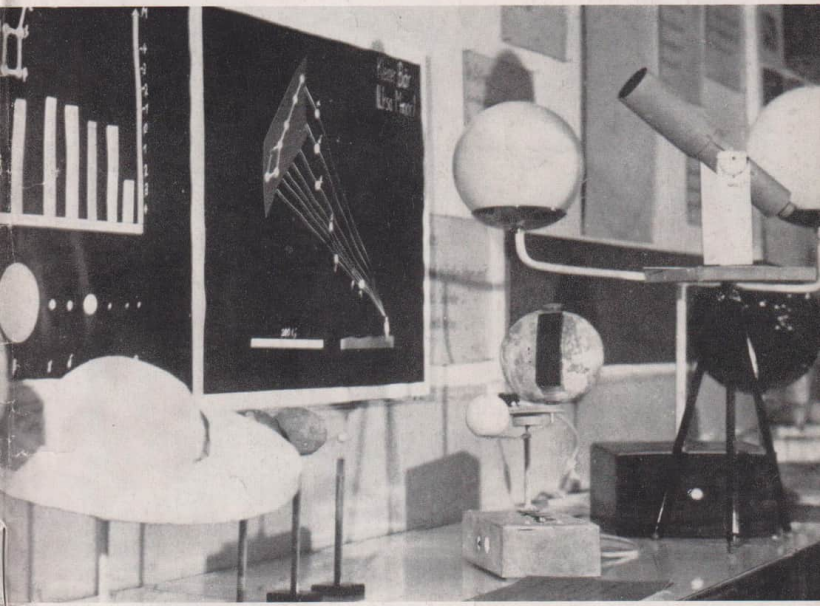
Astronomie

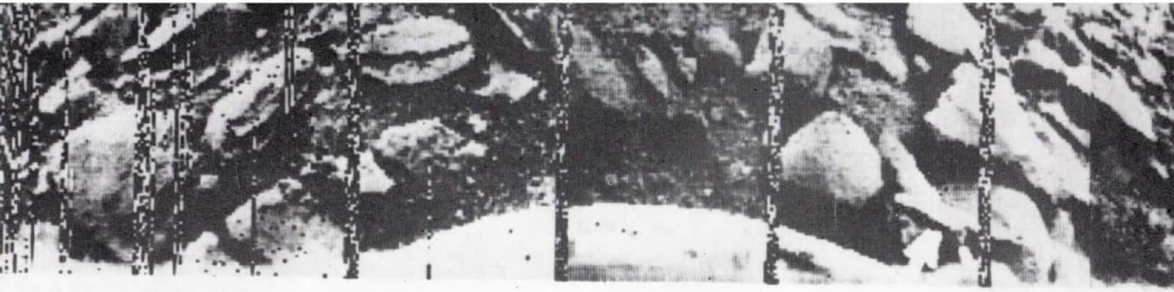
in der Schule



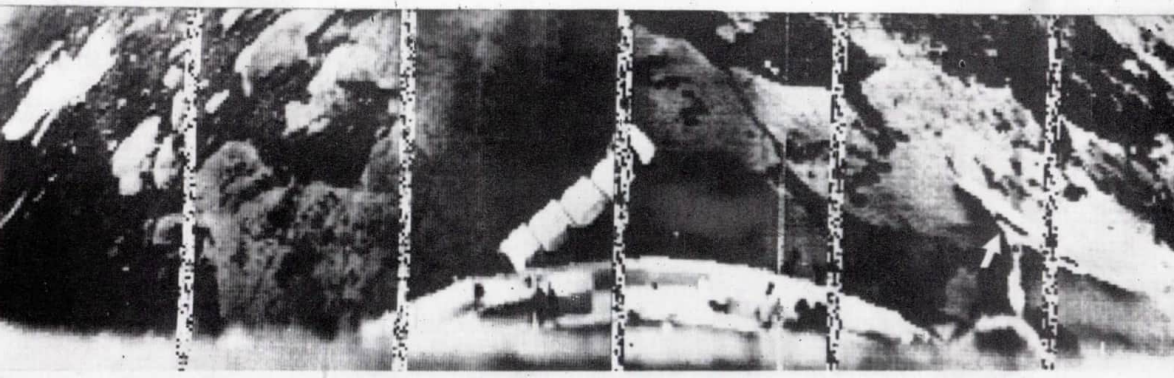
1
1977

INDEX 31 053
PREIS 0,60 M

VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN



Venus 9



Venus 10

Astronomie
in der Schule

Zeitschrift für die Hand des Astronomielehrers

Herausgeber:
Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag Berlin, 108 Berlin 8, Lindenstraße 54 a, Telefon 2 04 30, Postscheckkonto: Berlin 1326 26

Erscheinungsweise:
zweimonatlich, Preis des Einzelheftes 0,60 Mark; im Abonnement zweimonatlich (1 Heft) 0,60 Mark. Außenhandelspreise sind aus den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes zu entnehmen.

Redaktionskollegium:
Studienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Dipl.-Lehrer Hans Joachim Nitschmann (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Heinz Albert, Dr. phil. Fritz Gehlhar, Dr. rer. nat. Dieter B. Herrmann, Dr. phil. Karl Kellner, Dr. paed. Klaus Lindner, Prof. Dr. paed. Oskar Mader, Dr. phil. Siegfried Michalk, Annelore Muster (Sekretär), Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Eberhard-Heinz Schmidt, Eva-Maria Schober, Oberstudienrat Dr. paed. Manfred Schukowski, Doz. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert, Oberlehrer Joachim Stier, Dr. phil. Renate Wahsner, Doz. Dr. rer. nat. habil. Helmut Zimmermann, Drahomira Günther (Redaktionsassistentin)

Anschrift der Redaktion:
86 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8, Postfach 54, Telefon: 4 71 26

Gesamtherstellung:
Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen
III-4-9-1-4,1 Liz. 1488

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 1 **14. Jahrgang 1977**

Seite

Für ein hohes Niveau der kommunistischen Erziehung 2
T. REUTHER
Zur Arbeit mit der Direktive 4
Neues über die Venus 5
G. JACKISCH
Die Bedeutung ISAAC NEWTONS für die Astronomie 8
M. SCHUKOWSKI
Wichtige Begriffe im Lehrplanabschnitt „Die Sterne" 10
H. BERNHARD
Zur weltanschaulich-philosophischen Bildung und Erziehung im Stoffgebiet „Die Sterne" 12
S. OSZCZAK
Raumflugplanetarium Olsztyn 16
Unser Forum 17
Aus Wissenschaft und Unterricht 18
Zeitschriftenschau 22
Rezensionen 23
Unsere Bilder 24
Wir beobachten 24
Karteikarte:
Entfernungsbestimmung II – Zustandsgrößen (LINDNER, K.)
Jahresinhaltsverzeichnis 1976

СОДЕРЖАНИЕ
За высокий уровень коммунистического воспитания 2
Т. РОЙТЕР
О работе с директивой 4
Новое о Венере 5
Г. ЯКИШ
Значение Исаака Ньютона для астрономии 8
М. ШУКОВСКИЙ
Важные понятия по теме учебной программы «Звёзды» 10
Х. БЕРНХАРД
О мировоззренческо-философском образовании и воспитании в рамках тему «Звёзды» 12
Картотечная карта:
Определение расстояний II — данные состояния (ЛИНДНЕР, К.)

CONTENTS
For a High Level of Communist Education 2
T. REUTHER
About the Work with the Directive Rule 4
New Information about Venus 5
G. JACKISCH
The Importance of Isaac Newton for Astronomy 8
M. SCHUKOWSKI
Important Terms in the Topic "The Stars" 10
H. BERNHARD
Ideological and Philosophical Education in the Topic "The Stars" 12
Register Card:
Distance Calculation II – State Characteristics (LINDNER, K.)

Redaktionsschluß: 20. Dezember 1976

Nur Annahme von bisher unveröffentlichten Aufsätzen; Einsendung von Beiträgen in zweifacher Ausfertigung an die Anschrift der Redaktion; für unverlangt eingesandte Manuskripte und Abbildungen keine Gewähr – Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe und Genehmigung der Redaktion – Veröffentlicht unter der Lizenz 1488 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik – Bestellungen werden in der DDR vom Buchhandel und der Deutschen Post entgegengenommen. Der Bezug für die BRD und Berlin (West) erfolgt über den Buchhandel; für das sozialistische Ausland über das jeweilige Postzeitungsvertriebsamt und für alle übrigen Länder über den BUCH-EXPORT, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 701 Leipzig, Leninstraße 16

Für ein hohes Niveau der kommunistischen Erziehung

Kurz nach dem IX. Parteitag der SED fand zu diesem Thema zwischen Mitarbeitern von „Astronomie in der Schule" ein erster Gedankenaustausch statt. An dem Gespräch nahmen teil:

Oberlehrer HEINZ ALBERT, Studienrat Dr. HELMUT BERNHARD, Dr. KLAUS LINDNER, Oberstudienrat Dr. MANFRED SCHUKOWSKI, Dozent Dr.-Ing. habil. KLAUS-GÜNTER STEINERT, Oberlehrer JOACHIM STIER.

Alle Teilnehmer waren sich einig, daß die kommunistische Erziehung auf die allseitige Entwicklung der Persönlichkeit gerichtet ist. Die Diskussion konzentrierte sich auf Fragen einer hohen und soliden Allgemeinbildung sowie auf die Herausbildung der Weltanschauung und Moral der Arbeiterklasse bei allen Schülern.

1. Frage: **Wie kann der Astronomieunterricht im Sinne der Dokumente des IX. Parteitages der SED wirksam zur kommunistischen Erziehung beitragen?**

HELMUT BERNHARD: Zur kommunistischen Erziehung gehört, daß feste Grundüberzeugungen auf der Basis der Weltanschauung und Moral der Arbeiterklasse herausgebildet werden. Mehr als bisher sollten wir auch im Astronomieunterricht auf die Einheit von Bildung und Erziehung achten. Voraussetzung dafür sind Haltung und Vorbild des Pädagogen, ein sozialistisches Verhältnis zu den Schülern. Bei jeder Vorbereitung auf den Unterricht sollte der Lehrer gewissenhaft prüfen, welche ideologisch-erzieherischen Potenzen der Stoff enthält, an welchen Knotenpunkten des Unterrichts und mit welchen didaktisch-methodischen Mitteln sie den Schülern überzeugend bewußt gemacht werden können.

MANFRED SCHUKOWSKI: Ich gehe davon aus, daß solide wissenschaftliche Bildung notwendige Voraussetzung und Bestandteil der kommunistischen Erziehung ist. Kommunistische Erziehung bedeutet für mich darum, über eine noch größere Wirksamkeit unseres Unterrichts nachzudenken. Tiefes Eindringen in Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten im Weltall setzt voraus, daß die wesentlichen Fakten vermittelt und klare Begriffe entwickelt werden. Es schließt ein, daß Veränderungsprozesse als charakteristisch für das kosmische Geschehen verstanden werden und die Wissenschaft Astronomie als in Entwicklung befindlich begriffen wird. Unter solidem Wissen verstehe ich ein dynamisches Wissen, mit dem neue Erkenntnisse aufgenommen und verarbeitet werden können. Hier bietet sich für den Astronomielehrer ein breites Feld schöpferischen Arbeitens.

JOACHIM STIER: Mir kommt es darauf an, die fachspezifischen Fakten und Argumente zur Festigung und Vertiefung unserer Weltanschauung den Schülern noch konkreter und überzeugender zu vermitteln. Viele Fragen müssen immer wieder neu durchdacht werden. Aussagen über Veränderung und Entwicklung ziehen sich nahezu durch alle Unterrichtseinheiten. Weisen wir aber die Schüler immer wieder darauf hin? Machen wir ihnen die Einzelfakten so gezielt bewußt, daß sie zur gesicherten Erkenntnis und zur Überzeugung führen? Oder: Sind Unterricht, Beobachtung und Auswertung wirklich so verflochten, daß aus der Theorie-Praxis-Verbindung die weltanschauliche Erkenntnis entspringt, daß die Praxis das Kriterium der Wahrheit ist?

KLAUS LINDNER: Auch ich sehe einen wichtigen Aspekt der kommunistischen Erziehung darin, daß wir die Theorie-Praxis-Beziehung in Zukunft noch gründlicher inhaltlich und methodisch durchdenken und im Unterricht stärker wirksam werden lassen. Im Astronomieunterricht sollte an konkreten Beispielen die praktische Anwendung der Resultate von Astronomie und Raumfahrt gezeigt werden. So läßt sich am Beispiel der Zusammenarbeit zwischen DDR und UdSSR auf dem Gebiet der Kosmosforschung beweiskräftig zeigen, wie theoretische Kenntnisse für die gesellschaftliche Praxis genutzt werden, wie sich dabei die brüderlichen Beziehungen in der sozialistischen Staatengemeinschaft ständig vertiefen.

HEINZ ALBERT: Den Schülern solche Eigenschaften junger Kommunisten wie Disziplin und Organisiertheit, Kollektivität, Verantwortungs- und Pflichtbewußtsein, Gewissenhaftigkeit anzuerziehen, muß bei Beobachtungen im Rahmen des Astronomieunterrichts künftig noch mehr in den Vordergrund rücken. Wir sollten der charakterlichen Erziehung der Schüler besondere Aufmerksamkeit schenken, indem wir z. B. echte Bewährungssituationen für sie schaffen. Der Einsatz von Schülern als Helfer an den Beobachtungsplätzen bietet dafür ausgezeichnete Möglichkeiten.

2. Frage: **Warum ist die aktive Schülertätigkeit auch im Astronomieunterricht Angelpunkt für eine erfolgreiche kommunistische Erziehung?**

JOACHIM STIER: Kommunisten zeichnen sich durch eine hohe Disponibilität aus. Zur Herausbildung dieser Eigenschaft trägt unsere polytechnische Oberschule entscheidend bei. Auch der Astronomieunterricht muß die Schüler befähigen, sich selbständig neues Wissen zu erarbeiten und theoretische Kenntnisse in der praktischen Tätigkeit anzuwenden. Wie in

jedem Fach, so entwickeln sich auch im Astronomieunterricht diese Fähigkeiten nur in der Tätigkeit selbst. Je höher Anteil und Qualität der aktiven und zunehmend schöpferischen Schülertätigkeit sind, um so kritikfähiger werden die Jugendlichen gegenüber ihrem eigenen Wissen und Können; in Wechselwirkung mit Lehrer und Klassenkollektiv wachsen auch ihr Selbstvertrauen und Verantwortungsbewußtsein.

KLAUS-GÜNTER STEINERT: Wie in der wissenschaftlichen Arbeit die Praxis Kriterium für die Wahrheit eines Forschungsergebnisses ist, so erweist sich auch an den aktiven Schülertätigkeiten, bei den Schülerbeobachtungen, ob und in welchem Maße die Schüler in der Lage sind, ihre theoretischen Erkenntnisse in die Praxis umzusetzen.

HEINZ ALBERT: Bewußt wird vielen Schülern ein Zusammenhang erst, wenn sie sich mit dem Gegenstand in der Praxis auseinandersetzen. Im Astronomieunterricht, der seine Lehrgegenstände nicht im Klassenraum haben kann, sollten in Zukunft gezielter Unterrichtsmittel eingesetzt werden, an denen die Schüler selbsttätig lernen können. Bei jeder Vorbereitung sollte sich der Lehrer fragen: Welches sind die richtigen Impulse und Unterrichtsmittel, die ich den Schülern gebe, um ihr Lernen noch wirksamer zu unterstützen?

HELMUT BERNHARD: Die Aneignung der kommunistischen Weltanschauung und Moral setzt die aktive Auseinandersetzung mit den ideologisch-erzieherischen Ideen des Unterrichtsstoffs voraus. In diesem Sinne ist der Astronomieunterricht dann erziehungswirksam, wenn die Schüler durch Abstrahieren, Analysieren, Synthetisieren und durch Verallgemeinern selbständig zu ideologischen Schlußfolgerungen gelangen, um sie auf neue Sachverhalte anzuwenden. So werden weltanschaulich-moralische Erkenntnisse von den Schülern allmählich verinnerlicht und motivieren ihr Verhalten und Handeln.

MANFRED SCHUKOWSKI: Die Wirksamkeit des Astronomieunterrichts wird um so höher sein, je tiefer der Schüler von ihm gepackt, begeistert und ausgefüllt ist. Das Lernenmüssen wird desto eher durch das Lernenwollen ersetzt, je besser es gelingt, geistige Anstrengung herauszufordern, Freude über persönliche und kollektive Leistungen zu erreichen, ein gesundes Selbstbewußtsein zu fundieren. Es lohnt sich, über die Umsetzung dieses Anliegens in der täglichen Arbeit immer wieder nachzudenken. Der Astronomielehrer kann sowohl seine fachlichen Aufgaben wie seinen Beitrag zur charakterlichen und moralischen Entwicklung der Jugendlichen nur mit dem aktiven Schüler realisieren.

3. Frage: **Welche Schlüsse ergeben sich aus der Forderung nach einem hohen Niveau der kommunistischen Erziehung für die Qualifizierung der im Fach Astronomie tätigen Lehrer?**

KLAUS LINDNER: Kommunistische Erziehung bedeutet nicht eine Vergrößerung des Stoffumfanges, wohl aber eine Vertiefung. Sie fordert vom Lehrer ein Überdenken der astronomischen Fakten und Zusammenhänge mit dem Blick auf ihre politisch-ideologische Relevanz. Daraus erwächst für jeden Astronomielehrer die Aufgabe, seine politisch-ideologische Bildung zu vertiefen und sie immer wieder von neuem zu überprüfen. Sie muß jeder Problemstellung im Unterricht standhalten.

HELMUT BERNHARD: Um den Prozeß der kommunistischen Erziehung im Unterricht zu führen, braucht der Astronomielehrer gründliche politisch-ideologische und fachwissenschaftliche Kenntnisse. Vor allem muß er die inneren Beziehungen zwischen Wissenschaft und Ideologie erfassen. Nur so wird es ihm möglich sein, einen wissenschaftlichen, parteilichen und lebensverbundenen Unterricht zu erteilen. Daher muß es das Anliegen der Fachzeitschrift sein, verstärkt die Ideologierelevanz grundlegender astronomischer Erkenntnisse und ihre Darstellung im Unterricht zu erörtern.

HEINZ ALBERT: Wir müssen uns mehr als bisher in unserem Fach den Fragen der Psychologie des Lernens zuwenden. Sie sollten zum Inhalt der Weiterbildung gehören. Bevor jedoch Ergebnisse dargestellt werden können, sind umfangreiche Untersuchungen notwendig. Hier ist uns Astronomielehrern die verpflichtende Aufgabe gestellt, schöpferische Fähigkeiten auf höherem Niveau erneut zu beweisen.

KLAUS-GÜNTER STEINERT: Kommunistische Erziehung durch den Astronomielehrer verlangt größte Anstrengungen aller Institutionen, die für seine Qualifizierung verantwortlich zeichnen, weil in unserem Fach die Aus- und Weiterbildung im Prozeß der Arbeit im Vordergrund steht. Eine besonders wichtige Aufgabe bei der Erarbeitung von theoretisch fundierten, auf die Erfordernisse der Praxis gerichteten Hilfen für die Gestaltung des Unterrichtsprozesses hat die Forschungsgemeinschaft Astronomie der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR zu erfüllen.

MANFRED SCHUKOWSKI: Der junge Kommunist stellt hohe Ansprüche an seinen Lehrer. Nicht nur Wissen und Können des Leh-

rers, auch seine Fähigkeiten zur schöpferischen Aktivierung der Schüler, die Übereinstimmung von Wort und Tat, menschliche Wärme und Vertrauen in den Beziehungen zu den Schülern gewinnen an Bedeutung.
Es gilt darüber nachzudenken, wie durch die Weiterentwicklung der Aus- und Weiterbildung der Astronomielehrer Zukunftsforderungen der Schule — die in der Lehrerbildung schon heute Gegenwartsforderungen sein müssen — noch besser entsprochen werden kann.
JOACHIM STIER: Hohe Solidität in unserer Arbeit erfordert eine intensive und umfassende Weiterbildung nicht nur auf zentraler Ebene, sondern auch in den Bezirken und Kreisen. Sehr wichtig erscheint mir aber auch die tägliche Kleinarbeit von der gewissenhaften Vorbereitung bis zur Nachbereitung! Nutzen wir die ideologie-relevanten Aussagen unseres Faches bewußt und geplant? Nutzen wir zur Qualifizierung ausreichend die Hilfe durch den Fachberater, den Erfahrungsaustausch in Fachkommission und Fachzirkel sowie das Studium der fachlichen und pädagogischen Literatur?
Diese und ähnliche Fragen sollte sich jeder Astronomielehrer beantworten und die notwendigen Schlüsse daraus ziehen. Eigene Aktivität erschließt größte Reserven!

THOMAS REUTHER

Zur Arbeit mit der Direktive

Die wichtigste Aufgabe, die der IX. Parteitag der SED allen Pädagogen stellt, ist eine noch bessere Erfüllung der Lehrplanforderungen, d. h. die weitere Erhöhung der Qualität eines wissenschaftlichen, parteilichen und lebensverbundenen Unterrichts. Mehr als bisher sollen die Schüler in allen Fächern Einblick in gesellschaftliche Zusammenhänge erhalten. Die *„Direktive zur Auswertung des IX. Parteitages der SED an den allgemeinbildenden Schulen“* gibt konkrete Anregungen, wie im Unterricht vorzugehen ist [1]. Das Fach Astronomie wird namentlich nicht genannt, aber die gegebenen Hinweise für den naturwissenschaftlichen Unterricht sind auch für dieses Fach verbindlich [2].
Die Fachkommission Astronomie Rostock-Stadt hat sich mit den genannten Materialien gründlich beschäftigt und gibt in Weiterbildungsveranstaltungen und durch Erfahrungsaustausch Anregungen für die Umsetzung der Direktive im Astronomieunterricht.

„Der naturwissenschaftliche Unterricht bietet bei der Behandlung entsprechender Stoffe Möglichkeiten, den Schülern anhand der Materialien des Parteitages die große Bedeutung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts, die Rolle der Wissenschaft als Produktivkraft und ihre Anwendung zum Wohle der Menschen noch überzeugender nachzuweisen“ [1]. Diese Zusammenhänge können wir in unserm Fach — neben anderen Stoffkomplexen — besonders am Beispiel der Raumfahrt verdeutlichen. Die Raumfahrt treibt die Entwicklung von Wissenschaft und Technik in ungeahnter Weise voran, wobei einerseits eine starke Differenzierung und Spezialisierung der Teilgebiete, andrerseits aber auch eine verstärkte Wechselwirkung und Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Teilgebieten erforderlich ist. Die Erschließung des Weltraums und die Erforschung der Erde von einem extraterrestrischen Standpunkt aus bringt für Wissenschaft und Wirtschaft eine Fülle neuer und vielfältiger Informationen, z. B. über Naturerscheinungen, Bodenschätze und Umweltbedingungen, die sich von der Erdoberfläche aus nur schwer oder gar nicht erkennen lassen.

„In engem Bezug zu den zu behandelnden naturwissenschaftlichen Sachverhalten soll an Beispielen gezeigt werden, wie die entsprechenden Wissenschaften einen ständig wachsenden Beitrag zur planmäßigen Vervollkommnung der Produktion und zur Entwicklung des materiellen und geistig-kulturellen Lebens des Volkes leisten [1].

Aus der Vielzahl der Fakten sollen zum Stichwort „Raumfahrt“ einige Beispiele genannt werden. Die volkswirtschaftliche Anwendung der bisher erreichten Ergebnisse der Raumfahrt hat das Entwicklungstempo der Produktion und die Qualität der Erzeugnisse erheblich gesteigert. Die extremen Bedürfnisse der Raumfahrtforschung haben dazu geführt, daß völlig neue Geräte entwickelt werden mußten, die heute — in Produktionsanlagen eingebaut — zur Steigerung der Arbeitsproduktivität unmittelbar beitragen, Miniaturbauweise, Mikroelektronik, neue Stahl- und Plastesorten, hohe

Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit sowie Langlebigkeit unter extremen Bedingungen sind hier zu nennen. Dazu kommt der gewaltige Nutzen der Wetter- und Erderkundungssatelliten für die zuverlässigere Wettervorhersage und Katastrophenwarnung, für die Kontrolle des Wasserhaushalts, von Grund-, Schmelz-, Süßwasserressourcen, für die Unterstützung der Land- und Forstwirtschaft in Form von Ernteprognosen, rechtzeitigen Erkennens von Schädlingsbefall, von Waldbränden und negativen Umweltfaktoren sowie der Erkundung von Lagerstätten wichtiger Bodenschätze. Auch der gegenwärtige Aufbau eines globalen Navigations- und Nachrichtensatellitensystems und dessen ökonomischer Nützen für die Seewirtschaft und das Flugwesen bis zur Bereicherung des geistig-kulturellen Lebens durch Originalübertragungen von Forschung im Weltall oder den Olympischen Spielen sind als Beispiele geeignet.

„Insbesondere ist herauszuarbeiten, wie durch die Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse hohe Steigerungsraten der Arbeitsproduktivität erreicht werden können und wie das Verhältnis von Aufwand und Ergebnis entscheidend verbessert werden kann“ [1].

Bis 1958 waren nur etwa 7 Prozent des gesamten Festlandes hinreichend genau kartographisch aufgenommen. Von den Satelliten wurden alle, auch schwer zugängliche Gebiete kartographisch erfaßt; Berichtigungen der vorhandenen Karten konnten vorgenommen werden. Die Erkundung von 8 Millionen km² Erdoberfläche für landwirtschaftliche und hydrologische Forschungen mit Flugzeugen kostet rund 12 Millionen Rubel. Die Erkundung derselben Fläche von Erdumlaufbahnen mit Raumstationen kostet nur $^1/_{16}$ der Ausgangssumme. Besonders am Beispiel von Sojus 22 kann man diesen materiellen Nutzen belegen. Eine einzige Aufnahmefolge der Erdoberfläche von nur 5 Minuten Dauer mit der Kamera MKF-6 bringt ein Material, für dessen Erarbeitung eine geologisch-geographische Expedition auf der Erde acht bis zehn Jahre zu tun hätte [3]. 10 000 meteorologische Stationen auf der Erde reichen nicht aus, um ein vollständiges Bild der Wolkendecke zu erfassen. Dieser riesige Aufwand von Material und Beobachtungspersonal bringt nur einen Bruchteil der Informationen, wie einige wenige Satelliten.

„Dabei ist zu verdeutlichen, daß auch die Zusammenarbeit auf naturwissenschaftlich-technischem Gebiet mit der Sowjetunion und den andern sozialistischen Bruderländern immer enger wird“ [1]. Auch hier lassen sich aktuelle Beispiele der Tagespresse entnehmen, z. B. das Abkommen für die Erforschung und Nutzung des kosmischen Raumes zu friedlichen Zwekken, das am 13. Juli 1976 in Moskau unterzeichnet wurde, oder der Mitte Juli 1976 in Moskau von den am INTERKOSMOS-Programm beteiligten Ländern abgeschlossene Vertrag, in dem festgelegt wurde, daß Staatsbürger der beteiligten Länder künftig an bemannten Raumflügen teilnehmen werden.

„Es ist überzeugend nachzuweisen, daß nur die sozialistische Gesellschaft die Gewähr bietet, daß alle Erkenntnisse der Wissenschaft zum Wohle der Menschen genutzt werden“ [1]. Wir gehen von der Tatsache aus, daß mit der stürmischen Entwicklung der Technik und der Raumfahrt einerseits ein hoher Nutzen bei friedlicher Anwendung der Erkenntnisse für die Menschheit zu verzeichnen ist, daß aber andrerseits auch die große Gefahr des Mißbrauchs der Erkenntnisse und der technischen Anlagen vorhanden ist, und daß diese Gefahr für die gesamte Menschheit eingedämmt werden muß. Hierbei müssen wir auf die grundverschiedenen Motive der Erforschung des Weltraums in den beiden Gesellschaftssystemen beweiskräftig eingehen.

In der sozialistisch/kommunistischen Gesellschaft dient die Raumfahrt ausschließlich dem Nutzen der Menschheit und zur Verteidigung der Errungenschaften der Arbeiterklasse. In der kapitalistischen Gesellschaft hat sie vor allem die Aufgabe, den Profit der Monopole zu steigern und ist gleichzeitig ein Bestandteil der imperialistischen Globalstrategie.

Literatur:

[1] **Direktive zur Auswertung des IX. Parteitages der SED an den allgemeinbildenden Schulen.** In: Deutsche Lehrerzeitung 23 (1976) 26, S. 9/10 (s. a. Verfügungen und Mitteilungen des Ministeriums für Volksbildung, **XXIV** [1976] 9, 53–59).

[2] POSTLER, F.: **Der IX. Parteitag der SED und unsere polytechnische Oberschule.** In: Astronomie in der Schule 13 (1976) 4, S. 75–77.

[3] AXIONOW, W.: NBI 39/76, S. 4.

Anschrift des Verfassers:

THOMAS REUTHER
25 Rostock, Doberaner Straße 54

Neues über die Venus

Im Heft 3 (1976) der Zeitschrift „Erde und Weltall“ (UdSSR) veröffentlichte M. J. MAROW einen Aufsatz unter der Überschrift „Venus: was wir heute über sie wissen“. Darin be-

richtet er nach einem kurzen Rückblick auf die Forschungsgeschichte über die neuesten Erkenntnisse, die u. a. mit Hilfe der sowjetischen Raumsonden Venus 9 und 10 gewonnen wurden. Die Landeapparate dieser beiden Flugkörper gingen am 22. bzw. 25. 10. 1975 auf der Oberfläche des Planeten nieder und übermittelten erstmals Panoramaaufnahmen ihrer Landeorte zur Erde (s. Abbildung auf der 2. Umschlagseite). In unsrem Literaturbericht geben wir die wichtigsten von MAROW zusammengestellten Informationen gekürzt wieder.

Gestalt und Oberfläche des Planeten

Mit Hilfe der Raumsonden wurde das Masseverhältnis zwischen Sonne und Venus präzisiert. Es beträgt 408 523,9 ± 1,2. Wegen der geringen Rotationsgeschwindigkeit ist die Abplattung der Venus minimal. Die Differenz zwischen Äquator- und Poldurchmesser beträgt nur einige hundert Meter. Der geometrische Mittelpunkt der Venus ist gegenüber ihrem Massezentrum um 1,5 ± 0,3 km versetzt. Die Wirkung der Erdgravitation auf die asymmetrische Gestalt der Venus führte bei ihr zu einer Resonanzrotation gegenüber der Erde. In der unteren Konjunktion wendet uns Venus immer dieselbe Seite zu.

Die Venusoberfläche ist wesentlich ebener als die der Erde. Radaraufnahmen ermittelten auf der Venusoberfläche nur Höhenunterschiede von 2—3 km. In einem 1 500 km breiten Streifen zu beiden Seiten des Äquators konnten mehr als zehn Ringgebirge mit 35—150 km Durchmesser festgestellt werden. Die Venuskrater sind wesentlich stärker eingeebnet, als die des Mondes, des Merkurs und des Mars. Krater dieser Größenordnung haben auf der Venus eine Tiefe von nur 0,3 Prozent des Durchmessers. Auf Mond, Merkur und Mars sind es 3—5 Prozent. Untersuchungen ergaben, daß auch das Mikrorelief der Venus im Ganzen sehr ausgeglichen ist. Eine Auswertung neuerer Beobachtungsdaten ergab, daß die Venuskruste aus leicht schmelzbaren Basalten besteht. Sie ist — wie auf allen erdähnlichen Planeten — durch einen Differenziationsprozeß entstanden. Das leichte Material strebt vom Schwerezentrum weg, wo sich ein Nickel-Eisen-Kern herausbildet. Wahrscheinlich entstanden die Ringgebirge auf der Venus durch Meteoriteneinschlag. Es kann auch starke Vulkantätigkeit, die den Prozeß der Materieschichtung begleitet, zu ihrer Entstehung geführt haben. Infolge tektonischer Bewegungen, die auf der Venus sehr stark sein müssen, kam es sicher zu einer Einebnung der Krater. Die atmosphärische Erosion ist dagegen auf der Venusoberfläche sehr gering, was seine Ursache in einer gleichbleibenden Temperatur, niedrigen Windgeschwindigkeiten, Fehlen von Wasser, geringer Verstaubung der Atmosphäre usw. haben dürfte.

Atmosphäre

Bestimmte Parameter weisen darauf hin, daß die Venusatmosphäre eher mit der Hydrosphäre der Erde als mit ihrer Atmosphäre vergleichbar ist. Die Venussonden registrierten in Oberflächennähe eine Temperatur von 465 bis 475 °C und einen Atmosphärendruck von 90 bis 95 atm. Die Dichte der Atmosphäre ist dort fast 65mal größer als die Luftdichte in Erdbodennähe und nur 15mal geringer als die Wasserdichte.

Messungen ergaben, daß die Venusatmosphäre im wesentlichen aus Kohlendioxid besteht. Sein relativer Volumenanteil beträgt 0,97 ± 0,03. Der Stickstoffanteil (zusammen mit den Edelgasen) ist nicht höher als 0,02. Messungen der Sonden in der Venusatmosphäre ergaben einen relativen Wasserdampfanteil bis zu 10^{-2}, die radioastronomischen jedoch weniger als 10^{-3}. Nach der Intensität der Linien von H_2O und CO_2, ermittelt durch Venus 9 und 10, wurde der relative Wasserdampfgehalt in 40 km Höhe zu 10^{-4} bestimmt, über der sichtbaren Wolkenschicht ist er nicht größer als 10^{-6} bis 10^{-5}. Bei Ammoniak beträgt der relative Anteil nach den radioastronomischen Daten kaum mehr als 10^{-5}, während die Sonden Werte von 10^{-3} und 10^{-4} ermittelten. Der relative Sauerstoffgehalt der Venusatmosphäre beträgt höchstens 10^{-5}. Bei erdgebundenen spektroskopischen Beobachtungen entdeckte man Halogene, die auf der Erde im Meerwasser gelöst sind (Chlor- und Fluorwasserstoff). Bis etwa 50 km über der Venusoberfläche hat die Atmosphäre einen adiabatischen Zustand. Dieses Gleichgewicht entsteht wahrscheinlich durch konvektive Durchmischung der gesamten Gashülle, Abweichungen vom adiabatischen Zustand beginnen erst in größeren Höhen. Mariner 10 ermittelte in Höhen zwischen 56 und 63 km Temparaturinversionen, die sicher durch die Wolkenstruktur erzeugt werden.

Gewohnte Klimaverhältnisse für Erdbewohner werden auf der Venus erst in 55 km Höhe angetroffen. Hier befindet sich eine Art Übergangszone. Man kann heute mit Sicherheit behaupten, daß in die tiefer liegenden Gebiete bis zur Oberfläche das Sonnenlicht stark abgeschwächt gelangt. Vor dem Flug von Venus 8 hielt man hingegen die vollständige Absorption des Sonnenlichts für sehr wahrscheinlich. In Abhängigkeit von der Höhe der Sonne über dem Horizont verändert sich die Beleuchtung

auf der Oberfläche. Das braucht nicht nur mit der Veränderung der optischen Dichte der Atmosphäre zusammenzuhängen. Es können auch Schwankungen der Mächtigkeit der Wolkendecke im Laufe des Venustages in Betracht kommen. An den Landeorten von Venus 9 und 10 entsprach die Beleuchtung der eines bewölkten Sommertages auf der Erde. Die Wolken reflektieren etwa 75 Prozent der ankommenden Sonnenenergie, die Oberfläche selbst erreichen nur etwa 3–4 Prozent. Da die eingedrungene Sonnenenergie von der mächtigen „Decke" der Atmosphäre zurückgehalten wird, ergeben sich günstige Bedingungen für die Entwicklung eines Treibhauseffektes. Auch die globale Zirkulation der Atmosphäre trug wesentlich zur Entstehung der heutigen klimatischen Bedingungen bei.

Die Schalenanemometer von Venus 9 maßen Windgeschwindigkeiten von 0,4–0,7 m/s, die von Venus 10 0,8–1,2 m/s. In 50 Kilometer Höhe und auch an der von der Erde aus sichtbaren Wolkenobergrenze (etwa 65 km Höhe), erreicht die Windgeschwindigkeit Werte von 100 m/s. Die globale Gaszirkulation und die extrem große spezifische Wärme der Atmosphäre „verwischen" die Temperaturunterschiede zwischen der Tag- und Nachtseite sowie zwischen äquator- und polnahen Gebieten. Messungen ergaben, daß das Kohlendioxid in der Atmosphäre bis zu einer Höhe von 200 km überwiegt. Zwischen 250 und 300 km Höhe wird es von einer Schicht atomaren Sauerstoffs und Kohlenmonoxids abgelöst. In 500 bis 700 km Höhe geht die Gashülle der Venus in eine Wasserstoff-Helium-Atmosphäre über. Ab etwa 300 km Höhe bleibt die Temperatur konstant. Sie variiert in Abhängigkeit von der Sonnenaktivität zwischen 400 und 600 K und zeigt nur geringe tägliche Schwankungen. In der Ionosphäre der Venus beträgt das Tagesmaximum der Elektronenkonzentration (3–5) · 10^5 cm^{-3}. Auf der Tagseite ist die Venusionosphäre durch den Sonnenwind stark eingedrückt. Bei der Erde hält das starke Magnetfeld den Sonnenwind von der Ionosphäre fern. Das Magnetfeld der Venus ist dagegen 10 000mal schwächer als das der Erde.

Zur Natur der Wolken

Auf Grund von Beobachtungen nimmt man an, daß die Venuswolken aus einer konzentrierten wässrigen Lösung von Schwefelsäure, vielleicht mit einer Beimischung von Fluß- und Salzsäure bestehen. Messungen ergaben, daß die Dichte der konstanten Wolkenschicht, die sich zwischen 49 und 63 km Höhe erstreckt, sehr gering ist. In dieser Wolkenschicht liegt die Sichtweite zwischen 1 und 3 km. Sie ist daher eher mit der von Dunst als der von gewöhnlichen Wolken vergleichbar. Venus 9 und 10 entdeckten keinerlei Ungleichmäßigkeiten in der Wolkenschicht. Der möglicherweise von Vulkantätigkeit herrührende Staubgehalt der Venusatmosphäre unterhalb der Wolkenschicht ist so gering, daß er auf die Durchsichtigkeit der ersteren keinen Einfluß ausübt.

Entstehung der Venusatmosphäre

Das Studium der Gesetzmäßigkeiten, die zur Herausbildung der heutigen Klimaverhältnisse auf der Venus führten, hat Bedeutung für die Lösung von Fragen, die mit der Entwicklung der Planeten und ihres Paleoklimas zusammenhängen. Es ist auch wertvoll für Prognosen über mögliche irreversible Veränderungen in der Erdatmosphäre infolge der Umweltverschmutzung durch die Tätigkeit des Menschen. Die Planetenatmosphären entstanden im Prozeß der Materiedifferenzierung durch den Austritt vulkanischer Gase, zu denen vor allem Wasserdampf und Kohlendioxid gehören (im Volumenverhältnis 5:1). Freier Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff zählen nicht dazu, sondern sind sekundäre Reaktionsprodukte.

Erde und Venus haben etwa gleichgroßen Anteil an Kohlendioxid. Auf der Erde ist es restlos im Sedimentgestein gebunden, während es sich auf der Venus in der Atmosphäre befindet. Auf der Erde gibt es mächtige Kohlendioxidabsorber: den Ozean mit seinem Plankton und die Pflanzendecke. Die gemäßigte Oberflächentemperatur und der Wasserhaushalt begünstigen die Bindung des Kohlendioxids im Oberflächengestein. Auf der Venus wird die Kohlendioxidabsorption nur von den Mineralien der Oberfläche zuwege gebracht. Der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre entspricht daher dem Gleichgewichtszustand bei einer Oberflächentemperatur von etwa 750 K. Auf der Venus gibt es etwa tausendmal weniger Wasser als auf der Erde. Flüssiges Wasser kommt auf der Oberfläche wegen der hohen Temperaturen nicht vor. Infolge dieser Temperaturen ist es wahrscheinlich zur Dehydrierung des Oberflächengesteins gekommen. Über die Ursachen des fehlenden Wassers auf der Venus gibt es gegenwärtig noch keine wissenschaftlich fundierten Vorstellungen.

Anschrift des Berichterstatters:
Dr. SIEGFRIED MICHALK
86 Bautzen
Schliebenstraße 2

GERHARD JACKISCH

Die Bedeutung ISAAC NEWTONS für die Astronomie

ISAAC NEWTON[1] wurde am 4. 1. 1643 in Woolstrop in England geboren. Er starb vor 250 Jahren am 31. 3. 1727 in Kensington bei London. NEWTONS große Leistungen liegen auf den Gebieten der Physik, Mathematik und Astronomie. Als Begründer der klassischen Mechanik und Himmelsmechanik ist er zugleich auch Begründer der klassischen Theorie der Physik.[2] NEWTON befaßte sich aber nicht nur mit den Problemen der exakten Naturwissenschaft, sondern auch mit philosophischen Fragen. NEWTON verband grundsätzlich seine naturwissenschaftlichen Aussagen mit philosophischen Fragestellungen und Gedanken. Zwar wird das häufig nicht so deutlich sichtbar, da er viele von seinen erkenntnistheoretischen und naturphilosophischen Anschauungen vor allem in seiner Korrespondenz und in persönlichen Aufzeichnungen formulierte. Dieser philosophisch wichtige Nachlaß von NEWTON kann erst heute vollständig publiziert werden, da frühere Gesamtausgaben von NEWTONS Werken, so z. B. die erste von S. HORSLEY von 1779 bis 1785, alle die Gedanken NEWTONS weglassen, die der anglikanischen Kirche als Irrglauben erschienen und zum naturwissenschaftlichen Materialismus tendierten.

Um die großen Leistungen NEWTONS zu verstehen, muß man die Marksteine kennen, die zur Begründung der klassischen Mechanik geführt haben. Wesentlich hierbei sind die revolutionierenden Erkenntnisse der Renaissance-Gelehrten NICOLAUS CUSANUS (1401—1464) und NICOLAUS COPERNICUS (1473—1543). Ihre kosmologischen Prinzipien führten zur ersten Relativierung der Stellung der Erde im Raume und in der Zukunft — im Gegensatz zur aristotelischen Physik — zu einem homogenen und isotrop mit Materie erfüllten Kosmos. Bei COPERNICUS führte der Versuch, das antike Postulat nach Vollkommenheit und Harmonie in der Bewegung der Himmelskörper zu verwirklichen, letzten Endes zur Begründung des heliozentrischen Weltsystems und zu einer physikalisch begründeten Theorie der Bezugssysteme. Auf der Grundlage des auf dynamischen Voraussetzungen gefaßten heliozentrischen Systems des COPERNICUS, gelang es KEPLER, seine Planetengesetze zu formulieren und den ersten Ansatz zu einer Himmelsmechanik zu verwirklichen, bei der er die anziehende Kraft proportional $\frac{1}{r}$ vermutete (r = Entfernung des Planeten von der Sonne). In der Synthese dieser cusanisch-copernicanischen Raumauffassung in Verbindung mit KEPLERS Bewegungsgesetzen der Planeten und der experimentellen Physik GALILEIS sowie der kinematischen und dynamischen Begriffsbildungen von GALILEI und HUYGENS schuf NEWTON die theoretische Mechanik und damit die theoretische Physik überhaupt. Diese wird von ihm „Naturphilosophie" genannt und formuliert Bewegungsgesetze der Materie als die Gesetze der Bewegung von Massen im Raum in einer allgemeinen Form, die ihre Anwendung sowohl auf die verschiedenen Körpersysteme als auch auf beliebige Kontinua gestattet. Die NEWTONsche Mechanik ist damit die Fortsetzung und Vertiefung des Copernicanismus mit einer ganz beachtlichen Be-

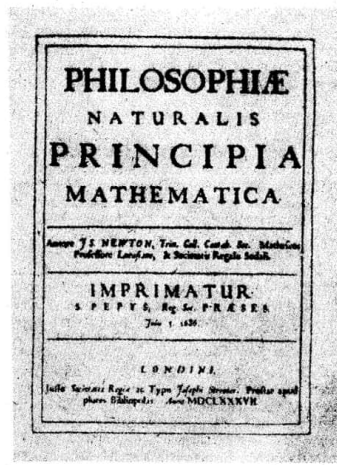

PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA
Autore JS NEWTON, Trin. Coll. Cantab. Soc. Matheseos Professore Lucasiano, & Societatis Regalis Sodali.
IMPRIMATUR
S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES
Julii 5. 1686.
LONDINI,
Jussu Societatis Regiæ ac Typis Josephi Streater. Prostat apud plures Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII.

Abb. 1
Titelblatt der ersten Ausgabe der „Prinzipien"
(s. Literaturverzeichnis S. 10)

[1] s. Abb. 2. Umschlagseite im Heft 3/1974.
[2] Vgl. JACKISCH, G.: **Einige physikalische und erkenntnistheoretische Aspekte der Arbeiten ISAAC NEWTONS.** In: Astronomie in der Schule 11 (1974) 3.

reicherung des physikalischen Erkenntnisprozesses. Ferner war für NEWTONS Mechanik grundlegend die richtige Beschreibung jener Wechselwirkung, die die Himmelsmechanik beherrscht und die wir als die universelle Gravitation bezeichnen. Im Gegensatz zu KEPLER erkannte NEWTON das richtige Gesetz, wobei sich die Kraft proportional zu $\frac{1}{r^2}$ verhält. Auf der Grundlage des Gesetzes der allgemeinen Gravitation und den aus der Mechanik abgeleiteten Bewegungsgleichungen folgen für NEWTON die KEPLERschen Gesetze als Spezialfall für das Ein- und Zweikörperproblem, wie es z. B. die Bewegung eines Planeten im Gravitationsfeld der Sonne darstellt. Mittels des Gravitationsgesetzes ergeben sich die wahren Bewegungsverhältnisse im heliozentrischen System und wegen der universellen Gültigkeit dieses Gesetzes sowie der NEWTONschen Dynamik die wahren Bewegungsverhältnisse für jedes beliebige n-Körpersystem. Während COPERNICUS zunächst nur die wahren Bewegungsverhältnisse im Sonnensystem darstellen konnte, dann WILHELM HERSCHEL 1782 diejenigen in Doppelsternen, so beweisen uns heute die der NEWTONschen Gravitation in Galaxienhaufen folgenden Verteilungen und Bewegungen die allgemeine Gültigkeit der Gravitationsmechanik.

