protonen, die in die Reaktionen einbezogen wurden, ein Helium-4-Kern entstanden ist. Die Positronen wie auch die Neutrinos erleiden das gleiche Schicksal, wie für die Proton-Proton-Reaktion beschrieben. Die Neutrinos tragen aber etwas mehr Energie weg als im PP-Prozeß, so daß dem Stern beim CNO-Zyklus insgesamt weniger Energie verbleibt, obwohl das Ergebnis das gleiche ist: Aus Wasserstoff ist Helium entstanden. Für den CNO-Zyklus werden etwas höhere Temperaturen benötigt als für die PP-Reaktion, da ja Atomkerne mit höheren Kernladungen beteiligt sind. Im CNO-Zyklus treten noch Nebenzyklen auf, die hier aber nicht weiter betrachtet werden sollen.

Die spezifische Energiefreisetzungsrates ϵ , also die je Massen- und Zeiteinheit freigesetzte Energie, die in die 3. Grundgleichung des inneren Aufbaus der Sterne eingeht (siehe Heft 2/1989, Seite 30, Formel 3), läßt sich aus der Häufigkeit, mit der die einzelnen Teilabschnitte ablaufen, berechnen. Sie ist von der Dichte und der Temperatur der Sternmaterie abhängig und steigt mit der Dichte und bei der PP-Reaktion mit der 4. bis 6. Potenz der Temperatur, beim CNO-Zyklus jedoch mit deren 12. bis 18. Potenz. Demzufolge sind die Gebiete, in denen die Kernreaktionen stattfinden, beim CNO-Zyklus stärker um das Sternzentrum konzentriert als bei der PP-Reaktion. Zum Ablaufen der PP-Reaktion werden mindestens einige 10^6 K benötigt, für den CNO-Zyklus mindestens $10 \cdot 10^6$ bis $12 \cdot 10^6$ K, aber erst bei mehr als $16 \cdot 10^6$ K ist der CNO-Zyklus ergiebiger als die Proton-Proton-Reaktion.

Heliumreaktionen

Zwischen Heliumkernen können ebenfalls Kernprozesse ablaufen, die zur Energiefreisetzung führen. Insbesondere handelt es sich um folgende Reaktionen:



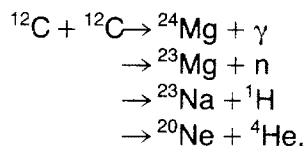
Der Stoß zweier Helium-4-Kerne führt zu einem angeregten Beryllium-8-Kern (${}^8\text{Be}^*$), der instabil ist und nach rund 10^{-16} s wieder zerfällt. Nur wenn er in dieser kurzen Zeit mit einem dritten Helium-4-Kern reagiert – was nur bei sehr hohen Dichten einigermaßen wahrscheinlich ist – kommt es zum Aufbau eines stabilen Kohlenstoff-12-Kerns, wobei Strahlungsenergie frei wird. Ein Teil dieser Kohlenstoffkerne fängt

jeweils einen weiteren Helium-4-Kern ein, was unter Strahlungsabgabe zu Sauerstoff-16-Kernen führt. Einige Sauerstoffkerne reagieren nach dem gleichen Schema weiter, so daß schließlich auch noch etwas Neon-20 gebildet wird. Die Hauptprodukte der Heliumreaktionen sind Kohlenstoff-12- und Sauerstoff-16-Kerne, und zwar zu etwa gleichen Teilen.

Die spezifische Energiefreisetzungsrates ϵ hängt bei den Heliumprozessen vom Quadrat der Dichte (wegen des 1. Teilschrittes) und etwa von der 20. bis 30. Potenz der Temperatur ab. Damit Heliumreaktionen stattfinden, werden mindestens $100 \cdot 10^6$ K benötigt; Wasserstoff- und Heliumreaktionen treten daher nicht gleichzeitig im selben Gebiet auf.

Kohlenstoff-, Sauerstoff- und Siliciumreaktionen

Bei Temperaturen im Bereich von etwa $500 \cdot 10^6$ K bis $1 \cdot 10^9$ K sind für die Energiefreisetzung Umwandlungsprozesse des Kohlenstoffs wichtig:



Sie führen im wesentlichen entweder zu Magnesium-24-Kernen oder unter Aussendung von Neutronen (n) zu Magnesium-23-Kernen oder unter Aussendung von Protonen zu Natrium-23-Kernen oder unter Aussendung von Helium-4-Kernen zu Neon-20-Kernen.

Bei Temperaturen über etwa $1,4 \cdot 10^9$ K können Sauerstoffprozesse stattfinden, bei denen unter Strahlungsaussendung Schwefel-32 oder unter Aussendung von Neutronen Schwefel-31 oder unter Aussendung von Protonen Phosphor-31 oder unter Aussendung von Heliumkernen Silicium-28 gebildet wird. Ab einer Temperatur von etwa $2 \cdot 10^9$ K kann Silicium reagieren, wobei wiederum eine Vielzahl von Prozessen möglich ist: Eine der wichtigsten Reaktionen ist hier die Bildung von Eisen-56-Kernen, also den Atomkernen mit der höchsten Bindungsenergie, aus jeweils zwei Silicium-28-Kernen.

Die bei einigen Reaktionen ausgesandten Neutronen, Protonen oder Heliumkerne stehen für andere Aufbauprozesse zur Verfügung, die gleichzeitig mit den genannten Prozessen ablaufen. Im Temperaturbereich über etwa $3 \cdot 10^9$ K stellt sich immer mehr ein Gleichgewicht von gegenläufigen Prozessen ein: Einerseits werden durch Strahlungsabsorption Atomkerne zerlegt, andererseits die Spaltprodukte von

anderen Kernen wieder eingefangen. Das Ergebnis ist, daß die einzelnen Atomkernsorten mit unterschiedlicher Häufigkeit nebeneinander existieren, wobei aber die mit der höchsten Bindungsenergie, also die mit Massezahlen nahe 56, bevorzugt sind. Wegen des Gleichgewichts von energieverbrauchenden und energieliefernden Prozessen ist der Nettoenergiegewinn praktisch gleich Null.

Freisetzung von potentieller Energie

Kontrahiert ein Stern als Ganzes oder ein Teil von ihm, so wird Gravitationsenergie frei. Von dieser wird, wenn der Stern aus einem idealen, voll ionisierten Gas besteht, genau die Hälfte ausgestrahlt, während die andere Hälfte im Stern als zusätzliche Wärmeenergie verbleibt. Sie dient dazu, den Stern im mechanischen Gleichgewicht zu halten. Bei der Kontraktion steigt nämlich durch das Heranrücken von Materieschichten an den Sternmittelpunkt die Gesamtgravitationskraft, was durch eine Erhöhung des Gasdruckes (durch Temperaturerhöhung), kompensiert werden muß. Die Freisetzung von potentieller Energie ist also immer mit einer Temperaturzunahme verbunden.

Eine Kontraktion des Sterns (oder Teile von ihm) kann nur eintreten, wenn Gas- und Strahlungsdruck zusammen in bestimmten Sternregionen nicht exakt ausreichen, um die über diesen Regionen lagernde Sternmaterie zu tragen, also nur dann, wenn im Sterninnern entweder noch nicht genügend oder nicht mehr genügend Kernenergie freigesetzt wird, um die Temperatur und damit Gas- und Strahlungsdruck groß genug zu halten. Dies ist im Verlauf der Sternentwicklung vor dem Einsetzen der ersten Kernprozesse der Fall und immer dann, wenn durch solche Prozesse der Vorrat an einer bestimmten Kernsorte aufgebraucht, die Temperatur für das Einsetzen neuer Kernprozesse aber noch nicht hoch genug ist. Die Kontraktion dauert so lange, bis die Zündtemperatur der neuen Kernreaktionen erreicht ist. Danach sorgen diese für die Aufrechterhaltung des mechanischen Gleichgewichts. Die Freisetzung potentieller Energie spielt für die Gesamtenergiebilanz eines Sterns im Laufe seiner Existenz nur eine untergeordnete Rolle; sie ist aber wesentlich für die Temperaturerhöhung im Sterninnern, also für das Anfachen neuer Kernprozesse.

Anschrift des Verfassers: *Prof. Dr. habil. Helmut Zimmermann, Sternwarte der Friedrich-Schiller-Universität Jena, DDR-6900*

Edwin Powell Hubble (1889–1953)

Dieter B. Herrmann

Die Geschichte der Astronomie ist durch eine Reihe von Erkenntnissen charakterisiert, von denen das Vordringen in immer größere räumliche Tiefen des Weltalls zu den wesentlichsten Bausteinen unseres Verständnisses über den Aufbau des Universums gehört. Erschien die uns umgebende Welt noch bei *N. Copernicus* als etwas Abgeschlossenes, die Fixsterne in einer Sphäre angeordnet und die Sonne als Mittelpunkt des Kosmos, so wurde dieses Weltmodell in den nachfolgenden Jahrhunderten mehr und mehr «aufgebrochen», während zugleich das kopernikanische Universum auf einen kleinen Teil des uns umgebenden Kosmos, das Sonnensystem, zusammenschrumpfte. Schon *J. Kepler* sah die Fixsterne in unterschiedlichen Raumentiefen und *I. Kant* entwickelte zum ersten Mal umfassend das Bild eines gewaltigen Sternsystems, in dem die Sonne nur ein Stern unter zahllosen anderen war. Zugleich finden wir bei *Kant* in dessen «*Allgemeiner Naturgeschichte und Theorie des Himmels*» (1755) auch be-

reits den ersten gedanklichen Vorstoß in die Welten jenseits unserer Galaxis, wie dies in dem bekannten Terminus von den «Weltinseln» zum Ausdruck kommt, den *Kant* als Interpretation für die schwach leuchtenden Nebelflecke am Himmel verwendet. *J. Herschel* hat dann durch seine Beobachtungen wesentlich dazu beigetragen, die Idee von Sternansammlungen außerhalb unseres Milchstraßensystems weiter auszubauen und noch im 19. Jahrhundert erkannte *Lord Rosse* dank seines Riesenteleskops (1,8 m Öffnung) die spiralförmige Struktur einiger dieser Gebilde. Die tatsächlichen Distanzen der Nebel und ihre reale Konstitution waren hingegen unbekannt. Die wissenschaftliche Disziplin, die wir heute als «**extragalaktische Forschung**» bezeichnen, wurde nämlich erst im 20. Jahrhundert begründet. Das Verdienst, sie als Pionier geschaffen zu haben, gebührt dem US-amerikanischen Astronomen *E. P. Hubble*, dessen 100. Geburtstag wir im November begingen (s. Bild 2. Umschlagseite). Freilich pro-

fitierte *Hubble* dabei von dem glücklichen Umstand, daß ihm das mächtigste Teleskop seiner Zeit zur Verfügung stand und er somit über die entscheidenden technischen Voraussetzungen verfügte, um jene Probleme zu lösen, die noch wenige Jahre zuvor im Bereich der Spekulation angesiedelt waren.

Lebensweg und wissenschaftliche Arbeit *Hubbles*

Hubble wurde am 20. November 1889 in Marshfield (Missouri/USA) als Sohn eines Juristen geboren. Als junger Mensch begeisterte er sich ebenso für die verschiedensten Wissenschaften wie für den Leistungssport – eine nicht eben häufige Kombination. Daß er sich schließlich für die Astronomie entschied, ist vor allem dem bedeutenden Astronomen und Wissenschaftsorganisator *G. E. Hale* zuzuschreiben, der ihn an der Universität Chicago neben dem berühmten Physiker *R. A. Millikan* spürbar beeinflusste. Es bestand bereits die feste Absicht, ihn als Boxer gegen den Weltchampion im Leichtgewicht, *J. Johnson*, in den Ring zu schicken, als sich *Hubble* für die Weiterführung seiner wissenschaftlichen Studien in Oxford (England) entschloß. Nach seiner Rückkehr in die USA war er zunächst am Yerkes-Observatorium tätig, das damals von *E. B. Frost* geleitet wurde. Im Alter von 28 Jahren promovierte er mit der Arbeit «*Fotografische Untersuchungen über schwache Nebel*». Bereits in dieser Studie finden wir die bekannte Klassifikation der verschiedenen Nebeltypen, die heute allgemein nach ihm benannt ist. Als dominantes Merkmal nutzte er die morphologischen Erscheinungsbilder und vertrat im übrigen die Ansicht, daß die planetarischen Nebel Bestandteile unseres eigenen Sternsystems seien, während sich die Spiralnebel außerhalb davon befänden. Er erkannte jedoch auch, daß endgültige Gewißheit in diesen Fragen erst durch den Einsatz größerer Instrumente zu erlangen sei.