Indem COPERNICUS davon ausging, daß der ausgespannte Fixsternhimmel ein wahres Bezugssystem darstellt, gelang es ihm, die scheinbare Rotation des Sternhimmels als wahre Bewegung der Erde im Sinne einer starren Rotation zu erklären. Die Gesetze der NEWTONschen Mechanik ließen dagegen eine dynamische Bestimmung der Erdrotation zu. Die bei ihr auftretenden Zentrifugalkräfte als Trägheitskräfte erklärten die Abplattung der Erde. NEWTON erweiterte also gleichzeitig den Gegenstand der Himmelsmechanik auf die Theorie der Figur der Himmelskörper. Er begründete die höhere Geodäsie als mathematische Theorie der Erdgestalt und als Theorie der Gezeiten. Der exakte Nachweis der Erdabplattung gelang MAUPERTUIS und andern zwischen 1735 und 1740. Verschiedene Bewegungseffekte an der Erdoberfläche konnten 1829 durch CORIOLIS quantitativ ebenfalls als Trägheitskräfte berechnet werden, die mittels der NEWTONschen Mechanik aus der Erdrotation folgen.

NEWTON war nicht nur theoretischer Physiker und Mathematiker, sondern gleichermaßen auch ein Experimentator. So begründete er im wesentlichen durch neuartige eigene Versuche die physikalische Optik und entdeckte hierbei die spektrale Zerlegung des Lichts. Die optischen Phänomene deutete er auf der Grundlage der von ihm aufgestellten Emanationstheorie oder Partikeltheorie des Lichts. Eine physikalisch-technische Anwendung seiner optischen Forschungen war die Konstruktion des nach ihm benannten ersten Spiegelteleskops 1671.

Die Mathematik gebrauchte NEWTON als methodisches Hilfsmittel für die Formulierung und vor allem für die explizite Anwendung der Bewegungsgesetze seiner Mechanik. Sie hatte bei ihm die Aufgabe, die in seinen allgemeinen Gesetzen implizit enthaltenen Strukturen explizit darzustellen. Mit ihrer Hilfe gelang NEWTON die Anwendung der universellen physikalischen Gesetze auf spezielle Probleme der Physik und Astronomie.

Hierbei wurde NEWTON vor die Aufgabe gestellt, neue mathematische Methoden zu ersinnen. Aufbauend auf der analytischen Geometrie von DESCARTES, FERMAT, PASCAL und HUYGENS schuf NEWTON die Infinitesimalrechnung. Sie gab ihm die Möglichkeit, die Bestimmung allgemeiner Geschwindigkeiten aus gegebenen Bewegungsabläufen und umgekehrt abzuleiten.

NEWTON setzte in seinen euklidischen Raum-Zeit-Vorstellungen einen absoluten Raum und eine absolute Zeit voraus. Nach seinem ersten Grundsatz der Mechanik bewegen sich die Körper auf euklidischen Geraden, solange auf sie keine Kräfte einwirken.

NEWTONS Raum-Zeit-Vorstellungen kannten nur die mechanische Kraft als Quelle der Bewegung und die Wechselwirkung der mit konstanten Massen behafteten Körper aufeinander. Die Uniformität der absoluten Zeit t bedeutet bei NEWTON, daß der Zeitpunkt $t = t_0$, für den die Anfangswerte der Bewegungsbahnen (Anfangsort und Anfangsgeschwindigkeit) vorgegeben oder experimentell zu bestimmen sind, völlig gleichgültig ist. Damit wird mit diesen Anfangswerten durch die NEWTONschen Prinzipien sowohl die Vergangenheit als auch die Zukunft eindeutig bestimmt. Wegen dieser Symmetrie bezüglich der Zeitrichtungen ist für NEWTON die kosmogonische Fragestellung grundsätzlich ein Scheinproblem. NEWTON vertrat die deistische Ansicht, daß Gott als Schöpfer nach seinem Belieben die Anfangswerte für alle Materieteilchen des Kosmos vorgegeben hätte, wobei auch der Zeitpunkt dieser Vorgabe für Gott beliebig möglich war. Dieser grundsätzliche Verzicht auf eine wissenschaftliche Kosmogonie wurde bereits von LEIBNIZ als eine prinzipielle Schwäche der NEWTONschen Naturphilosophie kritisiert. Aber bereits 1755 zeigte dann KANT, daß die

NEWTONschen Bewegungsgesetze durch Aussagen über die wahrscheinlichen Anfangszustände der von ihm definierten kosmischen „Urmaterie" zu ergänzen sind. Aus diesen Anfangszuständen heraus ist dann die Entwicklung der kosmischen Körper und Strukturen aus den Bewegungsgesetzen ableitbar.
NEWTONS Begründung der theoretischen Mechanik hat insbesondere für die Astronomie eine große Anzahl von Folgerungen gehabt, die sich aus seinen dynamischen Gesetzen, aus dem Gravitationsgesetz und der damit begründeten Himmelsmechanik ergeben. Ferner spielen seine optischen Forschungen eine nicht zu unterschätzende Rolle. Mit seinen Erkenntnissen konnte NEWTON die Einheit der irdischen und kosmischen Physik beweisen. Erst EINSTEIN hat dann auf Grund der Feldtheorie die Beziehungen von Raum, Zeit und Bewegung neu analysiert. Dabei zeigte er, daß NEWTONS Mechanik als Grenzfall in der Relativitätstheorie aufgehoben ist.

Benutzte Literatur:

TREDER, H.-J.: Beitrag über Newton im Lexikon über Philosophen. Ich danke Herrn Prof. Dr. habil. Dr. eh. TREDER für die freundliche Überlassung des Manuskriptes. Dadurch konnten neue Folgerungen aus NEWTONS physikalischen Gedankengängen in diesem Beitrag berücksichtigt werden.
JACKISCH, G.: **Einige physikalische und erkenntnistheoretische Aspekte der Arbeiten ISAAC NEWTONS.** In: Astronomie in der Schule 11 (1974) 3.
TREDER, H.-J.: **Die Bedeutung des Copernicanismus für das physikalische und astronomische Weltbild der Gegenwart.** In: Nicolaus COPERNICUS 1473–1973. Herausgegeben von J. HERRMANN, Akademie-Verlag, Berlin 1973.
ENGELS, F.: **Dialektik der Natur.** In: MEW, Bd. 20, Berlin 1972.
ENGELS, F.: **Anti-Dühring.** In: MEW, Bd. 20, Berlin 1972.
WAWILOW, S. I.: **ISAAC NEWTON.** Berlin 1951.
NEWTONS Hauptwerke der Physik und Optik: **Philosophiae naturalis principia mathematica.** London 1687, 1713, 1726.
Deutsche Ausgabe: **Sir Isaac Newtons Mathematische Prinzipien der Naturlehre.** (ed. J. Ph. WOLFERS) Berlin 1872. Neuausgabe Darmstadt 1963.
JACKISCH, G.: **Copernicus und die Newtonsche Mechanik.** Colloquia Copernicana Bd. IV, Ossolineum 1975, S. 219.

Anschrift des Verfassers:
Dr. GERHARD JACKISCH
64 Sonneberg
Zentralinstitut für Astrophysik
Sternwarte Sonneberg
Akademie der Wissenschaften der DDR

MANFRED SCHUKOWSKI

Wichtige Begriffe im Lehrplanabschnitt „Die Sterne"

Auf den Begriff **Stern** und seine große Bedeutung für den Astronomieunterricht sind wir bereits eingegangen [1; 38]. Dieser Terminus, der im Zusammenhang mit dem Begriff *Sonne* erarbeitet wurde, steht im Mittelpunkt des Lehrplanabschnittes 2.2., in dem er in seiner Vielfalt zu untersuchen ist [2; 25]. Ein Blick auf Abbildung 1 offenbart, daß dabei in fünf Unterrichtsstunden eine große Zahl von Begriffen durch den Lehrer zu vermitteln, durch die Schüler zu erfassen und darüber hinaus in Beziehung zueinander zu setzen ist.
Ein sehr wesentliches Merkmal der Sterne ist ihre *Helligkeit*. Die Schüler wissen, daß die Sterne unterschiedlich hell am Himmel erscheinen. Davon ausgehend ist die **scheinbare Helligkeit** zu definieren. Notwendig ist dabei mit den Schülern die Erarbeitung, daß die scheinbare Helligkeit eines Sterns vor allem

– von seiner Entfernung und
– von seiner Leuchtkraft

abhängt.
Denkt man sich alle Sterne in eine Einheitsentfernung versetzt, z. B. 10 Parsec, dann ist ihre Helligkeit nur noch von der Leuchtkraft abhängig. So gelangt man zum Begriff **absolute Helligkeit.**
Die absolute Helligkeit ist – wie die *Leuchtkraft*, die den Schülern von der Behandlung der Sonne her bekannt ist – ein Ausdruck für die Gesamtstrahlungsleistung des Sterns. Die unterschiedlichen Zahlenwerte für die Strahlungsleistung ein und desselben Sterns je nach Verwendung der Begriffe Leuchtkraft oder absolute Helligkeit rühren von unterschiedlichen Einheiten her.
Der Helligkeitsbegriff wird im Astronomieunterricht didaktisch vereinfacht immer im Sinne von *visueller Helligkeit* verwendet. Für die umfangreiche Problematik der Abhängigkeit der Helligkeit von dem Spektralbereich, in dem sie bestimmt wird, ist im obligatorischen Unterricht kein Raum.
Als Maßeinheit der Helligkeit wird die **Größenklasse** genannt. Diese Einheit wird im Unterricht mathematisch nicht hergeleitet und begründet. Den Schülern sind lediglich einige Fakten zu nennnen, u. a., daß einem Unterschied von einer Größenklasse ein Intensitätsverhältnis von etwa 1:2,5 und einem Unterschied von fünf Größenklassen ein Intensitätsverhältnis von 1:100 entspricht.
Den Schülern ist deutlich zu machen, daß *Größenklasse* die Einheit sowohl der schein-

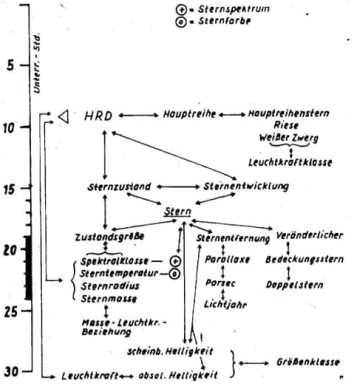


Abb. 1

baren wie der absoluten Helligkeit ist und daß die Abkürzung dieser Einheit in beiden Fällen das hochgestellte kleine m (^{m}) ist.

Außerdem müssen die Schüler klar erfassen, daß die *Größenklasse* bzw. *Größe* nichts aussagt über die geometrische Größe dieser Sterne, daß mit diesem Begriff keinerlei Feststellung über das Volumen oder den Durchmesser des betreffenden Sterns getroffen wird, sondern daß damit die von ihm zu uns gelangende *Strahlungsintensität* beschrieben wird.

Im Zusammenhang mit der Frage nach der Sternentfernung wird der Begriff **Parallaxe** erarbeitet [3; 73]. Es muß den Schülern bewußt werden, daß die Parallaxe als ein Maß für die Entfernung der Sterne benutzt werden kann. Daraus erwächst die Definition der wichtigen astronomischen Entfernungseinheit **Parsec** als derjenigen Entfernung, aus der die halbe große Achse der Bahn der Erde um die Sonne unter dem Winkel eine Bogensekunde erscheint.

Es empfiehlt sich, an dieser Stelle des Unterrichts neben dem *Parsec* und der bereits früher behandelten *Astronomischen Einheit* als weiteres Entfernungsmaß der Astronomie das **Lichtjahr** zu definieren und Lichtjahr und Parsec miteinander zu verknüpfen: 1 pc ≈ 3,26 Lj. Nachdem der Begriff *Spektrum* im Zusammenhang mit der Strahlung der Sonne erarbeitet wurde, wird er jetzt auf **Sternspektren** angewendet. Sie werden als Wellenlängen (bzw. Frequenzfolge) der von den Sternen ausgesandten Strahlung erklärt. Charakteristische Besonderheiten der Sternspektren, die kennzeichnend sind für die physikalischen Zustände in den Sternatmosphären, gestatten ihre Einteilung in **Spektralklassen.** Ihre Ordnung ist derart, daß sie einer Temperaturfolge entspricht. Damit sind die Spektralklassen mit der wichtigen Zustandsgröße **Sterntemperatur** verbunden. Bei ihrer Behandlung muß deutlich gesagt werden, daß wir unter Sterntemperatur im Astronomieunterricht — wenn nicht ausdrücklich anders gesagt — immer *Oberflächentemperaturen* verstehen. Ihren sichtbaren Ausdruck findet die Sterntemperatur in der **Sternfarbe.** Der **Sternradius** gibt die Größe des Sterns (im geometrischen Sinne) an. Aus dem Begriff *Masse,* der den Schülern aus dem Physikunterricht als diejenige Eigenschaft eines Körpers bekannt ist, der sich sowohl im Verhalten gegenüber einer Änderung des Bewegungszustandes als auch in der Gravitationswechselwirkung mit anderen Körpern äußert, wird der Begriff **Sternmasse** abgeleitet.

Mit den Begriffen *Spektralklasse, Sterntemperatur, Sternradius, Sternmasse, Leuchtkraft, (Absolute Helligkeit)* sind wesentliche **Zustandsgrößen** genannt, die in ihrer Gesamtheit den Sternzustand kennzeichnen.

Die in den Sternen ablaufenden energieumwandelnden Prozesse führen zu kontinuierlichen Veränderungen von Masse und chemischer Zusammensetzung der Sterne. (Die Massenänderung ist jedoch im allgemeinen so gering, daß die Masse praktisch als konstant angesehen werden kann.) Den Schülern sollte bewußt werden —, *daß jeder Stern jederzeit eine Entwicklung durchläuft,* die in bestimmten Phasen zu qualitativen Veränderungen führt, die die Zustandsgrößen eines Sterns relativ rasch sehr wesentlich ändern können.

Der Gedanke der **Sternentwicklung** ist eine besonders wichtige Erkenntnis im Rahmen der Einsichten große Bedeutung hat. Der Evolu- Schulastronomie, die auch für philosophische tionsgedanke sollte im Astronomieunterricht noch stärker zum Tragen gebracht werden. Die Schüler müssen zu der Überzeugung kommen, daß die ihnen dargebotene Beschreibung des Kosmos und seiner einzelnen Objekte prinzipiell nur einen Durchgangszustand kennzeichnet (auch wenn dieser in bestimmten Entwicklungsphasen bis zu 10^{10} Jahre andauern kann).

Bei den **Veränderlichen** handelt es sich um Sterne, deren Helligkeit zeitlich mehr oder weniger stark schwankt. Physische Veränderliche, die „echten" Veränderlichen, sind Sterne mit veränderlichen Zustandsgrößen. Sie werden den Schülern am Beispiel eines *Pulsationsveränderlichen,* speziell eines *Delta-Cephei-Sterns,* vorgestellt [2; 27]. Optische Veränderliche, „scheinbare" Veränderliche, bei denen die Hel-

ligkeitsänderung durch einen geometrischen Effekt vorgetäuscht wird, lernen die Schüler am Beispiel eines **Bedeckungsveränderlichen** im Zusammenhang mit der Bestimmung des Sternradius kennen.
Dabei wird der Begriff **Doppelstern** geprägt. Es erscheint aus kosmogonischen Gesichtspunkten wichtig, diesen Begriff etwas grundsätzlicher als es Lehrplan und Lehrbuch tun, darzustellen, nämlich als eine offenbar mit der Sternentwicklung ursächlich verbundene, relativ häufige Erscheinungsform im Kosmos. Der Fall des Bedeckungsveränderlichen ist davon deutlich als ein gegenüber der Zahl der Doppelsterne relativ seltener Sonderfall abzuheben.

Das **Hertzsprung-Russell-Diagramm** ist ein astrophysikalisches Zustandsdiagramm, bei dem Sterntemperatur und/oder Spektralklasse als Abzisse und Leuchtkraft bzw. absolute Helligkeit als Ordinate aufgetragen werden.
Im Zusammenhang mit diesem Diagramm taucht eine Reihe weiterer Begriffe auf:

- Die **Hauptreihe** ist ein etwa diagonal durch das HRD verlaufendes Gebiet, in dem die meisten Sterne liegen.
- **Hauptreihensterne** heißen die auf der Hauptreihe liegenden Sterne.
- Als **Riesen** (oder **Riesensterne**) bezeichnet man Sterne oberhalb der Hauptreihe, die sich von denen der Hauptreihe mit gleicher Spektralklasse durch ihre größere Leuchtkraft (bzw. absolute Helligkeit) unterscheiden.
- **Weiße Zwerge** liegen in einem Gebiet unterhalb der Hauptreihe. Sie haben gegenüber den Hauptreihensternen gleicher Spektralklasse eine wesentlich geringere Leuchtkraft.

Aus diesen Darlegungen ergibt sich, daß die Beziehung zwischen Spektralklasse und Leuchtkraft nicht eindeutig ist. Daher ist die Zuordnung zu den verschiedenen Besetzungsgebieten des HRD durch eine weitere Angabe, die **Leuchtkraftklasse**, erforderlich.

Neben dem Hertzsprung-Russell-Diagramm spielt im Abschnitt 2.2. des Lehrplans die **Masse-Leuchtkraft-Beziehung** eine Rolle. Sie wird im Zusammenhang mit der Bestimmung der Sternmassen besprochen. Den Schülern muß dabei bewußt werden, daß ihr Gültigkeitsbereich auf die Hauptreihe begrenzt ist.

Literatur:
[1] SCHUKOWSKI, M.: **Zum Begriffssystem für den Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule 12 (1975) 2.
[2] **Lehrplan für Astronomie, Klasse 10.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1969.
[3] **Astronomie, Lehrbuch für Klasse 10.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1974.

Anschrift des Verfassers:
OStR Dr. MANFRED SCHUKOWSKI
252 Rostock 22
Helsinkier Straße 79

HELMUT BERNHARD

Zur weltanschaulich-philosophischen Bildung und Erziehung im Stoffgebiet „Die Sterne"

Eine entscheidende Aufgabe der kommunistischen Erziehung ist die Herausbildung der Weltanschauung und Moral der Arbeiterklasse bei allen Jugendlichen. Die „Direktive zur Auswertung des IX. Parteitages der SED an den allgemeinbildenden Schulen" gibt Empfehlungen, wie dabei im Fachunterricht vorgegangen werden soll [1]. Obwohl das Fach Astronomie in der Direktive nicht besonders erwähnt wird, ist es dem Astronomieunterricht geboten, einen konkreten Beitrag zur Herausbildung und Festigung der dialektisch-materialistischen Grundeinstellung der Schüler zu leisten [2; 75]. Am Beispiel des Stoffgebietes „Die Sterne" soll gezeigt werden, was, wo es und wie es gemacht werden kann, um im Astronomieunterricht im Sinne der Direktive zu handeln.

1. Weltanschaulich-philosophische Potenzen des Stoffgebietes

Wie bereits an andrer Stelle ausgeführt, trägt der Astronomieunterricht zur Herausbildung der Überzeugungen von

- *der Materialität der Welt*
- *der Entwicklung in der Welt*
- *der Erkennbarkeit der Welt und*
- *vom Zusammenhang zwischen Wissenschaft und Gesellschaft* bei [3; 53 ff.].

Für das Stoffgebiet „Die Sterne" enthält der Lehrplan dazu folgende fachspezifische Forderungen:

- Einblick in Arbeitsmethoden der astrophysikalischen Forschung als neue Qualitätsstufe im Erkenntnisprozeß über das Weltall
- Kenntnisse über das HRD, ein Arbeitsmittel der Astronomie zum direkten und anschaulichen Vergleich zwischen Theorie und Beobachtung
- Kenntnisse über bestimmte Zustandsgrößen der Sterne und Vertiefung der Er-

kenntnis von den vielfältigen gesetzmäßigen Zusammenhängen zwischen Erscheinungen und Vorgängen im Weltall.
- Kenntnisse über die Sternentwicklung und Erhärtung der Einsicht über den Ablauf von Entwicklungsprozessen im Kosmos [4; 25].

Aus diesen Forderungen ergeben sich Fragen, die weltanschaulich-philosophisch relevant sind:
- Womit beschäftigt sich die Astrophysik? Wie forscht die Astrophysik?
- Warum ist das HRD ein wichtiges Erkenntnismittel für die astrophysikalische Forschung?
- Welche gesetzmäßigen Beziehungen existieren zwischen den Zustandsgrößen der Sterne?
- Was verstehen wir unter der Sternentwicklung? Wie vollzieht sie sich? Kann die Wissenschaft diese Prozesse erkennen?

Bei der Beantwortung dieser Fragen müssen die Schüler nicht nur fachliche Kenntnisse nachweisen, sondern sie haben gleichzeitig weltanschaulich-philosophische Werturteile zu fällen. Dabei werden bereits vorhandene Einsichten von den *gesetzmäßigen Zusammenhängen in der Welt*, von der *Entwicklung in der Welt* und von der *Erkennbarkeit der Welt* gefestigt und vertieft. Aussagen, die damit verbunden sind, enthalten Begriffe, die nach TOMASCHEWSKI im gesamten Astronomielehrgang als ideologische Wertbegriffe vermittelt werden [5; 78]. Dazu gehören die Begriffe Gesetzmäßigkeit, Entwicklung und Erkennbarkeit. Zum Erfassen ihres Inhalts tragen im Stoffgebiet „Die Sterne" folgende Erkenntnisse bei:
- Die Astrophysik beobachtet eine Vielzahl von Sternen, die selbstleuchtende Gaskugeln mit hohen Temperaturen sind. Sie unterscheiden sich durch ihre Zustandsgrößen und Entwicklungsphasen.
- Zwischen verschiedenen Zustandsgrößen bestehen gesetzmäßige Abhängigkeiten.
- Jeder Stern unterliegt zwangsläufig einer nicht umkehrbaren Veränderung seiner Eigenschaften und Struktur. Dieser Vorgang wird von der Fachwissenschaft als Entwicklung bezeichnet [6].
- In den Sternen ablaufende Prozesse benötigen in der Regel sehr lange Zeiträume. Trotzdem ist es der Wissenschaft möglich, durch Untersuchung der Sternstrahlung mit immer besseren Meßmethoden und mittels theoretischer Überlegungen auf der Grundlage bekannter physikalischer Gesetze den Aufbau und die Entwicklung der Sterne zu erkennen.

Schon bei der unterrichtlichen Erörterung der Sonne – als unser Stern – wurden Grundlagen für das Verständnis der Sternphysik geschaffen. So sind den Schülern die wesentlichen physikalischen Merkmale der Sonne als Stern bekannt. Sie wissen, daß zwischen den Erscheinungen in der Sonnenatmosphäre und den Vorgängen im Sonneninnern gesetzmäßige Beziehungen bestehen. Ihnen ist bekannt, daß die Energiefreisetzung in der Sonne das Ergebnis eines gesetzmäßigen Prozesses ist und daß die damit verbundene Veränderung der chemischen Zusammensetzung der Sonne Merkmal eines Entwicklungsprozesses ist, den jeder Stern durchläuft. Die Schüler haben erfahren, daß das Sonneninnere der Beobachtung nicht direkt zugänglich ist. Trotzdem sind mit Hilfe des Studiums des Sonnenspektrums und der Kenntnis physikalischer Gesetze wissenschaftliche Aussagen über den Aufbau der Sonne und über die in ihrem Innern ablaufenden Prozesse möglich [4; 22].

Die im Stoffgebiet „Die Sonne" gewonnenen wesentlichen fachlichen Kenntnisse und weltanschaulich-philosophischen Einsichten werden im Stoffgebiet „Die Sterne" an neuen Gegenständen gefestigt und erweitert. Aus dem Inhalt der beiden Stoffgebiete ergibt sich zwangsläufig ein logischer Zusammenhang, der für die erkenntnisprozeßgerechte Gestaltung des Unterrichts bedeutsam ist. Durch Reproduktion und Vergleich wird es den Schülern möglich, mit Hilfe konkreter Vorstellungen zu Abstraktionen von immer höherer theoretischer Qualität vorzudringen und daraus weltanschaulich-philosophische Verallgemeinerungen abzuleiten [7; 82].

2. Erzieherische Anknüpfungspunkte im Unterrichtsstoff

Im Prinzip enthält das gesamte Stoffgebiet Ideologiebeziehungen, die jedoch unterschiedliche Wertigkeit besitzen. Auf Grund des skizzierten Inhalts sollten den Schülern in den einzelnen Unterrichtsstunden folgende weltanschaulich-philosophische Potenzen des Stoffes überzeugend bewußt werden:

2.2.1. *Entfernungsbestimmungen*
- Streben der Wissenschaft, mit Hilfe ständig verbesserter Arbeitsmethoden immer genauere Meßergebnisse und größere Reichweiten bei Entfernungsbestimmungen im Weltall zu erreichen, ein Beispiel für die prinzipielle Erkennbarkeit der Welt

2.2.2. *Ausgewählte Zustandsgrößen der Sterne* (1)
- Untersuchungsmethoden der Astrophysik verdeutlichen die Rolle der Beobachtung der Sternstrahlung und der mathematisch-physikalischen Auswertung ihrer Ergeb-

nisse für den Erkenntnisprozeß über das Weltall

2.2.2. *Ausgewählte Zustandsgrößen der Sterne* (2), (3)

- Verschiedene physikalische Zustandsgrößen der Sterne, z. B. Dichte, Druck und Temperatur oder Masse und Leuchtkraft sind voneinander abhängig. Es sind Beispiele für die Existenz gesetzmäßiger Zusammenhänge im Weltall
- Das HRD charakterisiert gesetzmäßige Beziehungen zwischen einigen Zustandsgrößen der Sterne. Es ist ein wichtiges Erkenntnismittel für die Bestimmung der Sternzustände

2.2.3. *Die Sternentwicklung*

- Die Energiefreisetzung im Sterninnern führt zur Veränderung bestimmter Zustandsgrößen, worin sich die Entwicklung des Sterns ausdrückt. Die Sternentwicklung ist ein Beispiel für den Ablauf von Entwicklungsprozessen im Weltall
- Durch die Beobachtung von Sternen in unterschiedlichen Entwicklungszuständen und durch die Kenntnis physikalischer Gesetze sind der Wissenschaft Aussagen über den Entwicklungsweg eines Sterns möglich. Das HRD veranschaulicht den Entwicklungsweg der Sterne.

Jede Unterrichtsstunde dieses Stoffgebietes besitzt bedeutsame erzieherische Potenzen. Eine zielgerichtete Unterrichtsführung muß den Schülern den weltanschaulich-philosophischen Gehalt der genannten wesentlichen Unterrichtsergebnisse bewußt werden lassen. Die Wirksamkeit der Erziehungsarbeit hängt vor allem von der didaktisch-methodischen Gestaltung des Unterrichts ab.

3. Zur Gestaltung eines erziehungswirksamen Unterrichts

Das Erkennen und die Aneignung des weltanschaulich-philosophischen Gehalts des Lehrstoffs erfolgt durch eine aktive und erfolgreiche Auseinandersetzung der Schüler mit den Gegenständen und Problemen. Der Lehrer muß die dazu notwendigen geistigen Tätigkeiten der Schüler organisieren. Voraussetzung zur Arbeit an Überzeugungen ist ein solides und anwendungsbereites Wissen der Schüler über den Fachgegenstand, ist ihre Fähigkeit zur Arbeit mit Diagrammen, zum Anwenden physikalischer und mathematischer Erkenntnisse und Betrachtungsweisen auf astronomische Sachverhalte, zur vergleichenden Betrachtung, zum Lösen von Problemen und zur Ableitung allgemeingültiger Schlußfolgerungen. Das Eindringen in den weltanschaulich-philosophischen Gehalt des Unterrichtsstoffs erfordert und fördert das dialektische Denken der Schüler. Sie lernen alle Dinge und Erscheinungen sehen, wie sie wirklich sind: in ihrem Zusammenhang, in ihrer Wechselwirkung und Entwicklung.

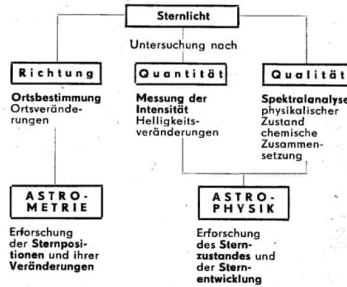
Die folgenden Beispiele zeigen einen möglichen Weg, wie den Schülern der weltanschaulich-philosophische Inhalt des Stoffgebietes „Die Sterne" bewußt werden kann. Selbstverständlich sind auch andere didaktisch-methodische Varianten denkbar. Der Verfasser läßt sich bei seinen Darlegungen von einer problemhaften Unterrichtsgestaltung leiten.

In der Unterrichtsstunde 2.2.1. werden das trigonometrische und photometrische Verfahren zur Entfernungsbestimmung der Sterne erörtert. In diesem Zusammenhang sollte der Lehrer darauf hinweisen, daß mit dem Einsatz verbesserter Arbeitsmethoden die Reichweite der Entfernungsbestimmungen wesentlich vergrößert werden kann. Diese Aussage trägt bei den Schülern zur Einsicht bei, daß die Wissenschaft ständig nach neuen Wegen sucht, um ihre Erkenntnisse zu erweitern und zu vertiefen.

Obwohl bereits in der vorhergehenden Stunde astrophysikalische Verfahren erörtert wurden, ist es aus Stoff-Zeit-Gründen ratsam, erst in der Unterrichtsstunde 2.2.2. (1) die Astrophysik als eine neue Entwicklungsetappe in der Erkenntnisgewinnung über das Weltall näher zu charakterisieren. Zur Erarbeitung dieser Erkenntnis läßt sich das Tafelbild 1 einsetzen

Abb. 1

Gegenstand und Methoden der Astrophysik



1. Was erforscht die Astrophysik?
2. Welche Arbeitsmethoden wendet sie an?
3. Warum wachsen durch die astrophysikalische Forschung die Informationen über das Weltall sprunghaft an?
4. Welche Schlüsse lassen sich daraus ableiten?

(s. Abb. 1). Während sich die ersten beiden Fragen des Tafelbildes konkret auf den Fachgegenstand beziehen, haben die dritte und vierte Frage fachübergreifenden Charakter. Ihre Beantwortung erhärtet bei den Schülern die Einsicht, daß die Anwendung verbesserter Arbeitsmethoden zu einem Zuwachs an Erkenntnissen führt. Der Einsatz neuer Forschungsmethoden basiert auf dem Zusammenhang der Wissenschaften und auf ihren Wechselbeziehungen zur Technik.

Im weiteren Verlauf der Unterrichtsstunde wird auf Zustandsgrößen der Sterne und auf Methoden ihrer Bestimmung eingegangen. Bei dieser Erörterung muß den Schülern klar werden, daß einzelne Zustandsgrößen voneinander abhängig sind, sich gegenseitig bedingen [8; 52]. Diese Beziehungen sind als Beispiel für die Existenz gesetzmäßiger Zusammenhänge in der Natur zu charakterisieren. Ein erster Schritt zu dieser Erkenntnis ist die Erörterung des Zusammenhangs zwischen Temperatur, Farbe und Spektrum eines Sterns. Dabei gewonnene Einsichten werden in der folgenden Stunde mit Hilfe des HRD erhärtet.

In der Unterrichtsstunde 2.2.2. (2) und (3) soll den Schülern bewußt werden, daß das HRD ein wichtiges Erkenntnismittel zur Bestimmung der Sternzustände ist. Sie erhalten nicht nur Einblick in die Bedeutung des Diagramms für die wissenschaftliche Erkenntnis, ihnen muß auch der Zusammenhang zwischen HRD und Beobachtung, zwischen Theorie und Praxis klar werden. Zur Erarbeitung dieser Erkenntnis eignet sich folgende Fragestellung: Welche Erkenntnisse über Sternzustände werden mit Hilfe des HRD veranschaulicht? Auf welchen Beobachtungstatsachen basiert die Darstellung im HRD? Mit der Erörterung des HRD als Zustandsdiagramm werden Einsichten der Schüler über gesetzmäßige Zusammenhänge in der Natur und über die wechselseitigen Beziehungen von Theorie und Praxis in der gesellschaftlichen Erkenntnis weiter vertieft.

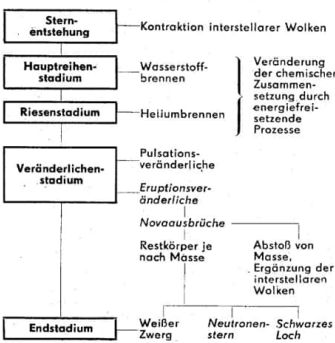
Der Unterrichtsstunde 2.2.3. kann als Zielorientierung folgende Aussage vorangestellt werden: In den Sternen vollziehen sich Entwicklungsprozesse, die für die Wissenschaft erkennbar sind. Der Inhalt dieses Satzes — Satz zu Stundenbeginn an die Tafel schreiben! — wirft sofort Fragen auf, die ideologisch relevant sind. Was versteht man unter der Sternentwicklung? Wie kann die Wissenschaft diese Prozesse erforschen?

Zur Beantwortung der ersten Frage kann folgende Hausaufgabe dienen: Wiederholen Sie mit Hilfe des Lehrbuchs (Abschnitt: „Chemie und Energiehaushalt der Sonne", S. 69—71) Ihre Kenntnisse über den Energiehaushalt der Sonne! Welche Bedeutung haben die Kernfusion und die damit verbundene Energiefreisetzung für den Entwicklungsweg der Sonne? Die Schüler reproduzieren mit Hilfe dieser Aufgabe ihre Erkenntnis, daß sich infolge der Energiefreisetzung die chemische Zusammensetzung der Sonne verändert. Diese Veränderungen sind Merkmale eines Entwicklungsprozesses, den jeder Stern durchläuft. Die Schüler erkennen, daß wir unter der Sternentwicklung eine zwangsläufige allmähliche Veränderung der Zustandsgrößen eines Sterns als Folge seiner Energiefreisetzung verstehen. Den Schülern ist zu erklären, daß sich Entwicklungsprozesse in Sternen im allgemeinen sehr langsam, z. T. erst in Milliarden Jahren vollziehen.

Das folgende Problem sollte im Mittelpunkt der Betrachtungen stehen. Die heute beobachtbaren Sterne sind nicht gleichzeitig entstanden. Es ist der Wissenschaft möglich, den Entwicklungsweg eines Sterns zu bestimmen. Welche Überlegungen lassen sich daraus ableiten? Den Schülern wird bewußt, daß die Sternentstehung (auf diesen Prozeß wird erst in der folgenden Stunde eingegangen) nicht das Produkt eines einmaligen Schöpfungsaktes ist. Ihnen wird klar, daß die beobachtbaren Sterne unterschiedliches Alter besitzen, sich in verschiedenen Entwicklungsphasen befinden. Daraus lassen sich Schlüsse für den Entwicklungsweg eines Sterns ableiten.

Abb. 2

Entwicklungsweg der Sterne



Erläutern Sie mit Hilfe dieser Übersicht den Entwicklungsweg eines Sterns!
Die in der Abbildung in Kursivschrift gedruckten Begriffe gehören zum Informationswissen.

Anschließend wird mit Hilfe des HRD erläutert, welche Entwicklungsphasen ein Stern durchlaufen kann – wobei auf die gegenwärtige Entwicklungsphase der Sonne einzugehen ist – und welche Prozesse dabei ablaufen. Es ist darauf hinzuweisen, daß die Wissenschaft Kenntnisse über die Sternentwicklung durch Beobachtung und Anwendung bekannter physikalischer Gesetze unter Einschluß komplizierter Rechenoperationen gewinnt. Es ist zu erklären, warum offene Sternhaufen besonders geeignete Objekte für das Studium der Sternentwicklung sind. Die Schüler sollen erkennen, daß das HRD nicht nur ein Zustands-, sondern auch ein Entwicklungsdiagramm ist. Zur Zusammenfassung der Ergebnisse kann eine Folie eingesetzt werden (s. Abb. 2).

Eine im Sinne der vorstehenden Ausführungen zielgerichtete Führung des Unterrichts festigt bei den Schülern die Einsicht, daß im Weltall gesetzmäßige Zusammenhänge existieren und ständig Entwicklungsprozesse stattfinden, die für die Wissenschaft erkennbar sind. Diese Erkenntnisse, die in den folgenden Stunden vertieft und erweitert werden, sind wichtige Bausteine des Faches Astronomie zur Herausbildung der Überzeugungen von der gesetzmäßigen Entwicklung in der Welt und von der Erkennbarkeit der Erscheinungen und Vorgänge in der Welt [9; 15].

Literatur:

[1] **Direktive zur Auswertung des IX. Parteitages der SED an den allgemeinbildenden Schulen.** Berlin 1976, DLZ 23 (1976) 26, S. 9/10.

[2] POSTLER, F.: **Der IX. Parteitag der SED und unsere polytechnische Oberschule.** In: Astronomie in der Schule 13 (1976) 4.

[3] STIER, J.: **Bemerkungen zum neuen Lehrplan für Astronomie.** In: Astronomie in der Schule 7 (1970) 3.

[4] **Lehrplan für Astronomie, Klasse 10.** Berlin 1969.

[5] TOMASCHEWSKY, K. H.: **Zur erziehungswirksamen Führung von Schülertätigkeiten im Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule 13 (1976) 4.

[6] ZIMMERMANN, H.: **Zur Bedeutung des Hertzsprung-Russell-Diagramms.** In: Astronomie in der Schule 13 (1976) 6.

[7] WECK, H.: **Weitere inhaltliche Ausgestaltung erfordert erkenntnisprozeßgerechten Unterricht.** In: Astronomie in der Schule 12 (1975) 4.

[8] BERNHARD, H.: **Astronomie und Weltanschauung.** Urania Verlag, Leipzig/Jena/Berlin 1974.

[9] KÖNIG, W.: **Vergleichende Betrachtung des HRD unter weltanschaulich-philosophischen Gesichtspunkten.** In: Astronomie in der Schule 6 (1969) 1.

Anschrift des Verfassers:

StR Dr. HELMUT BERNHARD
86 Bautzen
Postfach 54

STANISŁAW OSZCZAK

Raumflugplanetarium im Olsztyn

Anläßlich des 500. Geburtstages von NICOLAUS COPERNICUS wurde in Olsztyn (VR Polen) das Raumflugplanetarium eröffnet. Es besitzt eine Apparatur vom VEB Carl Zeiss Jena, die es ermöglicht, klassische astronomische Erscheinungen, Fragmente der Mondraumflüge und Raumflüge in den Bereich des Jupiters und nach außerhalb unseres Sonnensystems darzustellen. Das Himmelsbild wird auf eine Kuppel von 15 m Durchmesser projiziert. Der Vorführungssaal faßt 220 Besucher. Außerdem befinden sich im Planetarium: ein Vorlesungsraum mit 100 Plätzen, ein Ausstellungssaal für die bildenden Künste, dessen Fläche 420 m² beträgt; ferner ein Café – „Andromeda".

Organisatorisch untersteht das Planetarium der Abteilung für Kunst und Kultur des Wojewodschaftsamtes in Olsztyn. Zur Zeit werden 33 Arbeitskräfte (darunter 4 Astronomen) beschäftigt. Das Programm des Planetariums umfaßt 3 Aufgabengebiete: die wissenschaftliche, die didaktische und die populärwissenschaftliche Arbeit. Im Rahmen des *wissenschaftlichen Programms* nehmen unsere Wissenschaftler an den Forschungsarbeiten der Station für die Beobachtung der künstlichen Satelliten Nr. 1151 in Olsztyn teil. Mit den astronomischen Zentren in Warszawa, Kraków und Wrocław übernehmen unsre Wissenschaftler Arbeiten auf dem Gebiet der theoretischen Mechanik.

Dank seiner modernen Ausrüstung unterstützt das Planetarium die Vermittlung astronomischen Wissens an den Ober- und Hochschulen. Es werden z. B. *Vorlesungen* über die sphärische und praktische Astronomie für Studenten der Agro-Technischen Hochschule gehalten. Auf Grund einer Vereinbarung mit dem Kuratorium für den Schulbezirk Olsztyn nehmen an den didaktischen *Vorführungen* die Schüler aller Schulen in Olsztyn teil. Im Rahmen dieser Vorführungen bietet das Planetarium acht didaktische Programme für Grundschulen, Oberschulen und Fachschulen. In der Zeit eines Schuljahres werden etwa 250 didaktische Vorführungen für etwa 10 000 Schüler durchgeführt. In der *populärwissenschaftlichen* Tätigkeit konzentrieren wir uns auf jene Wissensgebiete, die sich der Untersuchung der Zusammenhänge von Erde, Weltall und Mensch widmen. Von besonderer Bedeutung sind solche

Formen von Veranstaltungen, die die Interessen der Jugend auf die naturwissenschaftliche Problematik richten. Es ist ferner unser Ziel, die wissenschaftliche Weltanschauung unter der Jugend zu verbreiten. Im Rahmen dieser Tätigkeit finden im Frühling, Herbst und Winter täglich (außer Montag) 7 bis 8 Vorlesungen statt. Jede zweite Woche tragen bekannte eingeladene Astronomen vor. Im Rahmen der Volkshochschule gibt es einen 3-Wochen-Lehrgang über die Grundlagen der Astronomie. Im Planetarium sind auch ein Astronomischer Zirkel, zu dem Schüler der Olsztyner Oberschulen gehören, und ein Astronomischer Pionierklub tätig.

Mit Hilfe der staatlichen Organe unsrer Wojewodschaft entstehen weitere Planetarien in Warmia und Mazury, einer Gegend, die eng mit dem Namen des großen polnischen Astronomen MIKOŁAJ KOPERNIK verbunden ist.

Anschrift des Verfassers:
Dr. STANISŁAW OSZCZAK
10-450 Olsztyn
ul. Zwycięstwa 38
Übersetzt von: **Dr. S. MICHALK**

UNSER FORUM

Das Lehrbuch im Astronomieunterricht[1]

WELT KRUG, Nünchritz

Auch aus der Sicht der Astronomielehrer des Kreises Riesa kann bestätigt werden, daß das Lehrbuch zu einem wichtigen Hilfsmittel für die Führung des Astronomieunterrichts geworden ist. Wir wissen, daß dies nicht immer so war. Gründe für diese Entwicklung sehen wir in der Gestaltung des Lehrbuches mit Inkrafttreten des neuen Lehrplanes, in der verbesserten Weiterbildung der Astronomielehrer und in der Führung des Unterrichts durch die Fachzeitschrift. Viele Autoren haben schon gezeigt, wie man in den verschiedenen Unterrichtseinheiten das Lehrbuch sinnvoll einsetzen kann. Wir denken dabei an den Beitrag zur problemhaften Gestaltung des Astronomieunterrichts [1].

Viele Aussagen in den bisher veröffentlichten Diskussionsbeiträgen zum Lehrbuch können wir bekräftigen. Das betrifft sowohl die Meinungen zum Lehrbuch, wie sie RAABE formuliert [2], als auch die Forderungen an Erweiterung und Abänderung, wie sie in seinem Artikel und in dem von KRÖSCHE, Berlin, genannt werden [3]: Einfügen eines Begriffskataloges, Auszug aus dem philosophischen Wörterbuch zur Astrologie, mehr Zusammenhänge, Neugestaltung der Beobachtungsaufgaben, Überarbeitung des Abschnitts „Zur Physik der Planeten".

Darüber hinaus ergeben sich aus Diskussionen mit Lehrern unsres Kreises weitere Vorschläge zur Veränderung folgender Teile des Lehrbuches: Zu „Einführung in die Beobachtung" erscheint die Abbildung 8/3 den Kollegen zur unterrichtlichen Behandlung zu schwierig. Ließe sich die Absicht, die mit diesem Bild verfolgt wird, nicht an einer Fernrohrskizze besser verwirklichen?

Zu den Tabellen im Anhang: Der Tabellenteil wird allgemein begrüßt, so wie das auch KRÖSCHE und RAABE aus ihrer Sicht tun. Einige Leiter von AGR wünschen darüber hinaus eine Erweiterung der Tabellen auch für ihre Arbeit, z. B. Angaben über einige Veränderliche. Das Problem „Tabellen zur Raumfahrt" und „Wichtige Entwicklungsstufen ..." (Lehrbuch S. 37 und 139/40) will RAABE so lösen, daß er neueste astronomische Ergebnisse der Raumfahrt im Lehrbuch notieren läßt [2]. Diese Methode wirft die Frage auf, ob das Lehrbuch Eigentum der Schule oder der Schüler ist und ob diesem Verfahren über die Jahre der Benutzung des Lehrbuches als Schuleigentum nicht Grenzen gesetzt sind. Ein ähnliches Problem scheint uns durch die Bemerkung von RAABE gegeben, daß er es für überflüssig hält, die Schüler im Unterricht mitschreiben zu lassen — eine Unterrichtsführung, die unserer Meinung nach bedeutend genug ist, um einmal ausführlicher dargestellt zu werden. Einerseits

[1] Vgl. Astronomie in der Schule 12 (1975) 4, S. 92; 5, S. 115; 6, S. 139, 13 (1976) 2, S. 42; 4, S. 90.

sind viele Mitschriften wirkliche Zeitvergeudung, andererseits halten wir ein vollständiges Weglassen der Mit- oder Niederschriften der Schüler augenblicklich für noch nicht möglich. Wir könnten uns vorstellen, daß Veränderungen oder Erweiterungen des Wissens (z. B. vom Mond oder den Planeten), die sich aus der Entwicklung der Astronomie und Raumfahrt ergeben, zusammengefaßt in einer Art Ergänzungsbändchen nach 2 oder 3 Jahren im Druck erscheinen könnte – etwa wie die „Zusammenfassungen" für die „Muttersprache" Klasse 5 bis Klasse 8.

Viele Kollegen sind weiterhin der Meinung, daß der Text zum Sonnenspektrum (Lehrbuch S. 69) ausführlicher sein müßte, weil der Astronomielehrer hierbei den Schülern völlig Neues vermitteln muß. In diesem Zusammenhang ist es auch nötig, zur Farbtafel „Spektren" einen erläuternden Text zu geben.

Die Aufgabensammlung „Fragen und Aufträge" wird von allen Kollegen besonders im Teil „Planetensystem" bis „Sonne" viel benutzt. Einige Kollegen wünschen sich noch weitere Aufgaben, nach Schwierigkeitsgraden mehr differenziert, damit eine stärkere Abstufung in den Anforderungen gegeben ist.

Die Arbeit mit dem Lehrbuch nimmt in den meisten Unterrichtsstunden einen beträchtlichen Teil bei der Wissensvermittlung ein. Trotzdem läßt sich die Be- und Ausnutzung des Lehrbuches noch verbessern. Besonders Artikel zur Methodik könnten in unsrer Fachzeitschrift dazu beitragen, Wege zu noch sinnvollerer Nutzung des Lehrbuches zu nennen. Im Hinblick auf die Vermittlung von Kenntnissen für Wiederholung und Systematisierung und für die Möglichkeiten der Nutzung des Lehrbuches bei der Wertung von Sachverhalten und der Überzeugungsbildung gäbe es in diesem Zusammenhang weiterhin gewünschten Bedarf.

Literatur:
[2] Astronomie in der Schule 12 (1975) 5, S. 115–116.
[3] Astronomie in der Schule 12 (1975) 6, S. 139–140.

(wird fortgesetzt)

AUS WISSENSCHAFT UND UNTERRICHT

● Neuere Entwicklungen beim Bau großer Radioteleskope[1]

0. Vorbemerkung

Diese Zusammenstellung soll einen Überblick geben über die Entwicklung etwa der letzten 10 Jahre und versuchen, die zukunftsträchtigsten Entwicklungslinien zu nennen. Hauptkriterium ist dabei Wichtigkeit, nicht Vollständigkeit (das gilt insbesondere für die Tabellen 1 und 2). Außerdem beschränken wir uns auf die Antennensysteme; im Empfängerbau haben sich seit der bereits vor dem angegebenen Zeitraum erfolgten Einführung von parametrischen Verstärker und Maser keine spektakulären neuen Aspekte, aber eine stetige Steigerung der Empfindlichkeit und andrer Gebrauchseigenschaften ergeben. Die Reichweite der meisten neueren Teleskope ist nicht durch die Empfängerempfindlichkeit, sondern durch das räumliche Auflösungsvermögen begrenzt (Konfusionsbegrenzt).

1. Homologe Verformung

Das Auflösungsvermögen (Halbwertsbreite der Antennenhauptkeule: HWB) einer Antenne ist proportional dem Quotienten aus Beobachtungswellenlänge und linearer Ausdehnung der Antenne. Kleine HWB erfordern also kleine Wellenlänge und großen Antennendurchmesser. Beim „klassischen" Radioteleskop, dem vollbeweglichen Parabolspiegel, ist aber die kleinste brauchbare Wellenlänge λ_{min} i. a. durch die Ungenauigkeit der Spiegelfläche infolge Verformung des Spiegels unter seinem eigenen Gewicht gegeben. Mit wachsendem Spiegeldurchmesser steigt die Verformung und das Auflösungsvermögen bleibt dadurch begrenzt. Beim Prinzip der homologen Verformung verzichtet man nun von vornherein auf den Versuch, die Verformung möglichst klein zu halten, sondern kontrolliert die Verformung durch geeignete Dimensionierung des Tragwerks so, daß sich die Spiegelfläche bei jeder beliebigen Bewegung wieder in ein Rotationsparaboloid verformt, wenn auch mit anderer Brennweite und Achsenrichtung als der gedachte starre Spiegel.

Das erste Instrument dieser Art ist der 100-Meter-Spiegel in Effelsberg (Eifel, BRD). Bei einer maximalen Verformung von 76 mm bleibt die Abweichung vom bestangepaßten Paraboloid unter 3 m und damit die HWB unter 1,3', wenn man die Wellenlänge mit 3 cm ansetzt. Weitere Instrumente dieses Typs sind in Planung. Die zukünftigen Haupteinsatzgebiete der großen Parabolspiegel werden voraussichtlich bei den Molekullinien und in der VLB-Interferometrie (siehe Punkt 4.) liegen.

2. Skelettantennen

Wir verstehen darunter Antennensysteme, bei denen das Verformungsproblem dadurch umgangen wird, daß statt einer großen insgesamt beweglichen Aperturfläche kleine Ausschnitte daraus benutzt werden, die möglichst direkt mit der Erde verbunden sind. Ein typisches Beispiel ist das Ratan 600 in Selentschuk (SU). In einem Ring von 600 Meter Durchmesser sind etwa 900 einzelne Spiegelplatten von 2 Meter Breite und 6 Meter Höhe angeordnet, die jeweils in zwei Achsen geschwenkt und in radialer Richtung bewegten werden können. Sie reflektieren die Strahlung auf einen gemeinsamen Brennpunkt. Das Haupteinsatzgebiet dieses Instruments dürfte vor allem bei sehr kurzen Wellen liegen ($\lambda_{min} \approx 8$ mm).

Ebenfalls zu den Skelettantennen ist die Gruppe der Millsschen Instrumente zu zählen. Hier werden die

	ν in MHz	Auflösung	Konfiguration in km
Molonglo (Australien)	408	2',6	1,6 zylindrische Paraboloide
Clark Lake (USA)	15–30	27'–3'	1,8 / 1,8 240+480 log. per. Wendelantennen
UTR 2 (SU)	10–25	60'–25'	1,09 / 1,86 2040 Dipole
Culgoora (Australien)	80	3',5	○ 96 13m-Spiegel

Mills-Instrumente

Tabelle 1

[1] s. Abb. Titelseite im Heft 3/1974

am Ausgang zweier unabhängiger linearer Antennen (meist kreuz- oder T-förmig angeordnet) gemessenen und durch die einfallende Radiofrequenzstrahlung verursachten Spannungen miteinander multipliziert. Die Antennencharakteristik einer solchen Anordnung entspricht in erster Näherung einem großen Parabolspiegel.
Tabelle 1 gibt eine Übersicht der neuesten Instrumente dieser Art. (Beim Culgoora-Radioheliografen, einem Instrument das hauptsächlich für Sonnenbeobachtungen konzipiert ist, werden die auf einem Kreis angeordneten Einzelspiegel in verschiedene Phasenbeziehung zueinander gebracht und dann die Ausgangssignale multipliziert.) Der Hauptwert dieser Instrumentenklasse liegt, wie aus der Tabelle ersichtlich, bei relativ langen Wellen (dm-Bereich und darüber).

3. Apertursynthese

Die Apertursynthese ist eine Weiterentwicklung der Interferometrie. Im Prinzip kann die Wirkungsweise einer großen Antennenfläche vollwertig dadurch ersetzt werden, daß man die Fläche in Einzelelemente Fourier-Komponenten gemessen sind. Die Rücktransformation ergibt dann ein Bild der Quelle, bei dem das Verhältnis von Bildfelddurchmesser zu Auflösungsvermögen durch das Verhältnis von größtem Abstand der Antennen zu Durchmesser der Einzelantennen gegeben ist. Die Anzahl der benötigten Fourier-Komponenten wächst mit dem Quadrat dieses Verhältnisses.
Tabelle 2 enthält eine Übersicht über die wichtigsten neueren Instrumente dieses Typs (z. T. noch in Bau). Zusätzlich sei vermerkt: Mit dem Cambridge-1-mile-Instrument wurden die bekannten 5c-Durchmusterungen ausgeführt. Das Cambridge-5-km-Instrument ist hauptsächlich für astrometrische Zwecke ausgelegt und erreicht eine Positionsgenauigkeit von 0,3", wozu die Antennenposition auf 1 mm genau vermessen sein müssen. Das im Bau befindliche VLA (very large array) kann bereits als Instrument einer neuen Generation von Synthese-Teleskopen gelten. Die Apertursynthese-Instrumente stellen gegenwärtig wohl den am vielseitigsten verwendbaren Teleskoptyp dar, und dieser Trend dürfte sich in den nächsten Jahren noch verstärken.

	λ_{min}	Auflösung	Gesichtsfeld	Empfindlichkeit	Fourier-Komponenten gleichzeitig	Tage pro Vollsynthese	Antennen Zahl	Antennen Durchmesser	Konfiguration in m
Cambridge 1-mile	6 cm	6",5	30'	0,3 Jy	2	50	3	20 m	1600; 800' 800'
Westerhork	6 cm	6",8	11'	0,9mJy	20	4	12	25 m	1600; 144 300'
Cambridge 5 km	6 cm	2"	5'		16	8	8	13 m	5000; 1700'' 1200'
NRAO	3,7cm	2"	2'		2	8	3	26 m	2700; 100' 1200' 1400' pa 63°
Ooty	80 cm	20"	2"× 5'	7 Jy	36	1	36 1	5 m 530 × 30m	über 10×10 km verteilt
Fleurs	21 cm (Linie)	40"	1",5	70 Jy	64	1	2×32 2×2	5,8 m 13,8 m	360; 12' das gleiche in N–S
Hat Creek	2mm	1",3	1'		1	20	2	6 m	200; 300'
VLA	11cm (3cm)	1' 27" (0",3)	1",5 17'	0,1mJy 0,1 K	630	1	36	25m	21 km

Apertur Synthese Instrumente

Tabelle 2

auflöst und diese in allen möglichen Kombinationen zu Zwei-Element-Interferometern verbindet, d. h. ihre Ausgangsspannungen multipliziert. Dieses Verfahren entspricht mathematisch einer Fourier-Zerlegung. Die Gesamtheit der Ausgangssignale dieser Vielzahl von Elementar-Interferometer (nach Amplitude und Phase) ergibt die Fourier- Transformierte der zu beobachtenden Strahlungsverteilung am Himmel und die letztlich gesuchte Strahlungsverteilung selbst ist durch Fourier-Rücktransformation (auf einem Rechenautomaten) daraus zu gewinnen. Diese auf den ersten Blick umständlich erscheinende Methode hat den Vorteil, daß nicht alle der Komponenten gleichzeitig gemessen werden müssen. Es genügen bereits zwei Antennenelemente, die man nacheinander in alle erforderlichen Positionen zueinander (bezüglich Abstand und Richtung) bringt. Auch dabei läßt sich noch vieles einsparen, da durch die Erdrotation bereits der Abstand und die Richtung zweier fester Antennen bezüglich einer bestimmten Radioquelle geändert wird.
Ein Apertursynthese-Teleskop besteht typischerweise aus mehreren Einzelantennen, von denen ein Teil auf Schienen fahrbar ist. Eine bestimmte Radioquelle wird dann bei mehreren festen Positionen der fahrbaren Antennen jeweils von Aufgang bis Untergang beobachtet, so daß nach einigen Tagen alle benötigten

4. VLBI (very long baseline interferometry = Interferometrie mit sehr langer Basis)

Bei der klassischen Interferometrie und der Apertursynthese sind die Einzelantennen über Kabel (oder auch Funkstrecken) mit dem gemeinsamen Empfänger verbunden. Bei Basislängen über einige hundert Kilometer ist das nicht mehr möglich. Dafür wurde in den letzten Jahren eine Technik entwickelt, bei der die Ausgangssignale der Einzelantennen direkt auf Magnetband aufgezeichnet und später erst gemeinsam in einem Prozeßrechner verarbeitet werden. Voraussetzung dafür waren die Entwicklung der Magnetbandaufzeichnungstechnik (etwa in Verbindung mit der Entwicklung der Fernsehtechnik), die jetzt ein genügend breites Frequenzband aufzuzeichnen erlaubt, und die Verfügbarkeit von extrem stabilen Atom-Frequenznormalen, um die relative Phasenlage der Signale (also ihre Kohärenz) wenigstens über einige Minuten stabil halten zu können. Die erreichten Auflösungen um 10^{-6}" sind außerordentlich hoch. Zu den spektakulärsten Ergebnissen dieser Technik gehörte die Entdeckung der Expansion einiger Radioquellen mit sehr hoher Geschwindigkeit (die formal der mehrfachen Lichtgeschwindigkeit entspricht).
Ein Nachteil dieser Methode ist z. Z. noch, daß wegen des sehr großen Verhältnisses von Basislänge zu

Antennendurchmesser und wegen des Verlustes der Phaseninformation keine eigentliche Abbildung durch Rücktransformation möglich ist. Für die Zukunft stecken in dieser Beobachtungstechnik noch sehr große Möglichkeiten, deren Realisierung aus verschiedenen Gründen voraussichtlich nur langsam fortschreiten wird.

Anschrift des Verfassers:
Dr. G. M. RICHTER
1502 Potsdam-Babelsberg, Sternwarte

● **Ein Weiterbildungstag im Kreis Pirna**

In den Herbstferien fand auf Wunsch der Astronomielehrer ein Weiterbildungstag statt, der mit Unterstützung des Pädagogischen Kreiskabinetts vom Fachberater und der Fachkommission organisiert wurde. In einer Direktorenkonferenz wurde vom Kreisschulrat die Notwendigkeit dieser Maßnahme begründet und mit der Weisung an alle Direktoren verbunden, die Astronomielehrer dafür zu gewinnen. Von den 29 Astronomielehrern des Kreises nahmen 22 am Weiterbildungstag teil.

Die Veranstaltung hatte das Ziel, praktisch-methodische Hinweise zum Stoffkomplex „Das Planetensystem" zu geben, die im Unterricht verwertet werden können.

Kollege IHLOW, POS Zehista, berichtete darüber, wie Vorleistungen aus vorangegangenen Stunden und aus andern Fächern vom Astronomielehrer berücksichtigt werden können und wie er das langfristig sichert. Damit wurden Probleme der Reaktivierung in den Blickpunkt gerückt. Kollege MENSINGER, POS Papstdorf, sprach über die Übung und Festigung des erworbenen Wissens. Er gab auch Hinweise für Leistungskontrollen und Möglichkeiten für die Leistungsbewertung. Kollege Dr. BERNHARD sprach über philosophische Grundlagen des Stoffgebietes „Das Planetensystem" und zu einigen Aufgaben des Astronomieunterrichts.

Kollege ZACEK von der EOS Pirna zeigte Möglichkeiten der aktiven Einbeziehung der Schüler in die Erarbeitung neuen Stoffes. Er belegte seine Ausführungen mit Beispielen für Arbeitsblätter und konzentrierte seine Aussagen auf den Themenkomplex „Die Sonne". Anschließend fand die Diskussion in drei Gruppen statt. Kollege VIEHRIG, POS Reinhardtsdorf, erläuterte die Arbeit mit der drehbaren Sternkarte; Kollege KÜTTNER, Karl-Marx-Oberschule Pirna, sprach über Schülerbeobachtungen; Kollege ZACEK referierte über die Arbeit mit dem HRD. Erwartungsgemäß war das Thema „Durchführung und Organisation von Schülerbeobachtungen" am meisten gefragt. Alle Teilnehmer äußerten sich anerkennend über den erfolgreichen Weiterbildungstag, der auch durch den Direktor des Pädagogischen Kreiskabinettes, Oberlehrer STANELLE, positiv eingeschätzt wurde.

EVA-MARIA SCHOBER

● **Fachkonferenz für Astronomie in Greifswald**

Die Fachkonferenz Astronomie für die Stadt und den Kreis Greifswald stand unter dem Thema „Astronomie in der sozialistischen Schule – Erziehung und Bildung im Sinne der Arbeiterklasse".

Alle Astronomielehrer wurden rechtzeitig vom Kreisschulrat über die Direktoren eingeladen. Mehrere Kollegen erhielten durch den Fachberater den Auftrag, ihre Erfahrungen zu bestimmten Problemen darzulegen.

Der Kreisschulrat ging in seinem Referat u. a. auf die folgenden Fragen ein. Im Stadt- und Kreisgebiet Greifswald werden 36 Kollegen mit 52 zehnten Klassen durch den Fachberater betreut. Der Unterricht wird von zwei ausgebildeten Astronomielehrern, sieben Geographielehrern und siebzehn Mathematik- bzw. Physiklehrern erteilt. Fünf Kollegen haben im Sommer 1976 mit der externen Vorbereitung auf das Zusatzstaatsexamen Astronomie an der PH Güstrow begonnen. 75 Prozent der Kollegen sind länger als zehn Jahre im Lehrerberuf tätig und sammelten reiche Erfahrungen im Fach Astronomie. Der Wechsel der im Fach unterrichtenden Lehrer an den einzelnen Schulen hält sich trotz der starken Dynamik infolge der Entwicklung der Stadt in Grenzen. Alle Kollegen treffen sich regelmäßig im Kreisfachzirkel. Sie arbeiten dort an der fachlichen und methodisch-didaktischen Aufbereitung einzelner Stoffeinheiten. Außerdem werden Erfahrungen über die Arbeit mit der Zusatzliteratur, den Unterrichtsmitteln und über die Schülerbeobachtungen ausgetauscht. Ferner stehen Fragen der Zensierung, der Arbeitsgemeinschaften und der Abschlußprüfung zur Diskussion. Gemeinsame mehrtägige Arbeitsexkursionen zur Astronomischen Station in Rostock sind Höhepunkte der Weiterbildung. Einen breiten Raum nahm die Einschätzung des Wissens und Könnens der Schüler und der Ursachen für Fortschritte und Mängel ein. Die Kollegen verstehen es immer besser, den Lehrplan inhaltlich auszuschöpfen. Sie beachten und nutzen stets folgende Vorteile des Faches

- Die Schüler haben großes Interesse für Astronomie, insbesondere für Fragen der Raumfahrt, der Kosmogonie und für Beobachtungen
- Der Stoff ist überschaubar gegliedert und hat keine „Durststrecken"
- Die Schüler kennen Arbeits- und Beweismethoden und verfügen über einen breiten Begriffskatalog
- Die Schüler haben Verlangen nach einem niveauvollen Dialog, zeigen Freude am Entdecken und sind durch die ästhetische Ausrichtung des Unterrichts mit emotionalen Aspekten ansprechbar.

Zahlreiche Lehrer bleiben im Unterricht nicht bei der beschreibenden Methode stehen. Unter ihrer Führung kommen die Schüler zielorientiert zur Erfassung von Sachverhalten unter Einbeziehung von philosophischen Gedanken, moralischen Wertungen und ideologischen Entscheidungen. Im Prozeß dieser Arbeit formt sich die sozialistische Persönlichkeit und festigt sich das wissenschaftliche Weltbild des Schülers.

Wir übersehen nicht die Schwächen und Mängel in der Unterrichtsführung bei einigen Kollegen. Ihnen gilt unsere besondere Unterstützung, z. B. bei der Organisation und Durchführung der Beobachtungen, der effektiven Gestaltung des Unterrichts, der Motivation im Unterricht und der klugen Nutzung von Anschauungsmaterialien. Ohne kritische Auseinandersetzung mit der Stoffeinheit, ohne Problemstellung, ohne Planung der Erziehungsmomente bei nur formalem Übernehmen der Unterrichtshilfen kann die geistige Auseinandersetzung mit den Problemen bei den Schülern nicht in Gang kommen!

Die Diskussion befaßte sich u. a. mit folgenden Fragen: Fachübergreifende Aspekte des Astronomieunterrichts zur Physik, Selbstbau von Anschauungsmodellen zum Stoffgebiet „Orientierung am Sternhimmel", Sammeln und unterrichtliche Nutzung astronomischer Informationen, Arbeiten mit den Skalen am Telementer.

Der Fachberater legte für den nächsten Zeitraum folgende Arbeitsaufgaben dar:

- Unterstützung bei der Einbeziehung des Ideengehalts des IX. Parteitages der SED in den Astronomieunterricht
- Gewinnung der Astronomielehrer für den Kreisfachzirkel
- Planmäßige Hospitationen, Konsultationen mit den Teilnehmern zur Vorbereitung auf die Ablegung des Zusatzstaatsexamens
- Information der Kollegen über gute Unterrichtserfahrungen
- Verwirklichung der obligatorischen Beobachtungsabende mit hoher Qualität an allen Schulen des Kreises
- Auswertung der Erfahrungen über Tätigkeiten in den Arbeitsgemeinschaften Astronomie/Astronautik nach Rahmenprogramm
- Einrichtung von zwei weiteren Arbeitsgemeinschaften im Kreis
- Planmäßige Ausstattung der Schulen mit Unterrichtsmitteln.

Am Schluß der Beratung zeichnete der Kreisschulrat einige verdienstvolle Astronomielehrer mit Büchergutscheinen aus. In einer kleinen Ausstellung wurden Schülerprotokolle, Wandzeitungen, selbstgefertigte Modelle, Literatur, Applikationen und verbindliche Unterrichtsmittel gezeigt. Erfahrungsberichte über Größenvergleiche, über den Systemcharakter astronomischer Objekte, über grundlegende und wichtige Begriffe waren vom Pädagogischen Kreiskabinett ausgeliehen.

OTTO KIRCHNER

● **Drehscheibe als Ergänzungsarbeitsmittel zur drehbaren Sternkarte**

Seit Jahren ist an der Hans-Beimler-Oberschule in

Köditz eine Arbeitsgemeinschaft Astronomie nach Rahmenprogramm tätig. Vor einem Jahr wurde die Idee zur Entwicklung einer Drehscheibe für die Erläuterung des Horizont- und Äquatorsystems bzw. in Verbindung mit der Arbeit an der drehbaren Sternkarte geboren. Besonders den Schülern der Klasse 9 fiel es schwer, die mathematischen Zusammenhänge am Sternhimmel zu erkennen.
Die Verfasser stellten fest, daß das bestehende Wandkartenmaterial zwar die Koordinatensysteme darstellt, aber ihre Beziehung zueinander nicht genügend zum Ausdruck bringt. Mit der Drehscheibe ist zum Beispiel durch Einstellung des Breitengrades eines Beobachtungsortes die Gegenüberstellung von Höhe und Deklination und umgekehrt möglich.
In gemeinsamer Entwicklungstätigkeit entstanden die ersten Skizzen, die als Grundlage zum Bau von Pappmodellen der Drehscheibe verwandt wurden. Es entwickelte sich eine echte Gemeinschaftsarbeit zwischen Schülern, AG-Leiter und Astronomielehrer der Schule. Als wir die Erprobung erfolgreich abgeschlossen hatten, entschieden wir uns, dieses Modell für die Schul-MMM aus PVC-Hart unter Mitwirkung des Patenbetriebes herzustellen.
Die Drehscheibe besteht aus einer Grundplatte mit Höhenkreis. Im Zentrum des Höhenkreises ist drehbar die Scheibe mit den Werten für die Deklination gelagert. Die drehbare Scheibe enthält als Projektion den Himmelsäquator, den nördlichen und südlichen Wendekreis und damit den Bereich der Ekliptik.
Das Foto zeigt die Drehscheibe in Übereinstimmung von Äquator- und Horizontsystem (gültig für die beiden Pole der Erde).
Die Drehscheibe erlaubt eine Vielzahl von Ablesungen. Zur Gegenüberstellung von Horizont- und Äquatorsystem erfolgt folgende Einstellung:
Der Breitengrad des jeweiligen Beobachtungsortes wird auf der drehbaren Scheibe aufgesucht und durch Drehung mit der Höhe $h = 90°$ (Zenit) in Übereinstimmung gebracht.
Es ergeben sich folgende Ablesemöglichkeiten:
- Höhe des Polarsterns
- Sichtbarkeit des südlichen Sternhimmels
- Kulminationshöhe der Sonne im Frühlings- und Herbstpunkt und zur Sommer- und Wintersonnenwende, entsprechendes gilt für untere Kulminationen
- Höhe des Himmelsäquators
- Polartag und Polarnacht für entsprechende Breitenkreise

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit besteht in der Umsetzung der Planeten- und Sternkoordinaten von der Deklination zur Höhe und umgekehrt. Die Drehscheibe trägt wesentlich zur Vertiefung der Vorstellungen am gestirnten Himmel bei. Sie ermöglicht, die im Lehrplan geforderte Orientierung und Beobachtung am gestirnten Himmel besser zu erlernen. Ein Klassensatz von Pappmodellen sollte bei der Anwendung griffbereit sein. Drei ausgewählte Beispiele zeigen Anwendungsmöglichkeiten der Drehscheibe (Beispiel 1 und 2 in Arbeitsgemeinschaften, Beispiel 3 im Astronomieunterricht: Unterrichtseinheit 1.2.2. des Lehrplans).

1. Beispiel
Das bekannteste Sternbild des südlichen Himmels ist das Kreuz des Südens. Wer kann es von der nördlichen Halbkugel aus sehen? Das Sternbild hat eine Deklination von $-60°$.
Wir drehen die Drehscheibe so, daß die Deklination von $-60°$ am Horizont erscheint (also im Süden auf 0 des Horizontsystems). Das ergibt eine geographische Breite des Beobachters von $+30°$. Da eine direkte Beobachtung am Horizont nicht möglich ist (wir setzen voraus, daß eine Beobachtung erst 10° über dem Horizont möglich ist), drehen wir die Scheibe weiter, daß $-60°$ eine Höhe von 10° haben. Das ergibt eine geographische Breite des Beobachters von $+20°$ (auf diesem Breitenkreis befindet sich Hanoi in Vietnam). Das Kreuz des Südens ist also 10° über dem Horizont zu sehen. Je weiter wir nach Süden kommen, desto besser (also höher über dem Horizont) ist das Sternbild zu sehen. Es kann auch abgelesen werden, wie hoch zur Sommersonnenwende in Hanoi die Sonne steht, nämlich im Zenit. Im Winter erreicht sie noch die Höhe von 50°.

2. Beispiel
Dieses Beispiel soll über Polarnacht und Mitternachtssonne Auskunft geben.
Es ist bekannt, daß in nördlichen Breiten im Winter die Sonne nicht über den Horizont kommt (Polarnacht) und im Sommer nicht untergeht (Mitternachtssonne). Zum Zeitpunkt der Wintersonnenwende erreicht die Sonne den südlichen Wendekreis. Man stellt die Drehscheibe so, daß der südliche Wendekreis im Süden auf 0 (also am Horizont) steht. Im Zenit ist die geographische Breite von 66,7°, also der Polarkreis. Hier beginnt die Polarnacht und je nördlicher, desto länger dauert sie. Zur Sommersonnenwende (nördlicher Wendekreis) erreicht die Sonne im Norden gerade den Horizont. Je nördlicher, desto länger dauert die Mitternachtssonne.

3. Beispiel
Das dritte Beispiel soll die Einstellung auf unseren Breiten zeigen.
Berlin hat eine geographische Breite von $+52\frac{1}{4}°$. Wir stellen die Drehscheibe so, daß $+52\frac{1}{4}°$ im Zenit sind. Jetzt kann folgendes abgelesen werden: Zum Frühlings- und Herbstpunkt erreicht die Sonne eine Höhe von 37,5° über dem Horizont, im Sommer eine Höhe von rund 60°, im Winter jedoch nur von knapp 15°. Ferner kann abgelesen werden, daß der Polarstern im Norden eine Höhe von etwas über 50° erreicht und daß Sterne mit Deklination $> 40°$ am nördlichen Sternhimmel Zirkumpolarsterne sind.

PALM/KÖNIG

● Daten aus dem Sternenlicht
Neu im schulastronomischen Veranstaltungsangebot der Archenhold-Sternwarte ist seit Ende Oktober 1979 ein Experimentalvortrag zum o. g. Thema. Unterstützt durch zahlreiche Demonstrationen, Farblichtbilder und 16-mm- sowie 35-mm-Colorfilme werden im Verlaufe einer Stunde die wichtigsten Arbeitsmethoden der Astrophysik anschaulich dargelegt. Die in drei Abschnitte gegliederten Ausführungen (Bestimmung der Richtung, der Quantität und der Qualität des Sternenlichts) sind zu Beginn des Schuljahres stärker auf eine Motivierung des Unterrichtsfaches Astronomie orientiert, während detailliertere Wiederholungsveranstaltungen in den Monaten März bis Mai mehr einen unterrichtsergänzenden Charakter Rechnung tragen.
Bisher nur auf Berliner Astronomieklassen beschränkt, werden infolge des Angebots von maximal

320 Plätzen je Veranstaltung ab sofort auch Anmeldungen auswärtiger Interessentengruppen angenommen.

KLAUS FRIEDRICH

● **Leseranfrage**

Kollegin LUISE GRÄFE, Fachberater im Stadtgebiet Dresden-Ost, fragt: „Im Zusammenhang mit der Erörterung des methodologischen Vorgehens der sogenannten ‚Bjurakaner Richtung' im Beitrag WAHSNER Heft 5/76 wird dargelegt, daß diese Methode deshalb von großem heuristischen Wert ist, weil sie nicht nur bekannte, sondern auch unbekannte Erscheinungen voraussagen will, die bisher aus keiner Hypothese, Theorie oder einem Modell hervorgingen. Wird von der ‚orthodoxen Richtung' dieses Prinzip nicht angewandt?" Antwort von Dr. RENATE WAHSNER: „Es kennzeichnet eine jede Theorie, daß sie nicht nur Bekanntes erklärt, sondern auch bislang Unbekanntes voraussagt. Kann sie das nicht, dann hat sie keine Naturgesetze erfaßt, ist also keine Theorie über wirkliche Naturprozesse. Die Besonderheit der sogenannten ‚Bjurakaner Richtung' gegenüber der ‚orthodoxen Richtung' besteht darin, daß sie bestrebt ist, Hypothesen aufzustellen, auf deren Grundlage Erscheinungen vorausgesagt werden können, die auf der Grundlage der ‚orthodoxen' Theorie nicht vorausgabar sind, solche Aussagen zu machen, die aus keiner anderen Theorie oder Hypothese folgen. (Genauer müßte man sagen: die aus keiner anderen bestehenden Theorie folgen, denn alle möglichen Theorien kann man niemals ausarbeiten und prüfen.) Als Beispiel führt AMBARZUMJAN die Radioausbrüche einer Galaxie an. Aus seiner Expansionshypothese sei – so meint er – im voraus ableitbar gewesen, daß diese Radioausbrüche Resultat eines gigantischen Ausbruchs im Kern der Galaxis sind. Er schreibt: ‚Heute bestehen kaum noch Zweifel, daß die Radioausbrüche einer Galaxie das Resultat eines gigantischen Ausbruchs in ihrem Kern sind. Die Vorstellung über Ausbrüche in Galaxien traf anfangs auf gewaltigen Widerstand von seiten der Astronomen, die weiterhin daran festhielten, daß die kosmische Entwicklung vor allem durch die Kondensation diffuser Materie bestimmt wird. Als Gegenvorschlag zu den Ausbruchstheorien stellten sie ... eine Hypothese zur Diskussion. Danach sollten Galaxienzusammenstöße die Ursache der Radioausbrüche sein. Es waren fast zehn Jahre erforderlich, ehe diese unbegründete und unproduktive Hypothese ihren wissenschaftlichen Kredit verlor' (s. V. A. AMBARZUMJAN: Nichtstationäre Objekte im Weltall. In: Wissenschaft und Fortschritt 26 (1976) 1, S. 36). Der Disput der sogenannten zwei Richtungen geht unter methologischem Gesichtspunkt darum: Ist eine Theorie dann gut, wenn bestimmte Erscheinungen **auch** aus ihr ableitbar sind oder soll eine Theorie so gebaut werden, daß bestimmte signifikante Erscheinungen **nur** aus ihr ableitbar sind? Mir scheint der zweite Weg heuristisch wertvoller zu sein. Damit ist jedoch noch keine Entscheidung zwischen Expansions- und Kontraktionshypothese getroffen."

● **Blick auf den Büchermarkt**

Das „Börsenblatt für den Deutschen Buchhandel", Sondernummer Herbst 1976, weist über den Rahmen der in „Astronomie in der Schule", Heft 3/1976, S. 69 f. bereits genannten Titel folgende für den Astronomielehrer wesentliche Neuerscheinungen aus:

1. S. WOLLGAST/S. MARX: **Johannes Kepler.** Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin. Etwa 100 S., 62 Fotos, 7 Zeichnungen; Preis 6,80 M; Best.-Nr. 653 359 0. Leben und Werk Keplers werden in dieser Biographie aus seiner Zeit heraus interpretiert. Mit der Entdeckung der Gesetze der Planetenbewegung hatte er der von Copernicus eingeleiteten Revolutionierung des Weltbildes eine neue Qualität verliehen. Neben den Leistungen Keplers auf astronomischem Gebiet erfahren in diesem Buch auch seine Arbeiten zur Optik, Mathematik und Kristallographie eine wissenschaftliche und weltanschauliche Würdigung.
2. J. DORSCHNER: **Planeten – Geschwister der Erde.** Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin (Taschenbuchreihe akzent). Etwa 128 S., 60 farbige Zeichnungen; Preis 4,50 M; Best.-Nr. 653 499 3. Erscheint voraussichtlich im 2. Quartal 1977.
   Es geht dem Autor in diesem Taschenbuch um die Sichtung des Faktenmaterials über die Beschaffenheit und den Ursprung der Planeten als einer Klasse von Objekten. In diesem Sinne gibt er einen Einblick in das Anliegen und die Ergebnisse der Planetenforschung.

MANFRED SCHUKOWSKI

ZEITSCHRIFTENSCHAU

DIE STERNE

TH. SCHMIDT-KALER: **Röntgen-Astronomie – ein Überblick (II).** 52 (1976) 4, 193–217. Methoden und Ergebnisse der Röntgen-Astronomie. – P. KUNITZSCH: **Naturwissenschaft und Philologie: Die arabischen Elemente in der Nomenklatur und Terminologie der Himmelskunde.** 52 (1976) 4, 218–227. – K. FRIEDRICH: **Zwei Demonstrationsmodelle zur Veranschaulichung astrophysikalischer Sachverhalte.** 52 (1976) 4, 239–240. Autor stellt vor und empfiehlt zum Nachbau a) Versuchsanordnung zur Entstehung eines Spektrums, b) Demonstrationsmodell zur Entstehung des Lichtwechsels bedeckungsveränderlicher Sterne vom Typ Algol. – A. ZENKERT: **Die Nutzung des Kleinplanetariums für die Schüler der Unterstufe.** 52 (1976) 4, 241–242.

ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT

D. B. HERRMANN/E. ROTHENBURG: **Auf den Spuren antiker Astronomen (III).** 1976, 5, 129–133 (vergl. Zeitschriftenschau in „Astronomie in der Schule" 13 [1976] 5 und 6). – I. S. SCHKLOWSKI: **Das Problem der außerirdischen Zivilisationen und seine philosophischen Aspekte (II).** 1976, 5, 133–137 (Nachdruck aus „Sowjetwissenschaft – gesellschaftswiss. Beiträge", Heft 7/1973). – P. AHNERT: **Fehlerquellen, Fehlerbestimmung und Fehlervermeidung.** 1976, 5, 137–141. Ratschläge an Beobachter zur Verringerung individueller Fehler. – H. D. NAUMANN: **Die Entwicklung der sowjetischen Nachrichtensatelliten.** 1976, 5, 141–144. – H. GLOMBIK: **Durchführung und Auswertung von Sonnenbeobachtungen.** 1976, 5, 144–152. Es ist das Anliegen dieses Beitrages, vor allem jungen Beobachtern Anregungen und Hinweise zu geben. – B. ZILL: **Fotografische Himmelsaufnahmen mit der Kleinbildkamera.** 1976, 5, 154–155. Anregungen zur Nutzung nicht nachgeführter Kameras. – A. WINZER: **Gradanzeigegerät für azimutal montierte Fernrohre.** 1976, 5, 156–158. Eine Selbstbauanleitung.

KALENDER FÜR STERNFREUNDE

Der Textteil des „Kalenders" für 1977 enthält folgende Beiträge: **Neuere astronomische Arbeiten und Entdeckungen:** 1. *Die Sonnentätigkeit 1975* (123). 2. *Keine Gravitationsanomalien auf der Rückseite des Mondes* (123). 3. *Die Erosopposition 1975, Lichtwechsel und Bedeckung von κ Geminorum* (124). 4. *Strahlungsgefahr in Jupiternähe* (125). 5. *Der III. Jupitermond Ganymed* (126). 6. *Der XIV. Jupitermond entdeckt?* (126). 7. *Die Namen der Jupitermonde* (127). 8. *Messungen der Durchmesser von Saturnmonden* (127). 9. *Die Bahn der Durchmesser von μ Geminorum* (134). 14. *Auflösung Nereide und die Masse des Neptun* (128). 10. *Kometen 1975* (129). 11. *Nova Cygni (1975)* (131). 12. *Nachweis einer Korona um den Riesenstern Pollux* (133). 13. *eines spektroskopischen Doppelsterns* (135). 15. *Entfernungen planetarischer Nebel* (136). 17. *Die Galaxiengruppe um M 101* (137). 18. *Interstellares Gas in elliptischen Galaxien* (138). 19. *Die entfernteste Galaxie* (139). – **Die wichtigsten Raumfahrtunternehmungen 1975** (140–144). – **Der zweite Erkundungsflug zum Jupiter** (145–148). – L. KÜHN: **Die Atmosphären von**

Venus und Mars (148–161). – **Infrarotstrahlung und Temperaturen der Hauptreihensterne der Spektralklassen M** (161–163). – J. GÜRTLER: **Moleküle im interstellaren Raum** (164–174). – **Anregungen für Liebhaber** (174–176). – **Der Halleysche Komet, seine Vergangenheit und seine nächste Wiederkehr** 1985/86 (176–180).

PRESSE DER SOWJETUNION

B. KONOWALOW: **Gemeinsame Weltraumforschung sozialistischer Länder.** 1976, 35, 38–39; aus „Iswestija" v. 17. 6. 1976. – A. POKROWSKI: **Interkosmos 16 erforscht die Sonne.** 1976, 36, 35; aus „Prawda" v. 28. 7. 1976. – W. GOLOWATSCHEW: **Schwerelosigkeit und kosmische Biologie.** 1976, 37, 37–38; aus „Trud" v. 20. 7. 1976. Experimente an Bord von Salut 5. – B. KONOWALOW: **Glänzende Bewährung der Mondbohranlage.** 1976, 37, 39–40; aus „Iswestija" v. 20. 8. 1976. – W. AWDUJEWSKI: **Experimente zur Entwicklung der Weltraumtechnologie.** 1976, 38, 37–38; aus „Prawda" v. 13. 8. 1976. – W. GUBAREW: **Die Analyse des Mondgesteins von Luna 24.** 1976, 38, 39; aus „Prawda" v. 23. 8. 1976. – J. SAIZEW: **Die Multispektralkamera MKF 6 – ein Gemeinschaftswerk der UdSSR** und der **DDR.** 1976, 39, 4–5. – J. KOWALJEW/W. PETROW/W. SAKOWITSCH: **Methoden zum Schutz der Kosmonauten vor Strahlungen.** 1976, 39, 35–36; aus „Trud" v. 12. 8. 1976. – W. GUBARJEW: **MKF 6 bestand alle Flugexamen.** 1976, 40, 6–7; aus „Prawda" v. 15. 9. 1976. – B. KONOWALOW: **Biologische Experimente in Sojus 22.** 1976, 40, 8; aus „Iswestija" v. 21. 9. 1976. – S. GRISCHIN/L. PIMENOW: **Der Weg zu Fabriken im Weltraum ist geebnet.** 1976, 40, 38–39; aus „Iswestija" v. 12. 8. 1976. Zum Problem der Produktion neuer Werkstoffe im Weltraum. – S. CHABOROW: **Das Phänomen „Lichtblitz" im Blickpunkt der Kosmonauten.** 1976, 41, 6; aus „Komsomolskaja Prawda" v. 22. 9. 1976. – W. JASDOWSKI/G. RUSSAKOWA: **Weltraumflug und Pflanzenbau der Zukunft.** 1976, 42, 33–35; aus „Sel'skaja Nowa" 4/76. – R. SAGDEJEW: **Methoden und Probleme der kosmischen Fernerkundung.** 1976, 42, 36–38; aus „Prawda" v. 18. 9. 1976. – J. KOLSNIKOW: **Praktische Ergebnisse der Weltraumgeologen.** 1976, 43, 34–37; aus „Snamije Sila" 8/76. Über die Bedeutung kosmischer Erdaufnahmen für die Geowissenschaften. – K. MÜLLER/J. SIMAN: **Ein Raumflug der Freundschaft.** 1976, 44, 5–6; aus „Iswestija" v. 30. 9. 1976. Zu den Aufgaben des Fluges von Sojus 22.

SPEKTRUM

H. HOFFMANN: **Interkosmos – Schule der Kooperation und Integration.** 7 (1976) 10, 2–8. Ein außerordentlich instruktives Interview mit Akademiemitglied Claus Grote. – H.-J. FISCHER/R. JOACHIM: **MFK 6 – Ergebnis fruchtbarer Zusammenarbeit.** 7 (1976) 11, 2–3. Ein „Spektrum"-Interview.

WISSENSCHAFTLICHE ZEITSCHRIFT DER TU DRESDEN

H. STILLER: **Ergebnisse und Probleme bei der Erforschung des Erdkörpers.** 25 (1975) 3/4, 753–757. Autor behandelt die Thematik aus der Sicht vergleichender Betrachtungen zu den entsprechenden Verhältnissen der anderen Planeten unseres Sonnensystems. – H.-G. SCHÖPF: **Laudatio anläßlich der Ehrenpromotion von Herrn Professor Dr. rer. nat. habil. Hans-Jürgen Treder.** 25 (1976) 4, 753–756. Würdigung der wissenschaftlichen Leistungen des Direktors des Zentralinstituts für Astrophysik der AdW. – H.-J. TREDER: **Inertialsystem und Gravitationstheorie.** 25 (1976) 4, 900–904. – D. BÖHME: **Die Beobachtung von Sternbedeckungen durch den Mond und ihre Verwendung zur absoluten Orts- und Zeitbestimmung.** 25 (1976) 4, 940–943. – H.-J. FELBER: **Die gesetzlichen Grundlagen unseres Kalenders.** 25 (1976) 4, 954–955.

MANFRED SCHUKOWSKI

REZENSIONen

C. F. GAUSZ: **Mathematisches Tagebuch 1796–1814;** Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Band 256; Akademische Verlagsgesellschaft Geest u. Portig K.-G. Leipzig 1976; 95 S., 20 Abbildungen; 12,– M.

CARL FRIEDRICH GAUSZ, dessen Geburtstag sich in diesem Jahr zum zweihundertsten Male jährt, wird auch heute noch als der unumstrittene „Fürst der Mathematik" verehrt. GAUSZ wirkte jedoch nicht nur auf dem Gebiet der Mathematik wegweisend, sondern in gleicher Weise in einer Vielzahl angrenzender Wissenschaften. Insbesondere hatten ihn seine aufsehenerregenden Leistungen in der Astronomie zu Anfang des 19. Jahrhunderts außerhalb seines eigentlichen Fachbereiches bekanntgemacht. Der jüngste Band der Reihe „Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften" ist dem Schaffen dieses großen Wissenschaftlers gewidmet und stellt sein „Mathematisches Tagebuch 1796–1814" vor. Wenn es auch keinen direkten Bezug auf seine astronomischen Arbeiten nimmt, so können diese Notizen von GAUSZ durchaus auch dem Astronomielehrer zum Studium empfohlen werden, da es das Tagebuch erlaubt, sich einmal „im Inneren des Gehirnstübchens" einer der größten Persönlichkeiten der Geschichte der Naturwissenschaften umzusehen. Hierin liegt der besondere Reiz dieses Bändchens. Im Gegensatz zu den Originalarbeiten gestattet es nämlich, jene Wege näher kennenzulernen, auf denen GAUSZ zu seinen bedeutenden Resultaten gekommen ist. Es lassen sich so die damals zu bewältigenden Schwierigkeiten erkennen, wobei zugleich wichtige Seiten und Merkmale erfolgreichen Forschens aufgedeckt werden. Eine historische Einführung von Professor BIEMANN rundet das Buch in vorteilhafter Weise ab. Der Leser erfährt hier einiges über die Bedeutung des Tagebuchs für die Geschichte der Mathematik sowie interessante Details aus dem Leben des größten Mathematikers der Neuzeit.

DIETER HOFFMANN

ALEXANDER A. KOKOREW: **Mit dem Sputnik begann es . . .** Verlag Neues Leben, Berlin 1976, 223 Seiten, Preis 4,– M.

Der 28. Band in der Reihe „konkret" gibt dem Astronomielehrer ein Material in die Hand, das ihm gestattet, Probleme der Raumfahrt in Abhängigkeit von der Gesellschaftsordnung besser zu verstehen. In den sieben Kapiteln werden nicht nur zahlreiche Fakten aus der Zeit zwischen 1957 und 1975 z. T. recht übersichtlich zusammengestellt, sondern es wird besonders auf die politischen Hintergründe eingegangen, die die USA zu den einzelnen Etappen des Raumfluges veranlaßten.