Der Ausbruch des I. Weltkrieges im Jahre 1914 brachte infolge der US-amerikanischen Kriegserklärung an Deutschland im April 1916 eine Unterbrechung der wissenschaftlichen Arbeit *Hubbles* mit sich. Nach Beendigung des Krieges begann er seine erfolgreiche Tätigkeit am Mt.-Wilson-Observatorium, das von *G. E. Hale* geleitet wurde. Hier kam ihm nun zustatten, daß ab 1917 das leistungsstärkste Spiegelteleskop der Welt, der Hooker-Spiegel mit einer freien Öffnung von 2,5 m zur Verfügung stand. Dieses dank der Initiative von *Hale* gebaute Instrument bot für *Hubble* ausgezeichnete Voraussetzungen, um unmittelbar an seine früheren Forschungen

wieder anzuknüpfen. Dabei gelang ihm in den Jahren 1923 bis 1924 der Nachweis von veränderlichen Sternen des Typs Delta Cephei in den Randpartien des Andromeda-Nebels (M 31). Nun hatte Miß *Leavitt* bereits im Jahre 1912 an Cepheiden in der Kleinen Magellanschen Wolke (KMW) die bekannte Perioden-Leuchtkraft-Beziehung entdeckt, die unterdessen besonders durch die Forschungen von *E. Hertzsprung* und *H. Shapley* zu einem verlässlichen Hilfsmittel für Entfernungsbestimmungen geworden war. *Hertzsprung* selbst war es bereits 1913 gelungen, die Distanz der KMW unter Anwendung der Perioden-Leuchtkraft-Beziehung der Cepheiden zu bestimmen. Auf dieselbe Weise leitete nun *Hubble* die Entfernung von M 31 zu 285 kpc ab (Moderner Wert: 75 kpc).

Das Ergebnis der Tätigkeit von *Hubble* war der sichere **Nachweis eines extragalaktischen Sternsystems**. Damit war ein ganz neues Forschungsfeld betreten worden, das seither wesentlich die Entwicklung unserer Kenntnis vom Universum im 20. Jahrhundert bestimmt.

Bedeutsame Entdeckung der modernen Astronomie

Mit dem Namen von *Hubble* verknüpft sich eine weitere bedeutsame Entdeckung der modernen Astronomie. Aufbauend auf den Vorarbeiten von *C. Wirtz* und *V. M. Slipher* gelang es *Hubble* gemeinsam mit *F. Humason* im Jahre 1929, einen **Zusammenhang zwischen den Radialgeschwindigkeiten der extragalaktischen Objekte und ihrer Distanz und somit die Expansion des Weltalls** nachzuweisen.

Die Zunahme der «Fluchtgeschwindigkeit» je Entfernungseinheit wird bekanntlich bis heute als *Hubble*-Konstante bezeichnet.

Hubble selbst fand einen Wert von $500 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \text{Mpc}^{-1}$. Der tatsächliche Betrag ist zwar bis heute umstritten, liegt jedoch gegenüber dem *Hubbleschen* Ergebnis deutlich niedriger (zwischen 55 und $75 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \text{Mpc}^{-1}$).

Die Bedeutung der Entdeckung der «Nebelflucht» ist fundamental. Die Expansion ist eines der dominanten Entwicklungskriterien des (von uns überschaubaren) Universums. Auf der Beobachtung der Expansion des Weltalls fußt die Feststellung, daß der Kosmos aus einem ursprünglich extrem verdichteten Zustand hervorgegangen ist und durch Ausdehnung in jenes Entwicklungsstadium gelangte, das wir heute beobachten. Die Entdeckung der 3-K-Hintergrundstrahlung im Jahre 1969 durch *A. Penzias* und *R. W. Wilson* lieferte die endgültige Bestäti-

gung dafür, daß die Rotverschiebung in den Spektren der extragalaktischen Objekte zutreffend interpretiert worden war. Insofern basieren bis heute alle kosmologischen Hypothesen und Theorien auf der Entdeckung von *Hubble* aus dem Jahre 1929. Als *Hubble* sich mit dem Problem der großräumigen Verteilung der extragalaktischen Sternsysteme an der Himmelsphäre beschäftigte, gelang ihm ein weiterer interessanter Fund: entlang des galaktischen Äquators fehlen nämlich die ansonsten reichhaltig vorhandenen Sternsysteme. Diese **nebelfreie Zone** («zone of avoidance») erklärt sich durch die Häufung interstellarer Materie entlang des galaktischen Äquators unseres Milchstraßensystems, die den Durchblick verhindert und insofern eine ungleichmäßige Verteilung der extragalaktischen Objekte vortäuscht. *Hubble* wirkte nach dem Zweiten Weltkrieg auch als Forschungsorganisator in der Funktion des Chairmans des Forschungskomitees der Mt.-Wil-

son- und Mt.-Palomar-Observatorien. An der Planung des 200-inch (5-m)-Teleskops auf dem Mt. Palomar war er wesentlich beteiligt. Eine der ersten großen Entdeckungen, die mit diesem Teleskop gemacht wurden, betraf die Distanzen der extragalaktischen Objekte, die sämtlich etwa verdoppelt werden mußten.

Nach *Hubbles* plötzlichem Tod (durch Gehirn-schlag) schrieb *N. U. Mayall* in einem Nachruf, daß *Hubble* für das gesamte beobachtbare Universum das gewesen sei, was die *Herschels* für das Sternsystem und *G. Galilei* für das Planetensystem in der Geschichte der Astronomie bedeuteten.

Literatur:

Humason, M. L.: Edwin Hubble, Monthly of the Royal Astronomical Society 114 (1954) 291-295

Herrmann, D. B.: Geschichte der modernen Astronomie, Berlin 1984

Anschrift des Verfassers: **Prof. Dr. sc. Dieter B. Herrmann, Zeiss-Großplanetarium Berlin, Prenzlauer Allee 80, Berlin, DDR-1055**

Neues zu den Abschlußprüfungen

Redaktion

Grundrichtungen zur Weiterentwicklung der Abschlußprüfungen (Auszug)

Entsprechend der Aufgabenstellung des IX. Pädagogischen Kongresses verfolgt die Weiterentwicklung der Abschlußprüfungen das Ziel, unserem schulpolitischen Grundanliegen – der optimalen Entwicklung eines jeden Schülers, der Ausprägung seiner Individualität – noch wirksamer gerecht zu werden. Mit der Profilierung der Allgemeinbildung, vor allem mit dem neuen Lehrplanwerk und seiner stärkeren Orientierung auf das grundlegende Wissen und Können, sind dafür günstigere Bedingungen gegeben.

Dabei ist davon auszugehen, daß die Wirksamkeit der Prüfungen nur in untrennbarem Zusammenhang mit der weiteren Verbesserung der Qualität des Unterrichts und der gesamten pädagogischen Arbeit erhöht werden kann und sich alle Entscheidungen zur Weiterentwicklung der Abschlußprüfungen in die inhaltliche Ausgestaltung unserer Oberschule einordnen.

Es kommt vor allem darauf an,

- die Leistungen der Schüler real einzuschätzen und durch entsprechende Bewertung anzuerkennen,

- die Leistungsbereitschaft durch gezielte erzieherische Einwirkung besser zu motivieren und herauszufordern und
- die Verantwortung der Schüler für hohe Leistungen weiter auszuprägen.

Dafür sind durch die Erweiterung der Wahlmöglichkeiten bessere Voraussetzungen gegeben. Zugleich erwächst daraus den Lehrern eine höhere Verantwortung für die pädagogisch fundierte Vorbereitung, inhaltliche Anlage und Durchführung der Prüfungen.

Zu den mündlichen Prüfungen

Wahlobligatorische Prüfungen

Jeder Schüler legt zwei wahlobligatorische mündliche Prüfungen ab. Dazu wählt er aus den folgenden **zwei Fächergruppen** je ein Prüfungsfach aus:

- Geschichte, Staatsbürgerkunde, Geographie;
- Physik, Chemie, Biologie, ESP.

Damit wird jeder Schüler mindestens in einem gesellschaftswissenschaftlichen und in einem naturwissenschaftlich-polytechnischen Fach geprüft.

Fakultative Prüfungen

Jedem Schüler wird die Möglichkeit eingeräumt, sich neben den zwei wahlobligatorischen Prüfungen in einem weiteren Fach der genannten Fächergruppen sowie in Musik, **Astronomie** oder Sorbisch (B) mündlich prüfen zu lassen. Für einzelne Schüler kann die Prüfungskommission ein weiteres Fach für die mündliche Prüfung festlegen.

Hinweise zum Inhalt der Abschlußprüfungen im Fach Astronomie (Entwurf)

Die folgenden fachspezifischen Hinweise sollen den Astronomielehrern und Direktoren helfen, die Prüfungsvorbereitung auf der Grundlage des Lehrplans unter Beachtung der konkreten pädagogischen Bedingungen in den Unterrichtsprozeß einzuordnen, Schwerpunkte dafür zu setzen, Orientierungen für Systematisierungen und Wiederholungen zu finden, das Niveau der Prüfungsaufgaben realistisch zu bestimmen und diese in hoher Qualität auszuarbeiten.

Der Astronomielehrer arbeitet für die Schüler aus nachfolgenden fachspezifischen Hinweisen eine auf hohem Niveau stehende Prüfungsaufgabe aus. Das Prüfungsgespräch ist inhaltlich im wesentlichen auf den Rahmen zu begrenzen, der mit der Prüfungsaufgabe vorgegeben ist.

In der Abschlußprüfung im Fach **Astronomie** sollen die Schüler nachweisen, daß sie sich solides Wissen über das Weltall, über ausgewählte astrono-

mische Objekte und über die Raumfahrt angeeignet haben und exakte Kenntnisse über Bewegungen, über physikalische Eigenschaften, über die Entstehung und die Entwicklung von Himmelskörpern sowie die Entwicklung im Kosmos besitzen.

Die Prüfungsaufgaben sind so zu gestalten, daß die Schüler insbesondere folgende Fähigkeiten und Fertigkeiten inhaltsbezogen anwenden können:

- Erklären beobachteter Vorgänge und Erscheinungen;
- Anwenden mathematischer Verfahren und Betrachtungsweisen auf astronomische Sachverhalte;
- Erläutern der Bedeutung astronomischer Erkenntnisse für die Entwicklung des wissenschaftlichen Weltbildes;
- Beschreiben und Erläutern von Entwicklungsprozessen im Weltall.

Hinweise zum Inhalt der Prüfungen können an folgende Anschrift gegeben werden: Ministerrat der DDR, Ministerium für Volksbildung, Hauptabteilung Unterricht, Abt. Mathematik/Naturwissenschaften, Unter den Linden 69–73, Berlin, 1080.

Lesen Sie auch den Beitrag **«Worauf ist die Weiterentwicklung der Prüfung gerichtet?»** sowie die dazugehörigen Materialien in der DLZ 39/1989, S. 3 bis 8.