Aus dem Inhalt:

- Psychose in den USA nach dem Start von Sputnik 1; „Die Russen haben das Gleichgewicht der Kräfte zerstört." Katastrophale Kursstürze an den Börsen.
- Wie begann es in den USA? Operation „Paperclip" – Werner v. Braun kommt 1945 mit 492 deutschen Raketenspezialisten in die USA, mit ihnen mehrere Tonnen technischer Dokumentationen und 300 Güterwagen mit Teilen der V 2 aus der Fabrikationsstätte Nordhausen im Harz.
- Friedliche Nutzung des Weltraums auf Initiative der USA? Welche Weltraumverträge gibt es? Wie kam es dazu?
- Wettlauf im Weltraum?
- Was kostet Prestige? Eine Abhandlung und Wertung des gesamten Apollo-Programms. Spuren auf dem Mond – 25 Milliarden Dollar. Als die Astronauten von Apollo 11 zum Startplatz gingen, standen plötzlich die Teilnehmer des „Marsches der Armen" vor ihnen – eine unliebsame Begegnung.
- Mensch oder Automat? Diplomatie mit Mondgestein?
- Wo beginnt eigentlich der Weltraum?
- Satelliten im juristischen Vakuum? Evolution der Anschauungen. Hintergründe des Bildungsfernsehens.
- Zusammenarbeit oder Expansion?

Die letzten drei Kapitel: „Die Weltraumfahrt in den siebziger Jahren", „Die Weltraumodyssee Sojus-Apollo", „Einiges aus der sowjetischen Weltraumchronik" stellen Zusammenfassungen dar. Wenn sich auch manche Details in den einzelnen Kapiteln wiederholen oder anfangs etwas breit dargestellt werden, so ist diese Schrift eine Fundgrube für Astronomielehrer und Schüler.

LUISE GRÄFE

WIR BEOBACHTEN

Die Sternbilder Zwillinge (lat. Gemini) und Krebs (lat. Cáncer) stehen bei Eintritt der Dunkelheit hoch im Süden bzw. im Südosten. Beide Sternbilder gehören zum Tierkreis. Bei ihrer scheinbaren jährlichen Bewegung in der Ekliptik durchwandert die Sonne das Sternbild Zwillinge von der zweiten Junihälfte bis zur zweiten Julihälfte, während sie sich dann bis in die ersten Augusttage hinein im Sternbild Krebs aufhält. Der Stern Beta Geminorum (Pollux) ist Bestandteil des sogenannten „Wintersechsecks" (Beobachtungsaufgabe A 6 im Lehrbuch Astronomie, Klasse 10). Beide Sternbilder bieten sehr gute Beobachtungsobjekte für unser Schulfernrohr „Telementor".

Zwillinge

Mit Hilfe der drehbaren Sternkarte nehmen wir zunächst eine grobe Orientierung vor und suchen das Sternbild auf, das durch die beiden auffälligen Sterne Alpha (Castor) und Beta (Pollux) leicht erkennbar ist. Beide Sterne sind nur rund viereinhalb Grad voneinander entfernt und besitzen mit $1^{m}6$ und $1^{m}1$ nahezu gleiche scheinbare Helligkeiten. Castor besitzt bei einer Entfernung von 44 Lichtjahren die 22fache Sonnenleuchtkraft und hat eine Oberflächentemperatur von etwa 10 600 K. Er gehört der Spektralklasse A 1 und der Leuchtkraftklasse V an.

Pollux ist rund 32 Lichtjahre von uns entfernt. Mit einem Durchmesser, welcher rund 14mal größer ist als der unserer Sonne und der Spektralklasse K 0 gehört er zu den Roten Riesen. Seine Leuchtkraft übertrifft die unserer Sonne etwa 24mal, die Oberflächentemperatur beträgt rund 4 900 K. In diesem Sternbild können wir mit dem Schulfernrohr zwei Doppelsterne, Ypsilon und Zeta, beobachten. Die Komponenten von Ypsilon Geminorum haben scheinbare Helligkeiten von $4^{m}1$ bzw. $8^{m}0$ und eine Distanz von 113 Bogensekunden. Ihre Entfernung von uns beträgt rund 250 Lichtjahre. Zeta Geminorum ist ein veränderlicher Stern dessen Helligkeit zwischen einer Amplitude $3^{m}7$ und $4^{m}1$ schwankt, bei einer Periode von 10,2 Tagen. Er gehört den Cepheiden. Der helle Begleiter mit $7^{m}0$ ist in 94 Bogensekunden Distanz zu finden. Der offene Sternhaufen M 35 (NGC 2168) bietet bei der Beobachtung im Feldstecher und im Schulfernrohr (Okular $f = 25$ mm, wenn vorhanden Okular $f = 40$ mm verwenden!) einen prachtvollen Anblick. Die scheinbare Gesamthelligkeit beträgt $5^{m}3$, der scheinbare Durchmesser 30 Bogenminuten. Der Sternhaufen enthält etwa 120 Sterne in den scheinbaren Helligkeiten 8^{m} bis 12^{m}. Der wahre Durchmesser dürfte bei rund 31 Lichtjahren liegen, während der Abstand zu uns nach neueren Angaben 2 850 Lichtjahre beträgt.

Krebs

Das Sternbild Krebs besteht durchweg aus lichtschwachen Sternen und ist deshalb am Himmel wenig auffällig. Hier ist zur ersten Orientierung unbedingt die drehbare Sternkarte zu empfehlen. Der Stern Alpha Cancri hat eine scheinbare Helligkeit von nur $4^{m}3$ und ist rund 100 Lichtjahre von uns entfernt. Der 218 Lichtjahre entfernte Stern Beta ist dagegen mit einer scheinbaren Helligkeit von $3^{m}8$ etwas heller als Alpha. In dessen Sternbild finden wir mit M 44 (NGC 2632) einen der bekanntesten und schon mit bloßem Auge als verwaschenen Fleck erkennbaren offenen Sternhaufen, der bereits in den Sternkatalogen von Ptolemäus, Ulugh Begh und Tycho Brahe verzeichnet ist. Im Jahre 1609 wurde der Haufen von Galilei erstmals mit einem Fernrohr beobachtet.

M 44, der auch unter der Bezeichnung Praesepe oder Krippe bekannt ist, enthält 500 Einzelsterne der scheinbaren Helligkeit 6^{m} bis 17^{m}; er ist von uns rund 525 Lichtjahre entfernt. Der scheinbare Durchmesser am Himmel beträgt 70 Bogenminuten. Deshalb eignet sich für die Beobachtung am besten ein Feldstecher. Selbst bei der Verwendung eines Okulars $f = 40$ mm an unserem Schulfernrohr ist das Sehfeld noch so klein, daß wir nur Teile des Haufens beobachten können. Die scheinbare Gesamthelligkeit von M 44 liegt bei $3^{m}7$.

Trotz der scheinbaren Gesamthelligkeit von $6^{m}3$ schon etwas schwierig zu beobachten ist der offene Sternhaufen M 67 (NGC 2682). Der scheinbare Durchmesser am Himmel beträgt 27 Bogenminuten, während der wahre Durchmesser mit 12 Lichtjahren angegeben wird. Der 2700 Lichtjahre von uns entfernte Sternhaufen besteht aus etwa 500 Sternen bis zur scheinbaren Helligkeit von 16^{m}.

M 67 ist in einer mit einem großen Instrument gewonnenen Aufnahme auf unsrer 4. Umschlagseite wiedergegeben.

Die Beobachtungskarte auf der 3. Umschlagseite dient zur feineren Orientierung am Fernrohr. Allerdings muß beachtet werden, daß sie bei der Beobachtung mit dem „Telementor" oder einem andern astronomischen Fernrohr wegen der bildumkehrenden Wirkung um 180 Grad gedreht werden muß. In die Karte sind die Sehfelddurchmesser des Schulfernrohres bei der Verwendung der Standardokulare $f = 25$ mm und $f = 16$ mm eingezeichnet.

HANS JOACHIM NITSCHMANN

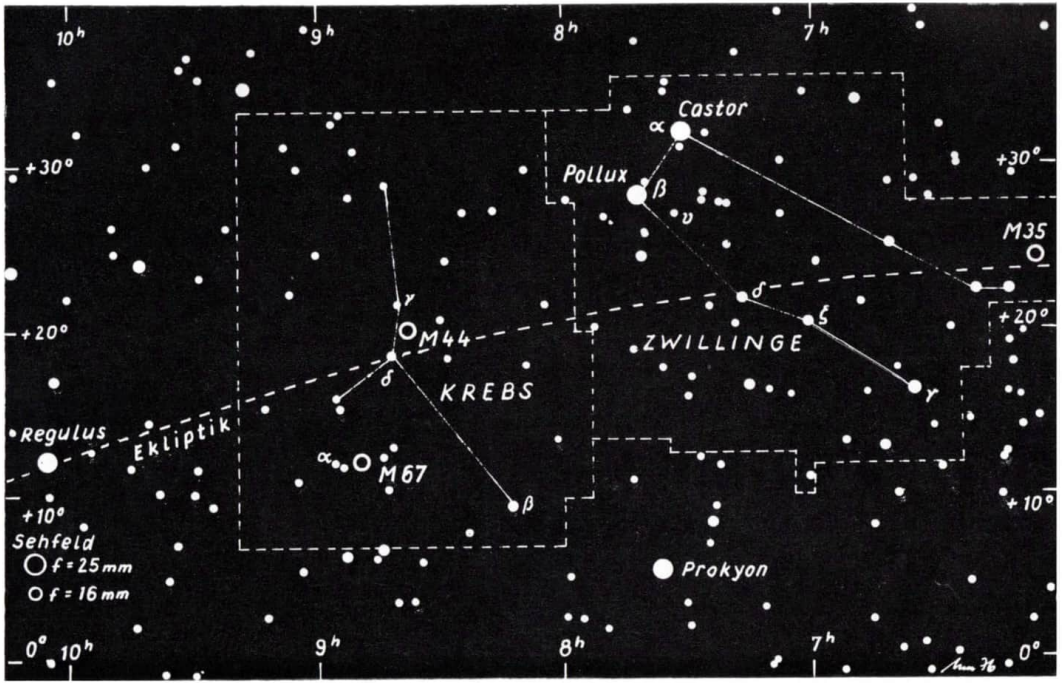
UNSERE BILDER

Titelseite – Ausstellung zum Astronomieunterricht im „Kabinett der guten Erfahrungen" des Kreises Schwarzenberg. Hier werden fachliche und methodische Arbeiten der besten Lehrer sowie vorbildliche Schülerarbeiten im ständigen Wechsel für die einzelnen Fächer vorgestellt.
Aufnahme: H. HOLZENDORF, Schwarzenberg

2. Umschlagseite – Aufnahmen der Venusoberfläche. Die hellen Segmente in beiden Aufnahmen sind Teile des Landeapparates. In der Aufnahme der Venusoberfläche vom Standort des Landeapparates der Sonde „Venus 10" ist in der Bildmitte der aus fünf Abschnitten bestehende abgeworfene Schutzmantel des Telephotometers zu erkennen, während der Pfeil den auf dem Venusboden liegenden Dichtemesser kennzeichnet. Auf beiden Bildern sind Steine unterschiedlicher Größe zu erkennen. Die senkrechten Streifen in den unkorrigierten Bildern gehören zur Informationsübertragung über die Arbeit der wissenschaftlichen Geräte. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Neues über die Venus" auf Seite 5.
Aufnahmen: TASS-APN

3. Umschlagseite – Beobachtungskarte zum Beitrag „Wir beobachten". In die Karte sind die Sehfelddurchmesser bei Verwendung der Okulare $f = 25$ mm und $f = 16$ mm (Schulfernrohr Telementor) eingetragen.
Zeichnung: H. J. NITSCHMANN, Bautzen

4. Umschlagseite – Der offene Sternhaufen M 67. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Wir beobachten" auf Seite 24.


10h
9h
8h
7h
+30°
+20°
+10°
0°
Castor
α
Pollux
β
υ
M35
δ
ξ
γ
ZWILLINGE
γ
M44
δ
KREBS
Regulus
Ekliptik
α
M67
β
Prokyon
Sehfeld
f = 25 mm
f = 16 mm

Hanke Gerhard
Frankenheim

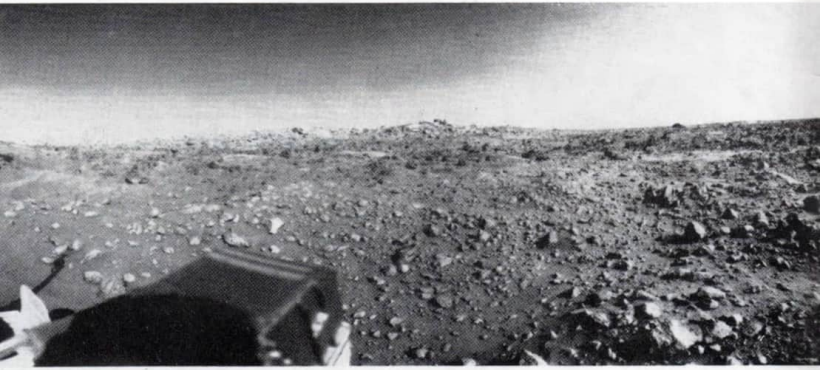
Astronomie

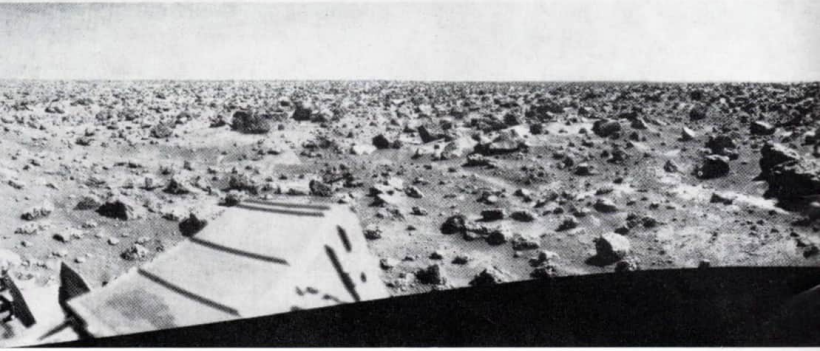
in der Schule

2
1977

INDEX 31 053
PREIS 0,60 M

VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN





Astronomie
in der Schule
Zeitschrift für die Hand des Astronomielehrers

Herausgeber:
Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag Berlin, 108 Berlin 8, Lindenstraße 54 a, Telefon 2 04 30, Postscheckkonto: Berlin 1326 26

—

Erscheinungsweise:
zweimonatlich, Preis des Einzelheftes 0,60 Mark; im Abonnement zweimonatlich (1 Heft) 0,60 Mark. Außenhandelspreise sind aus den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes zu entnehmen.

—

Redaktionskollegium:
Studienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Dipl.-Lehrer Hans Joachim Nitschmann (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Heinz Albert, Dr. phil. Fritz Gehlhar, Dr. rer. nat. Dieter B. Herrmann, Dr. phil. Karl Kellner, Dr. paed. Klaus Lindner, Prof. Dr. paed. Oskar Mader, Dr. phil. Siegfried Michalk, Annelore Muster (Sekretär), Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Eberhard-Heinz Schmidt, Eva-Maria Schober, Oberstudienrat Dr. paed. Manfred Schukowski, Doz. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert, Oberlehrer Joachim Stier, Dr. phil. Renate Wahsner, Doz. Dr. rer. nat. habil. Helmut Zimmermann; Drahomira Günther, Ruth Reichel (redaktionelle Mitarbeiter)

—

Anschrift der Redaktion:
86 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8, Postfach 54, Telefon: 4 71 26

—

Gesamtherstellung:
Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen
III-4-9-496-4,22 Liz. 1488

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 2 **14. Jahrgang 1977**

Seite
Dokumentation 26
Raumfahrt – Frieden – Fortschritt 27
H. HOFFMANN
Zusammenarbeit und Raumtransport – Hauptthemen des Astronautikkongresses 28
D. B HERRMANN
CARL FRIEDRICH GAUSZ und die Astronomie 31
K. LINDNER
Zur Behandlung der Galaxis und der außergalaktischen Sternsysteme 33
K. RAABE
Zur unterrichtlichen Erörterung des Stoffgebietes „Entfernungsbestimmungen“ 35
U. WALTHER
Zu den Beobachtungsprotokollen 36
H. BERNHARD
Methodik Astronomieunterricht 39
Leistungskontrollen im Astronomieunterricht – aber wie? . . . 42
Unser Forum 44
Aus Wissenschaft und Unterricht 46
Zeitschriftenschau 47
Wir beobachten 48
Karteikarte: Zustandsgrößen II (LINDNER, K.)

СОДЕРЖАНИЕ
Документация 26
Космонавтика — мир — прогресс 27
Х. ХОФФМАНН
Сотрудничество и космический транспорт — главная тема съезда по космонавтике 28
Д. Б. ХЕРРМАНН
Карл Фридрих Гаусс и астрономия 31
К. ЛИНДНЕР
Об изучении Галактики и внегалактических звездных систем 33
К. РААБЭ
Об изучении учебной тематики «Определение расстояний» 35
У. ВАЛЬТЕР
По поводу наблюдательных протоколов 36
Х. БЕРНХАРД
Методика преподавания астрономии 39
Как проводить проверки успеваемости по астрономии? 42
Картотечная карта: Данные состояния (К. ЛИНДНЕР)

CONTENTS
Documentation 26
Space Flight – Peace – Progress 27
H. HOFFMANN
Cooperation and Space Transport – the Main Topic of the Astronautical Congress 28
D. B. HERRMANN
Carl Friedrich Gauß and Astronomy 31
K. LINDNER
The Treatment of the Galaxy and the Extragalactical Star Systems 33
K. RAABE
The Instructional Treatment of the Topic „Distance Calculation“ 35
U. WALTHER
On Observation Records 36
H. BERNHARD
Methodology of Astronomy Instruction 39
How to Test Competency in Astronomy Instruction? 42
Register Card: State Characteristics II (K. LINDNER)

Nur Annahme von bisher unveröffentlichten Aufsätzen; Einsendung von Beiträgen in zweifacher Ausfertigung an die Anschrift der Redaktion; für unverlangt eingesandte Manuskripte und Abbildungen keine Gewähr – Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe und Genehmigung der Redaktion – Veröffentlicht unter der Lizenz 1488 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik – Bestellungen werden in der DDR vom Buchhandel und der Deutschen Post entgegengenommen. Der Bezug für die BRD und Berlin (West) erfolgt über den Buchhandel; für das sozialistische Ausland über das jeweilige Postzeitungsvertriebsamt und für alle übrigen Länder über den BUCH-EXPORT, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 701 Leipzig, Leninstraße 16

DOKUMENTATION

Astronomie in der Schule

Kommunistische Erziehung

Für ein hohes Niveau der kommunistischen Erziehung

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 1, 2–4

Aufzeichnung eines Forumsgespräches, in dem drei Fragen nachgegangen wird:
- Wie kann der Astronomieunterricht wirksam zur kommunistischen Erziehung beitragen?
- Welche Bedeutung ist dabei der Aktivierung der Schüler beizumessen?
- Welche Schlüsse ergeben sich für die Qualifizierung der Astronomielehrer?

Astronomie in der Schule

Kommunistische Erziehung · Raumfahrt

REUTHER, THOMAS

Zur Arbeit mit der Direktive

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 1, 4 bis 5; 3 Lit.

Erfahrungen aus der Stadt Rostock bei der Verwirklichung der Direktive zur Auswertung des IX. Parteitages der SED im Astronomieunterricht vor allem im Zusammenhang mit der Behandlung von Fragen der Raumfahrt.

Astronomie in der Schule

Geschichte der Astronomie

JACKISCH, GERHARD

Die Bedeutung Isaac Newtons für die Astronomie

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 1, 8 bis 10; 1 Abb., 9 Lit.

Der große englische Gelehrte, der vor 250 Jahren am 31. März 1727 starb, wird als theoretischer Physiker und Mathematiker sowie als Experimentator gewürdigt.

Astronomie in der Schule

Methodik des AU · Physik der Sterne

SCHUKOWSKI, MANFRED

Wichtige Begriffe im Lehrplanabschnitt „Die Sterne"

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 1, 10 bis 12; 1 Abb., 3 Lit.

In Fortführung früherer Veröffentlichungen werden Begriffe zum Lehrplanabschnitt 2.2. erläutert. Dabei werden Vorschläge zur unterrichtsgemäßen Definition unterbreitet. Beziehungen zwischen den Begriffen dargestellt und methodische Probleme ihrer Erarbeitung berührt.

Astronomie in der Schule

Methodik des AU · Physik der Sterne

BERNHARD, HELMUT

Zur weltanschaulich-philosophischen Bildung und Erziehung im Stoffgebiet „Die Sterne"

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 1, 12 bis 16; 2 Abb., 9 Lit.

Autor erläutert zunächst die weltanschaulich-philosophischen Potenzen und erzieherischen Anknüpfungspunkte dieses Stoffgebietes. Dann stellt er beispielhaft dar, wie diese Potenzen den Schülern vermittelt und bewußtgemacht werden können.

Astronomie in der Schule

Raumfahrt

HOFFMANN, HORST

Zusammenarbeit und Raumtransport – Hauptthemen des Astronautikkongresses

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 2, 28 bis 31; 7 Lit.

Bericht über Schwerpunkte des 27. Internationalen Astronautikkongresses (10.–16. Oktober 1976): Zielrichtungen der weiteren kosmischen Zusammenarbeit UdSSR–USA sowie im Rahmen des Interkosmos-Rates. Fragen des Einsatzes wiederverwendbarer Raumfähren. Einige Vikingergebnisse.

Astronomie in der Schule

Geschichte der Astronomie

DIETER B. HERRMANN

Carl Friedrich Gauß und die Astronomie

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 2, 31 bis 33; 4 Lit.

Aus Anlaß seines 200. Geburtstages wird ein Überblick über das Wirken des großen Gelehrten gegeben. Dabei wird besonders auf seine astronomisch bedeutsamen Leistungen eingegangen.

Astronomie in der Schule

Methodik des AU · Galaxis/extragalakt. Systeme

LINDNER, KLAUS

Zur Behandlung der Galaxis und der außergalaktischen Sternsysteme

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 2, 33 bis 35; 1 Tab., 3 Lit.

Ausgehend von den engen Beziehungen zwischen den Unterrichtseinheiten „Die Sterne" und „Milchstraßensystem und extragalaktische Systeme" wird die unterrichtliche Behandlung der letzteren erläutert. Ausführlicher wird dabei auf Möglichkeiten der Veranschaulichung eingegangen.

Astronomie in der Schule

Methodik des AU · Entfernungsbestimmung

RAABE, KLAUS

Zur unterrichtlichen Erörterung des Stoffgebietes „Entfernungsbestimmungen"

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 2, 35 bis 36; 1 Lit.

Anliegen des Autors ist es, am konkreten Beispiel zu zeigen, wie man im Astronomieunterricht den Erkenntnisprozeß führen kann, um die geistige Aktivität der Schüler zu erhöhen und ihnen Mitverantwortung bei der Gestaltung des Unterrichts zu übertragen.

Astronomie in der Schule

Beobachtung

WALTHER, UWE

Zu den Beobachtungsprotokollen

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 2, 36 bis 39; 6 Lit.

Einleitend wird der persönlichkeitsbildende Aspekt des Protokollierens erörtert. Danach wird auf die Aufgaben eingegangen, die den Schülern beim Protokollieren gestellt werden, sowie auf die Form und die Auswertung der Protokolle.

Raumfahrt – Frieden – Fortschritt

Vor 10 Jahren wurde der von der UNO-Vollversammlung befürwortete *„Vertrag über die Prinzipien für die Tätigkeit der Staaten bei der Erforschung und Nutzung des Weltraums einschließlich des Mondes und anderer Himmelskörper"* unterzeichnet. Inzwischen setzten 23 Staaten – darunter auch die DDR – ihre Unterschrift unter dieses Dokument, das eine ausschließlich friedliche Nutzung des Weltraums vorsieht. Der genannte Vertrag fordert von den Unterzeichnern:

- *Gleichberechtigung aller an der friedlichen Erforschung des Weltalls beteiligten Staaten*
- *Gegenseitige Unterstützung und Zusammenarbeit bei der Erforschung des Kosmos*
- *Verzicht auf jegliche Hoheitsansprüche im Weltall und auf anderen Himmelskörpern*
- *Keine Stationierung von Massenvernichtungsmitteln im Kosmos*
- *Jegliche Hilfe bei Notfällen von Raumfahrern aller Nationen* [1; 11].

Die UdSSR, auf deren Initiative das Abkommen nach neunjähriger harter Klassenauseinandersetzung mit den imperialistischen Staaten zustande kam, hat ihre damit übernommenen Verpflichtungen gewissenhaft erfüllt.

Den Prinzipien des Abkommens entsprechend, wurde eine Reihe gemeinsamer Projekte mit kapitalistischen Ländern verwirklicht. Dazu gehören der bemannte Raumflug Sojus-Apollo, der gemeinsame Start von französischen und sowjetischen Satelliten und die Beteiligung Frankreichs an der sowjetischen Mond- und Marsforschung mit Raumflugkörpern. Es wurden auch junge Nationalstaaten, z. B. Indien, bei der Verwirklichung ihrer nationalen Raumfahrtprogramme unterstützt [2; 91–92].

Im Sinne des proletarischen Internationalismus entwickelte sich zwischen den Ländern der sozialistischen Staatengemeinschaft im Rahmen der wissenschaftlich-technischen Integration eine besonders intensive und enge Zusammenarbeit. In den zehn Jahren des Bestehens des internationalen Weltraumvertrages verwirklichten auf seiner Grundlage die sozialistischen Staaten in einem umfangreichen Arbeitsprogramm u. a. folgende Vorhaben:

- *Erforschung der Hochatmosphäre der Erde und des erdnahen Raumes, um langfristige Einflüsse – z. B. der Sonnentätigkeit – auf Klima und Leben auf unsrer Erde zu erkunden*
- *Entwicklung langfristiger Wettervorhersagen, die für die Volkswirtschaft nutzbar werden sollen*
- *Schaffung von Grundlagen für eine globale Weltraumkommunikation und ihre praktische Nutzung von Bodenstationen sozialistischer Länder*
- *Erkundungen für die Land- und Forstwirtschaft sowie für den Umweltschutz mit dem Ziel, die sozialistische Volkswirtschaft noch schneller und wirksamer zu entwickeln*
- *Ausnutzung der Erkenntnisse der Kosmobiologie und Kosmomedizin für den vorbeugenden Gesundheitsschutz der Bürger sozialistischer Staaten* [3; 7].

Diese und andere Aufgaben wurden von den sozialistischen Staaten in brüderlicher Zusammenarbeit und zum gegenseitigen Nutzen aller Partner gelöst, wofür das gemeinsame Experiment der UdSSR und der DDR mit Sojus 22 ein beredtes Zeugnis ist. Eine weitere wichtige Etappe dieser Kooperation liegt vor uns. Ab 1978 sind gemeinsame Flüge von Kosmonauten sozialistischer Länder geplant. Das Training hat begonnen.

Ein wissenschaftlicher, parteilicher und lebensverbundener Astronomieunterricht sollte den Schülern auch bewußt werden lassen, welche Aufgaben sich aus den fortschreitenden wissenschaftlich-technischen Anforderungen und aus dem Prozeß der sich vertiefenden Integration sozialistischer Bruderländer auf dem Gebiet der Raumfahrt für die junge Generation ergeben [4; 16].

Die Schüler sollen erkennen, daß zwischen der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution und dem Beginn der praktischen Raumfahrt ein direkter Zusammenhang besteht. Die gesellschaftliche Umwälzung vor 60 Jahren schuf die Voraussetzung für den Start von Sputnik I vor 20 Jahren, der eine neue Etappe im Fortschritt von Wissenschaft und Technik, in der Macht und Verantwortung des Menschen gegenüber der Natur einleitete. Raumfahrt ausschließlich zum Nutzen der Gesellschaft ist auch der tiefere Sinn des vor 10 Jahren abgeschlossenen Weltraumvertrages.

Literatur:

[1] REINTANZ, G.: **Zur Entwicklung und zum gegenwärtigen Stand des Weltraumrechts.** In: Astronomie in der Schule 12 (1975) 1.

[2] NAUMANN, H. D.: **Nachrichtensatelliten für das Bildungswesen.** In: Astronomie in der Schule 13 (1976) 4.

[3] HOFFMANN, H.: **Die starke volkswirtschaftliche Orientiertheit in der Planung der sowjetischen Raumfahrtforschung.** In: Astronomie in der Schule 12 (1975) 1.

[4] HONECKER, M.: **Zu einigen Fragen der kommunistischen Erziehung aus der Sicht der Beschlüsse des IX. Parteitages der SED.** Parteihochschule „Karl Marx" beim ZK der SED, Vorlesungen und Schriften, Berlin 1976.

HORST HOFFMANN

Zusammenarbeit und Raumtransport – Hauptthemen des Astronautikkongresses

Die weltweite Kooperation im Kosmos und die neue Ära des Raumtransportes waren die beiden Hauptthemen des 27. Internationalen Astronautischen Kongresses, der vom 10. bis 16. Oktober 1976 im Convention Center von Anaheim bei Los Angeles (USA) stattfand. Fast 1000 Raumfahrtforscher und Raketentechniker aus 38 Ländern berieten in 45 Sektionen, in denen rund 350 Vorträge über die neuesten Erkenntnisse und Ergebnisse der Weltraumwissenschaft gehalten wurden [1]. An dieser von der Internationalen Astronautischen Föderation (IAF) jährlich durchgeführten Veranstaltung nahm auch eine Delegation unsrer Republik teil, die unter Leitung von Dr. EBERHARD HOLLAX stand, dem Vizepräsidenten der Astronautischen Gesellschaft der DDR. Ihr gehörte auch der Autor an.

10 Raumpiloten im Erfahrungsaustausch

Vier sowjetische Kosmonauten und sechs amerikanische Astronauten, die am Tagungsort die verschiedensten Begegnungen hatten, veranschaulichten durch ihre wissenschaftlichen Beiträge am deutlichsten den Nutzen der internationalen Zusammenarbeit zur friedlichen Erforschung und Nutzung des Weltraumes zwischen Ländern unterschiedlicher Gesellschaftsordnung.

General LEONOW, der 1965 den ersten „Salto Orbitale" in den freien Raum wagte, und 1975 Sojus 19 bei der Kopplung mit Apollo 18 steuerte, unterstrich, daß sich die *„wissenschaftliche und organisatorische Vorbereitung, Durchführung und Auswertung des ersten internationalen bemannten Raumfahrtunternehmens so gut bewährt hat, daß sie als Muster für künftige gemeinsame Experimente dienen kann"* [2].

Sein Bordingenieur Dr. KUBASSOW, der bereits 1969 als erster Schweißarbeiten im Vakuum des erdnahen Raumes durchführte, erinnerte daran, daß *„der Pionier der Raumfahrt, KONSTANTIN ZIOLKOWSKI, schon vor 50 Jahren auf die Notwendigkeit der internationalen Zusammenarbeit hinwies, ohne die eine Lösung der humanistischen Aufgabe, den Kosmos im Interesse der gesamten Menschheit zu erforschen und zu nutzen, nicht möglich ist"* [3].

Wissenschaftler der USA gaben interessante Überblicke über das Sojus-Apollo-Test-Projekt (SATP) und über die Analyse des Mikrobenaustausches zwischen den SATP-Kosmonauten und -Astronauten [5], [6].

Zur weiteren Kosmos-Zusammenarbeit

In einem Forumgespräch über die weitere Kosmos-Zusammenarbeit nannte das sowjetische Akademiemitglied Prof. Dr. BORIS PETROW, Vorsitzender des Interkosmos-Rates, das Sojus-Apollo-Test-Projekt *„eine grundsätzliche Erfahrung, die in Zukunft weitere gemeinsame Untersuchungen erwarten läßt. Die Voraussetzungen für eine Erneuerung des Abkommens zwischen der UdSSR und den USA sind also gegeben"*. Dieser im Jahre 1972 unterzeichnete Vertrag läuft bei einer Gültigkeitsdauer von 5 Jahren 1977 aus. Auch der stellvertretende NASA-Direktor für internationale Angelegenheiten, Dr. ARNOLD FRUITKIN, bekräftigte: *„Es existieren vernünftige Bedingungen für eine Verlängerung des Kontraktes."* Im Anschluß an den IAF-Kongreß fand im Washingtoner Hauptquartier der NASA eine gemeinsame sowjetisch-amerikanische Beratung über die Weiterführung der Zusammenarbeit zwischen beiden Ländern statt. Die 9 Mitglieder zählende Delegation der UdSSR stand unter der Leitung von Prof. Dr. PETROW, die 5köpfige USA-Gruppe wurde von Dr. LOVELACE, dem stellvertretenden Direktor der NASA, geführt. In den Gesprächen wurden folgende Vorschläge für gemeinsame Raumexperimente diskutiert:

- *Die Organisierung einer gemeinsamen Überwachung der Ozonschicht unserer Atmosphäre durch Erdsatelliten bis 1980. Bekanntlich wirkt diese Schicht wie ein Schutzschild gegen die ultraviolette Strahlung der Sonne und kann durch Abgase von Industrie, Flugzeugen, Raketen und selbst von Spraydosen gefährdet werden.*
- *Der Aufbau eines gemeinsamen Netzes von geostationären Satelliten für den internationalen Katastrophendienst bei Havarien in der Schiffahrt und Luftfahrt bis 1980.*
- *Gemeinsame Raumflüge werden für die Zeit nach 1981 für möglich gehalten, wenn die amerikanische Raumfähre voll einsatzbereit ist. Ausgerüstet mit dem beim Sojus-Apollo-Test-Flug erfolgreich erprobten androgynen Kopplungsadapter wäre ein Rendezvous zwischen einer sowjetischen Salut-Orbitalstation, einem Sojus-Raumschiff und einem Orbiter des amerikanischen Space Shuttle durchführbar.*

Im November 1976 fand in Moskau eine Bera-

tung zwischen sowjetischen und amerikanischen Spezialisten für Raketenmeteorologie statt, die auf der Grundlage einer Vereinbarung zwischen der Akademie der Wissenschaften der UdSSR und der NASA von 1971 zusammenarbeiten. Die Tagung vereinbarte den gemeinsamen Test ihrer meteorologischen Raketensysteme. Die ersten Versuche mit sowjetischen und amerikanischen Wetterraketen finden im August 1977 auf dem Wallops Flight Center in Virginia statt.

Vierfache Nutzlast – dreifache Gipfelhöhe

Die Sowjetunion, die bisher durch die „Kommission zur Erforschung und Nutzung des Weltraumes" beim Präsidium der ADW der UdSSR in der IAF repräsentiert wurde, ist nun nach einer entsprechenden Information vor der Generalversammlung durch den Interkosmos-Rat Moskau in der IAF vertreten.

Professor PETROW erläuterte dem Verfasser in einem Gespräch die Aufgaben dieses Gremiums: *„Der Interkosmos-Rat zeichnet für die gesamte internationale Zusammenarbeit der Sowjetunion auf dem Gebiet der Weltraumforschung verantwortlich. Dazu gehört in erster Linie die Interkosmos-Kooperation der neun sozialistischen Staaten von drei Kontinenten, die seit mehr als zehn Jahren erfolgt und heute folgende fünf Hauptforschungsrichtungen umfaßt:* **kosmische Physik, kosmische Meteorologie, kosmisches Nachrichtenwesen, kosmische Biologie und Medizin und Fernerkundung der Erde mit aerokosmischen Mitteln.** *Für jedes dieser Gebiete gibt es internationale Arbeitsgruppen.*

Im vergangenen Jahrzehnt führten die RGW-Länder 42 erfolgreiche Experimente mit Raketen und Satelliten durch. Der Sputnik ‚Interkosmos 15', der im Juni 1976 aufstieg, war der Prototyp einer neuen Satellitengeneration unsrer Forschungsgemeinschaft. Diese ‚Automatischen Universellen Orbital-Stationen' (AUOS), wie wir sie nennen, bieten im Verhältnis zu ihren Vorgängen etwa viermal soviel Platz für wissenschaftliche Nutzlast und verfügen über ein einheitliches Telemetriesystem (ETMS), das es jedem beteiligten Staat ermöglicht, die ihn interessierenden Informationen direkt aus dem Weltraum abzurufen. Die Leistungsfähigkeit der stärkeren Interkosmos-Trägerrakete ermöglicht eine größere Auswahl verschiedener Umlaufbahnen für den Satelliten.

Auch eine neue Generation von geophysikalischen Höhenraketen des Typs ‚Vertikal' wurde von der Interkosmos-Gemeinschaft entwickelt und eingesetzt. Am 14. Oktober 1976 startete in Kapustin Jar an der Wolga ‚Vertikal 4' zur komplexen Erforschung der Ionosphäre mit Geräten aus der UdSSR, der ČSSR und der DDR an Bord. Mit einer Gipfelhöhe von 1512 km übertraf sie ihre Vorgängerinnen um mehr als das Dreifache (Vertikal 1:469 km; Vertikal 2:463 km; Vertikal 3:502 km). Die größere Steighöhe gestattet es, ein ‚Profil' von allen ‚Etagen' unsrer Atmosphäre während eines Aufstieges von 15 Minuten zu gewinnen.

Der Flug von Sojus 22 mit der gemeinsam von Wissenschaftlern der UdSSR und der DDR entwickelten und im traditionsreichen VEB Carl Zeiss Jena hergestellten sechskanaligen Multispektralkamera MKF 6 kommt, wie die Auswertung der Aufnahmen von hoher Qualität bewiesen, der Wissenschaft und Volkswirtschaft aller beteiligten Länder zugute. Zugleich war dieses Experiment ein erster Schritt in Richtung des auf unsrer September-Tagung beschlossenen Programms, im Zeitraum zwischen 1978 und 1983 Kosmonauten aller RGW-Länder an bemannten Flügen sowjetischer Raumschiffe und Orbitalstationen zu beteiligen."

Damit obliegt dem RGW nunmehr auch die Realisierung gemeinsamer Weltraumflüge. General Leonow, der als Stellvertreter des Kommandeurs des Kosmonauten-Ausbildungszentrums „Juri Gagarin" für die Auswahl der „Interkosmonauten" verantwortlich ist, erklärte dem Verfasser: *„Wir bilden drei Gruppen von Kosmonauten aus den Bruderländern aus: Raumpiloten, die als ‚Kosmos-Kapitäne' wirken, Bordingenieure, die Experten für Raumflugkörper und -systeme sind, Forschungsingenieure, die spezielle astronomische, geophysikalische oder technologische Aufgaben erfüllen. Die Ausbildung dauert 1½ bis 2 Jahre. Gemeinsam mit sowjetischen Kosmonauten werden sie dann zum Einsatz kommen."*

Ende 1976 trafen die ersten Kandidaten aus der ČSSR, der VRP und der DDR im „Sternenstädtchen" bei Moskau ein. Ihre Kollegen aus den anderen fünf RGW-Ländern werden in den nächsten Monaten folgen. Mit dem ersten bemannten Interkosmos-Raumflug ist ab Herbst 1978 zu rechnen, drei Jahre vor dem für Juli 1981 vorgesehenen Flug der USA-Raumfähre Space Shuttle mit westeuropäischen ESA-Astronauten an Bord des Raumlaboratoriums Spacelab.

Fragen des Raumtransports

In seiner Einführungsvorlesung zu dem Thema „Die neue Ära des Raumtransports" [7] ging der Direktor der NASA, Dr. JAMES FLETSCHER, von folgendem Gedanken aus: *„Das Buch der Utopie ist geschlossen und der Punkt erreicht, an dem die Raumfahrt zu einer Selbstverständlichkeit unseres Lebens wurde. Wenn*

wir heute eine Fernsehsendung über Ozeane und Kontinente hinweg via Satellit empfangen, erscheint uns das ebenso selbstverständlich, als wenn das Telefon läutet. Jedoch sind Kommunikationssatelliten gerade erst 10 Jahre alt. Bei Herzschrittmachern, Taschenrechnern, Digitaluhren und Kassettenfernsehern wissen viele schon nicht mehr, daß das alles direkte ‚Abfallprodukte' der Raumfahrt sind."

Die neue Ära des Raumtransports, die in den 80er Jahren beginnt, wird durch den Einsatz wiederverwendbarer Raumfähren gekennzeichnet, welche die nur einmal einsetzbaren „Wegwerfraketen" ablösen sollen. Projekte dieser Art – in der UdSSR unter dem Namen Kosmoljot (d. h. Raumflugzeug), in den USA mit der Bezeichnung Space Shuttle (d. h. Raumfähre) bekannt – sind „Mischwesen", Systeme, die wie eine Rakete starten, wie ein Raumschiff fliegen und wie ein Flugzeug landen.

Zunächst werden drei Exemplare des Space Shuttle hergestellt; bis Mitte der 80er Jahre sollen zwei weitere folgen, doch ist die Entscheidung darüber noch ungewiß. So fortgeschritten die Technologie dieses Systems ist, so rückläufig entwickelt sich seine Ökonomie. Der Traum vom billigen Raumflug ist längst ausgeträumt. Noch Anfang der 70er Jahre glaubte die NASA, durch die Entwicklung der Raumfähre die Transportkosten für Weltraum-Nutzlasten gegenüber den „Einwegraketen" auf ein Zehntel senken zu können. Heute steht bereits fest, daß mit der Fähre der Aufwand im günstigsten Fall halbiert, im Normalfall kaum geringer sein wird, als bei den Verlustraketen.

Von 10,5 Millionen Dollar stiegen die reinen Flugkosten auf 18 bis 24 Millionen Dollar pro Einsatz auf einer 200-km-Umlaufbahn. Für den Transport auf eine 36 000 km hohe Synchronbahn kommen mindestens eine Million Dollar für die zusätzliche Rakete hinzu. Weitere Aufwendungen in Höhe von 8 Millionen Dollar sind erforderlich, für die Integration des Spacelab in das Raumfähren-System und die Betriebskosten für einen 7-Tage-Einsatz. Bis 1980 wird mit Gesamtkosten pro Mission von rund 40 Millionen Dollar gerechnet, dem Vierfachen der Ausgangssumme. Dabei sind die Entwicklungskosten des Systems in Höhe von über 9 Milliarden Dollar nicht berücksichtigt. Die enorme Teuerung hat vor allem folgende Ursachen:

- Zwei Drittel der zusätzlichen Kosten entfallen auf die inflationistische Dollarentwertung, die von der NASA durchschnittlich mit 10 Prozent pro Jahr veranschlagt wird.
- Verteuernd wirkt sich auch der Verzicht auf die Wiederverwendbarkeit der einzelnen Bestandteile des Shuttle-Systems aus. Von den fünf Elementen – Umlaufeinheit, Außentank, Startraketen und einer Oberstufe – gehen, außer der Umlaufeinheit alle anderen verloren.
- Es hat sich herausgestellt, daß sich die Umlaufeinheit nicht wie vorgesehen 100mal, sondern nur 50mal wiederverwenden läßt.
- Schließlich kann die NASA höchstens mit einer durchschnittlichen Auslastung von 75 Prozent rechnen; jedoch nur dann, wenn etwa je ein Drittel der Aufträge vom Pentagon bzw. von anderen Kunden kommen. Die Diskrepanz zwischen Kapazität und Auslastung wird deutlich, wenn man bedenkt, daß die NASA von 1972 bis 1976 jährlich im Durchschnitt 27 Raumflugkörper startete. Der Nutzlastcontainer für Langzeitversuche, der bereits ab Juli 1979 an Bord des Shuttle einsetzbar sein soll, besitzt jedoch 72 Kammern, die an Kunden vermietet sein wollen. Die Sowjetunion startete im gleichen Zeitraum pro Jahr durchschnittlich 106 Flugkörper und erreichte 1976 mit 121 Objekten die absolute Spitze bei Starts von Raumflugkörpern.

Zu einigen Vikingergebnissen[1]

Die Ergebnisse der beiden Mars-Sonden Viking 1 und Viking 2 faßte auf der Tagung Dr. FLETSCHER in den folgenden fünf Punkten zusammen [7]:

1. Annähernd 4000 Fotoaufnahmen, die von den beiden Orbitern gewonnen wurden, enthalten interessante Details, die auf eine extensive Wirkung geologischer und meteorologischer Prozesse, wie z. B. tektonische Brüche und Windverwehungen schließen lassen.
2. Die Bilder von Temperaturmessungen bekunden eindeutig, daß die Nordpolkappe vom Mars nicht – wie bisher angenommen – aus Trockeneis, sondern aus Wassereis besteht. Schätzungen, die auf diesen Beobachtungen basieren, ergaben, daß auf dem Mars im Verhältnis ebensoviel Wasser vorhanden ist, wie auf der Erde.
3. Einige biologische Experimente der beiden Lander weisen, wenn man von irdischen Maßstäben ausgeht, auf die Gegenwart lebender Organismen hin. Jedoch sind die gewonnenen Resultate keinesfalls eindeutig; sie lassen sich ebenso auf eine hohe chemische Aktivität an der Oberfläche unsres Nachbarplaneten zurückführen, die wir noch nicht vollständig verstehen.
4. Bei andern Versuchen konnten keine organischen Verbindungen festgestellt werden.

[1] s. auch Seite 46

Es ist jedoch möglich, daß diese Daten verfälscht sind, weil sich bei der Erhitzung der Bodenproben die kristallwürfelbildenden Salzhydrate verflüssigten.