Wie wir nach Redaktionsschluß vom Ministerium für Volksbildung erfuhren, werden die für das Schuljahr 1989/90 vorgesehenen Veränderungen der Abschlußprüfungen ausgesetzt. Damit wird auch einer Forderung von Astronomielehrern auf dem V. Erfahrungsaustausch in Rostock entsprochen (s. unten).

Kontroversen um die Abschlußprüfung

Anläßlich des V. Erfahrungsaustausches zu aktuellen Fragen der Methodik des Astronomieunterrichts im Oktober in Rostock fand ein Forum zu den beabsichtigten Veränderungen der Prüfungsregelung statt, an dem sich etwa 60 Astronomielehrer beteiligten. Die lebhafte Aussprache, auf der zum Teil kontroverse Meinungen vertreten wurden, zeugte vom großen Interesse der Lehrer an dieser Problematik.

Da die vorgesehene Prüfungsregelung darauf abzielt, die optimale Entwicklung der Schüler und die Ausprägung ihrer Individualität noch besser zu beachten, hatten die Anwesenden dazu eine Vielzahl von Meinungen und Fragen. Letztere konnten in einer solchen Diskussionsrunde nicht erschöpfend und befriedigend beantwortet werden. Aber die Aussprache geht ja weiter!

Einig waren sich die Teilnehmer in der Ansicht, daß über die Persönlichkeitsentwicklung vor allem der solide Unterricht und nicht die Prüfung entscheidet. Einige Kollegen äußerten sich skeptisch über die Zuordnung des Faches Astronomie zu den fakultativen mündlichen Prüfungsfächern. Sie befürchteten, keine Möglichkeit mehr zu haben, die Schüler im Unterricht zu fordern. Andere meinen, es werden sich kaum Schüler zur angebotenen dritten mündlichen Prüfung melden. Dem wurde entgegnet, daß ein gut motivierter und interessanter Unterricht die Schüler stets zum Lernen herausfordert. Ist der Unterricht attraktiv und anziehend, melden sich die Schüler erfahrungsgemäß auch zur Prüfung.

Da auf dem IX. Pädagogischen Kongreß die Gleichwertigkeit aller Unterrichtsfächer betont wurde, äußerten zahlreiche Kollegen ihr Unverständnis über die beabsichtigte Einordnung von Astronomie in die Gruppe der wahl fakultativen mündlichen Prüfungen. Sie wollten dazu eine Begründung haben, die auf dem Forum nicht gegeben werden konnte. Sehr unterschiedliche Meinungen gab es zur Erteilung eines Gesamtprädikats für die Abschlußprüfungen. Einigkeit herrschte darüber, daß bei Inkrafttreten der veränderten Prüfungsregelung auch völlig neue Prüfungsfragen formuliert werden müssen. Nicht befriedigt waren die Beteiligten über den relativ kurzen Zeitraum, der für die Diskussion, das Nachdenken und den Meinungsstreit zur Verfügung steht. Es wäre sinnvoller, wurde betont, mit Schulpraktikern über die beabsichtigten Veränderungen gründlicher zu diskutieren und eine Neuregelung erst mit dem Schuljahr 1990/91 einzuführen.

Der Lehrplan, eine Herausforderung zur schöpferischen Unterrichtsgestaltung

Roland Brückner

Im Astronomieunterricht wird Wissen über ein Fachgebiet abgerundet und vervollkommen, das wesentlich zum **wissenschaftlichen Weltbild** der Schüler beiträgt. In dieser Hinsicht gibt der jetzige Lehrplan Raum, um auf interessierende Fragen von Schülern reagieren zu können. Voraussetzung ist ein hohes Engagement des Fachlehrers. Ich nutze jede Möglichkeit, um mich weiterzubilden, denn das Einbringen von neuen Ergebnissen und jüngsten Ereignissen in den Unterricht besitzt große Potenzen. An einigen Beispielen will ich das deutlich machen.

Die dritte und letzte Stoffeinheit steht unter der Thematik «Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis». Hierbei nahm ich mir als Motivierung einen Artikel aus dem «ND», in dem über einen Pulsar, einen schnell rotierenden Neutronenstern, berichtet wurde. Die Schüler, überrascht von den vielen neuen Begriffen und unvorstellbaren Zuständen, waren somit auf die Problematik der kommenden Stunden eingestimmt, mit vielen für sie offenen Fragen. Hierbei konnte ich es mir erlauben (bei einer entsprechenden zeitlichen Planung ist das möglich), zur Unterrichtsthematik «*Sternentstehung und -entwicklung*» zwei Stunden zu planen. In der ersten Stunde ging es um die entsprechende Theorie. Hier setzte ich den Tonfilm «*Werdegang eines Sterns*» ein. Daran anschließend wurde systematisierend zusammengefaßt, und die möglichen Endstadien der Sternentwicklung wurden problemhaft erarbeitet. Dies setzt zwar bei den Schülern ein hohes Abstraktionsvermögen voraus, läßt sich aber bei entsprechender Aufbereitung, kontinuierlicher Arbeit und unter Berücksichtigung der entsprechenden Klassensituation realisieren. Bewußt legte ich dabei Wert auf die möglichen katastrophalen Endzustände, die zu einem Neutronenstern führen können und verwies auf das Nova- bzw. Supernovaphänomen, das in der nächsten Stunde dann an aktuellem Beispiel behandelt werden sollte. Viele Schüler kamen am Ende mit Fragen zu mir. Sie wollten wissen, wie es nun weitergeht.

Die zweite Stunde begann ich mit einer entsprechenden Wiederholung und stellte ihnen dann im Lehrervortrag das Ereignis – Supernova 1987 A – vor. Dies untermauerte ich in eindrucksvoller Weise mit Dias, die ich aus Fachzeitschriften gewonnen hatte. Hierbei zeigte ich eine Aufnahme der Großen Magellanschen Wolke aus früheren Zeiten und dann eine Aufnahme, wie sie der Entdecker der SN 1987

A, *Jan Shelton*, gemacht hat. Danach häuften sich die Fragen und wir hatten genügend Zeit, alle Probleme zu klären. Wieder kam ein entsprechender Artikel im «ND» zum Tragen. Es war eine Mitteilung über die mögliche Entdeckung eines Pulsars in dem Überrest der Supernova. Damit schloß sich der Kreis. In der gesamten Stunde konnte ich an Hand der Schülerfragen erkennen, daß durch dieses Vorgehen eine Festigung des geforderten Wissens erfolgte. Dieses Vorgehen mußte bei den Schülern die Frage provozieren: *Was passiert dann mit in der Nähe des explodierenden Sterns befindlichen Planeten, und wie kommt überhaupt ein Stern zu Planeten?* Diese Frage kam auch! Eine bessere Motivierung ist meines Erachtens gar nicht möglich. In dieser Stunde liegen viele erzieherische Potenzen. **Die materialistische Auffassung vom Aufbau unserer Welt, die Erkennbarkeit, die systematische Arbeit der Wissenschaftler, die internationale Zusammenarbeit** und noch vieles mehr konnte an einem Beispiel aufbereitet und vermittelt werden.

Eine weitere Möglichkeit einer tiefgreifenden Vermittlung sehe ich in der Nutzung außerschulischer Angebote zum Wissenserwerb. So teile ich meinen Schülern jede Veranstaltung der URANIA und des Kulturbundes zu Fragen der Astronomie mit. Natürlich wird man nie alle erreichen, aber ich kann schon auf eine beträchtliche Zahl von Interessenten verweisen, und bei entsprechender Kontinuität wird diese wachsen.

Desgleichen ermögliche ich es in jedem Jahr, mit jeder von mir im Fach Astronomie unterrichteten Klasse eine Planetariumsveranstaltung zu besuchen, was immer uneingeschränkte Begeisterung hervorruft. Hierbei orientiere ich schon in Klasse 9 auf die Planung eines entsprechenden Wandertages, oder er wird in Klasse 10 als Exkursion, mit entsprechenden Aufträgen, durchgeführt.

An wenigen Beispielen sollte hier gezeigt werden, wie ich versuche, Forderungen des Lehrplanes umzusetzen. Voraussetzung für eine erfolgreiche Arbeit ist aber immer Begeisterung für das Fach, ständige eigene Weiterbildung und das Suchen nach immer neuen Möglichkeiten der Unterrichtsgestaltung.

Anschrift des Verfassers: **Roland Brückner**, Kurt-Spörl-Oberschule, Benjaminstraße 18, Plauen, DDR-9900

Zur Erziehung bei der Behandlung der Raumfahrt

Bernd Tröger

Ansätze zur lebensnahen Erziehung gibt es in allen Fächern und in zahlreichen Unterrichtsstunden. Bei besonders dafür geeigneten Stoffen ergeben sich für die erzieherische Arbeit Konzentrationspunkte, wobei alle Kräfte des Lehrers darauf gerichtet sind, den Schülern staatsbürgerliche Haltungen zu vermitteln und sie zu befähigen, diese zu vertreten. Im Astronomieunterricht ist ein solcher Konzentrationspunkt die Behandlung der Raumfahrt.

Der Lehrplan fordert, den Schülern Einblick in die hohe Verantwortung der Gesellschaft für die friedliche Nutzung der Raumfahrt und ihrer Erkenntnisse zu geben. Umgesetzt wird diese Forderung durch die schöpferische Arbeit des Lehrers. Fakten, Ereignisse und Zusammenhänge des Raumfahrtgeschehens müssen vom Lehrer **objektiv** und **parteilich** dargelegt werden. Das Anliegen soll an zwei Beispielen verdeutlicht werden.

Zur Wertung der US-Raumfahrt

Nach meiner Erfahrung hat es bei Schülern wenig Wirkung, wenn ich die Erörterung der US-Raumfahrt mit der Bemerkung einleite, daß diese überwiegend militärischen Charakter trägt. Erzieherisch wirkungsvoller ist es, wenn zunächst auf wissenschaftlich-technische Leistungen der US-Raumfahrt eingegangen wird, wozu u. a. ihr bedeutender Beitrag zur Erforschung des Mondes, der Planeten und Satelliten gehört. Im Unterrichtsgespräch arbeite ich heraus, daß trotz dieser Erfolge bei der Erforschung des Kosmos das Denken herrschender aggressiver Kreise in den USA von Prestige in der Raumfahrt und von der Hochrüstung im Weltraum geprägt ist. Diese Aussage wird anschließend mit Fakten belegt.

So mußte z. B. nach dem erfolgreichen Start von Sputnik 1 und *Gagarins* Erdumkreisung ein spektakuläres Unternehmen geschaffen werden, das US-Präsident *Kennedy* 1961 umriß: «*Der erste Mensch auf dem Mond ist ein Amerikaner.*» Es folgte eine Phase fieberhafter Arbeit, wodurch Sicherheitsvorkehrungen in den Hintergrund traten, was am 28. Januar 1967 zum ersten Unfall in der bemannten Raumfahrt führte, bei dem bei der Bodenerprobung von AS-204 drei Astronauten den Tod fanden.

Die Lehrerin *Christa McAuliffe* sollte auf den Tag genau 19 Jahre später von Bord der «*Challenger*» eine Unterrichtsstunde für die Kinder ihres Landes gestalten. Der schreckliche Ausgang des Unterneh-

mens, dem sie und weitere sechs Astronauten zum Opfer fielen, ist uns sicher noch in Erinnerung.

In beiden Fällen gab es wegen mangelnder Sicherheitstechnik für die Astronauten kein Entrinnen.

Jedes bemannte Raumfahrtunternehmen ist eine Konfrontation mit einer absolut lebensfeindlichen Umgebung, so daß sich die Forderung an höchste Systemsicherheit von selbst ergibt. Deshalb verschweige ich auch nicht, daß es in der sowjetischen Raumfahrt zwei Unfälle mit tödlichem Ausgang gab (Sojus 1, Sojus 11), wobei allerdings erwähnt wird, daß der Folgeflug von Sojus 1 unbemannt war, um die verbesserten Sicherheitssysteme zu erproben. Der erste Start der amerikanischen Raumfähre nach der *Challenger*-Katastrophe wurde in Sachen Sicherheit von Fachleuten noch immer als unzureichend bezeichnet. «*Buran*» hingegen absolvierte seinen Jungfernflug unbemannt, aber sicher.

Unter einem anderen Aspekt, aber mit der gleichen Zielrichtung, folgt die nächste Argumentation. Bei genauer Betrachtung der Startfolge und Aufgabe der Raumfahrtunternehmen kommt man zur Erkenntnis, daß seit *Gagarins* erstem Raumflug die sowjetische Raumfahrt kontinuierlich verläuft. Nach dem Mondlandeprogramm der USA trat dort eine Stagnation ein, da für die NASA kaum noch finanzielle Mittel zur Verfügung standen. Erst mit Unterstützung des Pentagons wurden Entwicklung und Bau der Raumfähre möglich. Der Nachweis, belegt mit konkreten Angaben aus dem Staatshaushalt der USA, festigt bei den Schülern die Meinung, daß dort der militärische Einsatz von Raumfahrttechnik dominierend ist. Das Beispiel «*Syncom 3*» auf Seite 51 im Lehrbuch ist zwar den Schülern nicht mehr gegenwärtig, aber für diese Thematik durchaus brauchbar und anschaulich. Vielleicht könnte es durch einen aktuellen Fakt ergänzt oder ersetzt werden.

Zum Vergleich der US-Vorhaben zur Raumfahrt nenne ich Details des langfristigen Raumfahrtprogramms der UdSSR (1988), in dem auch das Angebot zur Beteiligung an andere Staaten unterbreitet wurde, gleich welcher Gesellschaftsordnung. In den Mittelpunkt der Diskussion stelle ich die Frage: «*Wie kann die Raumfahrt zur Erhaltung des Weltfriedens beitragen?*» Spontan kommt die Interkosmos-Zusammenarbeit als Antwort. Mit Unterstützung ausgewählter Dias der Reihe R 1115 und TR 158 sowie unter Bezug auf die qualitativ ausgezeichnete, aber für den Schüler mit zu vielen Sachverhalten bestückte

Fernsehsendung kommen auch Antworten zum Sojus-Apollo-Projekt, zur Schaffung eines internationalen Notrufsystems für See- und Luftfahrt, zur Unterstützung jüngerer Raumfahrtzentren durch die UdSSR und zur Notwendigkeit der Zusammenarbeit und des Austausches von wissenschaftlichen Ergebnissen auf internationaler Ebene.

Wir wissen, daß der Imperialismus nach Maximalprofit strebt und finden in der Vergangenheit genügend Beispiele, wie er ihn in der Rüstungsindustrie realisierte. Und doch sprechen wir von seiner Friedensfähigkeit, indem er die Möglichkeit erhält, Profit auf friedlichem Weg zu erlangen. Die Beteiligung an einem kostenintensiven Raumflugprogramm eröffnet dafür eine neue Perspektive.

Die Diskussion solcher Sachverhalte ausführlich zu gestalten, verlangt neben umfangreicher persönlicher Vorbereitung auch einen erheblichen zeitlichen Aufwand im Unterricht. Zwei Unterrichtsstunden stehen für das Thema Raumfahrt zur Verfügung. Die Nutzung anderer Möglichkeiten sollte nicht ausgeschlossen werden. So übernimmt nach gemeinsamer Abstimmung der Fachlehrer für Staatsbürgerkunde in seinem Unterricht ausgewählte Fakten aus dem Bereich der Raumfahrt und vertieft damit das Wissen über diese Thematik. Im fakultativen Kurs werden gesellschaftswissenschaftliche und philosophische Aspekte der Raumfahrt diskutiert. Die Zahl der Mitglieder (ein Drittel der Schüler beider Klassen), die besonders durch die Vielzahl astronomischer Beobachtungen «zur Stange halten», wirkt sich besonders in den Pausengesprächen positiv auf die Kollektive aus.

Meine Schüler erhalten in der ersten Unterrichtsstunde eine langfristige Hausaufgabe. Sie besteht im Anlegen einer Materialsammlung aus der Tagespresse der Monate September bis Dezember, die in die Schwerpunkte Beobachtungshinweise, astronomische Meldungen und Ereignisse der Raumfahrt gegliedert wird. Dabei lege ich weniger Wert auf Umfang und Vollständigkeit, dagegen viel auf das Werten von Sachverhalten besonders beim Thema Raumfahrt in Form kurzer Randnotizen. «Wem nützt es?» – Der Klärung dieser Frage wird dabei besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Zur Behandlung der Geschichte der Raumfahrt

Der Lehrplan fordert einen Einblick in die Geschichte der Raumfahrt. *Ziolkowski* als Raumfahrtpionier war mir schon immer ein Begriff, ich kannte *Valier* und *Winkler* nicht zuletzt auch durch die Tätigkeit der Kommission Nr. 17 der Internationalen Astronomischen Union, die 1970 u. a. diese beide Namen für

die Nomenklatur von Kratern auf der Rückseite des Mondes verewigte. Der Name *Oberth* war für mich relativ neu, also setzte ich mich mit ihm auseinander. Dazu holte ich mir erste Informationen aus dem Jugendlexikon «Astronomie und Raumfahrt». Lesenswert ist auch der Artikel «*Hermann Oberth* – ein Pionier der Raumfahrt» in AS, Heft 6/1988. Geboren 1894, entwarf *Oberth* als junger Wissenschaftler Pläne für mehrstufige Raketen und ein Prinzip der Kühlung für Antriebsdüsen. Allein diese theoretischen Leistungen erheben ihn in den Rang eines Raumfahrtpioniers, weil sie Grundlagen für weitreichende Raketenflüge waren. 1943 begann *Oberth* in Peenemünde die Entwicklung einer ferngesteuerten Rakete, die jedoch nicht zum Einsatz kam. An der Entwicklung der Raketenwaffen V 1 und V 2 hat er nicht mitgewirkt. Nach dem Sieg der Alliierten über das faschistische Deutschland ging *Oberth* nach Westeuropa und in die USA, kehrte aber bald in die BRD zurück, wo er im Alter von 95 Jahren noch heute wohnt.

Oberth war eine der ersten Persönlichkeiten, die auf dem Gebiet der Raumfahrt für eine enge Zusammenarbeit mit der UdSSR eintraten. Deshalb wurde er von der Akademie der Wissenschaften der UdSSR zum 25jährigen Jubiläum des Starts von Sputnik 1 eingeladen. In den letzten Jahren trat *Oberth* öffentlich gegen SDI auf und ist Mitglied der Friedensbewegung. Aus objektiven Gründen ist es erforderlich, die Schüler auch auf Fehlhaltungen *Oberths* hinzuweisen. Dazu gehören seine in den 60er Jahren geäußerten neofaschistischen und okkultistischen Auffassungen. Diese aus unserer Sicht unverantwortlichen Äußerungen ändern jedoch nichts an seiner Rolle als Raumfahrtpionier.

Solche Widersprüche in der Persönlichkeit eines Wissenschaftlers zu analysieren gelingt nur, wenn man in der Lage ist, aus materialistischer Sicht sein Schaffen historisch einzuordnen und dabei die gesellschaftlichen Verhältnisse darlegt, in denen er lebt. In der Geschichte der Naturwissenschaften gibt es Beispiele ähnlicher Art. Die Klärung der Frage nach der Verantwortung eines Wissenschaftlers bietet sich für unser Fach in Verbindung mit dem Namen *Hermann Oberth* an.

Erziehung älterer Schüler ist eine Aufgabe, die eine offene und vertrauensvolle Atmosphäre verlangt, die Freude am Lernen erzeugt. Dazu ist es erforderlich, daß sich der Lehrer umfangreich informiert und im Unterricht für die Vermittlung und Aneignung von Erziehungsinhalten adäquate Erkenntnismethoden anwendet.

Anschrift des Verfassers: *Bernd Tröger*, Lindenoberschule, E.-Schneller-Straße 15, Meerane, DDR-9612

Nachbemerkung der Redaktion

In der weiteren Diskussion zur Erziehung im Astronomieunterricht geht es der Redaktion vor allem um Antworten zu folgenden Fragen:

- **Wie präge ich mit Hilfe der unterrichtlichen Behandlung kosmischer Entwicklungsprozesse das Entwicklungsdenken bei den Schülern aus?**
- **Wie nutze ich im Astronomieunterricht historische Betrachtungen zur Vertiefung der Einsicht der Schüler von der Erkennbarkeit der Welt?**
- **Wie führe ich die Schüler zu Einsichten, daß die Raumfahrt dem Fortschritt der Menschheit auf der Erde und dem Frieden dienen muß?**

Bitte schreiben Sie uns! Berichten Sie über Ihre Erfahrungen! Legen Sie Ihre Standpunkte dar! Unterbreiten Sie Vorschläge!

Bei der unteren Konjunktion der Venus am 18. 1. 1990 beträgt dieser Abstand $5,9^\circ$ und, was sehr wesentlich ist, Venus wird *nördlich* an der Sonne vorbeiziehen. Das bedeutet, daß sie sich für uns Bewohner der nördlichen Erdhalbkugel *oberhalb* der Sonne befinden wird; und deshalb können wir sie am Abendhimmel noch bis kurz vor und am Morgenhimmel schon bald nach der unteren Konjunktion sehen! Bild 2 macht das deutlich. Es zeigt die Stellungen von Sonne und Venus am 17. 1. 1990, $16^{\text{h}}50^{\text{m}}$ MEZ und am 19. 1. 1990, $7^{\text{h}}40^{\text{m}}$ MEZ. In bei-

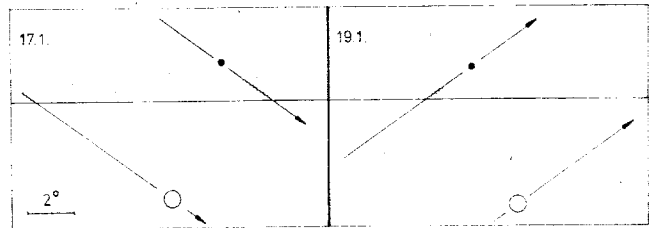


Bild 2 Sonne und Venus am 17. 1. abends im Südwesten (links) bzw. am 19. 1. morgens im Südosten (rechts)

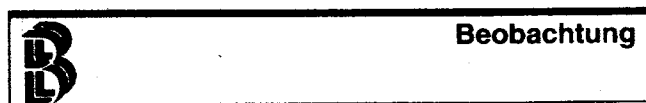
den Fällen ist die Sonne (schon bzw. noch) unter dem Horizont. Am Konjunktionstag selbst ist Venus nur im Fernrohr als große, feine Sichel sichtbar.

Eine solche «Beinahe-Doppelsichtbarkeit» der Venus kommt nicht allzu häufig vor. Bei der unteren Konjunktion vom 13. 6. 1988 war Venus 40 Tage lang unsichtbar, bei der oberen Konjunktion vom 4. 4. 1989 89 Tage; und bei der nächsten oberen Konjunktion am 1. 11. 1990 wird man den Planeten 64 Tage lang nicht sehen können.

Die extrem kurze Unsichtbarkeitsphase zur diesjährigen unteren Konjunktion hängt aber auch damit zusammen, daß wir nicht genau auf die unbeleuchtete Venushalbkugel blicken, sondern auch einen schmalen, sichelförmigen Streifen der beleuchteten Seite zu Gesicht bekommen. (Man stelle sich in Bild 1 die Venus in der unteren Konjunktion einige Millimeter über der Zeichenebene schwebend vor!) Wegen des geringen Abstandes Erde–Venus erscheint uns diese Sichel sehr groß; schon mit einem Feldstecher ist sie eindrucksvoll erkennbar.