5. Das ermittelte Verhältnis von Argon 36 und Argon 40 läßt vermuten, daß die Marsatmosphäre einst die zehn- oder mehrfache Dichte besaß als gegenwärtig. Solche Verhältnisse erlauben das Vorhandensein *großer Wassermassen*, die die heute ausgetrockneten Flußläufe bildeten und zu Erosionen führten, wie es sich ähnlich im Westen von Nordamerika ereignete.

Den praktischen Nutzen solcher Forschungen machte der bekannte Leningrader Gelehrte Prof. Dr. KONDRATJEW am Beispiel der sowjetischen Marssonden deutlich, die während eines Staubsturmes landeten. Das Studium dieser Prozesse in der Atmosphäre des Planeten Mars kann unser Verständnis für den Mechanismus des globalen Wettergeschehens auf der Erde vertiefen, zumal sie infolge fehlender Ozeane weniger kompliziert und deshalb einfacher zu erfassen sind. Ähnliches gilt für sinnvolle und effektive Schutzmaßnahmen gegen die Umweltverschmutzung der Erdatmosphäre durch Aerosole.

Literatur:

[1] **Program and Abstracts of the 27th Congress of the international Astronautical Federation.**
[2] LEONOW, A.: **Soyus-Apollo Resuluts.** IAF-paper.
[3] KUBASOW, V.: **Soyus-Apollo Results.** IAF-paper.
[4] FRANK, P.: **Apollo-Soyuz Mission Planning and Operations.** IAF-paper.
[5] GUILI, R.: **ASTP Science Results.** IAF-paper.
[6] TAYLOR, G.; ROGERS, T.; BROWER, M.; KROPP, K.: **Analysis of the Microbial Population Supported by ASTP Astronauts and Cosmonauts.**
[7] FLETSCHER, J.: **A New Era of Space Transportation.** IAF-paper.

Anschrift des Verfassers:
HORST HOFFMANN
112 Berlin
Lindenallee 49

DIETER B. HERRMANN

Carl Friedrich Gauß und die Astronomie

Zum 200. Geburtstag des großen Gelehrten[1]

Das umfassende und vielseitige Werk von CARL FRIEDRICH GAUSZ (1777–1855) ist aus der Geschichte der Wissenschaft nicht wegzudenken. Die Forschungsergebnisse dieses hochbegabten und äußerst arbeitsamen Gelehrten sind ein fester Bestandteil des Gebäudes der Mathematik und Naturwissenschaften und insofern unseres wissenschaftlichen Weltbildes.

GAUSZ entstammte einfachen Verhältnissen. Seine Mutter konnte nicht schreiben. Der Vater war ein fleißiger, aber recht herrischer Mann, der sich in verschiedenen Berufen betätigt hatte, u. a. als Schlächter, Gärtner und Maurer. Die frühe Hinwendung von GAUSZ zur Mathematik ist vor allem seiner hohen Begabung zuzuschreiben. Bekannt ist die Anekdote, in der uns berichtet wird, wie GAUSZ als Schüler der Elementarschule eine umständliche Summationsaufgabe durch Multiplikation in ungewöhnlichem Tempo löste. Der Lehrer soll die Summierung aller Zahlen von 1 bis 100 verlangt haben. Während die Schüler sich mit der Lösung abmühten, hatte GAUSZ entdeckt, daß man lediglich 50×101 zu rechnen habe, um das Resultat (5050) zu finden. Für die außergewöhnliche Begabung von GAUSZ sprechen zahlreiche weitere Berichte, die er z. T. selbst überliefert hat. Oft verfügte er über die Ergebnisse komplizierter Probleme, ohne die Richtigkeit seiner Lösungen exakt beweisen zu können. Erst nach anstrengender wissenschaftlicher Arbeit folgte dann der Beweis des genial „Erahnten". GAUSZ war vor allem Mathematiker, der auf dem Felde der Zahlentheorie und Analysis bedeutende Resultate erzielte. In einer Zeit jedoch, da die Astronomie noch nahezu ausschließlich auf Himmelsmechanik beschränkt war, nimmt es nicht wunder, wenn er seine mathematische Begabung auch astronomischen Problemen zuwendete und dabei vieldiskutierte, weit in die Zukunft weisende Lösungen entwickelte. Die Astronomie zog GAUSZ in ihren Bann, als es PIAZZI in Palermo am 1. Januar 1801 gelungen war, ein interessantes Objekt ausfindig zu machen (CERES), mit dem – wie sich später zeigte – die Reihe der Entdeckungen Kleiner Planeten eröffnet worden war. Doch nicht diese Tatsache an sich erschien GAUSZ reizvoll, vielmehr lockte ihn der besondere Umstand, daß PIAZZI nur wenige Positionen beobachtet hatte, als das Objekt den Blicken der Astronomen hoffnungslos entschwand; an eine Wiederauffindung war nur zu denken, falls man eine Ephemeride berechnen konnte. GAUSZ ermittelte daraufhin zunächst eine angenäherte Bahn, um diese dann soweit zu verbessern, daß möglichst vollständige Übereinstimmung mit den beobachteten Werten erzielt wurde. Daraus leitete er

[1] s. Titelbild

eine Ephemeride ab, die er in der „Monatlichen Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmels-Kunde“ veröffentlichte. Die dabei angewendete neue Methode hielt GAUSZ zunächst geheim. Von der Annahme einer Kreisbahn ausgehend, hatte auch ZACH eine Ephemeride berechnet. Sie wich von der seines Freundes GAUSZ um rd. 7° in der Rektaszension ab. Beinahe gleichzeitig entdeckten ZACH und OLBERS die Ceres ein Jahr nach der ersten Beobachtung durch PIAZZI wieder – ein Erfolg, der auf den von GAUSZ errechneten Ephemeriden basierte. Erst, nachdem GAUSZ sein Verfahren auch noch bei den drei nächsten Planetoiden Pallas, Juno und Vesta angewendet und weiter verbessert hatte, veröffentlichte er die von ihm ausgearbeitete Methode in einer umfassenden Darlegung. Diese Schrift „Theorie der Bewegung der Himmelskörper, die sich längs eines Kegelschnittes um die Sonne bewegen“ („Theoria motus ...“) ist ein klassisches Werk der Himmelsmechanik. GAUSZ legte darin dar, wie man aus drei vollständigen Beobachtungen eines Planeten, die neben den Beobachtungszeiten jeweils zwei Winkelangaben enthalten, die Bahn bestimmen und wie man auch die von den anderen Planeten ausgehenden Bahnstörungen berücksichtigen kann. In der „Theoria motus“ ist auch die vielseitig verwendbare, von GAUSZ entwickelte „Methode der kleinsten Fehlerquadrate“ dargelegt. Schon auf Grund der Berechnung der Ceres-Bahn erhielt GAUSZ eine Berufung als Direktor der Sternwarte der Petersburger Akademie der Wissenschaften, die er allerdings ablehnte. 1807 nahm er hingegen die Berufung als Direktor der neu zu erbauenden Sternwarte in Göttingen an.

In späteren Jahren beschäftigte sich GAUSZ aktiv mit einem damals sehr aktuellen Problemkreis der sich gerade ausbildenden Wissenschaftsdisziplin Geodäsie. H. C. SCHUMACHER, Direktor der Sternwarte Altona, und späterer Begründer der Zeitschrift „Astronomische Nachrichten“, war im Jahre 1816 von der dänischen Regierung aufgefordert worden, eine umfassende Gradmessung vorzunehmen. Auf SCHUMACHERS Wunsch stellte sich GAUSZ für die Fortsetzung dieser Messungen nach Süden zur Verfügung. Im Zusammenhang mit diesen Messungen entwickelte er auch seinen Heliotropen, ein Meßgerät, bei dem das Sonnenlicht mittels Spiegel über weite Entfernungen reflektiert wird, so daß die zu messenden Punkte auch bei ungünstigen atmosphärischen Bedingungen präzise anvisiert werden können. In mehreren wichtigen theoretischen Schriften legte GAUSZ wesentliche Erkenntnisse zur Kartographie und Geodäsie dar. In einer Untersuchung über den Breitenunterschied der Sternwarten Göttingen und Altona definiert er erstmals in moderner Form das Geoid, indem er darauf hinweist, daß die Oberfläche der Erde im geometrischen Sinn nichts anderes sei als die Fläche, die überall die Richtung der Schwere senkrecht schneide, die ihrerseits durch die Gestaltung des festen Teils der Erde und seiner ungleichen Dichte bestimmt wird. Pioniertaten der Wissenschaft waren auch die Forschungen, die GAUSZ nach 1831 gemeinsam mit W. WEBER zum Studium der magnetischen Erscheinungen unternahm. Diese Untersuchungen waren ein wesentlicher Impuls zur umfassenden Erforschung des Erdmagnetismus, wie sie damals von A. v. HUMBOLDT gefordert wurde. GAUSZ und WEBER gaben als Organ des 1834 gegründeten „Magnetischen Vereins“ eine Zeitschrift heraus, mit deren Hilfe sie ihre Resultate rasch bekannt machten. Im Rahmen ihrer zahlreichen experimentellen Untersuchungen entwickelten die beiden Gelehrten den ersten elektromagnetischen Telegraphen. Ähnlich wie schon G. C. LICHTENBERG, bei dem GAUSZ in Göttingen noch Vorlesungen gehört hatte, mußte auch GAUSZ erkennen, daß bei großzügigeren materiellen Möglichkeiten viel aus seinen Ideen zu machen gewesen wäre. GAUSZ hat sich zeitlebens von aktiver politischer Betätigung, wie sie manchem seiner Fachkollegen und Zeitgenossen inneres Bedürfnis war, ferngehalten. Politische Ereignisse berührten aber mehrfach unmittelbar seine Forschungen, so daß er Stellung nehmen mußte. Doch auch in solchen Fällen fehlte jede aktive Einflußnahme auf das Geschehen, obwohl das Gewicht seines Namens bedeutend war. Als die „Göttinger Sieben“ – unter ihnen auch WEBER – 1837 gegen den Verfassungsbruch des Königs protestierten und daraufhin ihre Ämter verloren, setzte sich GAUSZ nicht einmal für seinen Freund ein. Vielmehr bat er HUMBOLDT, sich für WEBER im Hinblick auf die gemeinsamen Forschungen zu verwenden. Gewiß hängt die konservative Haltung des großen Gelehrten auch mit dem politisch sterilen Klima zusammen, das im ökonomisch gegenüber England und Frankreich zurückgebliebenen Herzogtum herrschte. In seiner Wissenschaft jedoch war GAUSZ ein Revolutionär, der mit tiefem Blick für die wissenschaftliche Wahrheit Wege einschlug, auf denen seine Erben bis heute fortschreiten.

Literatur:

[1] GAUSZ, C. F.: **Werke.** Herausgegeben von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, 12 Bde, 1863–1933.
[2] VOLK, E.: **Astronomie und Geodäsie bei C. F.**

GAUSS. In: C. F. Gauß-Gedenkband am 23. Februar 1955. Herausgegeben von H. Reichardt, Berlin; Leipzig 1957, S. 207–229.
[3] WORBS, E.: CARL FRIEDRICH GAUSZ: Ein Lebensbild. Leipzig 1955.
[4] WUSSING, H.: CARL FRIEDRICH GAUSZ. Biographien hervorragender Naturwissenschaftler und Techniker. Bd. 15, BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft 1974.

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Phys. Dr. rer. nat. DIETER B. HERRMANN
1193 Berlin-Treptow
Alt-Treptow 1

KLAUS LINDNER

Zur Behandlung der Galaxis und der außergalaktischen Sternsysteme

Die Galaxis und die außergalaktischen Sternsysteme sind die letzten Glieder in einer Kette astronomischer Begriffe, die unsere Schüler im Laufe eines knappen Schuljahres von der Erde als Basis aller astronomischen Forschung bis an die Grenzen des heute überschaubaren Bereiches des Weltalls führt. Sie leiten zu der abschließenden Systematisierung über, die mit dem Thema „Unsere Vorstellung vom Weltall" (28. Stunde) ausklingt, einer Zusammenfassung des gesamten Jahreslehrganges Astronomie. Auf einige Besonderheiten bei der methodischen Gestaltung dieses Lehrplanabschnittes soll im folgenden aufmerksam gemacht werden.

1. Zur Einordnung der Unterrichtseinheit

Die Unterrichtseinheit 2.3. (Das Milchstraßensystem und die außergalaktischen Systeme) ist mit ihrem Vorgänger, der Unterrichtseinheit 2.2. (Die Sterne), eng verzahnt. Das kommt besonders deutlich beim Thema *Sternhaufen* zum Ausdruck: Sternhaufen sind Strukturelemente der Galaxis. Ihre Erklärung und sachlogische Einordnung erfolgt also in dem Zusammenhang, in dem der Bau unseres Milchstraßensystems behandelt wird. Sternhaufen werden aber schon vorher im Unterricht herangezogen, und zwar an der Stelle der Unterrichtseinheit 2.2. (Die Sterne), an der das Hertzsprung-Russell-Diagramm als Entwicklungsdiagramm gedeutet und die Altersbestimmung der Sterne erläutert wird. Altersbestimmung nach diesem Verfahren ist jedoch nur an Sternhaufen möglich. Diese Tatsache zwingt den Astronomielehrer zu dem Kompromiß, der Lehrplansystematik vorgreifend schon über Sternhaufen zu sprechen, bevor die Struktur der Galaxis behandelt ist.

Auch die Problematik der Kosmogonie zeigt den engen Zusammenhang der Unterrichtseinheiten 2.2. und 2.3. Die im gegenwärtigen Lehrplan methodisch sehr schwierig zu handhabende Reihenfolge *Sternentwicklung* — *Sternentstehung* und die Einordnung dieser Themen in zwei verschiedene Unterrichtseinheiten werfen eine Reihe von Fragen auf, die zum Teil noch nicht gelöst werden konnten.

Die Unterrichtseinheit 2.3. darf also keinesfalls isoliert betrachtet werden. Eine methodische Konzeption für diesen Teil des Astronomieunterrichts kann nur gelingen, wenn sich der Lehrer über die Einordnung in das Gefüge des Lehrplans klar ist und die Beziehungen kennt, die zu den vorausgehenden und zu den nachfolgenden Unterrichtsstunden bestehen. Daß auch *begrifflich* eine enge Bindung zu den vorangehenden Unterrichtseinheiten besteht, hat SCHUKOWSKI in [1] deutlich gemacht.

Die Unterrichtseinheit über die Sternsysteme unterscheidet sich aber auch wesentlich von ihren Vorgängern. Obwohl — wie überhaupt im Astronomieunterricht — die *Erkenntniswege* betont und den Schülern nicht nur fertige Ergebnisse der Forschung geboten werden sollen [2], zeigt die Unterrichtseinheit 2.2. eine beachtenswerte Tendenz zur überblicksweisen Behandlung des Stoffes unter Verzicht auf völlige Strenge der Darstellung und der physikalischen Begründung. Die mathematische Form wird zunehmend weniger in Anspruch genommen, Einzelheiten bestimmter Objekte oder Objektgruppen finden keine Beachtung. Das entspricht der Anlage des Jahreslehrganges Astronomie, der nach dem Prinzip des Fortschreitens vom Nahen zum Entfernten aufgebaut ist. Dennoch darf sich der Lehrer nicht dazu verleiten lassen, zu einem beschreibenden Unterricht überzugehen.

2. Probleme der Stoffabgrenzung

Am Beginn der Unterrichtseinheit steht das Thema *Interstellare Wolken*. Die Schüler werden über die Existenz der Komponenten Gas und Staub, jeweils in optisch leuchtender und nichtleuchtender Form informiert und mit den Leuchtmechanismen bekannt gemacht. Sie sollen die Beziehungen zwischen dem jeweiligen Vorgang und dem Beobachtungsbefund verstehen lernen; eine schematische Übersicht (Tafelbild oder Folie) kann dabei wesentliche Hilfe geben (s. Tafelbild Seite 34).

Mit der Behandlung der Sternentstehung schließt die 1. Stunde der Unterrichtseinheit. Die 2. Stunde beginnt mit einem Überblick

Vorgang	Interstellare Wolken			
	Gas		Staub	
	leuchtend	optisch nicht leuchtend	leuchtend	nicht leuchtend
	Anregung durch UV-Strahlung naher heißer Sterne	Radiofrequenzstrahlung Absorption in bestimmten Spektrallinien (optisch)	Reflexion des Sternlichts	Absorption und Verrötung des hindurchtretenden Sternlichts
Beobachtungsbefund	Emissionslinienspektrum	Radiofrequenzstrahlung zusätzliche Absorptionslinie im Sternspektrum	Absorptionslinienspektrum	Schwächung und Verrötung des Sternlichts
Bezeichnung	Emissionsnebel		Reflexionsnebel	Dunkelnebel

Tafelbild

über die *Struktur der Galaxis.* Er wird sich meist in Umfang und in bezug auf die Tiefe der Darstellung am Text des Lehrbuches Astronomie, Klasse 10, Seiten 91 ... 94 orientieren. Für das nachfolgende Thema *Extragalaktische Sternsysteme* genügt jedoch das vom Lehrbuch angebotene Faktenmaterial nicht, und auch der Lehrplan läßt an dieser Stelle sehr unterschiedliche Interpretationen zu. In Anbetracht der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit und des Aufnahme- und Vorstellungsvermögens der Schüler ist folgender Faktenkomplex denkbar:

Unsere Galaxis ist nicht das einzige Sternsystem im Weltall. Es existieren viele Millionen solcher Systeme, in denen sich jeweils einige Milliarden Sterne und meist auch interstellares Gas und interstellarer Staub — bis zu einem Drittel der Gesamtmasse — befinden. Wir nennen sie außergalaktische (extragalaktische) Systeme oder Galaxien. Diese Sternsysteme bilden teilweise große Anhäufungen; manche Galaxienhaufen umfassen mehrere tausend Systeme. Die Beobachtung der außergalaktischen Sternsysteme muß „durch die Sternbilder hindurch" erfolgen; wir müssen, um sie zu sehen, aus unsrer Galaxis hinausschauen. Ein unsrer Galaxis benachbartes außergalaktisches Sternsystem ist der Andromedanebel. Er weist, wie unsre Galaxis, eine Spiralstruktur auf und ist in Richtung auf das Sternbild Andromeda zu beobachten. Sein Durchmesser beträgt rund 50 000 pc. Mehr als die Hälfte aller Galaxien besitzen eine Spiralstruktur, die übrigen sind unregelmäßig geformt oder ohne erkennbare innere Struktur. Außergalaktische Sternsysteme senden elektromagnetische Strahlung im sichtbaren Wellenlängenbereich aus, darüber hinaus auch radiofrequente, infrarote, ultraviolette und Röntgenstrahlung. Es gibt Galaxien, bei denen die im Radiofrequenzbereich abgestrahlte Energie wesentlich größer ist, als die, die in anderen Wellenlängenbereichen ermittelt wird.

Mit einem Ausblick auf die Größe des derzeit überschaubaren Raumes und die Unbegrenztheit des Weltalls endet die Unterrichtseinheit.

3. Möglichkeiten der Veranschaulichung

3.1. Bilder

Neben den im „Lehrbuch Astronomie und auf den Umschlagseiten von „Astronomie in der Schule" enthaltenen Abbildungen bietet die *Bildmappe Ausgewählte astronomische Objekte* (Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin) sehr gutes und reichhaltiges Anschauungsmaterial zu den Themen *Milchstraßensystem* und *außergalaktische Sternsysteme.* Die Schüler sollten beim Betrachten dieser Aufnahmen auch, sofern möglich, Informationen über Entfernungen und Abmessungen der dargestellten Objekte erhalten. Hier ist der emotionalen Komponente bei der Aneignung des Stoffes eine nicht unwesentliche Rolle zugeordnet [2]. Die Struktur der Galaxis kann durch Vergleichen solcher Abbildungen (u. a. beim Betrachten des Anblicks verschiedener Galaxien in unterschiedlichen Lagen zur Blickrichtung) oftmals besser verdeutlicht werden, als durch die wenig anschauliche Lehrbuchausbildung 92/1.

3.2. Vergleiche

Quantitative Vergleiche dienen bei vielen Themen des Astronomieunterrichts der Vorstellungsbildung. Ihr Maßstab muß dem darzustellenden Sachverhalt entsprechen; dieser Forderung genügt für unseren Fall das folgende Beispiel:

Abstand Sonne – Erde	2 mm
Abstand Sonne – Pluto	8 cm
Mittlerer Sternabstand in Nähe der Sonne	500 m
Durchmesser der galaktischen Scheibe	10 000 km

(Das ist die Größenordnung des Erddurchmessers!) In diesem Zusammenhang muß nachdrücklich darauf hingewiesen werden, daß sich bei quantitativen Vergleichen die Größe des Milchstraßensystems und die seiner Mitglieder nicht gleichzeitig in einem anschaulichen Modell abbilden läßt. Demgegenüber haben die Größen und Entfernungen der Sternsysteme in einem anderen Maßstab vergleichbare Werte [3]:

Durchmesser der Galaxis	5 cm
Entfernung zum Andromedanebel	1 m
Mittlerer Abstand der Galaxien im Weltall	10 m
Entfernung der fernsten, heute beobachtbaren Galaxien	3 km

3.3. Die Modellvorstellungen „Galaxis"

Modellvorstellungen — nicht zu verwechseln mit mechanischen Modellen — sollen einen der sinnlichen Anschauung sich entziehenden Sachverhalt für die gedankliche Anschauung faßbar machen.

Die Modellvorstellung von der Galaxis ist nicht unmittelbar anschaulich. Ihre Komponenten werden von den verschiedenen Formen der Materie gebildet, die die Schüler im Laufe des Jahreslehrganges Astronomie kennenlernen: Sterne, ihre Besonderheiten (Doppelsterne, Bedeckungsveränderliche, Veränderliche), interstellares Medium, Sternhaufen. Weiterhin erfahren die Schüler die wichtigsten Fakten über die Geometrie der Galaxis. Das Modell soll nun alle Einzelheiten vereinigen; die sinnliche Anschauung bleibt allerdings auf Teile des Ganzen beschränkt. So kann etwa die Vielfalt der Erscheinungsformen der Materie durch tabellarische oder schematische Übersichten erfaßt werden, die Geometrie des Systems läßt sich durch Skizzen oder durch Vergleiche mit Abbildungen andrer Sternsysteme verdeutlichen. Keiner dieser Sachverhalte allein ist jedoch die Modellvorstellung, sondern erst die von den Schülern zu vollziehende Synthese aller Komponenten ergibt die Vorstellung von Größe und Struktur unsres Milchstraßensystems. Voraussetzung für ihr Entstehen und für ihr Verständnis ist neben der sicheren Kenntnis der Komponenten die aktive geistige Tätigkeit der Schüler.

Literatur

[1] SCHUKOWSKI, M.: **Zum Begriffssystem für den Astronomieunterricht.** Astronomie in der Schule 12 (1975) 2, S. 36.

[2] LINDNER, K.: **Zur unterrichtlichen Erörterung neuer Erkenntnisse über die Galaxis und die außergalaktischen Sternsysteme.** Astronomie in der Schule 11 (1974) 6, S. 130.

[3] SCHUKOWSKI, M.: **Die Notwendigkeit, die Möglichkeiten und die Grenzen des Vergleichs im Astronomieunterricht.** Astronomie in der Schule 3 (1966) 5, S. 104.

Anschrift des Verfassers:
Dr. KLAUS LINDNER
7024 Leipzig
Grunickestraße 7

KLAUS RAABE

Zur unterrichtlichen Erörterung des Stoffgebietes „Entfernungsbestimmungen"

Ein konkretes Beispiel soll zeigen, wie man im Astronomieunterricht den Erkenntnisprozeß führen kann, um die geistige Aktivität der Schüler zu erhöhen und ihnen Mitverantwortung bei der Gestaltung des Unterrichts zu übertragen.

Für die Behandlung der Unterrichtseinheit 2.2.1. „Entfernungsbestimmungen" steht laut Lehrplan lediglich eine Unterrichtsstunde zur Verfügung. Daher sind gerade hier die langfristige, gründlich-fachliche und didaktisch-methodische Planung sowie rechtzeitige praktische Vorbereitung durch den Lehrer erforderlich. Die folgenden Überlegungen sollen als Variante zu den Unterrichtshilfen und Karteikarten betrachtet werden.

Bei der *Planung* dieser Unterrichtseinheit — wie natürlich auch bei jeder andern — muß sich der Lehrer ständig mit der Frage auseinandersetzen, wie der Unterricht gestaltet werden kann, so daß eine dauernde aktive Auseinandersetzung des Schülers mit dem Stoff erreicht wird. Das schließt nach den Erfahrungen des Verfassers u. a. eine geplante *Vorbereitung des Schülers* auf bestimmte Teilziele des Unterrichts ein, wodurch eine gewisse Mitverantwortung für den erfolgreichen Ablauf der Stunde erreicht werden kann. Sie aktiviert den Schüler und weckt seine Interessen [1]. So bereiten Schüler in Arbeitsgruppen kleinere Beiträge vor, z. B. „die Anwendung der Methode der Triangulation bei der Berechnung der Entfernung unzugänglicher Punkte auf der Erde mit Hilfe des Sinussatzes", „die Beziehung Helligkeit — Entfernung" (Lehrbuch Abb. 75/1); „Leuchtkraft der Sonne" (Lehrbuch S. 67). Da auch zusätzliche Fragen des Lehrers und von Mitschülern beantwortet werden müssen, bemühen sich die Schüler um eine intensive Aneignung und Verarbeitung des vorzutragenden Stoffes, wodurch wiederum sich Sicherheit und Anwendbarkeit der Kenntnisse erhöht. Trotz

Zeitaufwandes, der mit solchen Kurzvorträgen verbunden ist, konnte stets das Stundenziel erreicht werden.
Indem der Lehrer bei der *Erarbeitung* der Gleichung $r = \frac{1}{p}$ die mathematischen Kenntnisse in neuen Zusammenhängen anwendet, festigt er diese und weckt bei den Schülern Erkenntnisinteressen. Das zeigt sich beispielsweise bei der Problemstellung, wie dieses mathematische Verfahren auf die Astronomie anzuwenden ist. Die Schüler werden hier mit einem Widerspruch konfrontiert, und sie finden schrittweise die Lösung des Problems durch weitgehend selbständige geistige Tätigkeit unter Führung des Lehrers: Unzugängliches Objekt auf der Erde – Stern am Himmel. Größere Entfernung bedingt größere Basisstrecke, z. B. Erde – Sonne usw. Nach der Definition der „Parallaxe" erkennen die Schüler den Zusammenhang zwischen der „Größe" der Parallaxe und der Entfernung, d. h. $r \sim \frac{1}{p}$ Durch die Definition des Begriffs „Parallaxensekunde" werden die Bedingungen für die Gleichung $r = \frac{1}{p}$ sichtbar gemacht (r in pc, p in ″) und die Schüler befähigt, durch ihre *Anwendung* zu qualitativen Aussagen über die Entfernung eines Sterns zu gelangen. Nachdem der Lehrer den Zahlenwert der Parallaxe für die nächsten Sterne genannt und Schwierigkeiten zu ihrer Ermittlung dargestellt hat (anschaulich: ein 1-Pf-Stück erscheint in 3,5 km Entfernung unter dem Winkel 1″), wird bei den Schülern die Erkenntnis erreicht, daß diese Methode zur Entfernungsbestimmung ihre Grenze hat.
An dieser Stelle entsteht bei den Schülern ein weiterer Widerspruch; es ergibt sich eine neue *Problemsituation*, wie die Entfernung weiter entfernter Sterne ermittelt wird. Zur Problemlösung müssen zunächst die Begriffe „scheinbare" und „absolute Helligkeit" der Sterne sowie „Größenklasse" erarbeitet werden.
In dieser Unterrichtsphase treten weitere Schülergruppen in Aktion („Helligkeit – Entfernung", „Leuchtkraft der Sonne"). Die *Arbeit mit dem Lehrbuch* (s. Schüleraufträge, dazu Abb. 76/1), die Wandkarte „Der nördliche Sternhimmel", die drehbare Sternkarte, die Lichtbilder R 608/6 und 608/17 sowie das Protokoll der Beobachtungsaufgabe A 8 unterstützen anschaulich die Erarbeitung der Erkenntnis, daß zwischen scheinbarer und absoluter Helligkeit der Sterne und ihrer Entfernung eine quantitative Beziehung herzustellen ist.
Der Lehrer informiert die Schüler über die photometrische Entfernungsbestimmung von Sternen. Er nennt die Gleichung $m - M = 5 \cdot \lg r - 5$. An einem Beispiel wird gezeigt, wie mit Hilfe dieser Formel die absolute Helligkeit bzw. die Entfernung eines Sterns ermittelt werden kann. In der abschließenden Zusammenfassung nennt der Lehrer nochmals die Entfernungseinheiten und definiert das „Lichtjahr" (Hinweis: Lichtjahresweg $\approx$ 10 000 000 000 000 km $= 10^{13}$ km).
Die *Hausaufgabe* beinhaltet eine mündliche Wiederholung der Begriffe, Fakten und Zusammenhänge dieser Unterrichtsstunde sowie die Berechnung der Entfernung „Erde – Proxima Centauri" und der „Laufzeit des Lichtes" von der Sonne zur Erde.

Literatur:

[1] WECK, H.: **Weitere inhaltliche Ausgestaltung erfordert erkenntnisprozeßgerechten Unterricht.** In: Astronomie in der Schule 12 (1975) 4, S. 80–83.

Anschrift des Verfassers:
OL KLAUS RAABE
7027 Leipzig
Gletschersteinstraße 47

UWE WALTHER

Zu den Beobachtungsprotokollen

Zur Fähigkeit im Protokollieren

Die obligatorischen Beobachtungsabende sind fester Bestandteil des Astronomieunterrichts und untrennbar mit den einzelnen Stoffeinheiten verbunden.
Daher müssen Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Beobachtungsabende sorgfältig geplant werden.
Die Schulung der Beobachtungsfähigkeit ist ein wesentliches Anliegen der Beobachtungsabende. Doch ist die Beobachtung selbst nur ein Teil der Beobachtungsmethode, zu der Vorüberlegungen und Auswertungen gehören. Das Protokollieren begleitet diesen Prozeß der Erkenntnisgewinnung über weite Strecken.
Der Lehrplan fordert, die Schüler zu befähigen, „einfache Beobachtungen ... zu protokollieren und auszuwerten" [1]. Er weist auf die mit der protokollarischen Fixierung verbundenen Möglichkeiten der Aktivierung der Schüler hin und schlägt die Bewertung der Protokolle vor. Dabei soll auch Wert auf den sprachlichen Ausdruck gelegt werden.
Die Aufgabe des Protokollierens besteht darin, aufgenommene Informationen über ein Ge-

schehen so zu verarbeiten, daß sie für eine weitere Nutzung (Auswertung, Verwertung, Bewertung) in einer besonderen objektiven (d. h. sachlichen und genauen) übersichtlichen, das Wesentliche enthaltenden, meist schriftlichen Form gespeichert wird.

Bei dieser Tätigkeit sind manuelle Sinnes- und Denktätigkeiten in komplexer Weise verbunden.

Protokollieren zählt zu jenen Techniken des geistigen Arbeitens, die bei der aktiven Mitarbeit in allen Bereichen unsres täglichen Lebens, insbesondere bei der Ausübung gesellschaftlicher Funktionen, in der Lernarbeit und bei der ständigen Qualifizierung eine große Rolle spielen.

Das Protokoll — als Ergebnis des Protokollierens — verkörpert ein wichtiges Hilfsmittel für das Gedächtnis, durch das die Bewältigung geforderter Aufgaben erleichtert oder gar erst ermöglicht wird. Darum ist die Einhaltung bestimmter Formen unbedingt notwendig.

Im Astronomieunterricht dient das Protokollieren dem Lernprozeß. Die Fähigkeit des Protokollierens wird damit weiterentwickelt [2]. Gleichzeitig hat die genannte Tätigkeit Bedeutung für die polytechnische Erziehung.

Das Protokollieren steht in enger Wechselwirkung zu den andern Fähigkeiten, setzt sie voraus, wendet sie in komplizierter Verkettung an und wirkt damit zurück auf deren Weiterentwicklung. Neben den grundlegenden geistigen Operationen (Vergleichen, Ordnen, Abstrahieren . . .) gehören dazu: Notieren, Skizzieren, Tabellieren, Beschreiben, Begründen, Erklären, Interpretieren, Arbeiten mit Modellen, Diskutieren von Fehlern und damit im Zusammenhang die richtige Verwendung der Fachsprache. Der Protokollant wird durch seine Tätigkeit gezwungen, sich wesentliche astronomische Kenntnisse und Handlungsvorschriften noch stärker bewußt zu machen, sie tiefer zu verstehen und für die Gewinnung neuer Erkenntnisse zu nutzen; er muß Erscheinung und Wesen unterscheiden, grundlegende Raumvorstellungen gewinnen und das Systemdenken weiterentwickeln.

Beim Protokollieren geht der Schüler von der Erkenntnisebene der praktisch-gegenständlichen Handlung und der unmittelbaren Anschauung während des Beobachtungsvorganges auf die Ebene der mittelbaren Anschauung über, und er bezieht schließlich die Position der sprachlich-begrifflichen Erkenntnisebene. Gerade hierbei treten oft Widersprüche zutage, durch die der Schüler die Bedeutung der exakten Beobachtung, des genauen Hinsehens erfaßt, wobei ihm auch die entscheidende Rolle des Protokolls bewußt wird. An dieser Stelle kann und muß der Lehrer steuernd und regulierend eingreifen. Fehler treten häufig bei der Lösung der Aufgaben A 9/3, A 8 und A 2/3 (Angaben nach dem Lehrbuch [3]) auf, wenn diese Tätigkeiten dem Selbstlauf überlassen bleiben. Die Forderung nach *selbständiger* Ausführung der Beobachtungen und des Protokollierens ist deshalb relativ zu sehen. Das Protokollieren besitzt auch für die Entwicklung von Verhaltensqualitäten Bedeutung. Die Tätigkeiten werden notwendigerweise bei nur spärlicher Beleuchtung ausgeführt und stellen damit hohe Anforderungen an die Sauberkeit und Genauigkeit der schriftlichen Fixierung, an Geduld, Ausdauer, Selbstkontrolle und Leistungswillen. Echte gegenseitige Hilfe bei der technischen Bewältigung des Protokollierens wird entwickelt. Damit wird die Gemeinschaftsarbeit gefördert. Die Achtung vor der Arbeit andrer und schließlich auch die Hochachtung vor den Leistungen der Astronomen des Altertums und des Mittelalters bis hin zu den Wissenschaftlern unsrer Zeit werden geformt. In der Vorbereitungsphase arbeiten die Schüler bei der Beantwortung der Vorbetrachtungen selbständig mit dem Lehrbuch und mit andern Arbeitsmaterialien, nutzen ihr Gedächtnis, um die theoretischen Voraussetzungen durch Reaktivieren oder Neuerarbeitung von Kenntnissen und ihrer Anwendung zu schaffen. Das erfordert Exaktheit, Pflichtbewußtsein, Gründlichkeit und Ehrlichkeit.

Zur Form der Protokolle

Im engeren Sinne versteht man in den Naturwissenschaften unter einem Protokoll das Beobachtungs- und Meßprotokoll. Ein ausführliches Protokoll umfaßt aber mehr. Es sollte als astronomisches Beobachtungsprotokoll (in Anlehnung an ein Protokoll in der Physik) enthalten:

Name: Vorname: Klasse: Schule:

Aufgabenstellung
(Vorbetrachtungen), Beantwortung der Vorbetrachtungen
Datum der Beobachtung:
Zeitdauer (Uhrzeit) der Beobachtung:
Geräte und Hilfsmittel:
Sichtverhältnisse: (Beobachtungs- und Meßbedingungen)
(Aufbau der Anordnung):
(Arbeitsanweisung – Durchführung)
Beobachtungs- und/oder Meßergebnisse:
Auswertung: (einschließlich Fehlerdiskussion)
Ergebnis:

Auf die Formulierung der Vorbetrachtungen und der Arbeitsanweisungen sollte man im Unterricht nach Möglichkeit verzichten (evtl. Quellenangabe). Für die Schülerbeobachtungen in Astronomie entfällt auch der Aufbau der Anordnung. Beobachtungsergebnisse, Auswertung und Ergebnis könnten für unsern Zweck

gemeinsam erscheinen. Konsequent ist das jedoch nicht! Das Lehrbuch [3] schlägt hierzu eine praktikable Form vor! (Die Angabe e i n e s Beispiels würde allerdings genügen!) Sie dient auch meinen Schülern als Grundlage, wird aber ergänzt durch die in einem ausgehängten Beispielprotokoll angegebenen Hinweise. Ein vollständig ausgefülltes Protokoll über eine für den Beobachtungsabend nicht geforderte Beobachtungsaufgabe (Beobachtung eines andern Planeten, der Sonne o. ä.) dient als Vorbild für die anzustrebende Ausführung. Dieses Vorgehen hat sich außerordentlich bewährt!

Von meinen Schülern verlange ich je Beobachtungsabend nur e i n Protokoll in dieser Form. (A 5 oder A 7, je nach Beobachtungsbedingungen.)

Die Aufgaben A 1 ... A 4 (erster Abend) und A 6, A 8 ... A 10 (zweiter Abend) sind auf je e i n e m Arbeitsblatt mit Protokollcharakter enthalten. Das in [4] gegebene Beispiel wurde weiterentwickelt. Dabei wurde vor allem den V o r b e t r a c h t u n g e n erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt. Sie sind auf einem besonderen Blatt aufgeführt. Auf diesem Blatt sind auch die Hinweise hinsichtlich der organisatorischen und fachlichen Vorbereitung durch die Schüler enthalten. (Die Vorbetrachtungen werden am Beobachtungsabend v o r der Durchführung der Beobachtungen abgegeben.)

Protokollaufgaben

Im Lehrplan [1] sind explizit nur zwei zu protokollierende Aufgaben genannt, Vorbetrachtungen werden nicht aufgeführt. Das Lehrbuch [3] gibt auf 14 Seiten in den dem Lehrplan entsprechenden Beobachtungsaufgaben A 1 ... A 10, für den Lehrer und Schüler eine ausgezeichnete Arbeitsgrundlage.

LINDNER [5] führt aus, wie diese Anleitungen interpretiert werden können.

Sie sind die Grundlage für mein Vorgehen. Einige Vorbetrachtungen werden gestrichen, teilweise in die Arbeitsanleitungen übernommen, andre geändert, wenige hinzugefügt. Damit wird die Absicht verfolgt, die Schüler mit der Beantwortung lösbarer Aufgaben v o r dem Beobachtungsabend auf diesen Abend einzustimmen, sie teilweise schon in schöpferischer Weise am Stoff arbeiten zu lassen und Widersprüche zu provozieren. Durch die Ankündigung von gesonderter Bewertung ergibt sich eine zusätzliche Stimulation.

Auch die Aufgabenstellungen des Lehrbuches haben einige Änderungen erfahren (gestrichen wurden beispielsweise A 1/3, A 1/4, A 4/2, A 8/3). Protokoll und Arbeitsblatt werden noch am gleichen Abend unter Aufsicht fertiggestellt und abgegeben [4].

(Alle Materialien werden in einem Schnellhefter aufbewahrt!)

Die folgende Übersicht enthält nur die für diesen Beitrag interessierenden Angaben (in sehr gedrängter Form).

I. Blatt: Anleitung ... (1. Beobachtungsabend)

1. Studieren der **organisatorischen Hinweise** für den Beobachtungsabend (werden an dieser Stelle aufgeführt!) ...
2. Beantworten der folgenden **Vorbetrachtungen** zu den Beobachtungsaufgaben
   - A 1/a: Welche Himmelsrichtung wird durch den Polarstern markiert?
   - A 1/b: Angabe der Hauptpunkte, die auf dem Himmelsmeridian liegen!
   - A 1/c: Auffindung des Polarsterns beschreiben (Skizze Lb. S. 115)!
   - A 2/a: Beschreibung der scheinbaren täglichen Bewegung ...
   - A 2/b: Winkel angeben, den ein Himmelskörper infolge seiner scheinbaren täglichen Bewegung je Stunde durchläuft!
   - A 2/c: Zirkumpolarsternbilder der Beobachtungsaufgaben angeben!
   - A 2/d: Winkelschätzen (Lb. S. 115/2) – Information!
   - A 4/a: Berechnung des Radius eines Kreises mit dem Umfang 360 cm!
3. Vorbereitung **eines Protokolls** nach dem an der Wandzeitung vorgeschlagenen Beispiel!
   Beachten Sie:
   - **A 5:** (Lb. S. 120), Vorbetrachtung 2 wird als erste Arbeitsanweisung übernommen.
     (**Zu allen** Aufgaben werden Protokollangaben verlangt!) bzw.
   - **A 7:** Planet ... vom Lehrer geben lassen!
     (Lb. S. 122 f.) Geänderte Vorbetrachtungen:
     1. Was ist ein Planet?
     2. Planeten nennen (Reihenfolge ...).
     3. Bekannte Planetengesetze formulieren!
     4. Kreis für Fernrohranblick im Protokoll vorbereiten!
4. Die Aufgabe **A 4** wird bei ungünstigen Beobachtunsbedingungen für den Mond zu geeigneter Zeit als Hausaufgabe gelöst.

Zur Auswertung der Protokolle

Dieser Begriff vertritt verschiedene Bedeutung:

1. Auswertung der Beobachtungen im Rahmen des Protokolls. Sie erfolgt noch während des Beobachtungsabends. Sie tritt nur bei wenigen Aufgaben in Erscheinung (A 2/3, A 3-Fehlerbetrachtung, A 4/4, A 8-Fehlerbetrachtung)! Notwendig wären bei A 4 eine Fehlerbetrachtung, evtl. bei A 3 eine Betrachtung der zufälligen Fehler für die Meßwerte und Schlußfolgerungen aus der Beobachtung des Doppelsterns (A 9) hinsichtlich seiner Strahlungsleistung und seines Radius.
2. Auswertung im Sinne einer Leistungsermittlung durch den Lehrer.
3. Auswertung der durchgesehenen Protokolle mit den Schülern. Besonders bedeutsam ist dieser Schritt für jene Aufgaben, mit denen schon durch den Beobachtungsabend ein relativer Abschluß des zugeordneten Stoffs erreicht wird (A 3/7, A 6/4, Fehlerbetrachtung in A 8). Die Auswertung des e r s t e n Beobachtungsabends besitzt entscheidende Bedeutung für die Vermeidung von Fehlern am zweiten Abend!
4. Auswertung im Sinne einer Nutzung (nicht

nur der Protokolle) im nachfolgendem Unterricht.

Zur Bewertung der Protokolle

Die Zusammenstellung gültiger Materialien für die Bewertung und Zensierung von Schülerleistungen enthält auch Angaben über die Fähigkeiten im Protokollieren und Auswerten einfacher Schülerbeobachtungen und den Beherrschungsgrad:

Noten 1 und 2: selbständig
Note 3: unter Anleitung
Note 4: größere Hilfen sind nötig.

Die Durchsicht von Protokollen stellt eine schriftliche Leistungsermittlung dar. Man hat hier kaum die Möglichkeit, Wissen zu bewerten! Dem Verfasser stehen drei Materialien je Beobachtungsabend zur Verfügung:

1. Die Antworten auf die Vorbetrachtungen zu den Arbeitsblättern.
2. Die Ergebnisse der Arbeitsblätter zu vier Beobachtungsaufgaben.
3. Ein Protokoll (A 5 oder A 7).

Zu 1.: Hiermit erfaßt man vorwiegend die Fähigkeit zur selbständigen Zusammenstellung von Wissen und seiner Anwendung (in Form einer Hausaufgabe).

Zu 2.: Damit wird die Fähigkeit zum Protokollieren im engeren Sinne erfaßt, da die Form im wesentlichen vorgegeben ist und die Vorbetrachtungen gesondert beantwortet wurden.

Zu 3.: Hier tritt an einem Beispiel gewissermaßen eine Synthese der beiden vorgenannten Formen auf. Hinzu kommt die selbständig zu gestaltende äußere Form, wozu zusätzliche Zeit zu investieren ist. Die Form wird deshalb mit einer gesonderten Note versehen.

Im übrigen erfolgt die Bewertung nach einem Punktsystem. Der erste Beobachtungsabend wird oft zum „Training" benutzt. Die Durchsicht erfolgt zuweilen *gemeinsam* nach Kontrolle der Vollständigkeit. Noten werden teilweise nur für überragende Ergebnisse erteilt und eingetragen. Für den zweiten Beobachtungsabend verfahre ich aber grundsätzlich nach meinen Bewertungsregeln. Die Wichtung der Noten im Vergleich zu andern Verfahren der Leistungsermittlung ist bedeutsam. Darum wird die Zuordnung der Noten im Klassenbuch auch gekennzeichnet. Sie sollten in der Ermittlung des gesamten Leistungsgefüges ohne Über- oder Unterschätzung ihren ihnen zukommenden Platz einnehmen.

Literatur:

[1] **Lehrplan für Astronomie Klasse 10.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin 1969.
[2] **Führungsschwerpunkte für den Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule 12 (1975) 4.
[3] **Astronomie. Lehrbuch für Klasse 10.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin 1971.
[4] WALTHER, U.: **So beobachte ich mit meinen Schülern.** In: Astronomie in der Schule 13 (1976) 1.
[5] LINDNER, K.: **Zur Interpretation der Beobachtungsaufgaben im Lehrbuch.** In: Astronomie in der Schule 13 (1976) 4.
[6] Verfügungen und Mitteilungen 23 (1975) 8, M 15/75.