Natürlich werden Sie in diesem Schuljahr mit Ihren Schülern schon die Venus beobachtet haben (ab Dezember kann bei Fernrohrbeobachtungen die Sichelgestalt wahrgenommen werden). Die Schüler dürften also keine Probleme haben, den hellen Planeten am Himmel aufzufinden. Stellen Sie eine **langfristige Beobachtungsaufgabe**: «Suchen Sie in den Monaten Januar und Februar 1990 täglich – soweit es das Wetter zuläßt – die Venus am Himmel auf! Vor dem 18. 1. ist sie abends, danach morgens sichtbar. Welche Ihrer Beobachtungen kommt diesem Datum am nächsten?» Eine Erweiterung dieser Aufgabe, die auch eine Bewertung der Ergebnisse ermöglicht, könnte lauten: «Skizzieren Sie Ihren Beobachtungshorizont im Südwesten und im Südosten und tragen Sie den Planeten an den Tagen in diese Skizzen ein, an denen Sie ihn zum letzten Male abends bzw. zum ersten Male morgens beobachtet haben!»

Klaus Lindner



Venus abends, Venus morgens

Unser Nachbarplanet Venus, der uns nun schon ein rundes halbes Jahr als Abend«stern» vertraut ist, wird zwischen dem 17. 1. und dem 19. 1. 1990 ein bemerkenswertes Kunststück vollbringen: In weniger als 40 Stunden wird Venus vom südwestlichen Abendhimmel zum südöstlichen Morgenhimmel wechseln. Bemerkenswert ist dies vor allem, weil wir es ja gewohnt sind, daß Planeten zur Zeit ihrer Konjunktionen mit der Sonne für einen längeren Zeitraum un beobachtbar bleiben.

Venus kommt am 18. 1. 1990 in untere Konjunktion mit der Sonne. Zur Erinnerung: Bei der *unteren* Konjunktion geht der innere Planet *diesseits* an der Sonne vorüber, bei der *oberen* Konjunktion *jenseits* der Sonne (Bild 1). Ein Vorübergang *genau vor* der Sonne heißt *Durchgang* und ist sehr selten. Der nächste Venusdurchgang wird sich am 8. 6. 2004 vormittags ereignen. Normalerweise passiert der Planet die Sonne in respektvollem Abstand; seine scheinbare Bahn verläuft also nördlich oder südlich unseres Tagesgestirns.

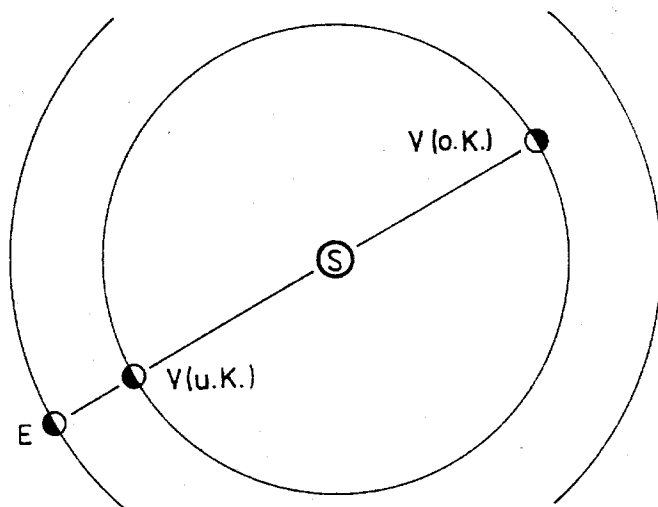


Bild 1 Bahnen von Erde und Venus. S Sonne, E Erde, V Venus, o. K. obere Konjunktion, u. K. untere Konjunktion mit der Sonne. Durchmesser der Himmelskörper nicht maßstäblich.

Berichtigung

In der Berichtigung im Heft 3/1989 auf Seite 67 muß es in der Formel 4a der rechten Spalte L_r heißen!

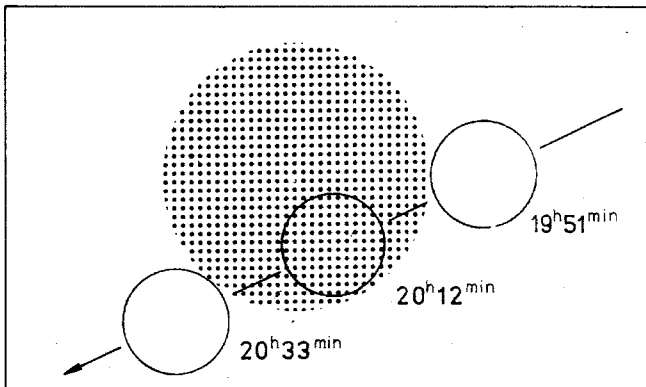
Totale Mondfinsternis am 9. 2. 1990

Mit gut beobachtbaren, zeitlich günstig gelegenen Mondfinsternissen hat uns die Natur in den letzten Jahren wahrlich nicht verwöhnt. Seit der totalen Mondfinsternis vom 28. 10. 1985 hat es kein derartiges Ereignis wieder gegeben, das innerhalb eines Unterrichtszeitraumes stattfand. (Von zwei Finsternissen, die sich in Ferienzeiträumen ereigneten, soll hier abgesehen werden.) Nun steht uns eine totale Mondfinsternis bevor, die alle Wünsche erfüllt: Sie findet an einem Unterrichtstag statt (wenngleich es der letzte vor den Winterferien ist), zu einem für die Beobachtung mit Schülern günstigen Zeitpunkt; und der Mond befindet sich während der Finsternis in mäßigen Höhen über dem Horizont – nicht mehr so tief, daß er vom Horizontdunst und von nahen Gebäuden verdeckt ist, und noch nicht so hoch, daß man nur unter Verrenkungen an das Okular gelangt. Eine ideale Finsternis! Ihre wichtigsten Daten lauten:

Eintritt des Mondes in den Kernschatten	18 ^h 30 ^{min} (11°)
Beginn der Totalität	19 ^h 51 ^{min} (24°)
Mitte der Finsternis	20 ^h 12 ^{min} (26°)
Ende der Totalität	20 ^h 33 ^{min} (30°)
Austritt des Mondes aus dem Kernschatten	21 ^h 54 ^{min} (41°)

Größe der Finsternis: 1,07 Einheiten des scheinbaren Mondradius
Die eingeklammerten Zahlen geben die Mondhöhe zum jeweiligen Zeitpunkt an, sie gelten streng für Berlin.

Die Finsternis findet nicht genau im Mondbahnknoten, sondern ziemlich weit südlich der Ekliptik statt. Deshalb erreicht der Mond, wie aus der Abbildung ersichtlich, die Kernschattenmitte nicht. Sein Südrand kann während der Totalität deutlich aufgehellt sein.

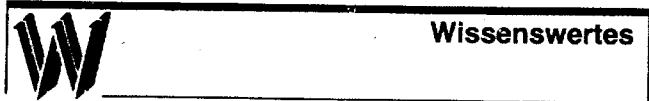


Bahn des Mondes durch den Kernschatten der Erde am 9. 2. 1990. Der Pfeil zeigt die Richtung der wahren Mondbewegung; die scheinbare Bewegung relativ zum Horizont erfolgt nach rechts.

Der Anfang der Finsternis ist in Australien, Asien, Mittel- und Osteuropa und in Ostafrika beobachtbar, das Ende in Asien, Europa und Afrika. Wenn wir unseren Schülern das an einem Globus verdeutlichen, so können wir ihnen am aktuellen Beispiel bestätigen, daß Mondfinsternisse – im Gegensatz zu Sonnenfinsternissen – tatsächlich von der gesamten Nachtseite der Erde, also von der sonnenabgewandten Halbkugel aus, gleichzeitig sichtbar sind.

Klaus Lindner

**Herzliche Wünsche
zum Jahreswechsel**



Wissenswertes

Republikoffene Spezialkurse 1990

Das hier veröffentlichte Spezialkursangebot wurde auf der Grundlage der Gesamtplanung für die Jahre 1988–1992 von den durchführenden Einrichtungen und den Bezirkskabinetten für Unterricht und Weiterbildung für das Schuljahr 1989/90 dem aktuellen Stand entsprechend präzisiert und ergänzt. Die Spezialkurse in Marxismus-Leninismus und Pädagogik/Psychologie sind in der DLZ Nr. 28/29 veröffentlicht.

Nähere Informationen zur Anmeldung und zu den Teilnahmebedingungen können den «Vorbemerkungen und Hinweisen» zum Gesamtangebot entnommen werden (siehe Beilage DLZ-Information Nr. 22/87 bzw. «Astronomie in der Schule» 4/87).

Die Anschriften der Bezirkskabinette für Unterricht und Weiterbildung, bei denen die Anmeldung generell erfolgt, soweit bei einzelnen Spezialkursen dazu keine anderen Hinweise gegeben werden, werden hier noch einmal aufgeführt:

Siegfriedstraße 208/10, PSF 46, Berlin, 1130
Goethestraße 12, PSF 323, Gera, 6500.

Zur Kosmogonie des Sonnensystems

Physik der Planeten und Kleinkörper sowie des interplanetaren 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: Sternwarte «Johannes Franz»

Czornebohstraße 82, Bautzen, 8600

9.–13. 7. 1990

Kap. 45

Moderne Beobachtungsinstrumente und Beobachtungsmethoden

Neue Großteleskope und moderne Auswertung. Physikalische Grundlagen. Moderne Beobachtungsergebnisse (ausgewählte Beispiele): Strahlungsempfänger (optisch, UV, IR); moderne Großteleskope (optisch und IR-Bereich). Auswertungsgeräte und -methoden (Fourierspektroskopie, Speckle-Interferometer, schnelle Photometer). Radioteleskope; Satellitenastronomie; Informatik in der Astronomie. Besuch des Zeiss-Museums, des Planetariums bzw. einer Sternwarte.

FSU Jena / BUW Gera

12.–16. 2. 1990

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

9.–13. 7. 1990

Kap. 35

Beobachtungen effektiver nutzen!

Mit den schulastronomischen Beobachtungen des neuen Lehrplans arbeiten die Astronomielehrer des Kreises Auerbach erfolgreich. Dabei gehen sie davon aus, daß die Durchführung der Schülerbeobachtungen und die Einbeziehung der Beobachtungsergebnisse in den Unterricht eine Einheit bilden. Am Beispiel der Stoffeinheit 3.3. *Sternsysteme und Metagalaxis* möchten wir, die Mitarbeiter der Schulsternwarte, unsere Erfahrungen darlegen.

Im Zeitraum September bis Januar haben die Schüler für diese Stoffeinheit folgende Beobachtungen durchgeführt:

Verlauf der Milchstraße; Sternverteilung in dem Kugelsternhaufen M 13, in den offenen Sternhaufen im Sternbild Perseus und in den Plejaden; Orionnebel; Andromedanebel.

In der Stunde «Unsere Galaxis» nutzen wir die Beobachtungsergebnisse (Protokollaufzeichnungen) in Verbindung mit Bildmappe und Dias der Reihe 1136 für folgende Fragestellungen:

Welche Vorstellungen über den Aufbau des Kosmos mußten die beobachteten Erscheinungen bei den Menschen hervorrufen?

Wie ist in Wirklichkeit die räumliche Verteilung der beobachteten Objekte?

Welche Stellung nimmt unsere Sonne ein?

Die Diskussion und die Einbeziehung des Lehrbuchtextes ab Seite 74 liefern uns Antworten auf diese Fragen. Wir können daraus die Zielstellung für die Stunde ableiten: *Struktur der Galaxis*. Mit den Lehrbuchabbildungen 76/2 und 3, dem Dia R 1136/28 und einer Folie wird die Modellvorstellung unseres Sternsystems dargelegt. Die persönlichen Beobachtungen spielen eine wesentliche Rolle bei der Zuordnung der Objekte zur Scheibe mit den Spiralarmen und zum Halo unserer Galaxis. Es bleibt noch Zeit, in der die Schüler mit Hilfe der Dias R 1136/25 und 28 über den Vergleich der Hertzsprung-Russell-Diagramme von Sternhaufen eine Aussage über das Alter treffen und begründen.

Zu Beginn der nächsten Stunde «Die Metagalaxis» ist folgender Satz zu interpretieren: «Der Blick in die Tiefe des Weltalls ist ein Blick in die ferne Vergangenheit!» Die dazu angefertigte Folie beinhaltet bekannte, größtenteils selbst beobachtete Objekte: Mond als nächster Himmelskörper; Sonne als unser Stern; Proxima Centauri als nächster Fixstern; Sirius als hellster Stern; der Polarstern für die Orientierung; ...

Die ausgewählten Beispiele liefern Diskussionsstoff. Zum Beispiel kann mit dem Hinweis auf die Supernova in der Magellanschen Wolke von den Schülern eine Behauptung zur Existenz des Polarsterns aufgestellt werden, die höchstwahrscheinlich auch in Hunderten von Jahren nicht überprüfbar ist. Damit ist eine Motivation gegeben, über unsere Galaxis hinaus Strukturen zu erfassen.

Die Metagalaxis als der gegenwärtig überblickbare und erforschbare Teil des Weltalls wird vorgestellt. Mit Unterstützung der Lehrbuchabbildungen S. 77 und 78, der Bildmappe und von Dias (R 1136) werden außergalaktische Sternsysteme gezeigt, die im Fernrohr als unscharf begrenzte Objekte geringer Helligkeit erscheinen. Erst fotografische Aufnahmen zeigen Einzelheiten und Strukturen.

An dieser Stelle werden die Grenzen der Schülerbeobachtungen deutlich. Deshalb ist der Hinweis angebracht, daß die praktische Astronomie mit modernsten Beobachtungsinstrumenten und -verfahren versucht, sehr viele Informationen zu gewinnen. In der letzten Stunde «Entwicklung der Metagalaxis» sind wir auf solche «Beobachtungsergebnisse» angewiesen.

Jürgen Anzer

Musikalische Pulsare

Unter den heute bekannten Pulsaren gibt es fünf besondere. Ihre Rotationsperioden, und damit die Perioden der ausgesandten Strahlungspulse, liegen im Bereich von einigen Millisekunden. Es sind die sogenannten Millisekundenpulsare. Der letzte von ihnen wurde erst 1987 entdeckt.

Was macht diese Gruppe von Pulsaren so interessant?

Die grundlegenden Charakteristiken der Millisekundenpulsare kann man in einer Tabelle zusammenstellen:

Koordinaten	Periode (ms)	Vergrößerung der Periode pro Sekunde
	p	p'
1855 + 64	5,362	$0,16 \cdot 10^{-18}$
1913 + 16	5,903	$8,63 \cdot 10^{-18}$
1937 + 21	1,558	$0,105 \cdot 10^{-18}$
1953 + 29	6,133	$0,03 \cdot 10^{-18}$
1821 - 24	3,054	$< 1 \cdot 10^{-18}$

Die Koordinaten sind in der für die Astronomie üblichen Form geschrieben. So bedeutet 1855 + 64, daß dieser Pulsar die Rektaszension $18^{\text{h}}55^{\text{m}}$ und die Deklination von 64° hat.

Die Zahlen der letzten Spalte zeigen an, um wieviel sich die Perioden der Pulsare im Verlauf einer Sekunde ändern p' ist die Ableitung der Periode p nach der Zeit). Die Vergrößerung der Perioden der Pulsare sind mit der langsamen Abnahme der Rotationsgeschwindigkeit infolge der Energieverluste durch Abstrahlung verknüpft (Der Mechanismus der Umwandlung der kinetischen Energie eines Neutronensterns in Energie elektromagnetischer Strahlung ist bisher noch nicht

endgültig aufgeklärt). Die Abhängigkeit der Periode von der Zeit wird durch die Formel

$$p(t) = p_0 + p' \cdot t$$

ausgedrückt, wobei p_0 die Periode zu einem Anfangszeitpunkt bezeichnet. Interessant ist nun, daß man eine solche Formel nicht aufschreiben könnte, wenn es nur einen einzigen Millisekundenpulsar geben würde: Es gibt keine Uhr, mit der man die Formel mit ausreichender Genauigkeit prüfen könnte. Doch da es fünf solcher Pulsare gibt, kontrollieren sie sich gegenseitig. Derzeit wird ernsthaft die Frage erörtert, den atomaren Maßstab der Zeitmessung durch einen astronomischen zu ersetzen, der mit den Millisekundenpulsaren verknüpft ist.

Es gibt noch eine interessante Besonderheit. Die Frequenzen der Millisekundenpulsare gleichen den Frequenzen bestimmter Töne unserer Tonleiter. Grundton der musikalischen Stimmung ist der Ton a der ersten Oktave, der eine Frequenz von 440 Hz hat. Dann entspricht dem dritten Pulsar unserer Tabelle, der eine Frequenz von 642 Hz hat, das es der zweiten Oktave, dem vierten Pulsar mit der Frequenz 163 Hz entspricht das e der kleinen Oktave. Als ideale Kammetöne «singen» die Pulsare sehr rein.

Seinerzeit sah Johann Kepler im Weltgebäude eine kosmische Harmonie und sprach von den Planeten des Sonnensystems als einem Orchester, das für den Menschen nicht hörbar, eine Weltsinfonie spielt. Man kann sagen, daß sich heute die Phantasie Keplers durch die Pulsare «erfüllt» hat: Fünf von ihnen lassen ständig einen Akkord erklingen (der aber viel zu schwach für unser Ohr ist).

648 Hz	165 Hz
Der Pulsar 1937 + 21 «singt» das es der zweiten Oktave	Der Pulsar 1953 + 29 «singt» das e der kleinen Oktave
(Übersetzung aus «Kvant» 6/1988, Novosti Nauki)	

Ulrich Bleyer

Eigene Qualifizierung – Voraussetzung für den Erfolg schul-astronomischer Beobachtungen

Als ich 1984 den Astronomieunterricht an der Lindenoerschule Meerane übernahm, erkannte ich bald, wie wichtig es für mich ist, mir die Handhabung des Fernrohres anzueignen. So habe ich in dem schönen Spätherbst 1984 fast jeden Abend genutzt, um den Sternhimmel kennenzulernen. Die Bedingungen waren nahezu optimal. Ein Balkon an meiner Wohnung im Neubaugebiet im oberen Stockwerk mit freier Sicht in Richtung Südost bis West ließ lange Beobachtungszeiten zu. Diese individuelle Beobachtung schätze ich als die wichtigste Etappe im Vertrautmachen mit interessanten Beobachtungsobjekten ein. Gleichzeitig stieg meine Begeisterung für diese Tätigkeit mit zunehmender Sicherheit im Umgang mit dem Beobachtungsinstrument.

Bei der ersten Beobachtung mit Schülern konnte ich sehr schnell die ausgewählten Objekte zeigen. (Dennoch war mir ein wesentlicher Fehler unterlaufen. Seinerzeit unterrichtete ich in drei Klassen, die ich in 30-Minuten-Abständen bestellt hatte. Diese Schülergruppen waren zu groß, nicht wenige Schüler waren phasenweise zu Untätigkeit gezwungen, interessierte Schüler wollten länger bleiben und behinderten ungewollt die Arbeit mit den folgenden Klassen. Inzwischen organisiere ich Beobachtungen für Schülergruppen mit maximal 8 Teilnehmern für jeweils 15 Minuten. Interessierte Schüler nutzen eine weiterführende Beobachtung im fakultativen Kurs.)

Es mag vielleicht überspitzt klingen und einige Kollegen mögen lächeln, aber seit 1985 begleitet mich mein Fernrohr auf jeder Urlaubsreise. Ob Erzgebirge oder Ostseebezirk – die Sichtbarkeitsbedingungen sind in den Urlaubszentren auf jeden Fall besser als in unserem Kreis. Besonders Objekte geringerer Helligkeit sind bei sauberer Atmosphäre wesentlich deutlicher zu sehen. Das Aufstellen des Fernrohres in einer mir bis dahin unbekanntem Gegend übt darüber hinaus die Fertigkeiten beim Ausrichten. Meistens ist das Fernrohr ein Urlaubermagnet, und allabendlich scharen sich Kinder, Jugendliche und Erwachsene darum, die mal einen Blick riskieren wollen. Dabei werfen sie natürlich auch viele Fragen auf, und bislang blieb ich keine Antwort schuldig.

Heute ist das Aufstellen, Objektsuchen und Erläutern für mich kein Problem mehr. So ausgerüstet ist auch das Beobachten mit Schülern eine Tätigkeit, die mir keine Kopfschmerzen mehr bereitet. Im Jugendklub meines Wohngebietes leite ich ehrenamtlich einen Astronomie-zirkel und bin damit auch in der Öffentlichkeit wirksam. Aus Gesprächen mit Jugendlichen, die unsere Oberschule bereits absolviert haben, erfuhr ich, daß das Beobachten noch immer viel zu wenig prakti-

ziert wird. Die Ursachen dafür scheinen mir weniger in dem damit verbundenen Aufwand zu liegen, eher in der ungenügenden Übung bei der Handhabung und dem Aufsuchen.

Trotz der Wetterabhängigkeit sollten Beobachtungen mit Schülern langfristig geplant werden. Ich plane meine Beobachtungsvorhaben spätestens in der Vorbereitungswoche für die Monate Oktober bis Dezember. Dabei sind Sternkarte und *Ahnerts* Kalender für Sternfreunde bewährte Hilfsmittel, denn Sachverhalte wie Sonnenuntergang und jeweilige Mondphase müssen unbedingt beachtet werden. Bei günstigem Wetter können bis Ende Dezember alle im Lehrplan enthaltenen Beobachtungen bewältigt werden. Die Monate Januar und März nutze ich als Reserve für den Fall, daß wie im vergangenen Jahr im Herbst der Himmel wochenlang bedeckt ist.

Die langfristige Terminplanung für den Lehrer ist unerlässlich. Den Schülern hingegen teile ich die Beobachtungstermine in der Regel erst zwei Tage vorher mit. Das ist nach meiner Erfahrung im Hinblick auf die wahrscheinliche Wittersituation der günstigste Zeitraum der Bekanntgabe. Am Beobachtungstag werden die Schüler nochmals erinnert.

Ich möchte aber auch noch auf die Möglichkeit verweisen, Beobachtungen vor Beginn des Unterrichts zum Beispiel in der Morgendämmerung des Novembers durchzuführen. Den Mond habe ich mit Schülern schon während einer vierten Stunde beobachtet; im vergangenen Sommer gelang mir sogar eine Tagbeobachtung von Planeten.