Anschrift des Verfassers:
UWE WALTHER
521 Arnstadt
Johannes-König-Straße 26

HELMUT BERNHARD

Methodik Astronomieunterricht

Wie für andre Fächer, erscheint jetzt auch für unser Fach das Buch *„Methodik Astronomieunterricht"*.[1] Diese Neuerscheinung ist eine kontinuierliche Fortsetzung der Herausgabe von Hilfen für die Hand des Astronomielehrers. Im Jahre 1960 erschien in der Reihe „Bibliothek des Lehrers" der Titel *„Astronomieunterricht — ein methodisches Handbuch für den Lehrer"* [1]. Es hatte den Zweck, aus damaliger Sicht jenen Lehrern, die Astronomie unterrichteten, in wichtigen theoretischen und praktischen Fragen ihres Faches unmittelbare Hilfe und Anleitung zu geben. Im Jahre 1971 erschienen die *„Unterrichtshilfen Astronomie 10. Klasse"*, die mit dem damals neuen Lehrplan abgestimmt waren [2]. Wie schon der Titel sagt, ist dieses Buch eine unmittelbare und direkte Hilfe zur Vorbereitung und Durchführung eines niveauvollen Astronomieunterrichts. Es werden für alle Lehrplanabschnitte didaktisch-methodische Empfehlungen zur erfolgreichen Gestaltung des Unterrichts gegeben. Im Vorwort zu den Unterrichtshilfen weisen die Autoren ausdrücklich darauf hin, daß es nicht ihre Absicht war, diese Empfehlungen theoretisch zu begründen [2; 8]. Als Ergänzung zu den Vorschlägen in den Unterrichtshilfen erschienen in „Astronomie in der Schule" eine Vielzahl von Varianten zum didaktisch-methodischen Vorgehen im Astronomieuntericht.

Das Studium der jetzt vorliegenden „Methodik Astronomieunterricht" soll alle Astronomielehrer befähigen, Zielstellung und Inhalt des Faches Astronomie noch besser zu erfassen [3]. Gleichzeitig will es die Astronomielehrer bei ihrem Bemühen um ein höheres didaktisch-

[1] Autorenkollektiv: **Methodik Astronomieunterricht.** Herausgegeben von der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR. Verkaufspreis in der DDR 6,20 M, Bestell-Nr. 706 7704, Kurzwort 082102 Methodik Astronom.

methodisches Niveau und eine noch bessere erzieherische Wirksamkeit des Unterrichts auf der Grundlage des Lehrplans unterstützen. Es geht um eine ausführliche Interpretation des Astronomielehrplans. Das Buch ersetzt aber weder die ständige Arbeit mit dem Lehrplan, noch kann es die Aufgaben der Unterrichtshilfen übernehmen. In der „Methodik Astronomieunterricht" wird gezeigt, wie die schulpolitischen Forderungen und pädagogisch-methodischen Erkenntnisse von Lehrern bei der Planung und Gestaltung des Unterrichts umgesetzt werden müssen.

Im Gegensatz zu den Unterrichtshilfen enthält das neue Buch nur ausgewählte typische Unterrichtsbeispiele. Es versucht, das didaktisch-methodische Vorgehen nicht nur zu beschreiben, sondern auch zu begründen. Die „Methodik Astronomieunterricht" bezieht sich konsequent auf den derzeitigen Lehrplan. Nur solche Aussagen und Vorschläge werden dargestellt, die sich in der Praxis bewährt haben.

Das Buch besteht aus drei Kapiteln, die Ziele, Unterrichtsstoff und den Unterrichtsprozeß im Fach Astronomie charakterisieren. Der Leser soll die Ziele des Astronomieunterrichts bei der Bildung und Erziehung sozialistischer Persönlichkeiten in ihrer Komplexität erfassen. Ihm wird der Zusammenhang zwischen den Zielen, der Auswahl und der Struktur des Unterrichtsstoffes erläutert, und es werden Schlußfolgerungen für die Gestaltung des Unterrichtsprozesses abgeleitet. Mit der Anlage des Buches wird dem Lehrer geholfen, die Vielgestaltigkeit des Unterrichtsgeschehens zu erkennen und das Wesentliche zu erfassen. Er soll befähigt werden, bei seinen didaktisch-methodischen Entscheidungen stets von den Zielen der Entwicklung der Persönlichkeit auszugehen. Damit einzelne Aussagen bzw. Empfehlungen weder überbetont noch unterschätzt werden, ist es erforderlich, daß der Lehrer den Gesamtinhalt des Buches studiert.

Die „Methodik Astronomieunterricht" enthält konkrete Vorschläge zur Gestaltung von bestimmten Unterrichtssituationen. Diese Empfehlungen können nicht schematisch in die Schulpraxis übernommen werden. Der Lehrer soll vielmehr angeregt werden, sich kritisch mit den dargestellten Auffassungen auseinanderzusetzen und diese auf Grund seiner Erfahrungen und der konkreten Bedingungen in der jeweiligen Klasse schöpferisch umzusetzen.

Die „Methodik Astronomieunterricht" wird von der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR herausgegeben und wurde von einem Kollektiv erfahrener Pädagogen geschrieben, die den gegenwärtigen Stand der Fachmethodik weitestgehend berücksichtigten. Fachastronomen, Philosophen, Vertreter der pädagogischen Wissenschaft und viele erfolgreiche Lehrer haben durch ihre Stellungnahmen und Vorschläge das Niveau des vorliegenden Buches wesentlich mitbestimmt. Im Sinne der einheitlichen Verwendung von pädagogischen Begriffen und Begriffsinhalten orientieren sich die Verfasser stets an den Ausführungen im Buch *„Allgemeinbildung – Lehrplanwerk – Unterricht"* [4].

Die „Methodik Astronomieunterricht" wendet sich vor allem an die Astronomielehrer, Mitarbeiter von Schulsternwarten und Leiter von Arbeitsgemeinschaften Astronomie/Astronautik nach Rahmenprogrammen. Sie gehört zur Pflichtliteratur bei der Vorbereitung der Lehrer zum Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie.

1. Kapitel

In diesem Kapitel wird dargelegt, welchen Beitrag der Astronomieunterricht zur Bildung und Erziehung allseitig entwickelter Persönlichkeiten leistet. Im Überblick werden die gesellschaftlichen Funktionen der Astronomie erläutert. Es werden die Ziele im Bereich des Wissens genannt, wobei erstmals versucht wird, jene astronomischen Erkenntnisse auszuweisen, die die Schüler am Ende des Astronomieunterrichts besitzen sollen. Auch auf die Bedeutung astronomischer Begriffe und die Arbeit mit ihnen im Erkenntnisprozeß wird eingegangen. Ferner wird erläutert, warum dem Schüler der dynamische Charakter als Wesensmerkmal auch der astronomischen Wissenschaft bewußt werden muß.

Ein Abschnitt geht auf die Ziele im Bereich des Könnens ein. Er konzentriert sich auf die Orientierung am Sternhimmel, die Arbeit mit der Sternkarte und dem HRD und auf den Umgang mit Beobachtungsgeräten. Es werden jene Fähigkeiten und Fertigkeiten genannt, die bei den Schülern zu entwickeln sind, wobei auch auf die Bedeutung dieser Eigenschaften für die Weiterführung des Erkenntnisprozesses nach der Schulzeit eingegangen wird.

Im Abschnitt „Ziele im Bereich der Überzeugungen und Verhaltensweisen" werden die Ziele der weltanschaulich-philosophischen und politisch-moralischen Bildung und Erziehung des Astronomieunterrichts bei der Persönlichkeitsentwicklung genannt und interpretiert. In diesem und in den andern Kapiteln heben bei bestimmten Abschnitten Zusammenfassungen das Wesentliche hervor.

2. Kapitel

Hier wird der Unterrichtsstoff erörtert, mit dessen Hilfe die im 1. Kapitel genannten Ziele

realisiert werden. Es wird dargelegt, über welche astronomische Bildung der Schüler zu Beginn des Astronomieunterrichts in der 10. Klasse verfügt. Hier werden die Elemente astronomischer Bildung in den Klassen 1 bis 5 genannt. Eine tabellarische Übersicht stellt die astronomischen Vorleistungen der Klassen 6 bis 10 dar, zugeordnet zu den Stoffgebieten des Astronomielehrplans. Eine Übersicht über den Unterrichtsstoff im Fach Astronomie zeigt, welche kosmischen Objekte und astronomischen Arbeitsmethoden in den einzelnen Unterrichtseinheiten zu behandeln und welche obligatorischen Schülerbeobachtungen dazu auszuführen sind. Es werden die Inhalte der Stoffeinheiten „Das Planetensystem" und „Astrophysik und Stellarastronomie" charakterisiert, so daß der Lehrer weiß, in welchem Umfang und in welcher Tiefe der Stoff im Astronomieunterricht zu behandeln ist.

Das Kapitel geht auch auf fachübergreifende Aspekte ein. Tabellen informieren über die weltanschaulich-philosophischen und politisch-moralischen Potenzen des Unterrichtsstoffs. Schließlich weisen Übersichten das grundlegende astronomische Wissen und seine erzieherischen Potenzen in Form von Systematisierungen aus. Sie helfen dem Lehrer, den Unterrichtsprozeß wirksam und erfolgreich zu gestalten. Einen Ausschnitt aus den zahlreichen Tabellen stellen wir vor.

Auszug aus Tabelle 3 der „Astronomie-Methodik"

Weltanschaulich-philosophische Potenzen des Unterrichtsstoffes im Fach Astronomie				
einheit Unterrichts-	**Existenz von Gesetzmäßigkeiten in der Welt**	**Entwicklung in der Welt**	**Erkennbarkeit der Welt**	**Zusammenhang von Gesellschaft und Wissenschaft**
1	2	3	4	
2.3. **Das Milchstraßensystem und extragalaktische Systeme**	Vielfalt und gesetzmäßige Ordnung der Erscheinungsformen; Gravitationswirkungen	Sternentstehung als Anfangsphase der Sternentwicklung	Empfang von Radiostrahlung aus dem Weltall, Bedeutung für die Erforschung von kosmischen Erscheinungen und Prozessen; Entdeckung bisher unbekannter Erscheinungsformen im Weltall	Bau von Radioteleskopen und immer leistungsfähigeren optischen Instrumenten

3. Kapitel

Dieses Kapitel hat im Buch die größte Seitenzahl; es zeigt, **wie** die Ziele des Astronomieunterrichts mit Hilfe des Unterrichtsstoffs im Unterrichtsprozeß realisiert werden können. Zunächst wird mit Hilfe konkreter Beispiele dargelegt, wie die marxistisch-leninistischen Grundpositionen für den Unterricht im Fach Astronomie zu verwirklichen sind. Am Beispiel bestimmter Unterrichtssituationen wird gezeigt, wie sich Wissenschaftlichkeit, Parteilichkeit und Lebensverbundenheit als grundlegendes Prinzip im Astronomieunterricht realisieren lassen. Es wird erläutert und demonstriert, welche Bedeutung die didaktischen Prinzipien der Faßlichkeit und Anschaulichkeit für den Erkenntnisprozeß im Fach Astronomie haben. Ferner werden die geistige und geistig-praktische Tätigkeit der Schüler erörtert. Auch auf das Vergleichen, das Beobachten, die Arbeit mit Modellvorstellungen, das Klassifizieren, das Systematisieren und Strukturieren im Astronomieunterricht wird eingegangen.

Ein Abschnitt widmet sich den Unterrichtsmitteln. Er erläutert didaktisch-methodische Möglichkeiten für ihren rationellen Einsatz. Tabellen zeigen, wie bestimmte Unterrichtsmittel bei einzelnen Unterrichtseinheiten wirkungsvoll einzusetzen sind. Anforderungen werden genannt, für die Einrichtung eines Fachunterrichtsraumes Astronomie. Ferner erfolgen praktische Hinweise zur Einrichtung und Nutzung von Beobachtungsstationen und Schulsternwarten. Schließlich werden Aufbau und Einsatzmöglichkeiten eines Planetariums erörtert.

Dann folgen Empfehlungen für die Planung und Vorbereitung des Astronomieunterrichts. Im Detail wird dargestellt, wie ein Beobachtungsabend vorzubereiten, durchzuführen und auszuwerten ist. Dabei werden auch Varianten genannt. Ferner wird die Vorbereitung eines Planetariumsbesuchs diskutiert. Ausführungen über die Leistungskontrolle im Astronomieunterricht zeigen an konkreten Beispielen Möglichkeiten für mündliche und schriftliche Kontrollen.

Einen breiten Raum nimmt in diesem Kapitel die didaktisch-methodische Behandlung einiger Schwerpunkte des Astronomielehrplans ein. Am Beispiel der Lehrstoffe *„Entfernung*

und Helligkeit der Sterne", „Ausgewählte Zustandsgrößen der Sterne", „Sternentwicklung und Sternentstehung" und *„Schülerbeobachtungen"* wird dargestellt, wie der Unterrichtsprozeß in seiner Komplexität zur Realisierung einer Zielstellung didaktisch-methodisch gestaltet werden kann, welche fachwissenschaftlichen, pädagogischen und psychologischen Überlegungen der Lehrer dazu bei der Planung beachten muß. Hier findet der Leser Empfehlungen, wie durch die Komplexität des Unterrichtsgeschehens Wissen und Können vermittelt und Überzeugungen herausgebildet werden können. Mit Absicht wurde in diese Darstellung die Vorbereitung, Durchführung und Auswertung des 2. Beobachtungsabends einbezogen. An dieser Stelle findet der Lehrer — belegt mit Beispielen — Hinweise für Anforderungen, die an ein Protokoll zu stellen sind.
Das Kapitel befaßt sich auch mit den Arbeitsgemeinschaften Astronomie/Astronautik nach Rahmenprogrammen. Zunächst werden die Zielstellung der Arbeitsgemeinschaften und die Stoffanordnung im Rahmenprogramm erläutert. An ausgewählten Beispielen zeigt man didaktisch-methodische Möglichkeiten zur Gestaltung der Tätigkeit in den Arbeitsgemeinschaften.
Das Buch „Methodik Astronomieunterricht" gibt, belegt mit 55 Literaturangaben, einen ausführlichen Einblick in den gegenwärtigen Entwicklungsstand der Fachmethodik. Es sollte bald seinen Platz in der Bibliothek jedes Astronomielehrers finden.

Literatur:
[1] Autorenkollektiv: **Astronomieunterricht — Methodisches Handbuch für den Lehrer.** Herausgegeben vom DPZI. Verlag Volk und Wissen, Berlin 1969.
[2] Autorenkollektiv: **Unterrichtshilfen Astronomie 10. Klasse.** Verlag Volk und Wissen, Berlin 1971.
[3] Autorenkollektiv: **Methodik Astronomieunterricht.** Herausgegeben von der APW der DDR, Verlag Volk und Wissen, Berlin 1977.
[4] Autorenkollektiv: **Allgemeinbildung — Lehrplanwerk — Unterricht.** Verlag Volk und Wissen, Berlin 1972.

Anschrift des Verfassers:
StR Dr. HELMUT BERNHARD
86 Bautzen
Postfach 54

Leistungskontrollen im Astronomieunterricht - aber wie?

Sowohl in der pädagogischen Wissenschaft als auch in der täglichen Praxis der Lehrer aller Unterrichtsfächer unsrer Oberschule werden gegenwärtig die mit dem Thema „Leistungskontrolle und Leistungsbewertung" verbundenen Probleme diskutiert. In der Diskussion tragen die Pädagogen unterschiedliche Meinungen vor. Sie gehen von der Erkenntnis aus, daß *Kontrolle und Bewertung von Leistungen wichtige Funktionen bei der Entwicklung der sozialistischen Persönlichkeit* haben. Anläßlich des Spezialkurses 1976 in Bautzen fand auf Einladung der Redaktion unsrer Zeitschrift ein Erfahrungsaustausch zum Problem „Leistungskontrollen im Astronomieunterricht" statt. 73 Astronomielehrer nahmen daran teil.
Um es vorwegzunehmen: Natürlich war nicht zu erwarten, daß die Diskussion zu einem Ergebnis führen würde, das alle Teilnehmer als Lösung betrachten könnten. Vielmehr wurde dieses Gespräch als Bestandsaufnahme der Praktiker und als gute Möglichkeit des kritischen Meinungsaustausches aller Beteiligten wahrgenommen. Von welchem Geist die Zusammenkunft getragen war, brachte ein Teilnehmer mit den Worten zum Ausdruck, daß er sich freue, „daß hier nicht Parade gefahren wird, sondern die wirklichen Probleme angepackt und angesprochen werden".
Im Gesprächsverlauf kristallisierten sich einige Konzentrationspunkte heraus, um die sich weitere Akzente gruppierten, über die man sich im wesentlichen einig war. Alle Redner brachten zum Ausdruck, daß die Leistungskontrollen alle Seiten der Persönlichkeit zu berücksichtigen haben und deshalb sehr vielgestaltig sein müssen. Es sei notwendig, Leistungskontrollen innerhalb der Unterrichtsstunde variabel einzusetzen. Mit Nachdruck wurde darauf verwiesen, die *Kontrollen langfristig* zu *planen*, um zu vermeiden, daß entweder die ganze Klasse oder Einzelschüler immer zum gleichen Anforderungsbereich kontrolliert und andre Bereiche der Persönlichkeitsentwicklung nicht überprüft werden. Wahre Leistungen kommen durch vielfältiges Üben und Wiederholen zustande! Deshalb ist das *Unterrichtsgeschehen* noch stärker *auf das Wesentliche abzustimmen* und ständig mit den Lehrplanforderungen zu vergleichen. So läßt sich aufkommender Zeitnot am wirksamsten begegnen.
Aus der Fülle des Gesprächstoffs sollen zwei Gedanken hervorgehoben werden: Um das Wissen, Können und die Überzeugungen bei allen Schülern zu überprüfen und richtig zu beurteilen, wird — auf Initiative der Fachkommission — in mehreren Kreisen im Klassenbuch ein „Kontrollspektrum" der verschiedenen Anforderungsbereiche in die Kopfleiste eingetragen. Daraus ist sofort ersichtlich, welche Resultate der Schüler im betreffenden Bereich erreicht hat bzw. welcher Schüler dazu noch nicht geprüft worden ist.
Um die Leistungskontrollen effektiv und ra-

tionell zu gestalten und gleichzeitig die Mitarbeit der Schüler in der Unterrichtsstunde zu aktivieren, regen mehrere Kollegen gezielte *„Vorüberlegungen" für die Folgestunde* an. Sie sind sowohl mündlich als auch schriftlich zu erledigen. Ein Fachberater berichtete von einem Kollegen, der seinen Schülern bereits zu Schuljahresbeginn eine Übersicht der Probleme gibt, mit denen sie sich während des Jahres auseinandersetzen sollen. Damit verbundene Überlegungen der Schüler wirken auf das Unterrichtsgeschehen stimulierend und haben außerordentlich aktivierenden Einfluß.

J. STIER skizzierte in einem einleitenden Referat den gegenwärtigen Stand der pädagogischen Diskussion zur Thematik. Darauf und besonders auf den Hinweis, daß die Schüler ihr Leistungsvermögen möglichst oft mündlich beweisen sollen, kam das Gespräch häufig zurück. Einige Kollegen betonten, daß eine mündliche Leistungskontrolle erst dann erfolgen kann, wenn die Schüler ihre Standpunkte und ihr bisheriges Wissen in einer Problemdiskussion vortragen bzw. anwenden können. Leider verbiete die Zeitknappheit, häufig von dieser Variante Gebrauch zu machen. Sie sei aber wichtig, weil die Schüler zur Disponibilität und zu umfassender Denkschulung zu erziehen sind. Gerade das Fach Astronomie besitzt gute Möglichkeiten, das enge „Fächerdenken" der Schüler überwinden zu helfen. Hierzu sollte die Zeitschrift detaillierte Erfahrungsberichte veröffentlichen.

Anders war die Situation bei Berichten, die einen Überblick von dem vermitteln, *was* im Astronomielehrgang *bewertet wird.* Das Spektrum reichte vom mündlich oder schriftlich reproduzierten Wissen über das Können, mit Karten-, Graphen- und Tabellenmaterial zu arbeiten, bis zur Bewertung der Beobachtungsprotokolle und angefertigten Hausaufgaben; vom zensierten selbstgebauten Modell oder Meßgerät bis zum Schülerheft. Die „Stundennote" spielte keine geringere Rolle als die Frage: „Darf jede Einzelfrage gesondert bewertet werden, damit man zu mehr Zensuren im Klassenbuch kommt?" Damit verknüpft war die Polemik um das „Für und Wider", daß jede Zensur im Klassenbuch gleichwertig sei. Zu diesen Fragen wurden teilweise konträre Ansichten vorgetragen. Teilweise stellten die Sprecher die praktizierten eigenen Verfahrensweisen als Frage an die Zuhörer. An dieser Stelle kann nicht über alle Einzelheiten der Gespräche berichtet werden. Die Auswahl der Darlegungen soll verdeutlichen, daß es noch zahlreiche offene Fragen und Unsicherheiten bei der Leistungsbewertung gibt.

Ein Lehrer berichtete, daß er sich vornimmt, diesen oder jenen Schüler während der Stunde zu überprüfen. Für 5 richtige Antworten erhält der Schüler eine „Stundennote". Falsche Antworten werden noch nicht bewertet – sicher eine Schwäche dieser Verfahrensweise.

Kollegen, die in Klassen mit geringer Schülerzahl unterrichten, haben teilweise bis zu zehn Zensuren und mehr je Schüler im Klassenbuch stehen. Darin sind Kurzkontrollen, Protokolle, die Arbeit mit Kartenmaterial, Begriffdefinitionen, Zeichnungen und Skizzen, Auswertungen von Diagrammen oder statistischem Material einbezogen. In Einzelfällen werden alle Schüler der Klasse beauftragt, Modelle oder einfache Meßgeräte zu bauen, die zensiert werden. In einem andern Fall werden die Nachschriften und Hausaufgaben der Schüler mit einer Leistungsnote belohnt. Man will damit leistungswilligen, sehr fleißigen, aber auch leistungsschwachen Schülern Mut zum Lernen geben. Diese und andre Beispiele sprachen Fragen der objektiven Bewertung und der Gleichwertigkeit jeder Zensur im Klassenbuch an. Der Hinweis darauf, daß an der Tatsache nicht zu rütteln ist, „jede Zensur im Klassenbuch ist voll- und gleichwertig", war richtig und notwendig. Repräsentiert aber jede erteilte Zensur ein zu forderndes Leistungsniveau? Ist jeder Handgriff, jede pflichtgemäße Erledigung des vom Schüler Geforderten (wie ordentliche Heftführung, sauberes Erledigen der Hausaufgaben . .) „zensurenreif"? Wann hat eine Bewertung soviel Gewicht, um voll- und gleichwertig neben andern Noten im Klassenbuch verzeichnet zu sein? Hinter diesen Fragen stehen echte Probleme. Nicht allein die Anzahl der Zensuren entscheidet, sondern die Anforderungen, die damit an einen Schüler verbunden sind.

So wollten auch die Kollegen verstanden sein, die davor warnten, jedes Beobachtungsprotokoll oder jede Aufgabe einer Leistungskontrolle getrennt zu bewerten und diese Noten im Klassenbuch zu fixieren. Es geht darum, das wirklich erreichte Leistungsniveau der Schüler in einem Fach durch eine Zensur darstellen zu können. Empfohlen wurde, mehrere Protokollbewertungen in einer oder zwei Noten zusammenzufassen, die die Fähigkeiten der Schüler im Beobachten einschätzen. Andre Noten sollten darüber Auskunft geben, welches Fachwissen der Schüler sich aneignete, wie weit er fähig ist, Zusammenhänge zu erkennen. Wertungen vorzunehmen, graphisch oder tabellarisch dargestelltes Wissensgut auszuwerten.

In diesem Zusammenhang wurde auch über Arbeits- und Unterrichtsmittel diskutiert, die

in Leistungskontrollen oder Abschlußprüfungen als „Hilfen" bzw. rationalisierende Elemente einbezogen werden. Nicht wenige der Anwesenden berichteten von guten Erfahrungen mit selbstgefertigten Arbeitsblättern. Andre Kollegen wiesen nach, wie zeitsparend und effektiv die Einbeziehung der Arbeitskarten in Leistungskontrollen ist.

Zur Frage, ob die *Fertigkeit im Umgang mit der drehbaren Sternkarte* bewertet werden dürfe, entspann sich eine interessante Diskussion. Einige Redner traten dafür ein, Aufgaben zur Arbeit mit der Sternkarte während des gesamten Lehrgangs in die Leistungskontrollen bzw. in die Abschlußprüfung einzubeziehen. Andre vertraten den Standpunkt, daß die Sternkarte Unterrichtsmittel und nicht Unterrichtsgegenstand sei. Man müsse davon abkommen, die Arbeit mit der Sternkarte überzubewerten. Nach ihrer Auffassung habe die Sternkarte nur bei der Behandlung der Orientierung am Sternhimmel einen berechtigten Platz im Astronomieunterricht.

Die genannten Aussagen beinhalten zwei voneinander unabhängige Aspekte, die nicht miteinander verquickt werden dürfen. Jede Überbewertung des einen oder andern Lehrplandetails gefährdet die Erreichung der Zielstellung des Lehrplans. Dazu gehört auch die zu starke Betonung der Sternkarte. Die Sternkarte ist aber tatsächlich Arbeitsmittel, sowohl des Astronomen als auch des Schülers. Der Astronom kann die Karte handhaben, der Schüler muß die Handhabung lernen. Lernen heißt aneignen, üben und wiederholen. Ob das Lernen erfolgreich war, wird vom Lehrer in Astronomie genauso geprüft, wie das topographische Wissen des Schülers in Geographie überprüft und bewertet wird. Erst die Fertigkeit, sich mit Hilfe der Sternkarte zu orientieren, versetzt den Schüler in die Lage, einen im Unterricht nach physikalischen Merkmalen charakterisierten Stern auch in der Natur aufzusuchen. Durch eine derartige Verbindung von Theorie und eigener Beobachtung bilden sich echtes Vorstellungsvermögen und Verständnis für die Probleme der astronomischen Forschung heraus. Es reifen Einsichten und Überzeugungen. Ein Kollege wies darauf hin, daß die Fertigkeit unsrer Schüler im Umgang mit der Sternkarte über den Astronomieunterricht hinaus auf die Bildung der Erwachsenen wirkt: „Auch die Eltern befassen sich mit der ‚Sternkunde' und sind Nutznießer der Sternkarte." Mehrfach wurde beklagt, daß dieses Arbeitsmittel für die Hand des Schülers nicht jeder Schüler besitzt. Diese Tatsache erschwert die Verwirklichung der Lehrplanforderung, die Schüler zu befähigen, die drehbare Sternkarte zu benutzen. Einige Lehrer gestanden in der Veranstaltung, daß ihr Interesse an Astronomie in dem Maße wuchs, je besser sie sich mit Hilfe der Karte am Sternhimmel zurechtfanden.

Das Kapitel, wie eine *Prüfungsfrage* zusammengestellt und formuliert werden soll, konnte nur am Rande berührt werden. Anerkennung fand jedoch, daß Kollegen sich mit ihren Prüfungsfragen in der Fachzeitschrift zur Diskussion stellten. Natürlich kann am konkreten Beispiel leichter auf offene Fragen eingegangen werden. Darin besteht der Wert einer echten Diskussion.

Als der Chefredakteur das Gespräch aus Zeitgründen abbrach, konnte er berechtigt konstatieren, daß zum diskutierten Thema an diesem Abend ein positiver Anfang gemacht worden sei. Diese Aussprache müßte in den Fachkommissionen der Kreise fortgesetzt werden. Sie sollte sich bald in der Form von Beiträgen in der Fachzeitschrift widerspiegeln.

Anschrift des Berichterstatters:
OL HEINZ ALBERT
963 Crimmitschau
Sternwarte

Unser Forum

Das Lehrbuch im Astronomieunterricht[1]

GEROLD PIETSCHMANN, Triptis/Thüringen

Durch die eindeutige Abgrenzung des verbindlichen Lehrplanwissens vom Informationswissen fällt es — trotz der hohen Informationsdichte des Lehrbuches — den Schülern leichter, Wesentliches vom Unwesentlichen zu trennen. Die am Schluß der einzelnen Abschnitte konzipierten Zusammenfassungen enthalten in konzentrierter Form die notwendigen Erkenntnisschwerpunkte; sie sind nach Meinung des Verfassers geeignet, die Schüler bei Wiederholungen im Unterricht und bei der Vorbereitung der Prüfung wirksam zu unterstützen. Selbstverständlich sind dabei auch andre Unterrichtsmittel und die schriftlichen Aufzeichnungen der Schüler einzubeziehen. 13 Hospitationen (überwiegend bei Nichtfachlehrern) bewiesen, daß bei Nutzung der Strukturelemente des Lehrbuches folgendes sichtbar wird:

	aller Std.
Arbeit mit Übersichtstabellen (Anhang)	54 %
Arbeit mit Textabschnitten	54 %
Einbeziehung und Auswertung graphischer Darstellungen und schematischer Skizzen	54 %

[1] s. Astronomie in der Schule 12 (1975) 4, S. 92; 5, S. 115; 13 (1976) 2, S. 42; 4, S. 90; 14 (1977) 1, S. 17.

Auswertung von Bildmaterial	38 %
Lösung von Fragen und Aufträgen zu den jeweiligen Stoffeinheiten	15 %
Nutzung von Beobachtungsaufgaben	0 %
Arbeit mit dem Sachwortregister	0 %

Diese Kurzanalyse zeigt, daß bei der Prozeßführung die vielseitigen Möglichkeiten des Lehrbuches nicht optimal für die Erkenntnisgewinnung genutzt werden. Mitunter werden die Schüler durch langatmige Unterrichtsgespräche und durch umfangreiche Tafelbilder überfordert, anstatt das Lehrbuch methodisch so einzusetzen, daß wichtige Begriffe, Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten in relativ kurzer Zeit erarbeitet werden. Auch im Astronomieunterricht der Klasse 10 müssen wir die Schüler noch besser befähigen, das Lehrbuch als ihr wichtigstes Arbeits- und Informationsmittel zu betrachten und rationell zu nutzen. Erreichen läßt es sich damit, daß wir durch pädagogisch geschickte Motivationen das Lehrbuch für die Schüler bedeutsam machen. Aus der Sicht des Fachberaters schlägt der Verfasser für eine Neuauflage des Lehrbuches folgende Änderungen bzw. Ergänzungen vor:

- Entwicklung eines Wissensspeichers, in dem die Schüler verbindliche Begriffsdefinitionen, Merkzahlen und wichtige Gesetze jederzeit nachlesen können. Auch im Hinblick auf die Vorbereitungsphase der Prüfung erscheint diese Forderung notwendig.
- Der Abschnitt „Überblick über wichtige Aufgaben der Astronautik" (S. 53/54) sollte so aufgebaut werden, daß der Schwerpunkt auf die immer enger werdende Zusammenarbeit der RGW-Länder im Rahmen der sozialistischen ökonomischen Integration gelegt wird. Das Experiment Sojus 22 hat diese neue Qualitätsstufe der Kooperation sehr eindrucksvoll bewiesen. Diese Forderung schließt natürlich nicht aus, daß wir die Schüler auch künftig befähigen müssen, sich selbständig mit andern Informationsquellen kritisch auseinanderzusetzen und z. B. eigene Materialsammlungen nach bestimmten Kriterien anzulegen.
- Im Abschnitt „Fragen und Aufträge" (Seite 106 ff.) könnte die Anzahl der Aufgaben noch erweitert werden (z. B. Übungsaufgaben mit der drehbaren Schülersternkarte, Ermittlung der Polhöhe, Äquatorhöhe, Mittagshöhe mit Hilfe des Atlasses etc.).
- Es muß garantiert werden, daß die Aussagen des Lehrbuches mit denen des Nachschlagwerkes „ABC Astronomie" (Brockhaus) übereinstimmen. Es gibt z. B. unterschiedliche Angaben über physikalische Zustandsgrößen der Sterne.
- In Tabelle 8 (S. 132) sollte es in Spalte 4 nicht „Bemerkungen", sondern „Ziel und Inhalt" heißen. Außerdem sollten wichtige Raumfahrtexperimente andrer Staaten erwähnt werden (z. B. Japan, Indien etc.).
- Es sollte ferner überlegt werden, welche astronomischen Sachverhalte mit Hilfe von Farbaufnahmen optisch wirkungsvoller dargestellt werden könnten (z. B. Bilder 15/1, 47/2, 56/1, 69/1 etc.). Die qualitativ hervorragenden Farbaufnahmen der Sternspektren sollten auf S. 77/78 eingefügt werden, damit die Schüler nicht blättern müssen. Die farbige Gestaltung der hinteren Einbanddecke (innen) des neuen „Atlas für Geographie (Klasse 6—11)" könnte bei der Neugestaltung als Vorbild dienen.
- Bei der Darstellung astronomischer Dimensionen müßte es zum Prinzip werden, geläufige Entfernungsmaßstäbe der Erde als Vergleich für die Vorstellungsbildung der Schüler zur Grundlage zu machen.
- Bei der Darstellung 38/2 sollte eine prinzipielle Skizze einer Flugbahn mit allen Phasen verwendet werden. Außerdem könnte dazu das Schema einer sowjetischen Dreistufenrakete mit entsprechenden Maßangaben dargestellt werden. Dieser Weg erscheint dem Verfasser notwendig, weil die Schüler ständig mit Begriffen aus der Raumfahrt konfrontiert werden (z. B. Parkbahn, Neigungswinkel, erdfernster Punkt etc.).
- Beim Abschnitt „Einführung in die Beobachtung" (S. 7 ff) wäre es sinnvoll, Aufbau und Einsatzmöglichkeiten des Schulfernrohres „Telementor" aufzunehmen, weil die meisten Schulen dieses Instrument besitzen. Bei der Darstellung der leistungsstärksten Refraktoren und Reflektoren sollte eine tabellarische Gegenüberstellung aufgenommen werden.
- Es ist zu empfehlen, für interessierte Schüler weiterführende Literaturangaben in das Lehrbuch aufzunehmen (z. B. LINDNER: „Der Sternhimmel").
- Es sollten auch Erläuterungen über die Herkunft bestimmter Sternbezeichnungen (z. B. M 13, Quasar 3 C 273, L 726 — 8 A Wolf 359) in das Lehrbuch aufgenommen werden. Dazu wäre eine Ergänzung der Fußnote S. 138 wünschenswert.
- Um den Schülern den unwissenschaftlichen Charakter der Astrologie mit aussagekräftigen Beispielen nachzuweisen und sie zu einer parteilichen Wertung dieser Spielart bürgerlicher Ideologie zu veranlassen, wären Auszüge aus einem Horoskop (im Lehrbuch) angebracht.

wird fortgesetzt

AUS WISSENSCHAFT UND UNTERRICHT

Suche nach Leben auf dem Mars

In Heft 12/1976 der Publikationsreihe „Kosmonautik, Astronomie", das den Titel „*Moderne Errungenschaften der Weltraumfahrt*" trägt, veröffentlichte der sowjetische Chemiker B. G. MURSAKOW einen Aufsatz unter der Überschrift „*Suche nach Leben auf dem Mars*". Darin wird über einige Ergebnisse der modernen sowjetischen und amerikanischen Marsforschung berichtet. Einen zentralen Platz nimmt in diesem Bericht das Unternehmen Viking ein, besonders die in diesem Weltraumlaboratorium durchgeführten biologischen Experimente, die das Ziel hatten, auf unserem äußeren Nachbarplaneten nach Spuren von Leben zu suchen. In diesem Literaturbericht beschränken wir uns im wesentlichen auf diese äußerst interessante Thematik. Einige Ergänzungen entnahmen wir dem Artikel „*Vikings Rest During Mars Conjunction*", veröffentlicht in „*Sky and Telescope*" vom Dezember 1976. Schon die interplanetaren Stationen vom Typ Mars (UdSSR) und Mariner (USA) brachten uns in den vergangenen zehn Jahren Erkenntnisse über etwaige Lebensbedingungen auf dem Mars. Hauptbestandteile der Marsatmosphäre sind Kohlendioxid und Argon. Auch Spuren von Sauerstoff wurden nachgewiesen, ebenso Wasserdampf und andre Verbindungen. Die Temperatur der Marsoberfläche ist starken Schwankungen unterworfen. Sie schwankt am Äquator zwischen +10 bis +15 °C am Tag und −70 bis −80 °C in der Nacht. Bis auf −120 °C sinkt die Temperatur in der Polarnacht ab. Der Luftdruck beträgt in Marsbodennähe im Mittel 7 mm Quecksilbersäule, in einigen Gegenden sogar nur 4–5 mm. Es erheben sich Zweifel, ob unter solchen Bedingungen überhaupt Leben möglich ist. Versuche am Institut für Mikrobiologie der AdW der UdSSR wiesen jedoch nach, daß bestimmte Mikroorganismen nach längerer Einwirkung eines hochgradigen Vakuums (bis 10^{-10} mm) und einer starken Dosis Ultravioletts trahlung nur zum Teil absterben, zum Teil aber ihre Lebensfähigkeit beibehalten. Selbst der äußerst geringe Sauerstoffgehalt der Marsatmosphäre ist kein grundsätzliches Hindernis für die Existenz von Leben auf diesem Planeten. Auch auf der Erde gibt es anaerobe Organismen, deren Atmung aus Sauerstoff gespeist wird, der in anorganischen und organischen Molekülen gebunden ist. Das wichtigste Argument gegen die Existenz von Leben auf dem Mars stützt sich auf den extremen Wassermangel auf diesem Planeten. Jedoch auf der Erde haben sich unter entsprechenden Bedingungen xerophytische Mikroorganismen entwickelt, die unter der heißen Sonne im trockenen Wüstensand leben können. Interessant ist die Mitteilung von amerikanischen Wissenschaftlern, daß mit Hilfe der Viking-Sonden auf dem Mars große Eismassen nachgewiesen werden konnten, die nicht — wie früher angenommen — aus Kohlendioxid bestehen, sondern aus H_2O. Alles spricht dafür, daß auf dem Mars wesentlich mehr Wasser vorhanden ist, als man früher annahm. Dazu gehört u. a. auch die Tatsache, daß sogar in dem äquatornahen Valles Marineris bei Sonnenaufgang Wolkenbildung beobachtet werden konnte. Die vier biologischen Experimente der beiden Viking-Sonden brachten uns weitere Ergebnisse.

Das *erste Experiment* sollte herausfinden, ob es im Marsboden Mikroorganismen gibt, die in der Lage sind, das Kohlendioxid der Marsatmosphäre photo- oder chemosynthetisch zu assimilieren. Zu diesem Zweck wurde eine Bodenprobe mehrere Tage lang in einer Versuchskammer einem Gemisch von CO und CO_2 mit markierten Kohlenstoffatomen (^{14}C) ausgesetzt. Das Experiment verlief im Dunkeln oder bei künstlichem Licht, trocken oder unter Zuführung von Wasserdampf. Danach wurde die Probe auf 600 °C erhitzt, um die etwaigen Organismen pyrolytisch zu zersetzen. Ein Teilchenzähler zählte dabei die markierten Kohlenstoffatome, die durch die Pyrolyse der Bodenprobe entwichen waren. Dasselbe Experiment wurde zum Vergleich auch an thermisch sterilisierten Bodenproben durchgeführt. Die Ergebnisse sind nicht eindeutig. Für die bei einigen Durchgängen beobachteten positiven Resultate gibt es auch nichtbiologische Interpretationsmöglichkeiten.

Im *zweiten Experiment* sollte festgestellt werden, ob es im Marsboden Mikroorganismen gibt, die organische Verbindungen dissimilieren können (Gärung, Atmung). Zu diesem Zweck wurde in einer andern Kammer eine Bodenprobe mit einer Nährlösung versetzt, die aus Formiat, Laktat, Glyzin, Glukose und andern Verbindungen bestand, alle markiert mit ^{14}C. Die Probe wurde feucht gehalten, um das Wachstum etwaiger Organismen zu fördern. Dabei registrierte man mit Teilchenzählern den Gehalt der Atmosphäre an radioaktivem CO und CO_2 in der Kammer über der Bodenprobe. Auch dieses Experiment wurde zum Vergleich ebenfalls mit thermisch sterilisierten Bodenproben durchgeführt. Es konnte weder der eindeutige Nachweis geführt werden, daß die Proben lebende Organismen enthielten, noch wurde diese Möglichkeit eindeutig ausgeschlossen. Die positiven Resultate einiger Durchgänge lassen sich auch chemisch (nicht biologisch) interpretieren. Ein Experiment mit einer kältesterilisierten Bodenprobe (−50 bis −55 °C), das dazu dienen sollte, chemische Effekte von erwartungsgemäß hitzeempfindlicheren biologischen Effekten unterscheidbar zu machen, lieferte Werte, die viel niedriger waren als bei „aktiven" Proben, aber höher als bei voll sterilisierten. So wurde auch hier die Biologie nicht ausgeschlossen . . . , und die Skala der chemischen Möglichkeiten wurde eingeengt.

Das *dritte Experiment* sollte dem Nachweis des Gasaustausches dienen. Es beruht darauf, daß die Atmosphäre über einer Mikroorganismen enthaltenden Bodenprobe ununterbrochen ihre Zusammensetzung ändert, wenn sie mit einer starken Nährlösung angefeuchtet wird. Die Änderungen der Zusammensetzung dieser Atmosphäre registrierte laufend ein Gaschromatograph. Es wurden große Mengen CO_2 und O_2 nachgewiesen und kleinere Mengen N_2, deren Konzentration durchweg nach einer gewissen Zeit abnahm. Auch diese Erscheinung läßt sich nichtbiologisch interpretieren.

Das *vierte Experiment*, der Versuch, die Existenz von Makromolekülen mit Hilfe eines gaschromatographischen Massenspektrometers direkt nachzuweisen, lieferte völlig negative Resultate. Dieses Gerät konnte nur H_2O, CO_2, O_2 und die Lösungsmittel nachweisen, die vor dem Start zur Reinigung des Geräts verwendet worden waren. Es ist aber so empfindlich, daß es in der Lage wäre, 0,05 Teilchen unter einer Milliarde herauszufinden.

Viking 1 und 2 haben also noch keine endgültige Antwort auf die Frage nach dem Vorhandensein von Leben auf dem Mars gegeben. Selbst wenn diese Experimente eindeutig negativ ausgefallen wären, bestünde immer noch die Möglichkeit, daß die Wissenschaftler nicht an der richtigen Stelle gesucht haben oder während der falschen Jahreszeit, oder daß sich die Lebensprozesse auf dem Mars irgendwie anders der Beobachtung entzogen haben. Die Suche nach Leben auf diesem Planeten wird fortgesetzt.

Berichterstatter:
SIEGFRIED MICHALK

ZEITSCHRIFTENSCHAU

● **ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT**

K. FRIEDRICH: **Tycho Brahe.** 1976, 6, 161–162. Zum 375. Todestag des Astronomen. – J. OLMR: **Radioteleskope und Fernrohre.** 1976, 6, 165–169. – J. MOSCH: **Beobachtung unregelmäßiger Veränderlicher durch den Amateur.** 1976, 6, 170–175.

● **PRESSE DER SOWJETUNION**

J. SURINOV/A. SUWOROW: **Das Training der Kosmonauten vor Raumflügen.** 1976, 45, 39–41; aus „Awiazija i Kosmonawtika", 9/76. – W. BAKUMENKO: **Die wissenschaftliche Vorbereitung der Kosmonauten auf einen Raumflug.** 1976, 47, 38–40; aus „Awiazija i Kosmonawtika" 8/76. – S. SOKOLOW/W. BRASUKOW/B. WLADIMIROW: **Luna 24 setzte systematisch Mondforschung fort.** 1976, 48, 38–39; aus „Prawda" v. 13. 10. 76. – G. MAXIMOW: **Ein Raumschiff wird getestet.** 1976, 49, 38–40; aus „Awiazija i Kosmonawtika" 8/76. Methoden der Erprobung und Prüfung von Hauptsystemen und -aggregaten von Raumschiffen. – W. MOROS: **Venus 9 und 10 brachten neue Befunde über den Abendstern.** 1977, 1, 37–38; aus „Prawda" v. 10. 11. 76. – A. DICHTJAR: **Aus dem Leben des Weltraumpionliers Juri Gagarin.** 1977, 1, 45–48; 2, 45–48; . . . (Fortsetzungsbeitrag). *Vorabdruck eines in der UdSSR erschienenen Buches, das vom Verlag Neues Leben Berlin für die Veröffentlichung vorbereitet wird.* – W. KUSMENKO/S. AFONIN: **Methoden der autonomen Navigation an Bord von Salut 5.** 1977, 2, 37–38; aus „Awiazija i Kosmonawtika" 10/76.

● **NEUES DEUTSCHLAND**

W. Wenzel: **Informationen aus dem Unsichtbaren.** 24./25. 12. 1976, S. 12. Über die Infrarotastronomie.

● **URANIA**

K. J. HERRMANN: **Vom Himmel die Sterne.** 52 (1976) 10, 40–43. Über das Astronomische Zentrum „Bruno H. Bürgel" Potsdam.

● **BILD UND TON**

E. LAU: **Ortsgebundene Entwicklungshemmung und ihre Anwendung zur Kontraststeuerung.** 29 (1976) 10, 297–298. Am Beispiel einer Aufnahme des Orionnebels werden Möglichkeiten erläutert, die sich bei Verwendung des Weichentwicklers Orwo 105 für die Schwarzweißfotografie ergeben. Autor kommt dabei zu dem Ergebnis, daß die Schwärzungen durch die Kleinheit und die große Zahl der mitwirkenden Körner hervorragend definiert werden und man sich dem theoretischen Auflösungsvermögen der Objektive nähert.