Bernd Tröger

Mehr Sicherheit im Wissen der Schüler durch Bildmaterial und Kassettenfilme

Der jetzige Lehrplan für Astronomie ermöglicht durch die Konzentration auf das für die Allgemeinbildung Grundlegende, seine Stoffanordnung und die didaktisch-methodische Konzeption des Erkenntnisprozesses günstige Voraussetzungen für die Aneignung von Wissen und Können. Dennoch besitzen einige, meist leistungsschwache Schüler auch unter den verbesserten Aneignungsbedingungen Wissenslücken. Ich habe in meiner Unterrichtsarbeit festgestellt, daß es gerade in den Phasen des Einprägens von Wissen darauf ankommt, die individuellen Besonderheiten des Gedächtnisses zu berücksichtigen und daher verschiedene Sinnesbereiche der Schüler für das Einprägen des Gegenstandes zu erschließen. Deshalb setzte ich in der Phase des Aneignens von Wissen, aber auch in der Festigung, verstärkt Bildmaterial und Kassettenfilme ein. Leistungsschwache Schüler prägen sich in der Regel *«Anschauungsmaterial besser ein als mündliche Erläuterungen. Intuitiv-praktisches Denken ist oft stärker als verbal-logisches entwickelt.»* // Wichtig für den Erfolg ist jedoch, daß die Schüler diese Anschauungsmaterialien nicht nur betrachten, sondern durch geeignete Aufgabenstellungen zur geistigen Tätigkeit aktiviert werden, um sich die Inhalte zu erschließen. Beispielsweise steht für die Behandlung der Planetenbewegung ein umfangreiches Material zur Verfügung: Kassettenfilme KF 117, Lichtbildreihe R 542, Einzelbilder aus der Tonbildreihe TR 86/8. Den Kassettenfilm KF 117 kann man sowohl in der Erarbeitung als auch in der Festigung einsetzen. Eine mögliche Variante ist der Einsatz vor der unmittelbaren Erarbeitung der Keplerschen Gesetze mit folgender Aufgabenstellung:

1. *Vergleichen Sie die wahre Bewegung der Planeten mit Ihren bisherigen Kenntnissen!*
2. *Achten Sie auf die Bahngeschwindigkeit eines Planeten während seines Umlaufes um die Sonne!*
3. *Welche Aussage kann man über die Umlaufzeiten verschiedener Planeten treffen?*

Die Filmschleife wurde zweimal hintereinander gezeigt. Die Schüler machten sich Notizen. Eine erste Auswertung erfolgte im Unterrichtsgespräch, an welches sich dann die exakte Erarbeitung der Keplerschen Gesetze, auch unter Lehrbucheinsatz (S. 28–30, Tabelle), anschloß. Im Rahmen der Festigung wurden auch Dias aus der Reihe R 542 (542/9, 542/11, 542/10) gezeigt. Die Schüler erhielten die Aufgabe, diese Bilder zu kommentieren.

Da die Bilder zum zweiten Keplerschen Gesetz auf der *«Flächensatzdarstellung»* basieren, ist hier der Hinweis des Lehrers auf die zurückgelegten Wege des Planeten in den einzelnen Bahnabschnitten notwendig.

Folgende Ergebnisse wurden erreicht: Alle Schüler haben inhaltlich das Wesen der Keplerschen Gesetze verstanden. Als besonders bedeutungsvoll erwies sich der Einsatz des Kassettenfilms, da hier die Vorgänge dynamisch veranschaulicht werden. Die Anwendungsaufgaben wurden zufriedenstellend gelöst. Fast alle Schüler waren in den Folgestunden sofort in der Lage, selbständig die Entstehung der Planetenschleife nach dem Ansehen des Kassettenfilmes KF 130 zu erklären.

Für die Langzeitwirkung des so erworbenen Wissens läßt sich folgende Aussage treffen: Obwohl einige Schüler den exakten Wortlaut der Keplerschen Gesetze vergessen haben, sind sie dennoch in der Lage, diese Gesetze auf Probleme anzuwenden, da sie sich das nötige Wissen neben der verbalen Form auch in bildhafter Darstellung eingeprägt haben.

Diese Methode wende ich bei allen Stoffgebieten an, da uns ein umfangreiches Bildmaterial in Form von Dias, Fotos und Kassettenfilmen zur Verfügung steht. Hinsichtlich der Sicherheit des beim Schüler erreichten Wissens und Könnens lohnt es sich, auch weiterhin über den effektiven Einsatz dieser Unterrichtsmittel nachzudenken.

// Autorenkollektiv: **Pädagogik. Volk und Wissen** Volkseigener Verlag Berlin, 1979.

Peter Rieger

80 Jahre Urania-Sternwarte Jena

Im März 1989 konnte die Arbeitsgemeinschaft Astronomie des Zentralen Kulturhauses des Kombines VEB Carl Zeiss JENA auf 80 Jahre erfolgreicher populärwissenschaftlicher Arbeit zurückblicken. Sowohl im Betrieb als auch in der Stadt und im Kreis Jena ist diese Arbeitsgemeinschaft unter dem Namen *Urania-Volkssternwarte* ein Begriff.

Die Anregung zur Gründung einer Amateurreinigung ging im Jahre 1909 von Zeiss-Mitarbeitern aus. Im wesentlichen waren es Mechaniker und Optiker der Astro-Fertigung, die daran interessiert waren, ihr astronomisches Wissen durch eigene Himmelsbeobachtungen zu erweitern und gleichzeitig die Astronomie jedermann zugänglich zu machen.

Als Beobachtungsstätte stellte die damalige Firmenleitung die noch zu Lebzeiten *Ernst Abbes* errichtete Forststernwarte – ca. 3 km westlich von Jena in 345 m Höhe gelegen – zur Verfügung. Allerdings mußten die Jenaer Amateurastronomen diese Sternwarte im Jahre 1936 an die Universität Jena abgeben. Sie erhielten dafür die Beobachtungskuppel im Schillergäßchen neben der Universitätssternwarte. Seit 1966 wird auch die Forststernwarte wieder für visuelle und fotografische Beobachtungen mit dem Cassegrain-Teleskop 500/10 000 mm genutzt.

In den letzten fünf Jahren konnten bei öffentlichen Veranstaltungen in der Urania-Volkssternwarte über 25 000 Besucher gezählt werden. Neben vielen anderen Tätigkeiten, wie z. B. der Fotografie von Himmelsobjekten, der Testung astronomischer Amateurgeräte und der Betreuung und Leitung von Schülerarbeitsgemeinschaften betrachten die Jenaer Amateurastronomen auch in Zukunft die Vermittlung von Wissen über Astronomie und Raumfahrt an breite Bevölkerungskreise als ihre Hauptaufgabe.

Wlfrid Weise

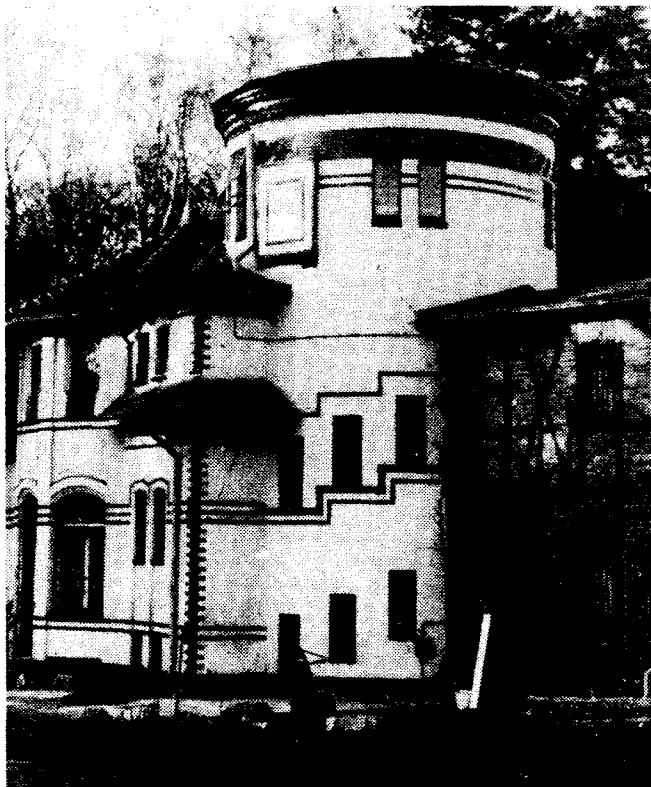
Fakultativer Kurs erforschte Lebensweg des Astrophysikers Friedrich Krüger

1987 stießen wir im Heimatmuseum Schönberg bei der Suche nach wertbarem Material auf die folgende Notiz: *«Friedrich Krüger, geboren 1864 in Dasso bei Grevesmühlen, gestorben 1916 in Aarhus (Dänemark). Astronom, Erfinder des Fernrohrreflektors.»* Diese Notiz regte uns an, einen Beitrag zum 125. Geburtstag dieses völlig in Vergessenheit geratenen Astronomen zu leisten.

Die Schüler meines fakultativen Kurses *«Astronomie und Raumfahrt»* schrieben an verschiedene Institutionen, um zunächst einmal mehr über *Friedrich Krüger* zu ermitteln. Daraus erwuchsen immer neue Korrespondenzen. Das Wissen vergrößerte sich beständig. In vielen Nachschlagewerken wurde nachgelesen, Listen wurden zusammengestellt, z. B. über seinen Lebensweg und über seine Veröffentlichungen. Zunächst einmal bestätigten sich die Lebensdaten und die Berufsbezeichnung *«Astronom»*. Vom Kirchenbuchamt Schwerin kam ein Beleg über seine Geburt. Nach seiner Volksschulzeit in Dasso (bis 1879) besuchte *Krüger* die Gymnasien in Wismar und Elbing, wo er 1886 das Abitur ablegte. Überraschung brachte die Mitteilung von der Universität Halle, daß sich dort 1886 ein *Friedrich Kroeger* aus Dasso immatrikulieren ließ, der von 1888 bis 1892 auch in Kiel studierte. Nach Abschluß seines Studiums wirkte *Krüger* 1893/94 als Lehrer in Kiel, 1894/95 an der Sternwarte Bamberg. Von 1895 bis 1898 unterrichtete er am Technikum Mittweida.

1988 bot sich ihm die Gelegenheit, am Technikum Altenburg als Lehrer zu arbeiten und sich dort gleichzeitig eine Privatsternwarte zu schaffen, die zehn Jahre lang vom Herzogtum Sachsen-Altenburg finanziell unterstützt wurde. Dort gehörte er bereits 1903 zu den Förderern *Bernhard Schmidts*, der für *Krüger* einen Spiegel schliiff.

Als *Krüger* das Angebot erhielt, an der Gründung des *Ole-Römer-Observatoriums Aarhus* (Dänemark) mitzuwirken, das aus Anlaß des 200. Todestages des dänischen Astronomen entstehen sollte und das 1911 eingeweiht wurde, nahm er sofort an und stellte alle astronomischen Geräte aus seiner Altenburger Sternwarte zur Verfügung; selbst die Kuppel wurde demontiert und in Aarhus wiederverwendet. *Friedrich Krüger* gilt deshalb als Begründer und erster Direktor dieses Observatoriums, das noch heute als Teil der Universität Aarhus besteht.



Diese Erkenntnisse motivierten die Mitglieder des Kurses zu weiterführenden Forschungen, immer neue Fragen stellten sich. Von allen Lebensstationen traf Material ein, so daß sich der Gedanke entwickelte, die erhaltenen Unterlagen zu einer Ausstellung zusammenzufassen. Dies geschah in den ersten Monaten des Jahres 1989. Zur Schulmesse wartete der fakultative Kurs «Astronomie und Raumfahrt» mit einer Ausstellung auf, die im Kreis Grevesmühlen bei jung und alt Interesse weckte.

In noch besserer Gestaltung wird dieses Material über *Friedrich Krüger* im Rahmen einer Ausstellung in der «V. Astronomischen Woche des Kreises Grevesmühlen» im September 1989 gezeigt werden. Den intensiven Bemühungen von Mitgliedern des fakultativen Kurses ist es zu danken, wenn das in Vergessenheit geratene Lebenswerk *Friedrich Krügers* nicht nur in Grevesmühlen, sondern auch in Mittweida und Altenburg, selbst auch außerhalb unseres Staates, z. B. in Bamberg und Aarhus, in den Mittelpunkt neuer Betrachtungen rückt.

Den Reflektor erfand *Friedrich Krüger* natürlich nicht, aber auf jeden Fall beeinflusste er *Bernhard Schmidt*, der allerdings erst drei Jahrzehnte später durch seine Teleskope berühmt wurde.

Im Kreis Grevesmühlen, besonders in Dassow, wird zukünftig das Andenken an *Friedrich Krüger* gepflegt werden. Ein Erfolg wissenschaftlicher Betätigung von Mitgliedern des fakultativen Kurses «Astronomie und Raumfahrt»!

Eckart Redersborg

Voyager 2 beim Neptun

Nach knapp mehr als 12 Jahren Flug erreichte Voyager 2 am 25. August 1989 den Neptun. Schon in der Anflugphase wurden neue Monde und die vermuteten Ringstücke aufgefunden. Hier die Liste bekanntgewordener Ergebnisse:

Neue Monde:

Alle haben fast kreisförmige, direkt durchlaufene Bahnen, die äquaturnah liegen. Jeder Mond wurde auf mindestens zehn Aufnahmen über fünf Tage hinweg beobachtet:

Mond	Periode	Abstand	Helligkeit	Entdeckung
1989 N 1	1,1223 d	117 500 km	+ 19,5 ^m	Mitte Juni
1989 N 2	0,56	73 000	+ 21,0	Ende Juli
1989 N 3	0,34	52 000	+ 22,3	Ende Juli
1989 N 4	0,43	62 000	+ 22,3	Ende Juli

Inzwischen wurden noch zwei weitere neue Monde entdeckt, so daß bisher 8 Neptunmonde bekannt sind.

Ringe und Ringteile:

Am 11. August 1989 wurden zwei Ringstücke, 1989 N1A und 1989 N2A, gesehen, die offenbar mit den beiden Monden 1989 N4 und 1989 N3 in Verbindung stehen: Einer von 45° Länge und knapp außerhalb 1989 N4, der diesen Mond in seiner Ebene enthält und einer von 10° Länge, der 1989 N3 in 90° Abstand folgt. Insgesamt sind 5 Ringe, darunter zwei vollständige von 10 km Breite und aus dunklem Material, entdeckt worden.

Atmosphäre:

Die bläulichgrün erscheinende Oberschicht der Neptunatmosphäre zeigt starke Aktivitäten – ganz im Gegensatz zu Uranus: Wolkenbänder, die mit 600 km/h rotieren, ein etwa erdgroßer dunkler Wirbelsturm, mehrere weiße Wolken, die auf tiefere Schichten deutliche Schatten werfen. Am Scheibenrand tritt wie bei Uranus Leuchten auf. Es wurden Wasserstoff, Helium, Stickstoff und Methan nachgewiesen, letztere beide treten auch gefroren auf. Temperaturen um – 240°C.

Drehdauer:

Sie konnte aus Magnetfeldmessungen zu 16,0 h ermittelt werden.

Magnetfeld:

Ein Magnetfeld, etwa von der Stärke des irdischen Magnetfeldes, konnte nachgewiesen werden.

Triton:

Der Durchmesser dieses größten Neptunmondes wurde zu 2800 km bestimmt. Voyager kam auf 40 000 km an Triton heran; es waren deutlich Strukturen erkennbar: kilometerlange Gräben und Brüche, kraterähnliche Vertiefungen, hügelartige Formationen, schwarze Flecke, die möglicherweise Zeichen vulkanischer Eruptionen sind. Die Oberfläche des Mondes ist sehr farbig: rosa schimmerndes Methan-Eis, blaue atmosphärische Schleier – deutliche Wolken. Es wurde ein Netzwerk «kanalähnlicher» Linien und Seen flüssiger Gase – Temperatur bei – 200°C – auf Triton entdeckt.

Die NASA hofft, daß die beiden Voyager noch etwa 20 Jahre im Funkkontakt gehalten werden können. Voyager 2 wird nach rund 40 000 Jahren auf etwa 1,7 Lichtjahre an den Stern Ross 248 in der Andromeda herankommen und nach schätzungsweise knapp 300 000 Jahren den Sirius im Abstand von 4,3 Lichtjahren passieren.

Prof. H. Mucke

(Mit freundlicher Genehmigung des Herausgebers aus «Der Sternbote», Wien. Gekürzt.)

Wir gratulieren

Dr. sc. *Nina Hager* wurde zum Professor berufen. Dr. *Fritz Gehlhar* verteidigte an der Akademie der Wissenschaften der DDR erfolgreich seine Dissertation B zum Thema «Die selbstschöpferische Kraft der Materie». *Monika Kohlhaben* erhielt den Titel Studienrat.

Die Genannten sind Mitglieder des Redaktionskollegiums.



Carsten Kruse von der 9. Oberschule aus Gera schreibt der Redaktion:

Zum Artikel «Zur Beobachtung und Behandlung des Sonnenspektrums» von A. Unkroth im Heft 2/1989 habe ich folgende Bemerkungen: Wenn es darum geht, Zeit der Kollegen sinnvoll zu nutzen, sollte man statt selbstgebaute vorhandene Unterrichtsmittel nutzen. In jeder Schule gibt es die optische Bank mit dem Zusatzteil Wellenoptik. Dieser enthält u. a. ein Geradsichtprisma und einen stellbaren Spalt. Dieser Spalt ist professionell – also mit guter Qualität – gefertigt. Zusammen mit einer Sammellinse $f = 500$ mm ist schnell die Anordnung aufgebaut und die Balmerlinien sind für alle Schüler sichtbar, da hier kein «Okularsehen» vonnöten ist. Das Begleitheft zum Zusatzteil Wellenoptik bietet die Beschreibung des Aufbaus «...sicher» an. Außerdem noch einen anspruchsvolleren Aufbau, der ist aber eher was für die FK (R), gestattet dort dann sogar bei einiger Überlegung die fotografische Erfassung in guter Qualität.

Der einfache Aufbau ist in etwa drei Minuten fertig, unempfindlich und sicher. Warum also ein Okularspektroskop basteln? Basteln schon gern – aber dann Exponate, die Lücken bei Unterrichtsmitteln schließen.

satelliten im 17./18. Jahrhundert. – W. Weise: **80 Jahre Urania-Volksternwarte Jena.** 65 (1989) 3; 172–176. Aus der Geschichte dieser Beobachtungs- und Bildungsstätte und dem Wirken der Jenaer Sternfreunde, auf das die Nähe des Kombines Carl Zeiss und des Wissenschaftsbereiches Astronomie der Friedrich-Schiller-Universität nicht ohne Einfluß blieb.

TECHNIKUS. M. Gründer: Bauern im Weltraumschach. 4/1989, 23–25. Seit am 16. März 1962 Kosmos 1 gestartet wurde, sind inzwischen mehr als 2000 Raumflugkörper dieser umfangreichsten Satellitenserie gefolgt. Die Zielsetzungen und die Vielfalt des Kosmos-Programms werden knapp dargestellt. – R. Botschen: **Kerzenlicht in 11 200 Kilometer.** 5/1989, 3–5. Einrichtung und Aufgaben des Karl-Schwarzschild-Observatoriums Tautenburg der AdW.

URANIA. D. Fürst: Himmelsbeobachtungen mit und ohne Fernrohr. 5/1989, 60–63. Anregungen für astronomische Beobachtungen und Aufgaben. – H. Aurb: **Sonnenforschung und Radioastronomie in der DDR.** 6/1989, 12–15 u. 40–43. Erscheinungen der Sonnenaktivität und ihre Beobachtung und Auswertung durch Sonnenphysiker. Die Sonnenforschung ist in der DDR im Observatorium für solare Radioastronomie Tremsdorf und im Sonnenobservatorium Einsteinurm auf dem Potsdamer Telegrafenberg konzentriert. Im zweiten Teil werden Radioteleskope vorgestellt.

Manfred Schukowski



Raumgleiter – NASA-Geschichte – Marsmond-Spekulationen – Sonnenforschung

ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT. H.-D. Naumann: Wiederverwendbare Raumgleiter. 27 (1989) 2, 41–47. Es werden Raumfähren der ersten Generation vorgestellt und verglichen, die bereits geflogen (Space Shuttle, Buran) oder konzipiert sind (Hermes – ESA, Himes und Rasp – Japan). Mit Hotol (GB) und Sänger 2 (BRD) werden Projekte der zweiten Generation vorgestellt, die sich vor allem durch Horizontalstart und -landung sowie volle Wiederverwendbarkeit des Gesamtsystems auszeichnen. Dabei sollen in der ersten Flugphase bis in etwa 30 km Höhe luftatmende Triebwerke und erst danach Raketentriebwerke eingesetzt werden. Dabei ist vieles noch in der Diskussion und manches problematisch. Dafür ein Beispiel: Raumfähren sind Transportsysteme; sie sind keine Alternative zu Raumstationen. Im Rahmen des angestrebten Langzeitbetriebes ständig bemannter Orbitalkomplexe bilden sie gleichsam das «Dienstleistungsunternehmen» für das «kosmische Haus». Zur Zeit der beabsichtigten Indienststellung von Hermes und Rasp werden Raumstationen im 200-t-Bereich Realität sein. Als Anflugziel ist die geplante US-amerikanische Raumstation vorgesehen (1996?). Damit aber führt die mit den Raumgleiterprojekten angestrebte Unabhängigkeit von den USA in der Transporttechnik zu einem neuen Abhängigkeitsverhältnis im Orbitalkomplex. Die USA lassen schon heute keinen Zweifel, daß sie diese Vormundchaftsbasis voll zu nutzen gedenken. – A. Fellenberg: **30 Jahre NASA.** 27 (1989) 2, 47–48 u. 51–53. Die Gründung der NASA (1. 10. 1959) hing ursächlich mit dem Sputnikschock in den USA zusammen. Es werden Geschichte und Struktur der NASA dargestellt. Zu ihren Erfolgen rechnen vor allem die Landung der Mondfähre Eagle mit den Astronauten Armstrong und Aldrin im Mare Tranquillitatis (20. 7. 1969) sowie die Planetenerkundungen durch Mariner, Pionier, Viking und Voyager und auch die Shuttleflüge 1981/85. Die Aufdeckung der Ursachen und Umstände der Challengerkatastrophe (28. 1. 1986) stürzte die NASA in eine Krise, von der sie sich bis heute nicht völlig erholt hat. Gleichzeitig erwies sich als wohl größte und unverständlichste Fehlplanung in der bisherigen Geschichte der Raumfahrt, dem Shuttle allein alle Raumtransportaufgaben zu übertragen und mit ihm das Spektrum der USA-Trägerraketen abzulösen. Diese Fehlentscheidung hat sowohl die bemannte wie die unbemannte Raumfahrt der USA in eine Sackgasse geführt.

DIE STERNE. M. Reichstein: Keplers Marsmond-Prophezeiungen und ihre Folgen. 65 (1989) 3, 145–152. Spekulationen um Planeten-

2. Umschlagseite – E. P. Hubble am Schmidt-Spiegelteleskop des Mt.-Palomar-Observatoriums. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf den Seiten 131 bis 133.

Aufnahme: Archiv Archenhold-Sternwarte

3. Umschlagseite – Aufnahmereihe vom Ablauf der Totalen Mondfinsternis vom 17. 8. 1989. Die Aufnahmen wurden in der Zeit von $3^h 21^m$ bis $4^h 25^m$ MESZ im Brennpunkt eines Zeiss-Coudé-Refraktors 150/2250 unter Verwendung einer Kleinbildkamera Praktica im zeitlichen Abstand von rund 10 min gewonnen. Aufnahmematerial ORWO NP 20, Belichtungszeit von anfangs $\frac{1}{30}$ s auf 5 s ansteigend.

Aufnahme: Heinz Böhm

4. Umschlagseite – Aus unserem Fotowettbewerb: Jupiter und Mars in Plejadennähe am 14. 3. 1989 um 19^h MEZ. Aufgenommen von Schülern des fakultativen Kurses Astronomie und Raumfahrt der 9. Oberschule Gera (Leiter Carsten Kruse).

Verwendet wurde eine Teleoptik 100/4,5. Belichtet wurde bei Handnachführung 5 min. Aufnahmematerial ORWO NP 27. Norden ist oben.

Totale Mondfinsternis vom 17.08.1989

Aufnahmereihe 03^h21^{min} bis 04^h25^{min} MESZ