● **SPUTNIK**

V. BREL: **Superteleskop unseres Planeten.** 10 (1976) 11, 104–107. Über das sowjetische Radioteleskop RATAN-600. – N. SHILZOW: **Der Weltraum dient dem Menschen.** 11 (1977) 1, 16–21. Über den ökonomischen und den wissenschaftlichen Wert der Raumfahrt sowie einige ihrer Perspektiven. – O. BORISSOW: **Geschichte des Weltalls mit den Augen des RATAN.** 11 (1977) 1, 22–23. Einige Ergebnisse der Forschungen mit dem sowjetischen Radioteleskop RATAN-600.

● **JUGEND UND TECHNIK**

W. KLOTZ: **Himmelsspiegel aus Jena.** 24 (1976) 10, 865 bis 866. **Über** das 1-m-Spiegelteleskop des VEB Carl Zeiss **Jena.** – W. HEMPEL/H. HOFFMANN: **Zeiss-Augen im All.** 24 (1976) 12, 986–991. Der Einsatz der Multispektralkamera bei dem bemannten sowjetischen **Weltraumunternehmen** Sojus 22. – K.-H. NEUMANN; **Starts und Startversuche von Raumflugkörpern des Jahres 1975.** 24 (1976) 11, 944 (Zeitraum 22. 4. bis 22. 5.); 12, 1039 (Zeitraum 24. 5. bis 8. 6.).

● **NEUE ZEIT** (Moskau; in dt. Sprache)

G. MAXIMOW: **Luna 24: Programm ausgeführt.** 1976, 35, 12. – W. WERESTSCHIN: **Aus dem Interkosmosprogramm.** 1976, 41, 21–22.

● **HORIZONT**

Zeugnis brüderlicher Zusammenarbeit UdSSR/DDR. 9 (1976) 41, 4 und 5. Interview mit Günter Mittag zu dem Raumfahrtexperiment Sojus 22.

● **PRACTIC**

W. JÜRGENS: **Kameraansatz für Astrofotografie.** 1976, 4, 180–181. Eine Bauanleitung.

● **TECHNIKUS**

K.-H. NEUMANN: **Sieben Wochen Außendienst.** 1976, 11, 7–9. Unternehmen Sojus 21 – Salut 5. – D. WROBEL: **Wie lang ist eine Sekunde?** 1976, 11, 22–23. – N. GIERSCHNER: **Willkommen im Kosmos.** 1976, 11, 27–29. Aus der Arbeit des Kosmonautenzentrums im Haus der Jungen Pioniere in Leipzig. – K.-H. NEUMANN: **Astronautikrückschau.** 29 1976, 11, 41–42. Raumflugkörperstarts vom 12. 5. bis 4. 8. 76.

MANFRED SCHUKOWSKI

● **Zemlja i vselennaja (UdSSR)**

M. J. MAROW: **Venus – was wir heute über sie wissen.** 1976/3; 3–15. Einblick in die Forschungsgeschichte, neueste Erkenntnisse über Gestalt und Oberfläche sowie über die Atmosphäre und die Wolkenschicht, Hypothesen über die Evolution der Venusatmosphäre; Graphiken, Tabellen, Darstellungen und Aufnahmen (vgl. Astronomne in der Schule 1977/1: Neues über die Venus). D. J. GOLDOWSKI: **„Viking unterwegs zum Mars".** 1976/3, 16–20. Ausführliche Beschreibung des amerikanischen Marsforschungsprojekts mit Hilfe der Interplanetaren Stationen Viking 1 und Viking 2 kurz vor der Annäherung an den Mars. J. F. TSCHUGUNOW: **Weltraum und internationale Zusammenarbeit.** 1976/3, 28–37. Bericht über die bisherigen Ergebnisse der internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Weltraumforschung vor allem im Rahmen der Organisationen Interkosmos, Intersputnik und der Vereinbarungen zwischen der Sowjetunion einerseits und Frankreich, Indien und den USA andrerseits. W. P. GORANSKI: **Nova Cygni 1975.** 1976/3, 38–40. Beschreibung des Verlaufs des kosmischen Ereignisses, Ergebnisse der spektroskopischen Beobachtungen; mit drei Diagrammen (Helligkeit, Farbe, Spektrum). K. I. TSCHURJUKOW: **Der Komet Kobajasi-Berger-Milon und seine Entdecker.** 1976/3, 42–49. Entdeckungsgeschichte, Bahnberechnung, Physik und Chemie dieses beobachtungsgünstigsten Kometen, der im Perihel zirkumpolar war (i=89°,77) und dessen Bahn eine Hyperbel mit der Exzentrizität 1.000 099 ist. I. D. NOWIKOW: **Schwarze Löcher explodieren!** 1976/4, 13–17. Es hat sich herausgestellt, daß die Schwarzen Löcher, diese toten Körper, die keine Strahlung abgeben aber Materie einfangen können, auf Grund von quantenphysikalischen Prozessen langsam „verdunsten". Wenn die Masse eines Schwarzen Lochs klein genug ist, kann die „Verbindung" so schnell vonstatten gehen, daß es zu einer regelrechten Explosion kommt. A. A. OWTSCHINNIKOW: **Automatisierung in der Beobachtungsastronomie.** 1976/4, 25–31. Die Automatisierung der astronomischen Beobachtungen begann mit der Einführung des ersten Nachführungsmechanismus. Heute haben elektronische Rechenmaschinen diese Aufgabe übernommen und dienen außerdem sowohl der Registrierung, Sammlung, Speicherung und Bearbeitung von Informationen als auch der automatischen Durchführung von Beobachtungen. J. K. STRAUT u. a.: **Diskussion über den neuen Astronomielehrplan.** 1976/4, 78–81. Sehr kritische Bemerkungen sowohl zum geltenden Astronomielehrplan als auch zu dem von LEWITAN vorgeschlagenen Entwurf eines neuen. Ankündigung der Veröffentlichung eines vom Ministerium für Volksbildung in Auftrag gegebenen von einer Kommission erarbeiteten und intern diskutierten neuen Astronomielehrplans.

SIEGFRIED MICHALK

WIR BEOBACHTEN

Reich an zum Teil etwas schwierigen Beobachtungsobjekten für das Schulfernrohr „Telementor" sind die Sternbilder Löwe (lat. Leo) und Haar der Berenike (lat. Coma Berenices). Für beide Sternbilder ergeben sich in den Frühlingswochen ausgezeichnete Beobachtungsbedingungen.

Das zum Tierkreis gehörende Sternbild **Löwe** wird von der Sonne bei ihrer scheinbaren jährlichen Bewegung in der Zeit von Mitte August bis Mitte September durchquert. Der Hauptstern Regulus (lat. „kleiner König") hat eine scheinbare Helligkeit von $1^{m}3$. Der rund 85 Lichtjahre von uns entfernte Stern besitzt etwa den vierfachen Durchmesser der Sonne und gehört der Spektralklasse B7 an. Seine Leuchtkraft übertrifft die unsrer Sonne nahezu 100mal und die Oberflächentemperatur liegt bei 13 400 K.

Beta Leonis (arab. Denebola = „Schwanz des Löwen"), der der Spektralklasse A3 angehört, ist von uns rund 42 Lichtjahre entfernt. Die scheinbare Helligkeit beträgt $2^{m}2$. Der Durchmesser übertrifft den unsrer Sonne um das 16fache.

Gamma Leonis (arab. Algieba = „Stirn des Löwen") ist ein Doppelstern, den wir mit unsrem Schulfernrohr leicht auflösen können. Für die Beobachtung verwenden wir das Okular $f = 16$ mm. Die beiden Komponenten, die bei scheinbaren Helligkeiten von $2^{m}6$ bzw. $3^{m}8$ zu den Spektralklassen K0 bzw. G5 gehören, sind von uns rund 140 Lichtjahre entfernt. Ihre Umlaufzeit umeinander beträgt 619 Jahre, die scheinbare Distanz 4,4 Bogensekunden. Beide Komponenten leuchten in orangefarbenem Licht.

Delta Leonis (arab. Duhr = „Rücken des Löwen") hat bei einer scheinbaren Helligkeit von $2^{m}6$ eine Entfernung von rund 68 Lichtjahren.

Bei sehr günstigen Beobachtungsbedingungen können wir versuchen, die beiden Galaxien M 65 und M 66 aufzufinden. Sie erscheinen im Schulfernrohr jedoch nur als kleine verwaschene Objekte.

M 65 hat eine scheinbare Helligkeit von $9^{m}5$ und ist etwa 29 Millionen Lichtjahre von uns entfernt. Die Ausdehnung am Himmel beträgt 8×3 Bogenminuten. Die im Jahre 1780 entdeckte Galaxie, die dem Typ Sa angehört, dürfte einen wahren Durchmesser von 103 000 Lichtjahren haben.

M 66 gehört dem Typ Sb an. Die scheinbare Helligkeit des rund 29 Millionen Lichtjahre von uns entfernten Objekts liegt bei $8^{m}8$. Die am Himmel überdeckte Fläche entspricht derjenigen von M 65. Der wahre Durchmesser des Systems wird mit 118 000 Lichtjahren angegeben. Schließlich sei noch auf den langperiodisch veränderlichen Stern R Leonis verwiesen, der bei einer Periode von 3313 Tagen eine Helligkeitsvariation $4^{m}4$ und $11^{m}6$ zeigt.

Nach Osten hin schließt sich an den Löwen das aus durchweg unscheinbaren Sternen bestehende Sternbild **Haar der Berenike** an. Das Sternbild ist vor allem durch einen großen Galaxienhaufen bekannt geworden. In dem auf einer Fläche von rund 6°×6° nahezu 1000 Spiralnebel entdeckt wurden. Obwohl Teile des Haufens bis in das benachbarte Sternbild Jungfrau (Virgo) hineinreichen, hat sich in der Fachterminologie die Bezeichnung „Coma-Haufen" eingebürgert.

Bei der Verwendung des Okulars $f = 25$ mm (wenn vorhanden, besser $f = 40$ mm) lohnt sich die Durchmusterung der Gegend um den Stern 15 Coma. Hier finden wir einen etwa 260 Lichtjahre entfernten offenen Sternhaufen, der mit großer Wahrscheinlichkeit – genau wie die Hyaden im Stier und die Praesepe im Krebs – einen Sternstrom (Bewegungssternhaufen) darstellt.

An leicht zu beobachtenden Doppelsternen sind zu verzeichnen (Okular $f = 16$ mm verwenden): 12 Comae mit einer Helligkeit der Komponenten von $4^{m}7$ und $8^{m}5$ bei einer Distanz von 66 Bogensekunden; 17 Comae (scheinbare Helligkeiten $5^{m}4$ und $6^{m}7$, Distanz 145 Bogensekunden) und 24 Comae (scheinbare Helligkeiten $5^{m}2$ und $6^{m}7$, Distanz 20 Bogensekunden). Die beiden 270 Lichtjahre von uns entfernten Komponenten des Systems 24 Comae leuchten in orangefarbenem bzw. bläulichem Licht, jedoch sind die Farbunterschiede bei der Beobachtung mit dem Schulfernrohr nur äußerst schwer wahrzunehmen.

Lohnend für die Beobachtung, wobei wir wieder das Okular $f = 16$ mm verwenden, sind die Galaxien M 64 und M 85. Der Spiralnebel M 64 (Typ Sb) hat eine scheinbare Helligkeit von $6^{m}6$ und bedeckt am Himmel eine Fläche von rund 8×5 Bogenminuten. Der wahre Durchmesser des etwa 44 Millionen Lichtjahre von uns entfernten Objekts beträgt 160 000 Lichtjahre. Die Angaben über den Abstand von M 85 (Typ Sb) gehen weit auseinander. Aus neueren Quellen ist eine Entfernung von 41 Millionen Lichtjahren zu entnehmen. M 85 ist ein elliptischer Nebel mit einer scheinbaren Helligkeit von $9^{m}3$. Der wahre Durchmesser dürfte bei 129 000 Lichtjahren liegen.

Die beiden Kugelsternhaufen M 53 und NGC 4147 sind im Schulfernrohr ebenfalls als verwaschene Objekte zu erkennen. Auch zu ihrer Beobachtung verwenden wir das Okular $f = 16$ mm. M 53 ist rund 55 Lichtjahre von uns entfernt und hat eine scheinbare Helligkeit von $7^{m}6$. Während dieser Kugelsternhaufen am Himmel den beträchtlichen scheinbaren Durchmesser von 10 Bogenminuten hat, liegt sein wahrer Durchmesser bei etwa 69 000 Lichtjahren.

Dagegen ist NGC 4147 nur knapp 2 Bogenminuten groß. Die scheinbare Helligkeit beträgt $9^{m}4$, und die Entfernung wird mit 847 000 Lichtjahren angegeben. Der wahre Durchmesser des Kugelhaufens beträgt 39 Lichtjahre. NGC 4147 ist ein etwas schwieriges Objekt, da im Schulfernrohr nur das hellere Zentrum zu erkennen ist; das Objekt macht also den Eindruck eines verwaschenen Sternchens.

Um das Sternbild Coma in weiten Teilen mit einem Blick erfassen zu können, ist die Verwendung eines Feldstechers, am besten 7×50, zu empfehlen.

HANS-JOACHIM NITSCHMANN

UNSERE BILDER

Titelseite – GAUSZ vor der Göttinger Sternwarte am Heliometer. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „CARL FRIEDRICH GAUSZ und die Astronomie" auf Seite 31.
Aufnahme: Archiv der Archenhold-Sternwarte Berlin-Treptow.

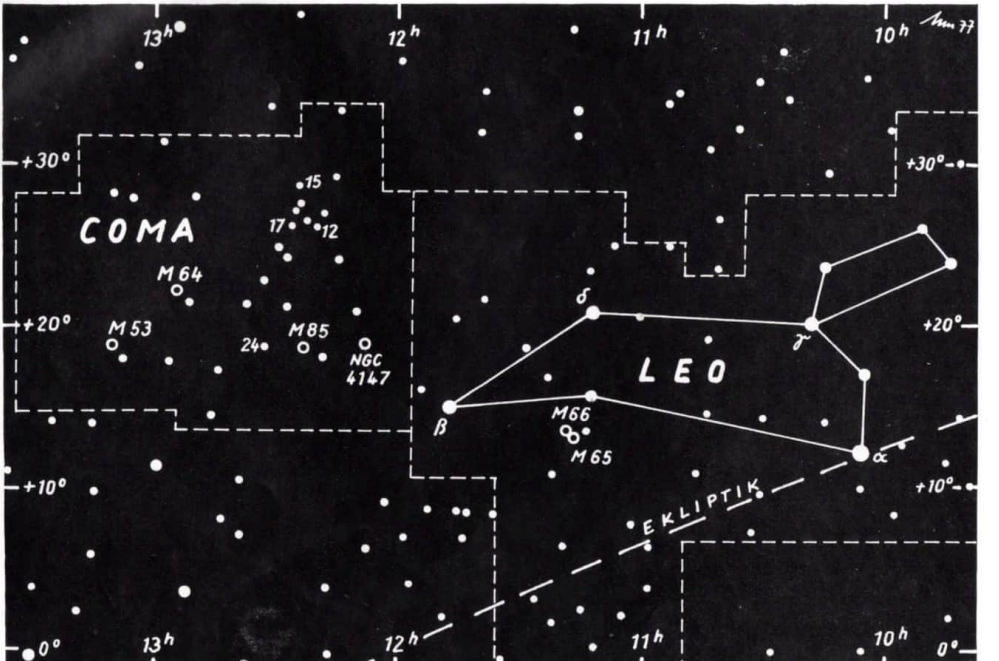
2. Umschlagseite – Panorama der Marsoberfläche, aufgenommen von der Marssonde „Viking 1". Der Horizont ist rund 3000 Meter entfernt. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Zusammenarbeit und Raumtransport-Hauptthemen des Astronautikkongresses" auf Seite 28.
Aufnahme: NASA

3. Umschlagseite – Beobachtungskarte für die Sternbilder Löwe und Coma Berenices. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Wir beobachten" auf Seite 48.
Zeichnung: H. J. NITSCHMANN, Bautzen

4. Umschlagseite – Galaxie M 65. Aufgenommen mit dem 2,5-Meter-Spiegelteleskop der Mt.-Wilson-Sternwarte. Belichtungszeit 75 Minuten. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Wir beobachten" auf Seite 48.
Aufnahme: Archiv

Berichtigung

Im Heft 1/1977 sind auf Seite 11 in der rechten Spalte die Zeilen 41 und 42 verstellt. Der Satz muß heißen: Der Gedanke der Sternentwicklung ist eine besonders wichtige Erkenntnis im Rahmen der Schulastronomie, die auch für philosophische Einsichten große Bedeutung hat. Der Evolutionsgedanke ...


13h
12h
11h
10h
+30°
+20°
+10°
0°
COMA
15
17
12
M 64
M 53
24
M 85
NGC
4147
LEO
δ
γ
β
α
M66
M 65
EKLIPTIK

2705 Mathematik
Colpin-Ge
24

Astronomie in der Schule

3
1977

INDEX 31 053
PREIS 0,60 M

VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

Astronomie
in der Schule
Zeitschrift für die Hand des Astronomielehrers

Herausgeber:
Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag Berlin, 108 Berlin 8, Lindenstraße 54 a, Telefon 2 04 30, Postscheckkonto: Berlin 1326 26

Erscheinungsweise:
zweimonatlich, Preis des Einzelheftes 0,60 Mark; im Abonnement zweimonatlich (1 Heft) 0,60 Mark. Außenhandelspreise sind aus den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes zu entnehmen.

Redaktionskollegium:
Studienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Dipl.-Lehrer Hans Joachim Nitschmann (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Heinz Albert, Dr. phil. Fritz Gehlhar, Dr. rer. nat. Dieter B. Herrmann, Dr. phil. Karl Kellner, Dr. paed. Klaus Lindner, Prof. Dr. paed. Oskar Mader, Dr. phil. Siegfried Michalk, Annelore Muster (Sekretär), Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Eberhard-Heinz Schmidt, Eva-Maria Schober, Oberstudienrat Dr. paed. Manfred Schukowski, Doz. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert, Oberlehrer Joachim Stier, Dr. phil. Renate Wahsner, Doz. Dr. rer. nat. habil. Helmut Zimmermann; Drahomira Günther, Ruth Reichel (redaktionelle Mitarbeiter)

Anschrift der Redaktion:
86 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8, Postfach 54, Telefon: 471 26

Gesamtherstellung:
Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen
III-4-9-496-4,22 Liz. 1488

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 3/77 **14. Jahrgang**

Seite

S. MARX
Zur Physik der Planeten 50
K. LINDNER
Astronomische Daten für das Schuljahr 1977/78 52
K. FRIEDRICH
Astronomische, astronautische und biographische Jubiläen im Schuljahr 1977/78 55
H. KÜHNHOLD
Zur sachlogischen Darstellung des Unterrichtsstoffes im Lehrplanabschnitt 2.2. 57
BERGER; LEHMANN, BAHLER; THIELE
Obligatorische Beobachtungen an Landschulen 58
J. STIER
Erörterung des Abschnittes „Der Mond" in meiner Arbeitsgemeinschaft nach Rahmenprogramm 63
Unser Forum 65
Aus Wissenschaft und Unterricht 67
Zeitschriftenschau 70
Rezensionen 70
Unsere Bilder 71
Wir beobachten 71
Karteikarte: Zustandsgrößen III (K. LINDNER)

СОДЕРЖАНИЕ

З. МАРКС
О физике планет 50
К. ЛИНДНЕР
Астрономические данные для 1977/78го учебного года 52
К. ФРИДРИХ
Астрономические, космонавтические и биографические годовщины в 1977/78ом учебном году 55
Х. КЮНХОЛЬД
О целесообразном представлении материала по части 2.2 учебной программы 57
БЕРГЕР; ЛЕМАНН; БАЛЕР; ТИЛЕ
Обязательные наблюдения на сельских школах 58
Й. ШТИР
Обсуждение темы «Луна» в моём кружке по рамочной программе . . . 63
Картотечная карта: Данные состояния III (К. ЛИНДНЕР) 71

CONTENTS

S. MARX
Physics of the Planets 50
K. LINDNER
Astronomical Dates for the 1977/78 School Year 52
H. KÜHNHOLD
About the Proper Treatment of Teaching Material Recommended by the Curriculum, Part 2.2. 57
BERGER; LEHMANN, BAHLER; THIELE
Obligatory Observations at Village Schools 58
J. STIER
Discussion of the Topic „The Moon" in My Astronomical Circle according to the Frame Programme 63
Register Card: State Characteristics III (K. LINDNER)

Redaktionsschluß: 20. 4. 1977

Nur Annahme von bisher unveröffentlichten Aufsätzen; Einsendung von Beiträgen in zweifacher Ausfertigung an die Anschrift der Redaktion; für unverlangt eingesandte Manuskripte und Abbildungen keine Gewähr — Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe und Genehmigung der Redaktion — Veröffentlicht unter der Lizenz 1488 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik — Bestellungen werden in der DDR vom Buchhandel und der Deutschen Post entgegengenommen. Der Bezug für die BRD und Berlin (West) erfolgt über den Buchhandel; für das sozialistische Ausland über das jeweilige Postzeitungsvertriebsamt und für alle übrigen Länder über den BUCH-EXPORT, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 701 Leipzig, Leninstraße 16

SIEGFRIED MARX

Zur Physik der Planeten

Zur Ableitung einer allgemeinen Theorie der Entstehung und Entwicklung des Planetensystems ist die Kenntnis der physikalischen Eigenschaften der verschiedenen Bauelemente des Systems notwendig. Speziell zur Erforschung der großen Planeten hat in den vergangenen zehn Jahren die Raumfahrt ganz entscheidend beigetragen. Zahlreiche frühere Ergebnisse, die durch die erdgebundene astronomische Beobachtung gewonnen worden waren, wurden bestätigt. In vielen Fällen gab es aber auch neue, teils überraschende Erkenntnisse. Der Vorteil der extraterrestrischen Beobachtungen liegt einmal darin, daß diese Beobachtungen nicht mehr durch die Erdatmosphäre gestört sind, zum anderen in der Möglichkeit, Daten in unmittelbarer Nähe der Planeten oder sogar auf der Oberfläche zu sammeln. Neben astronomische Fernbeobachtungen treten somit physikalische, chemische und geologische Nahuntersuchungen.

Es ist hier nicht das Ziel, neue Aspekte zur Entstehung und Entwicklung des Planetensystems darzustellen, sondern es sollen neue Ergebnisse für einzelne Planeten zusammengestellt werden. Diese Daten gilt es dann, in einer allgemeinen Entwicklungstheorie für das Gesamtsystem zu verarbeiten.

Merkur

Für den sonnennächsten Planeten Merkur trifft voll und ganz zu, daß die modernen Untersuchungen, vor allem durch Mariner 10, unerwartete Ergebnisse brachten. Die Nahaufnahmen (bei den drei Vorüberflügen von Mariner 10 am Merkur gewonnen) zeigten eine mondähnliche Oberfläche mit zahlreichen Kratern und Marebecken. Es gelang, noch Krater mit Durchmessern bis zu 150 m zu identifizieren. Merkur hat, und das ist eine der größten Überraschungen der Mariner-10-Flüge, zwei verschiedene Hemisphären, genau wie es beim Mond gefunden wurde, beim Mars und auch bei der Erde angedeutet ist. Dieser Befund scheint demnach eine grundsätzliche Eigenschaft der Körper des inneren Planetensystems zu sein.

Auf Grund der geringen Masse des Merkur war man schon immer der Meinung, daß der Planet keine Atmosphäre im Sinne der irdischen haben könne. Die modernen Meßinstrumente erlauben aber auch den Nachweis geringster Gashüllen. Der Bodendruck der Merkuratmosphäre am Äquator ist kleiner als 10^{-2} Millibar und die Elektronenkonzentration liegt unter 100 Partikel pro cm^3. In der Merkuratmosphäre konnte Helium eindeutig nachgewiesen werden, und auch Argon, Neon und Xenon scheinen vorhanden zu sein, allerdings nur mit einem Bodendruck von rund 10^{-8} Millibar. Wenn man als Quelle für das gefundene Helium den radioaktiven Zerfall von Thorium und Uran im Merkurgestein annimmt, so entspricht die Menge dieser Elemente auf dem Merkur etwa der in den irdischen Basaltgesteinen.

Bei den Vorbeiflügen von Mariner 10 wurden die Temperaturverhältnisse auf dem Merkur gründlich untersucht. Zum Zeitpunkt der Messungen befand sich Merkur nahe dem Aphel seiner Bahn. Für den Punkt, für den die Sonne im Zenit stand, wurden 585 K gemessen. Zum „Sonnenuntergang" fiel die Temperatur auf 460 K ab und erreichte kurz nach dem Mitternachtspunkt ihr Minimum mit 90 K. Zur Perihelzeit beträgt die Mittagstemperatur etwa 700 K. Das thermische Verhalten der obersten Schicht des Merkur entspricht dem des Mondbodens.

Eine weitere unerwartete Beobachtung war, daß der Merkur ein Magnetfeld besitzt. Die mittlere Magnetfeldstärke im interplanetaren Raum beträgt etwa 6 Gamma. Bei Annäherung an den Planeten nahm die Feldstärke auf 90 bis 100 Gamma zu. Eine Extrapolation auf die Oberflächenfeldstärke führt zu 350 Gamma am Merkuräquator und 700 Gamma im Polgebiet. Die Magnetpolachse ist um 7° gegen die Rotationsachse des Planeten geneigt. Nach den Magnetfeldvermessungen während der drei Vorbeiflüge von Mariner 10 am Merkur steht damit endgültig fest, daß es sich nicht um ein durch den Sonnenwind induziertes Feld handelt. Man geht jetzt davon aus, daß es sich um ein planeteneigenes Magnetfeld handelt. Die Existenz eines solchen Feldes beeinflußt die Überlegungen zum inneren Aufbau des Planeten. Merkur muß danach einen massiven Eisenkern haben, der etwa 60 Prozent des Gesamtvolumens einnimmt. Die mittlere Dichte in diesem Kern wird bis zu 9,8 g cm^{-3} betragen. Hieraus erklärt sich auch die hohe mittlere Dichte des Merkur von 5,6 g cm^{-3}. Der Eisenkern rotiert in etwa 59 Tagen um seine eigene Achse und erzeugt über den Dynamo-Effekt das Magnetfeld. Die äußeren Schichten des Merkur entsprechen den Bedingungen eines silikatischen Aufbaus. Die Masse des Merkur wurde durch die Mariner-10-Vorübergänge mit hoher Genauigkeit zu (1/6 023 600 $\pm$ 0,005 Prozent) Sonnenmassen bestimmt. Diese genaue Massenangabe erlaubt im Zusammenhang mit Bahnvermessungen an

Raumsonden die empirische Bestimmung relativistischer Effekte.

Venus[1]

Den häufigsten Besuch durch Raumsonden hatte der Nachbarplanet der Erde, die Venus. Seit langem ist bekannt, daß die Venus in ihren Dimensionen sehr erdähnlich ist. Das Volumen der Venus ist um 15 Prozent geringer als das der Erde, und die mittlere Dichte ist mit 5,25 g cm^{-3} ebenfalls nur um wenig Prozent geringer als die mittlere Erddichte. Die Raumsondenmessungen haben aber entscheidende Unterschiede zwischen Venus und Erde ergeben. Diese zeigten ganz deutlich die chemische Zusammensetzung der Venusatmosphäre. Zu 95—96 Prozent besteht sie aus Kohlendioxid; der Rest ist in der Hauptsache Stickstoff. Ferner wurden Helium, Argon, Neon, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff nachgewiesen. Bei den Abstiegen der sowjetischen Landungskapseln zeigte sich ein Schichtenaufbau der Venusatmosphäre, über den man für die untere Atmosphäre z. B. durch Windmessungen Auskunft erhält. An der Planetenoberfläche herrscht nahezu Windstille, in 10 km Höhe beträgt die Windgeschwindigkeit nur maximal 2 m/s. Zwischen 12 km und 18 km Höhe nimmt die Windgeschwindigkeit stark zu, erreicht 35 m/s und bleibt dann bis etwa 40 km Höhe konstant. Nach einer weiteren langsamen Zunahme folgt zwischen 48 km und 50 km Höhe eine sprunghafte Änderung auf 100 bis 140 m/s. Dies ist auch die Geschwindigkeit des beobachteten Wolkensystems, das mit einer Periode von etwa 4 Tagen um den Planeten rotiert. Bis in 50 km Höhe ist eine einheitliche Windrichtung im Rotationssinn des Planeten vorhanden.

Auch aus den amerikanischen Mariner-10-Untersuchungen folgt für die obere Atmosphäre eine Dreifachschichtung. Die Untergrenze der Wolken liegt bei 45 km. An der Oberseite dieser Wolkenschicht in etwa 60 km Höhe ist eine homogene Temperatur von 250 K gemessen worden. In tieferen Regionen wurden ausgeprägte Zirkulationssysteme der Wolken beobachtet. Ein System liegt parallel zum Venusäquator, ein andres System, das noch tiefer liegt, bewegt sich aus den Äquatorzonen zu den Venuspolen.

Der hohe Kohlendioxidgehalt der Venusatmosphäre ist ausschlaggebend für die hohe Oberflächentemperatur des Planeten. Sie beträgt etwa 745 K und ist nach den Messungen der sowjetischen Venussonden praktisch identisch für die Tag- und die Nachtseite. Der Oberflächendruck beträgt auf der Venus 90 bis 100 Atm.

Man nimmt heute an, daß die Venus einen Eisenkern von 3000 km Radius hat, um den ein dicker Mantel liegt, der nach außen von einer dünnen Oberflächenkruste abgeschlossen wird. Die langsame Rotation der Venus hat zur Folge, daß trotz des Eisenkernes praktisch kein Magnetfeld vorhanden ist. Die Messungen ergaben, daß die Feldstärke eines etwa doch vorhandenen Magnetfeldes nicht größer als 25 Gamma sein kann.

Mars[1]

Der Mars hat im Vergleich zur Erde und zur Venus eine wesentliche kleinere Masse, woraus Unterschiede im Aufbau und in der Atmosphärenstruktur folgen. Die Marsatmosphäre muß von vornherein dünner sein. Der Druck an der Oberfläche beträgt nur 7,7 mbar am Landeort von VIKING 1. Nach den Messungen der sowjetischen Marssonde schwankt der Druck je nach der „Oberflächenhöhe" der Meßpunkte zwischen 8 und 10 mbar.

Temperaturmessungen in der Marsatmosphäre durch VIKING 1 begannen in 90 km Höhe und ergaben dort 120 K. In 25 km Höhe wurden schon 165 K gemessen. Unter 10 km Höhe beträgt der Temperaturgradient 3,7 K/km, daraus konnte man für die Landestelle von VIKING 1 eine Temperatur von 241 K berechnen. Die tatsächlich gemessene Temperatur schwankte an den Landeorten von VIKING 1 und 2 zwischen 243 K im Maximum und 190 K im Minimum. In der Marsatmosphäre wurden in der Äquatorzone Wolkengeschwindigkeiten um 45 m/s gefunden. Am Marsboden lagen die Windgeschwindigkeiten zwischen 4 und 9 m/s. Der Hauptbestandteil der Marsatmosphäre ist genau wie bei der Venus Kohlendioxid mit 95 Prozent. Das zweithäufigste Element ist molekularer Stickstoff mit 2,7 Prozent. Ferner wurden die Edelgase Argon, Krypton und Xenon gefunden. Geringe Mengen von molekularem und atomarem Sauerstoff, Kohlenmonoxid und Wasserdampf konnten ebenfalls nachgewiesen werden.

Die VIKING-Landesonden führten auch eine chemische Analyse des Marsbodens durch. Die häufigsten Elemente waren Silizium (18,5 bis 24 Prozent) und Eisen (12,5 bis 15 Prozent). Ferner konnten Schwefel (2,5 bis 5 Prozent), Magnesium (2,5 bis 5,5 Prozent), Aluminium (2 bis 5 Prozent), Kalzium (3 bis 4,5 Prozent) und in Spuren Kalium, Cer und Titan ermittelt werden. Die Nahaufnahmen des Mars lassen eine deutliche Kraterstruktur auf der Oberfläche erkennen. Viele Einschlagkrater zeigen Fließfiguren. Das aufgeworfene Material ist beim Einschlag verflüssigt worden. Im Gegensatz zu

[1] s. H. 1/77, Abb. 2. Umschlagseite

[1] s. H. 2/77, Abb. 2. Umschlagseite

Merkur und Mond sind die Krater auf dem Mars relativ flach. Die Ursache dafür war wahrscheinlich das Auseinanderbrechen der einschlagenden Meteoriten in der ehemals dichteren Marsatmosphäre.

An zahlreichen Strukturen auf dem Mars wurden Erosionserscheinungen gefunden. Aus kleinen, gut erhaltenen Kratern kann man aber den Schluß ziehen, daß in den letzten zwei Milliarden Jahren die Wirkung der Erosion relativ gering gewesen sein muß. Dafür spricht noch eine andre Tatsache. Zahlreiche Formationen auf dem Mars lassen deutlich die Wirkung von fließendem Wasser erkennen. Die „Flußbetten" sind aber sehr alt; denn in ihnen erkennt man oft deutlich Einschlagskrater, so daß die Einwirkung von Wasser schon sehr lange zurückliegen muß.

Aus Temperaturmessungen in den Gebieten der Marspole folgt, daß es sich bei den Polkappen nicht um festes Kohlendioxid, sondern tatsächlich um Eis handeln muß. Der innere Aufbau des Mars unterscheidet sich von dem der Venus und der Erde. Er ähnelt am besten dem des Mondes. Ein relativ kleiner Eisenkern von etwa 500 km Radius wird von einem unteren Mantel hoher Dichte (500 km Ausdehnung, Dichte 9,4 g/cm^3) und einem oberen Mantel geringer Dichte (2000 km Ausdehnung, Dichte um 4 g/cm^3) umgeben. Die äußere Kruste des Planeten hat eine Dichte von 2,8 g/cm^3.

Jupiter[1]

Auch über den Jupiter gibt es durch Raumflugexperimente (Pioneer) neue Informationen. Aufgrund dieser Informationen weiß man heute, daß der Jupiter eine sehr ausgedehnte Magnetosphäre hat. Sie erstreckt sich in Richtung Sonne rund 80 Jupiterradien (570 000 km) in den Raum und auf der Gegenseite wahrscheinlich noch wesentlich weiter. Die Struktur des Jupitermagnetfeldes ist sehr kompliziert. Die Beobachtungen lassen sich eventuell mit einem Oktupolfeld beschreiben. Es wurde auch eine deutliche Asymmetrie der Feldstärke am Nord- und Südpol gefunden. In der Umgebung des Jupiter wurden in 3,4 und 1,9 Radien Abstand Protonenmaxima festgestellt. Elektronenmaxima liegen in 3,1 und 1,8 Radien Abstand vom Planeten.

Temperaturmessungen ergaben an der Wolkenobergrenze einen Wert von 125 K. Das Problem des Strahlungshaushaltes des Jupiters ist noch nicht gelöst. Nach den Raumsondenmessungen strahlt der Planet das 1,9- bis 2,5fache der empfangenen Wärmestrahlung ab, so daß es innere Wärmequellen geben muß.

Innerhalb der Jupiteratmosphäre konnten konvektive Bewegungen, die durch große Wirbelstürme zu erkennen sind, nachgewiesen werden.

Über die weiter außen befindlichen Planeten sind keine neuen Informationen durch Raumsondenuntersuchungen vorhanden. Allerdings wird Pioneer 11 im September 1979 in die Nähe des Saturn gelangen.

Anschrift des Verfassers:
Dr. SIEGFRIED MARX
Observatorium „Karl Schwarzschild" Tautenburg
beim Zentralinstitut für Astrophysik der ADW
der DDR

KLAUS LINDNER

Astronomische Daten für das Schuljahr 1977/78

Die Zusammenstellung der für die Schulastronomie wichtigen Daten des kommenden Schuljahres soll die Aktualisierung der Unterrichtsarbeit und die Tätigkeit in den Arbeitsgemeinschaften „Astronomie" nach Rahmenprogramm unterstützen und zugleich helfen, die obligatorischen Beobachtungsabende vorzubereiten. Nicht alle genannten Konstellationen können im Klassenverband oder von den Teilnehmern der Arbeitsgemeinschaft gemeinsam beobachtet werden; in vielen Fällen ist daher den Schülern eine selbständige Beobachtung zu empfehlen.

Wie in den früheren Schuljahren ist die Zusammenstellung in bezug auf Gliederung und Stoffauswahl auf den Lehrplan Astronomie, Klasse 10, bezogen. Alle Zeiten sind in MEZ gegeben.

1. Die Erde als Himmelskörper

Tägliche und jährliche Bewegung

Die Bahnbewegung der Erde im Schuljahr 1977/78 wird durch folgende Daten charakterisiert:

Herbstanfang:	23. 9. 1977, 4 h 30 min	
Wintersanfang:	22. 12. 1977, 0 h 24 min	
Erde in Sonnenferne:	2. 1. 1978, 0 h 24 min	(Abstand 0,983 AE)
Frühlingsanfang:	21. 3. 1978, 0 h 34 min	
Sommersanfang:	21. 6. 1978, 19 h 10 min	
Erde in Sonnenferne:	5. 7. 1978, 1 h 21 min	(Abstand 1,017 AE)
Herbstanfang:	23. 9. 1978, 10 h 26 min	

Die Jahreszeiten sind dabei auf die nördliche Erdhalbkugel bezogen. Aus den unterschiedlichen Längen der Jahreszeiten (die Ermittlung kann von den Schülern selbst als Hausaufgabe

[1] s. Abb. 2. Umschlagseite

vorgenommen werden) folgt unmittelbar, daß die Erde ihre Bahn nicht mit konstanter Geschwindigkeit durchläuft, sondern sich – entsprechend dem 2. Keplerschen Gesetz – im Winter schneller bewegt.

Sternbilder
Die Sternbilder des herbstlichen Abendhimmels sind auch im Jahre 1977 nicht durch helle Planeten in ihrer Erkennbarkeit beeinträchtigt. Im Winter und im Frühling dagegen beherrschen die Planeten Mars, Jupiter und Saturn den Abendhimmel. *Mars* durchläuft zwischen den Sternbildern Zwillinge und Löwe eine Bahnschleife und wird zur Zeit seiner Opposition (Ende Januar 1978) sehr hell. Ende Oktober und Anfang Februar bildet er mit den Hauptsternen der Zwillinge eine Gerade, so daß dann dort „Drillinge" zu beobachten sind. *Jupiter* leuchtet zwischen den Sternbildern Stier und Zwillinge und erschwert das Erkennen des Wintersechsecks, das schon durch Mars beeinträchtigt ist, noch mehr. *Saturn* hält sich während des ganzen Schuljahres im Sternbild Löwe auf und bleibt in unmittelbarer Nähe von dessen Hauptstern Regulus.

2. Der Erdmond

Bewegung und Phasen
Der erste Beobachtungsabend sollte in den Monaten September und Oktober so geplant werden, daß eine Fernrohrbeobachtung des Mondes möglich ist. Zu diesem Zweck enthält der Abschnitt 5 dieses Beitrages unter anderem Angaben darüber, an welchen Tagen der Mond in den Abendstunden sichtbar ist. Für die Monate Oktober und November, in denen die Unterrichtseinheit „Der Erdmond" behandelt wird, sind dort auch die Zeiten der größten Erdnähe und Erdferne gegeben.

Finsternisse
Auch das Schuljahr 1977/78 bietet wenig Gelegenheit, mit Schülern eine Finsternis zu beobachten. Von den vier insgesamt stattfindenden Finsternissen sind drei in der DDR nicht zu beobachten:

27. 9. 1977	Halbschattenfinsternis des Mondes
12. 10. 1977	Totale Sonnenfinsternis
7. 4. 1978	Partielle Sonnenfinsternis.

Aber auch die totale Mondfinsternis am 24. 3. 1978 kann von unserm Territorium aus nicht in ihrer vollen Dauer beobachtet werden, da der Mond in Mitteleuropa bereits verfinstert aufgeht. Die größte Phase wird um $17^h 23^{min}$ erreicht; die totale Verfinsterung endet um $18^h 09^{min}$. Beobachtbar bleibt für uns lediglich der allmähliche Austritt aus dem Kernschatten der Erde, der um $19^h 13^{min}$, etwa eine Stunde nach Mondaufgang, beendet ist.

3. Das Planetensystem

Merkur
kann im Laufe des Schuljahres viermal in relativ großem Winkelabstand von der Sonne beobachtet werden. In den Tagen um den 21. 9. 1977 ist er Morgenstern, befindet sich im Sternbild Löwe und geht etwa 90 Minuten vor der Sonne auf. In den ersten Dezembertagen ist Merkur am Abendhimmel zu sehen (Untergang 1 Stunde nach der Sonne). Um den 11. 1. 1978 kann Merkur kurz vor Sonnenaufgang am Osthimmel beobachtet werden und in den Tagen um den 24. 3. 1978 ist der sonnennächste Planet nochmals Abendstern. Er steht dann im Sternbild Fische und geht etwa 1½ Stunden nach der Sonne unter. In allen Fällen erscheint Merkur als Objekt 0. Größe.
Am 28. 3. 1978 findet eine Begegnung der Planeten Merkur und Venus im Sternbild Fische statt. Venus ist zu dieser Zeit mit –3,3 Größenklassen erheblich heller als Merkur. Die betreffende Himmelsgegend geht gegen $19^h 15^{min}$ unter (etwa 45 Minuten nach der Sonne); durch ihre große Helligkeit kann Venus jedoch auch in der Dämmerung leicht gefunden werden. Merkur ist 4° nördlich der Venus zu suchen.

Venus
ist vom Schuljahresbeginn bis Mitte November Morgenstern. Sie besitzt in diesem Zeitraum eine konstante Helligkeit von –3,4 Größenklassen. Fernrohrbeobachter können feststellen, daß ihr scheinbarer Durchmesser wegen der nur langsam wachsenden Entfernung unwesentlich abnimmt (von 13 auf 10 Bogensekunden). Am 22. 1. 1978 steht Venus in oberer Konjunktion und ist unsichtbar. Ab März kann sie dann als Abendstern gesehen werden. Ihre Sichtbarkeitsdauer wächst langsam; am 1. 5. 1978 geht Venus rund zwei Stunden nach der Sonne unter. Auch in dieser Zeit bleibt ihr Durchmesser fast konstant, und auch für Phasenbeobachtungen ist Venus 1977/78 kein geeignetes Objekt, da die typische Sichelgestalt während des ganzen Schuljahres nicht in Erscheinung tritt.
Außer der oben erwähnten Begegnung mit Merkur am 28. 3. 1978 trifft Venus am Morgenhimmel am 18. 9. 1977 mit Saturn und am Abendhimmel am 29. 5. 1978 mit Jupiter zusammen. Bei der Begegnung am 18. 9. 1977 überholt Venus im Sternbild Löwe den Saturn und befindet sich nur 0,4 Grad südlich des Ringplaneten. Der Stern Regulus bildet mit beiden Planeten ein auffälliges kleines Dreieck. Die Konstellation lohnt eine Beobachtung auch an den Tagen vor und nach der Begegnung sehr, da sich an der Änderung der Dreiecksform das schnelle Weiterwandern der Ve-

nus außerordentlich gut erkennen läßt. Eine Beobachtungsreihe (z. B. als Beobachtungsauftrag für AG-Teilnehmer) sollte spätestens am 10. 9. 1977 beginnen und bis Ende September weitergeführt werden. Die betreffende Himmelsgegend geht am 18. 9. 1977 gegen $3^h 15^{min}$ auf.

Am 29. 5. 1978 überholt Venus im Sternbild Zwillinge den Planeten Jupiter. Die beiden hellen Objekte bilden am abendlichen Himmel (Untergang gegen 22 Uhr) mit den Sternen Kastor und Pollux ein Viereck. Venus (–3,4 Größenklassen) steht 2° nördlich des Jupiter (–1,4 Größenklassen).

Mars
ist im Gegensatz zum Vorjahr ein dankbares Objekt vor allem für Beobachtungsarbeiten in der Arbeitsgemeinschaft. Er durchläuft in der Umgebung des Sternbildes Krebs seine Oppositionsschleife. Im September 1977 steht er zwischen den Sternbildern Stier und Zwillinge und geht erst gegen 23^h auf. Langsam verfrüht sich die Aufgangszeit; Anfang Dezember 1977 kommt Mars gegen 20^h über den Horizont. Am 13. 12. 1977 wird er rückläufig, und von dieser Zeit an verbessern sich die Sichtbarkeitsbedingungen rapide. Zum Jahreswechsel geht Mars schon kurz nach 18^h auf. Seine Helligkeit wächst von +1 Größenklasse Anfang September 1977 auf –0,8 Größenklassen am 1. 1. 1978. Wegen der schnellen Annäherung an die Erde vergrößert sich auch der scheinbare Durchmesser des roten Planeten. Er beträgt am 1. 9. 1977 6,2 Bogensekunden und erreicht am Tage der größten Annäherung (19. 1. 1978) 14,3 Bogensekunden. Übrigens fällt diese größte Annäherung des Mars an die Erde zeitlich nicht mit der Opposition (22. 1. 1978) zusammen — ein deutlicher Hinweis für die starke Abweichung der Marsbahn von der exakten Kreisform!
Mars beendet am 2. 3. 1978 seine Rückläufigkeit, die ihn in 2½ Monaten mehr als 20° nach Westen geführt hat, im Sternbild Zwillinge. Er ist zu dieser Zeit die ganze Nacht über sichtbar und mit –0,2 Größenklassen immer noch recht hell. Bis zum Schuljahresende bleibt er am Abendhimmel zu sehen, wenn auch schwächer werdend.

Am 4. 9. 1977 ereignet sich eine sehr enge Begegnung zwischen Mars und Jupiter an der Grenze der Sternbilder Stier und Zwillinge. Der hellere Jupiter befindet sich 0,5 Grad südlich des Mars; die beiden Planeten gehen gegen $23^h 15^{min}$ auf.

Ein sehr enger Vorübergang des Mars an Saturn nahe dem Stern Regulus im Sternbild Löwe lohnt am späten Abend des 4. 6. 1978 eine Beobachtung. Mars geht 0,1 Grad südlich an Saturn vorüber; die betreffende Himmelsgegend geht gegen Mitternacht unter. Wie beim Vorübergang Venus-Saturn am 18. 9. 1977 ergibt die gegenseitige Stellung von Mars, Saturn und Regulus im Laufe weniger Tage einen deutlichen Nachweis der zu dieser Zeit schon wieder recht raschen Bewegung des Mars. Für Beobachtungen mit größeren Instrumenten (z. B. in Arbeitsgemeinschaften) ist es wichtig zu wissen, daß um die Oppositionszeit auf der Nordhalbkugel des Mars Sommer ist. Das Sommerhalbjahr beginnt am 5. 11. 1977.

Jupiter
pendelt im Schuljahr 1977/78 zwischen den Sternbildern Stier und Zwillinge hin und her. Zum Schuljahresbeginn geht er gegen $23^h 15^{min}$ auf, Anfang November gegen $19^h 30^{min}$. Von dieser Zeit an kann Jupiter bis zum Schuljahresende abends beobachtet werden. Er und der ringgeschmückte Saturn im Sternbild Löwe sind geeignete Objekte für die Beobachtungsaufgabe A 7. Am 23. 12. 1977 kommt Jupiter in Opposition zur Sonne und beherrscht mit –2,3 Größenklassen den Abend- und Nachthimmel. Er bleibt aber auch späterhin noch sehr hell und stellt bis in den Sommer hinein ein markantes Objekt dar.
Fernrohrbeobachter sollten unter anderem auf die Abhängigkeit des scheinbaren Planetendurchmessers von der Entfernung Erde-Jupiter achten. Zur Zeit der Opposition beträgt dieser Durchmesser 44 Bogensekunden, Ende Mai 1978 nur noch 30 Bogensekunden.

Saturn
beschreibt im Schuljahr 1977/78 in der Nähe des Sternes Regulus im Sternbild Löwe eine kleine Bahnschleife. Zunächst ist er Morgenstern; erst ab Januar kann Saturn auch in den Abendstunden beobachtet werden. Die Opposition zur Sonne findet am 16. 2. 1978 statt. Saturn ist dann mit 0,3 Größenklassen etwa eine Größenklasse heller als Regulus. Er bleibt von dieser Zeit an bis zum Ende des Schuljahres am Abendhimmel sichtbar.
Die Ringellipse erscheint dem Fernrohrbeobachter Anfang April am weitesten geöffnet. Ihre größte Längenausdehnung erreicht sie einen Tag nach der Opposition mit 46 Bogensekunden.
Uranus befindet sich auch im Schuljahr 1977/78 am frühsommerlichen Abendhimmel. Er steht im Sternbild Waage und kommt am 5. 5. 1978 in Opposition zur Sonne (scheinbare Helligkeit 5,7 Größenklassen; scheinbarer Durchmesser 4 Bogensekunden). *Neptun* befindet sich weiterhin zwischen den Sternbildern Skorpion und Schlangenträger; *Pluto* im nördlichen Teil des Sternbildes Jungfrau.

4. Die Sonne

Im Schuljahr 1977/78 wird sich voraussichtlich der Anstieg der Sonnenaktivität fortsetzen. Das letzte Maximum wurde 1968 beobachtet; das zurückliegende Minimum ist jedoch von sehr komplizierter Struktur gewesen (1974/75). Daher ist eine zeitliche Verschiebung des für 1979/80 zu erwartenden Aktivitätsmaximums möglich.

5. Astronomischer Kalender 1977/78

Die folgende Tabelle enthält eine Auswahl astronomischer Ereignisse des kommenden Schuljahres in chronologischer Reihenfolge, die eine Beobachtung mit Schülern bzw. durch Schüler allein lohnen oder auf die die Schüler aufmerksam gemacht werden sollten. Für die meisten Konstellationen findet sich eine ausführliche Beschreibung im Text. Die Tabelle soll die Planung aktueller Hinweise und Einflechtungen für den Unterrichtsablauf erleichtern und auch Hinweise für die Planung der Beobachtungsabende im Unterricht und in der Arbeitsgemeinschaft geben.

September 1977
Mond am Abendhimmel: Sa. 17. 9. bis Fr. 30. 9.

So.	4. 9. 23h	Mars 0°5 nördlich von Jupiter (Stier/Zwillinge)
Fr.	16. 9. 22h	Uranus 2° südlich des Mondes (3 Tage vor Neumond)
So.	18. 9. 14h	Venus 0,4° südlich von Saturn (Löwe)
Mi.	21. 9. 9h	Merkur in größter westlicher Elongation (18°, Löwe)
Do.	22. 9. 4h	Venus 0°4 nördlich von Regulus
Fr.	23. 9. 5h	Herbstanfang

Oktober 1977
Mond am Abendhimmel: So. 16. 10. bis So. 30. 10.

Mo.	3. 10. 15h	Mond in Erdferne
Mi.	12. 10. 22h	Totale Sonnenfinsternis, in der DDR unsichtbar
Sa.	15. 10. 10h	Mond in Erdnähe
Mo.	24. 10. 12h	Jupiter wird rückläufig (Zwillinge)
Mo.	31. 10. 9h	Mond in Erdferne

November 1977
Mond am Abendhimmel: Di. 15. 11. bis Mo. 28. 11.

Do.	3. 11. 13h	Saturn 0°8 nördlich von Regulus
Sa.	12. 11. 13h	Mond in Erdnähe
So.	20. 11. 11h	Venus 0°9 nördlich von Uranus (Waage)
So.	27. 11. 22h	Mond in Erdferne

Dezember 1977
Mond am Abendhimmel: Mi. 14. 12. bis Mi. 28. 12.

Sa.	3. 12. 9h	Merkur in größter östlicher Elongation (21°, Schütze)
Mo.	12. 12. 8h	Saturn wird rückläufig (Löwe)
Di.	13. 12. 20h	Mars wird rückläufig (Krebs)
Do.	22. 12. 0h	Winteranfang
Fr.	23. 12. 2h	Jupiter in Opposition (Stier/Zwillinge)

Januar 1978
Mond am Abendhimmel: Fr. 13. 1. bis Fr. 27. 1.

Mo.	2. 1. 0h	Erde in Sonnennähe
Sa.	7. 1. 14h	Merkur 3° südlich des Mondes (2 Tage vor Neumond)
Mi.	11. 1. 10h	Merkur in größter westlicher Elongation (33°, Schlangenträger/Schütze)
Do.	19. 1. 4h	Mars in Erdnähe
So.	22. 1. 1h	Mars in Opposition (Zwillinge/Krebs)

Februar 1978
Mond am Abendhimmel: Sa. 11. 2. bis So. 26. 2.

Do.	16. 2. 5h	Saturn in Opposition (Löwe)
Mo.	20. 2. 3h	Jupiter wird rechtläufig (Stier)

März 1978
Mond am Abendhimmel: 13. 3. bis Mo. 27. 3.

Do.	2. 3. 22h	Mars wird rechtläufig (Zwillinge)
So.	12. 3. 23h	Merkur 1°3 nördlich von Venus (Fische)
Di.	21. 3. 1h	Frühlingsanfang
Fr.	24. 3. 18h	Totale Mondfinsternis; Ende in der DDR beobachtbar
Fr.	24. 3. 18h	Merkur in größter östlicher Elongation (19°, Fische)
Di.	28. 3. 20h	Merkur 4° nördlich von Venus (Fische)

April 1978
Mond am Abendhimmel: Di. 11. 4. bis Mi. 26. 4.

Fr.	7. 4. 15h	Partielle Sonnenfinsternis, in der DDR unsichtbar
Di.	25. 4. 20h	Saturn wird rechtläufig (Löwe)

Mai 1978
Mond am Abendhimmel: Do. 11. 5. bis Do. 25. 5.

Fr.	5. 5. 3h	Merkur 3° südlich des Mondes (2 Tage vor Neumond)
Di.	9. 5. 16h	Merkur in größter westlicher Elongation (26°, Fische)
Mo.	29. 5. 3h	Venus 2° nördlich von Jupiter (Zwillinge)

Juni 1978

Mo.	5. 6. 1h	Mars 0°1 südlich von Saturn (Löwe)
Mi.	21. 6. 19h	Sommeranfang

Literatur:
AHNERT, P.: **Kalender für Sternfreunde 1977.** Leipzig 1976. **Astronomičeskij Ešegodnik SSSR na 1978 god.** Leningrad 1974.

Anschrift des Verfassers:
Dr. KLAUS LINDNER
7024 Leipzig, Grunickestraße 7

KLAUS FRIEDRICH

Astronomische, astronautische und biographische Jubiläen im Schuljahr 1977/78

Die nachstehenden Jubiläumsdaten aus der Geschichte der Astronomie und Weltraumfahrt sowie ihrer prominentesten Wissenschaftler und Förderer sind die wichtigsten im Schuljahr 1977/78. *In Kursivdruck hervorgehobene Fakten gehören zum Unterrichtsstoff und sind geeignet, den Astronomieunterricht einschließlich der Beobachtungsabende zu beleben und zu aktualisieren.* Alle weiteren Sachinformationen enthalten mit den Literaturverweisungen erzieherische Potenzen zu Fragen der weltanschaulichen Erziehung, der Arbeitserziehung, der Erziehung zur Kollektivität, wissenschaftlichen Arbeitsmethodik und -gründlichkeit usw.

Die Literaturangaben wurden auf die Handbibliothek des Lehrers und den Benutzer öffentlicher Bibliotheken zugeschnitten. Diese Quellen stellen zugleich mit den darin enthaltenen Daten, Fakten, Zusammenhängen, Graphiken und Abbildungen einen Fundus für Schüleraufträge dar, z. B. für die Gestaltung von Wandzeitungen oder Jahresarbeiten, aber auch für die Arbeit in Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogramm.

1.2.1. (2.4.1.) *4. Oktober 1957 Start von „Sputnitk 1" (Lehrbuch, Abb. S. 5). Beginn einer neuen Etappe der Kosmosforschung durch Raumsonden und Raumschiffe. Zur Kontinuität, Systematik und den Hauptrichtungen der sowjetischen Raumfahrt* s. bes. HOFFMANN, H., Entwicklungsetappen der sowjetischen Raumfahrt, in: Astronomie in der Schule 1976, H. 1, S. 3–6. *Weitere Erstleistungsjubiläen:* 3. November, 20 Jahre erster Biosatellit („Sputnik 2" mit der Hündin Laika). 15. Mai, 20 Jahre erstes Raumlabor („Sputnik 3").

1.3.3. (2.4.1.) 9. November 1967. Mit „Apollo 4" beginnen die flugtechnischen Erprobungen zur Vorbereitung einer bemannten Mondlandung (USA).

1.4.1. (3.2.) 7. Februar. 100. Geburtstag von KASIMIR R. GRAFF (1878–1950). Astrophysiker, geb. in Polen, Studium und wissenschaftliche Tätigkeit in Berlin, zuletzt Direktor der Universitätssternwarte Wien (Nachruf in „Die Sterne" 26 (1950), H. 11/12, S. 186 f.). *Hervorragender visueller Beobachter, dessen Planetenzeichnungen (Mars, Jupiter, Saturn) in fast allen populärwissenschaftlichen Gesamt- und Einzeldarstellungen der Jahre von 1910 bis 1960 enthalten sind.*

1.4.2. (2.4.1.) 19. Oktober. 10 Jahre „Mariner 5" (USA, *Vorbeiflug an der Venus). Wichtigste Ergebnisse: Analyse und Temperaturschichtung der Venusatmosphäre, Bestimmung des Magnetfeldes, der Masse und der Gestalt des Planetenkörpers, Präzisierung der Astronomischen Einheit auf* $\pm 1{,}5$ *km* (weitere Daten s. MIELKE, H., transpress Lexikon Raumfahrt, Berlin 1970, S. 173 f.).

1.4.2. (2.4.1.) 1. November. *15 Jahre erste Marssonde „Mars 1"* gestartet (UdSSR). Einzelheiten in: ebd., S. 175 f.

1.5.2. 11. September. 100. Geburtstag von JAMES H. JEANS (1877–1946), Englischer Mathematiker, Physiker und Astronom. Diskutierte in seinen Büchern „Problems of Cosmogony and Stellar Dynamics" (1919) und „Astronomy and Cosmogony" (1928) eine kosmogonische Theorie zur *Entstehung des Planetensystems* (s. dazu: Brockhaus ABC Astronomie – „Kosmogonie").

1.5.2. 23. September. 100. Todestag von *URBAIN J. J. LEVERRIER* (1811–1877). Französischer Astronom, *berechnete unabhängig von J. C. ADAMS aus Bahnstörungen des Uranus Bahn und die Position des noch unbekannten Planeten Neptun, der am 23. September 1846 vom Berliner Astronomen J. G. GALLE aufgefunden werden konnte (vgl. Lehrbuch, S. 59 f.;* kurze Entdeckungsgeschichte in: HERRMANN, D. B., Geschichte der Astronomie, Berlin 1975, S. 56 ff. sowie in: WATTENBERG, D., JOHANN GOTTFRIED GALLE, Leipzig 1963, S. 47 ff.).

2.1.1. *125 Jahre Bestimmung der Sonnenfleckenperiode.* Im Jahre 1852 konnte JULIUS RUDOLF WOLF (1816–1893) durch Untersuchung bis zu 242 Jahren zurückliegender Sonnenbeobachtungen die bereits von H. SCHWABE entdeckte *Periodizität zu 11,1 Jahren* präzisieren. (Die Lehrbuch-Abb. 66/2 beginnt also bei WOLF. Auf WOLF geht auch *die Festlegung der „Relativzahlen" zurück, die auf der Ordinate in der Abb. angetragen sind, als solche aber nicht näher bezeichnet wurden.)*

2.2.2. 25. Oktober. 100. Geburtstag von HENRY NORRIS RUSSELL (1877–1957). Nordamerikanischer Astrophysiker; zu Person und Leistung s. bes. Brockhaus ABC Astronomie – „Russell". Zum historisch entstandenen Begriff *HRD (HERTZSPRUNG-RUSSELL-DIAGRAMM)* sei hier zitiert: „SCHWARZSCHILD machte RUSSELL, der erstmals eine aufsteigende und eine absteigende Linie der Sternentwicklung an den Sternen verschiedener *Leuchtkraft* und Farbe aufzuzeigen versuchte, auf HERTZSPRUNGS früher veröffentlichte (rein empirisch begründete und nicht als hypothetische Entwicklungsphasen gedeutete) Erkenntnis der Existenz von *Riesen* und *Zwergen* aufmerksam. SCHWARZSCHILD vermittelte sogleich eine briefliche Verbindung zwischen HERTZSPRUNG und RUSSELL, und dieser hat in seinen weiteren Veröffentlichungen über das *Spektraltyp-Helligkeits*-Diagramm (das er aus *Sternen mit bekannter Parallaxe* ableitete) stets auf HERTZSPRUNGS Priorität für die empirischen Grundlagen der zweidimensionalen Zustandsverteilung hingewiesen. HERTZSPRUNG seinerseits veröffentlichte 1911 die ersten Farben-Helligkeits-Diagramme von Sternhaufen, abgeleitet aus effektiven Wellenlängen und *scheinbaren* Helligkeiten. *Wenn jetzt das Spektraltyp-(bzw. Farben-)Helligkeits-Diagramm allgemein als HERTZSPRUNG-RUSSELL-DIAGRAMM bezeichnet* wird, *so ist der Bindestrich zwischen den beiden Namen der persönlichen Vermittlung KARL SCHWARZSCHILDS* zu verdanken" (nach: WEMPE, J., Die Beziehungen zwischen EJNAR HERTZSPRUNG und KARL SCHWARZSCHILD, in: Geschichte und Popularisierung der Astronomie, Veröff. der Archenhold-Sternwarte Nr. 6, Berlin-Treptow 1974, Zitat ebd. S. 50).

2.4.1. *27. März. 10. Todestag von JURY GAGARIN (1934–1968). Sowjetischer Kosmonaut. Umrundete am 12. April 1961 als erster Mensch in einem Raumschiff die Erde.*

3. 22. November. Dr. h. c. PAUL AHNERT 80 Jahre alt. Astronom an der Sternwarte Sonneberg. Nestor der Amateurastronomie in der DDR. Herausgeber des seit 1949 jährlich erscheinenden „Kalenders für Sternfreunde",

zahlreicher Beobachtungsanleitungen und -hilfen sowie von Katalogwerken für die Hand des Amateurastronomen und Schulpraktikers. Weitere Verdienste s. „Astronomie und Raumfahrt" 1972, H. 6; „Die Sterne" 1967, H. 11/12, 1972, H. 4.

Chronologische Ordnung einiger wichtiger Daten

11. 9. 1977	100. Geburtstag von JAMES H. JEANS
23. 9. 1977	100. Todestag von URBAIN J. J. LEVERRIER
4. 10. 1977	20. Jahrestag des Starts von „Sputnik 1"
25. 10. 1977	100. Geburtstag von HENRY NORRIS RUSSELL
22. 11. 1977	Dr. h. c. PAUL AHNERT 80 Jahre alt
7. 2. 1978	100. Geburtstag von KASIMIR R. GRAFF
27. 3. 1978	10. Todestag von JURI GAGARIN

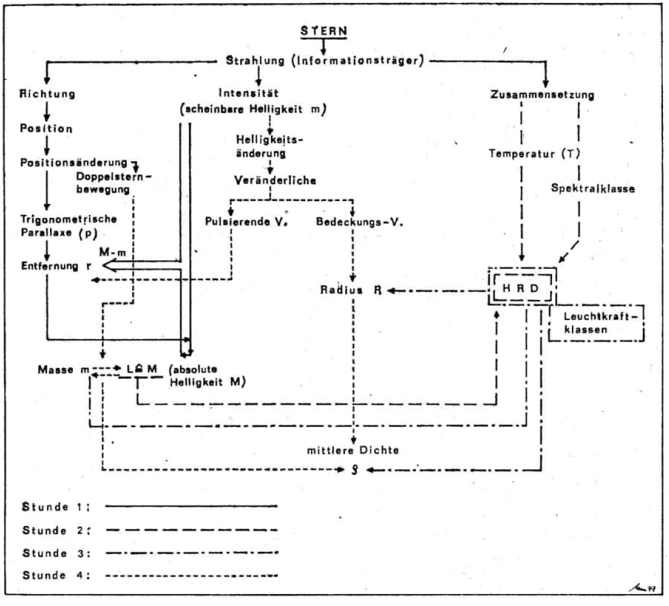
Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Lehrer KLAUS FRIEDRICH
1193 Berlin, Alt-Treptow 1
Archenhold-Sternwarte

HELMUT KÜHNHOLD

Zur sachlogischen Darstellung des Unterrichtsstoffes im Lehrplanabschnitt 2.2.

In einem kürzlich erschienenen Artikel dieser Zeitschrift von KLAUS LINDNER, der sich u. a. mit Fragen der sachlogischen Darstellung des Unterrichtsstoffes in der Unterrichtseinheit (UE) 2.2. „Die Sterne" auseinandersetzte, wurde formuliert: „Daher muß ernstlich davor gewarnt werden, das HRD aus Gründen einer formalen Systematik erst im Anschluß an die vollständige Darlegung der Zustandsgrößen zu behandeln." [1; S. 110] LINDNER unterbreitete auch einen Vorschlag zur Lösung des Problems. Die Forderung ist begründet. Hospitationsergebnisse im Kreis Hettstedt veranlaßten den Verfasser, nach einer Lösung zu suchen. Dabei griff er auf eine Veröffentlichung von SCHUKOWSKI [2] zurück.

Der Verfasser entwickelte eine vierteilige verschiedenfarbige Klappfolie, die von der Stun-



denaufgliederung des Lehrplans ausging: 2.2.1. „Entfernungsbestimmung" (1 Stunde) und 2.2.2. „Ausgewählte Zustandsgrößen der Sterne" (3 Stunden) – s. Abb. S. 57.

In der 1. Stunde wird vom Begriff **Stern** (Sternstrahlung als Informationsträger) ausgegangen. Die Begriffe Richtung (bekannt aus der UE 1.2.2. „Zur Orientierung am Sternhimmel"), **Intensität** und **Zusammensetzung** werden gegeben (die beiden letztgenannten Begriffe sind aus der UE 2.1. „Die Sonne" geläufig). Über **Richtung – Position – Positionsänderung → Trigonometrische Parallaxe** wird die 1. Methode der **Entfernungsbestimmung** dargestellt. Von der **scheinbaren** und der **absoluten Helligkeit** wird über den Entfernungsmodul die 2. Möglichkeit der Entfernungsbestimmung erläutert.

Die 2. Unterrichtsstunde geht von der **Zusammensetzung** des Sternlichts aus und dient der Erarbeitung der Begriffe **Temperatur, Spektralklasse** und **Leuchtkraft**, wobei die absolute Helligkeit der Leuchtkraft entspricht. Auf den Begriff HRD wird am Stundenende verwiesen (im Sinne einer Orientierung auf die folgende Stunde).

In der 3. Unterrichtsstunde steht das **HRD** im Mittelpunkt. Nach Klärung der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Koordinaten und der Einführung der **Leuchtkraftklassen** wird abgeleitet, daß sich aus dem HRD für die Zustandsgrößen **Radius, Masse** und **Dichte** indirekte Aussagen formulieren lassen.

Die 4. Unterrichtsstunde behandelt die Möglichkeiten der direkten Bestimmung von Zustandsgrößen (**Radius, Masse** und **Dichte**). Ausgehend von der Linie **Intensität – Helligkeitsänderung – Veränderliche** erfolgt über die Bedeckungsveränderlichen die Feststellung von Sternradien. Aus Doppelsternbewegungen und der **Masse-Leuchtkraftbeziehung** ergeben sich Aussagen über die Sternmassen. Die mittlere Dichte läßt sich nun aus den Zustandsgrößen **Masse** und **Radius** berechnen. Als nebengeordnete Linie ergibt sich die dritte Möglichkeit der Entfernungsbestimmung von Sternen mit Hilfe der Pulsationsveränderlichen.

Die Struktur erfährt nach der Erarbeitung der notwendigen Zusammenhänge jeweils am Ende der vier einzelnen Unterrichtsstunden in Form von Zusammenfassungen ihre laufende Vervollständigung. Dynamisch wird das Schema in seinen einzelnen Phasen montiert. Das HRD ist auf diesem Wege als ein Mittel zur Erkenntnisgewinnung eingeordnet. Für die Schüler werden die Zusammenhänge (auch in Vorbereitung auf die Prüfung) rekonstruierbar. Es ist selbstverständlich, daß zu Beginn der Unterrichtseinheit den Schülern die gesamte Übersicht orientierend gezeigt werden muß, damit ein entsprechendes Merkblatt angelegt wird.

In diesem Sinne ist wohl auch der Lehrplan zu interpretieren, der folgendes aussagt: „Die Schüler sollen befähigt werden, verschiedene Zustandsgrößen aus anderen abzuleiten und das HRD in seinen wichtigen Zusammenhängen und Aussagen zu interpretieren." [3; S. 26]

Literatur:

[1] LINDNER, K.: **Einige Aspekte des Stoff-Zeit-Problems im Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule, 13 (1976), S. 118 ff.

[2] SCHUKOWSKI, M.: **Möglichkeiten und Bedeutung von Strukturierungen für die Systematisierung im Fach Astronomie.** In: Astronomie in der Schule, 5 (1968), S. 110 ff.

[3] **Lehrplan für Astronomie Klasse 10.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin 1969.

Anschrift des Verfassers:
OL HELMUT KÜHNHOLD
427 Hettstedt, Novalisstraße 24

Obligatorische Beobachtungen an Landschulen

Der folgende Bericht enthält Erfahrungen von Lehrern aus ländlichen Gebieten über Bedingungen für die Beobachtung an den Schulen sowie über die Vorbereitung und Durchführung der obligatorischen Beobachtungsabende. Es wurden bewußt solche Schulen ausgewählt, in deren Nähe sich keine astronomische Beobachtungsstation befindet.

INGO BERGER, Oberschule Mücka, Kreis Niesky

Die Oberschule Mücka liegt im Kreis Niesky rund 20 km südostwärts von Boxberg. Die Bedingungen für die Durchführung von Beobachtungen sind gut. Seit 1965 steht ein Schulfernrohr 63/840 zur Verfügung, seit 1974 ergänzt ein Telementor die Ausstattung. Die Klassenstärke liegt zwischen 25 und 30 Schülern. Ich unterrichte die Klasse 10 stets in Astronomie und Geographie, mitunter noch in Mathematik und Biologie, so daß immer ein enger Kontakt besteht. Die Schüler kommen aus drei Ortschaften – Mücka, Petershain, Förstgen – und haben Anfahrtswege bis zu 6 km. Es zeigte sich sehr bald, daß vor allem bei der Arbeit mit dem Fernrohr eine Gruppe von mehr als 10 Schülern den Erfolg der Beobachtung mindert. Daher führe ich seit 10 Jahren die Beobachtungen an den drei Heimatorten durch. Es bringt vor allem den Vorteil, daß jeder Schüler seinen „heimatlichen Himmel" hat, an dem er sich selbständig leichter orientieren kann. Die Lage der Beobachtungsstellen gestattet den Blick auf alle geforderten Objekte, da es sich um Randlagen handelt. Blendwirkungen durch

Lampen treten kaum auf. Das Fernrohr nehme ich im Pkw nach Petershain mit; in Mücka sind beide Geräte stationiert, und in Förstgen verwende ich mein eigenes Gerät. In allen drei Orten stehen Klassenräume zur Verfügung. Die Nordlage des Schulhofes in Mücka bietet ideale Möglichkeiten für Tagesbeobachtungen der Venus, sowohl für das bloße Auge als auch mit dem Telementor. Der Unterricht beginnt im Winter um 6.50 Uhr. Die erste Beobachtungsserie führe ich nach dem Abschluß der Orientierung am Sternhimmel (1.2.2.) durch. Jeder Schüler hat für das ganze Jahr seine Sternkarte, auf die er bei der Übernahme Name und Schuljahr einträgt. Die normale Lebensdauer einer Karte beträgt drei Jahre. Sie bildet gemeinsam mit dem Lehrbuch und den Arbeitsblättern 1/2 bzw. 2/3 der Fachkommission Görlitz-Land das Arbeitsmaterial für den Beobachtungsabend. Diese Blätter basieren auf den Lehrplanforderungen und den 10 Aufgaben des Lehrbuches. Für den Beobachtungstermin ist die Wetterlage entscheidend. Die Vereinbarung mit den Schülern besteht aus der Vorankündigung des Zeitraumes (mit Berücksichtigung der Mondstellung) und der Absprache des genauen Termins bei klarem Himmel. Wer an diesem Abend verhindert ist, nimmt im Nachbarort teil. Für den Erfolg dieses Weges spricht die lückenlose Durchführung der Beobachtungsabende seit 1966. Die ersten Beobachtungsabende beginnen etwa 30 Minuten nach Sonnenuntergang, wenn die hellen Sterne des Sommerdreiecks sichtbar werden. Welches Objekt für die Verfolgung der scheinbaren Bewegung des Himmels ausgewählt wird, hängt von der Situation ab. Zum Skizzieren wähle ich ein tiefstehendes Gestirn. Dies können Arktur oder Kapella, der schon absinkende Mond, die Venus oder der gerade aufgehende Jupiter sein. In diesen Fällen gibt es immer ein klares Erkennen des Weiterwanderns. Das trifft natürlich auch für den Großen Wagen zu. Doch müßte dann die Zeitdifferenz 3 Stunden betragen, wenn die Darstellungen nicht ineinander verzahnt sein sollen. Von den Schülern aufgesucht und mit der Stableuchte gezeigt werden Großer Wagen und Polarstern. Mit Hilfe der Sternkarte suchen die Schüler das Sommerdreieck, Kassiopeia, Arktur und Kapella auf. Verlauf von Meridian und Himmelsäquator werden von mir gezeigt. Zum Schätzen des Azimuts sind Wega und Deneb wegen ihrer Zenitnähe wenig geeignet. Günstig stehen dagegen Atair (Lehrplan), Arktur, Mizar und Kapella. An zweien dieser Objekte erfolgt das Messen mit dem Telementor. Das Betrachten der Mondoberfläche mit dem Fernrohr ist immer der Höhepunkt des 1. Beobachtungsabends. Bei Halbmond lenke ich die Aufmerksamkeit der Schüler auf das Aussehen der Beleuchtungsgrenze. Der erste Blick erfolgt am Beginn der Beobachtungszeit, bevor der Große Wagen deutlich erkennbar ist. Zum Abschluß der Beobachtung wird nochmals der Mond betrachtet, so daß die inzwischen erfolgten Veränderungen der „Lichtinsel" erkannt werden können. Die Mondbeobachtung dient der Vorbereitung eines ausführlichen Protokolls zu den Aufgaben 4 und 5 des Lehrbuches als Hausaufgabe, die bis Mitte Januar erfolgen muß. Diese Protokolle werden zensiert. Sie erfordern selbständige Arbeit, da die Beobachtung erst in Vollmondnähe erfolgen kann. Die Aufgaben 1 bis 3 werden anhand der Arbeitsblätter in den Klassenräumen erfüllt. Unabhängig von diesem Arbeitsprogramm erleben viele Schüler ihre erste Beobachtung einer Sternschnuppe oder eines hellen Satelliten. Die Lösung und Protokollierung der Aufgaben des 2. Beobachtungsabends verteile ich über einen längeren Zeitraum. Hauptziel dieses Weges ist das Bekanntwerden mit den Besonderheiten aller 3 angeführten Planeten. Der Einsatz des Telementors ermöglicht auch Tagesbeobachtungen der Venus außerhalb der Zeit ihres hellsten Glanzes und damit das Verfolgen ihrer Phasenänderung. Dabei gelang die Beobachtung der unteren Konjunktion am 27. 8. 1975 um 14 Uhr rund 8 Grad südlich der Sonne. Die Zeit vor Unterrichtsbeginn wird von Mitte November bis zu den Winterferien mehrmals für Orientierungsübungen und Fernrohrbeobachtungen genutzt. Dadurch kann die Zeitdauer des 2. Beobachtungsabends vor allem bei kaltem Wetter gekürzt werden bzw. Zeit für weitere Objekte gewonnen werden. Anhand der Lehrbuchskizze gelingt das Aufsuchen der Sterne des Wintersechsecks leicht. Die Abschätzungen erfolgen wie bei Aufgabe 2 (Lehrbuch S. 115) oder durch ein Lineal mit aufgesetzten Wäscheklammern zur Abstandsbegrenzung. Für den 2. Beobachtungsabend selbst bleiben die Aufgaben 8 bis 10. Das Ordnen nach Helligkeit und Farbe wird bei den Orionsternen gemeinsam durchgeführt und fixiert. Für die Farbbestimmung dient die Spektralkarte im Buch als Hilfe. Bei Mizar verwende ich entweder 2 Fernrohre mit 25er bzw. 10er Okular, oder ich tausche die Okulare von der schwachen zur starken Vergrößerung. Die Plejaden als offener Sternhaufen sind mit dem bloßen Auge gut erfaßbar, doch für das 25er Okular sind sie zu groß, so daß hier kein Gesamteindruck entsteht. Es müßte hierfür ein 40er Okular verfügbar sein. Um diesen Nach-

teil auszugleichen, zeige ich den Schülern Präsepe im Krebs und h und χ im Perseus. Meist wird noch der Orionnebel, der Kugelsternhaufen M3 oder auch M13 und der Andromedanebel als Nachbargalaxis beobachtet. Das Ausfüllen der Arbeitsblätter erfolgt gemeinsam. Innerhalb des Unterrichts nehme ich auf die durchgeführten Beobachtungen so häufig wie möglich Bezug, um ihren Nutzen für das bessere Verständnis des Stoffes zu verdeutlichen.

ERICH LEHMANN,
Oberschule Bärenklau, Kreis Guben

Im Kreis Guben gibt es vier *zentrale* Oberschulen. Von den 9 Fernrohren (Telemenden), erhielten die POS 6 (zwei Schulen je 2, zwei Schulen je 1 Fernrohr); die Sternwarte der Copernicus-Oberschule in Wilhelm-Pieck-Stadt Guben 3 Fernrohre. Die Sternwarte besitzt außerdem je 1 Refraktor und Reflektor. Hier werden alle zehn Stadtschulen betreut. Ich bin in der POS Bärenklau tätig, wohne im 10 km entfernten größten Ort des Zentralschulbereichs. Zum Schulbereich gehören drei größere und drei kleinere Dörfer (mit nur ein bis zwei Schülern je Klasse) sowie drei Einzelsiedlungen. Die Entfernungen zur POS schwanken zwischen 5 und 12 km.

Ein Fernrohr ist an der POS stationiert, das zweite in meinem Heimatort (Tauer), an dem sich noch eine Teiloberschule befindet (mit zwei Klassenräumen).

Beobachtungen ohne Fernrohr erfolgen an den drei größeren Orten, mit Fernrohr an der POS und in meinem Heimatort. Die Schüler aus den kleineren Orten kommen dorthin, entweder mit dem Fahrrad oder mit dem Moped. Selbstverständlich werden sie über das Verhalten im Straßenverkehr belehrt. Ferner weise ich darauf hin, daß die Eltern ihnen die Genehmigung für den „abendlichen Ausflug" geben müssen. Zu Beginn des Schuljahres erhalten die Schüler das Beobachtungsprogramm für die obligatorischen Beobachtungen, in Kurzfassung. Es soll nur eine Gedächtnisstütze für das Protokoll sein, das spätestens eine Woche nach dem Beobachtungsabend abzugeben ist. Das Programm schreibe ich auf eine Matrize und vervielfältige es. Nach dem Abschreiben sammle ich die Blätter wieder ein, um sie im nächsten Jahr nochmals verwenden zu können.

Hier ein Beispiel für das Programm: Ich teile die Schüler der 10. Klassen (z. Z. 35 in 2 Klassen) in drei Gruppen ein. Eine Gruppe befindet sich in meinem Wohnort. Die Schüler finden sich vor der Teiloberschule ein. Es bereitet keine Schwierigkeiten, sie wieder nach Hause zu schicken, wenn die Sichtverhältnisse ungünstig sind (einige Schüler können das nicht immer richtig einschätzen). Problematischer wird es mit den zwei anderen Gruppen, die an die POS kommen. Damit diese Schüler nicht unnötigerweise erscheinen, wie es schon vorkam, wurde folgende Vereinbarung getroffen: Ich bin bereits 30 bis 40 Minuten vor der Zeit an der Schule. Zu einem festgesetzten Zeitpunkt ruft ein Schüler aus den Nachbarorten an, um sich zu überzeugen, daß ich an der Schule bin. Eine halbe Stunde später erscheinen die Schüler, und die Arbeit kann beginnen. Die Schüler, die am Ort der POS wohnen, kommen nach Vereinbarung etwa 1 Stunde später. Sie können ohne Umstände wieder nach Hause gehen, wenn ich nicht an der Schule weile. Diese Methode praktiziere ich nunmehr das dritte Jahr. Bis jetzt hat es geklappt. Die Schüler kommen dreimal zur Beobachtung zusammen, allerdings nicht nach einem strengen Schema. Es kann so aussehen:

1. Abend: A1, A2, A3 (A4 als Hausarbeit)
2. Abend: A5, A7, A9
3. Abend: A6, A8, A10

Je nach Sichtbarkeitsbedingungen des Mondes und der Planeten kann die Reihenfolge auch verändert werden.

Vor der Beobachtung gehen wir für etwa 10 Minuten in den Klassenraum, um mit Hilfe der Sternkarte die vorgesehenen Aufgaben zu besprechen. Danach erfolgt zirka 20 bis 30 Minutzen die Arbeit im Freien (nach Bedarf auch länger). Anschließend geht es zur Auswertung nochmals in den Klassenraum. Die Schüler erhalten die Aufgabe, über den Beobachtungsabend ein Protokoll anzufertigen. Mir bereitet diese Arbeit trotz des hohen Zeitaufwandes Freude, und darum tue ich sie gern. Die Auswertung erfolgt in den entsprechenden Unterrichtsstunden bzw. in einer kurzen Übung (etwa 5 Minuten) mit der drehbaren Schülersternkarte zu Beginn bzw. am Ende einer Stunde.

Seit nunmehr 10 Jahren besuche ich mit den Schülern alljährlich ein Planetarium. Anfangs war es das Kleinplanetarium in Senftenberg (Entfernung etwa 70 km); seit zwei Jahren ist es das Raumflugplanetarium in Cottbus (Entfernung etwa 26 km). Dafür wird in der Regel ein Wandertag genutzt.

ROLF BAHLER,
Oberschule Neetzow, Kreis Anklam

Auch an unserer Landschule (vorwiegend einzügig, Klassenstärke bis 30 Schüler) wird in den letzten Jahren versucht, die Schülerbeobachtungen unter Beachtung der gegebenen Bedingungen in guter Qualität zu erfüllen. Un-

sere Schule verfügt über ein Fernrohr Telementor. Durch die von mir geleitete AG Astronomie entstand als weiteres Gerät ein Brillenglasfernrohr (als Objektiv wird ein Brillenglas von +1 Dioptrie verwendet), das bei 40facher Vergrößerung eine erstaunlich gute Qualität aufweist und dadurch zur Mond- und Planetenbeobachtung eingesetzt werden kann. (Weitere von der AG gebaute Refraktoren gleicher Art erreichen leider bei weitem nicht die Leistungsfähigkeit des oben genannten Gerätes.) Die AG entwickelte weiterhin ein Winkelmeßgerät; der Bau weiterer Meßgeräte ist noch nicht abgeschlossen.

Die Beobachtungsbedingungen können als beinahe ideal bezeichnet werden. Direkt neben der Schule befindet sich das Sportgelände, von dem aus beinahe nach allen Himmelsrichtungen bis zum Horizont sehr gute Sichtmöglichkeiten bestehen; Streulicht beeinflußt die Beobachtung in keiner Weise. Unser Schulbereich ist sehr groß, so daß die Schüler lange Anfahrtwege haben. Sie wohnen zum Teil in Orten, die zwar vom Schulbus, aber nicht von einem Linienbus angefahren werden. Dadurch ist es schwierig, einen Zeitpunkt für die Beobachtung festzulegen, an dem es für die Beobachtung dunkel genug ist und ein Rücktransport der Schüler mit dem Linienbus noch möglich wird. Es kommt immer wieder vor, daß Schüler aus abgelegenen Dörfern oder Ortsteilen nicht am Beobachtungsabend teilnehmen können. In Absprache mit den Schülern wurden auch schon abends durchgeführte Schulveranstaltungen (Klassenfeste, Diskotheken o. ä.) benutzt, um die Beobachtungsaufgaben zu erfüllen. Da die Fahrschüler bereits um 7 Uhr morgens an unsrer Schule sein können, habe ich mit den Schülern die Beobachtungsaufgaben A5 (Mondoberfläche) und A4 (Monddurchmesser) auch schon in dieser sogenannten Vorstunde bearbeitet.

Es wird seit Jahren von mir so gehalten, daß ich mit dem Pkw zu Beginn des Schuljahres an die Heimatorte der Schüler (drei bis vier Orte, zu denen auch die Schüler der umliegenden Orte mit dem Fahrrad kommen) fahre, dort den Telementor und die andern Geräte aufbaue und der Schülergruppe die notwendige Einweisung in die Beobachtung gebe. Die Fernrohrbeobachtung und das Orientieren am Himmel sind Dinge, die durch jeden Schüler erst geübt werden müssen. Bei diesen Einführungen in die Beobachtung wird zugleich die Aufgabe A1 gelöst.

Die Verteilung der Aufgaben auf die Beobachtungsabende sieht meist wie folgt aus:

1. Abend: A2, A7, evtl. A5
2. Abend: A3, A6, A9, A10, evtl. A8

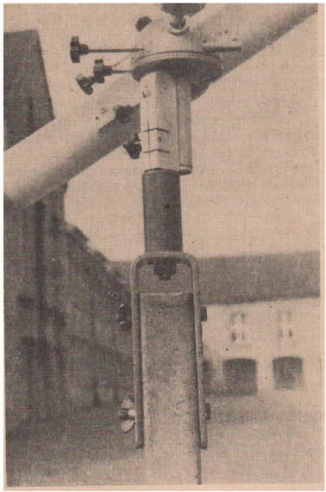
Die Beobachtungsaufgaben werden nicht im Stationsbetrieb durchgeführt. Die Anleitungen zum Beobachten und Protokollieren erfolgen ausschließlich durch den Fachlehrer. Die Gruppenarbeit hat sich bei uns wegen des Fehlens geeigneter Helfer noch nicht durchgesetzt. Die Schüler bereiten in einem Heft die Protokolle langfristig vor, es werden nur die Fragen und Tabellen aus dem Lehrbuch übernommen. Die Vorbetrachtungen erfolgen größtenteils im Klassenverband. Beobachtungsaufgaben eignen sich meiner Auffassung nach nur bedingt als Hausaufgaben. Wenn überhaupt, stelle ich A4 und A8 als Aufgabe, die zu Hause durch die Schüler selbständig zu bearbeiten sind. Es wird darauf geachtet, daß die Schüler die Beobachtungsergebnisse jeweils gewissenhaft notieren. Nicht zu allen Aufgaben wird ein vollständiges Protokoll verlangt. Von jedem Beobachtungsabend reichen die Schüler ein Protokoll ein; ich konzentriere mich weitgehend auf A7 und A8.

JOACHIM THIELE

Oberschule Velgast, Kreis Stralsund

Unsre Schule liegt an der Peripherie des Ortes Velgast (etwa 3000 Einwohner). Der Astronomieunterricht wird im Fachunterrichtsraum Physik erteilt. Die Lehrmittel für das Fach Astronomie sind im Vorbereitungsraum untergebracht. Durch den Einsatz der Lehrmittel und der audiovisuellen Unterrichtsmittel erhält der Physikraum die Atmosphäre eines Fachunterrichtsraums Astronomie. Die beiden 10. Klassen haben insgesamt 51 Schüler. Davon kommen 29 Schüler aus umliegenden Orten, die bis zu 6 Kilometer vom Schulort entfernt liegen. Am Beobachtungsabend erreichen die Schüler unsre Schule zu Fuß, mit dem Fahrrad oder dem Moped. Probleme bei der Teilnahme an den Veranstaltungen traten nicht auf. Das Fernbleiben (maximal 2 Schüler aus einer Klasse) war begründet. Nach Empfehlungen in der Fachzeitschrift errichteten wir auf dem Schulgelände eine ortsfeste Fernrohrmontierung (Abb. S. 62) mit freier Sicht zum Ost-, Süd- und Westhimmel. Das Schulgebäude verdeckt einen Teil des Nordhimmels. Trotzdem sind die geforderten Beobachtungen möglich. Um die einfachen Orientierungsübungen durchzuführen (Bestimmung der Himmelsrichtungen, Aufsuchen des Polarsterns und bestimmter Sternbilder), gehen wir zu einer etwa 400 m von der Schule entfernten Anhöhe. Von dort kann der Horizont in allen Richtungen gut eingesehen werden.

Die Lehrplanabschnitte 1.2.2. und 1.2.1. in der Stoffeinheit „Das Planetensystem" wurden vertauscht, um mit den Beobachtungen rechtzeitig beginnen zu können.



In der ersten Astronomiestunde erhält jeder Schüler eine drehbare Sternkarte, die er mit nach Hause nehmen kann. Ein Klassensatz verbleibt an der Schule. Außerdem werden 10 Protokollvordrucke A 1 – A 10 (s. Lehrbuch), die wir für jeweils zwei Jahre drucken lassen, ausgehändigt. Den Schülern wird mitgeteilt, daß der erste Beobachtungsabend im Herbst und der zweite in den Wintermonaten stattfindet. Die erste Veranstaltung wird durch folgende Hausaufgaben vorbereitet:

1. Aufsuchen des Polarsterns und Bestimmung der vier Himmelsrichtungen,
2. Skizzieren der Lageveränderung eines Sternbildes,
3. Messen des Winkelabstandes zweier Sterne (Lineal mit zwei Wäscheklammern, 57 cm lange Schnur),
4. Bestimmung des mittleren scheinbaren Monddurchmessers.

Die Koordinatenschätzung für Azimut und Höhe eines Gestirns demonstrieren wir mit der Methode der „Freihandastronomie" (Lehrbuch S. 115) am Beispiel der Sonne auf dem Schulhof. Die N-S-Richtung wird vorher mit einem Kompaß festgelegt. Wichtig für den Einsatz des „Telementor" als Meßgerät am Beobachtungsabend sind Kenntnisse der Schüler über Bedeutung und Einstellung der beiden Skalen am Fernrohr. Mit einer angefertigten Folie, auf der Ausschnitte der beiden Teilkreise dargestellt sind, werden Ableseübungen für a und h durchgeführt.

Der zweite Beobachtungsabend wird ebenfalls durch Hausaufgaben vorbereitet.

1. Aufsuchen des Wintersechsecks (Bestimmung von Winkelabständen der Hauptsterne),
2. Aufsuchen der Planeten Jupiter, Venus und Saturn im betreffenden Sternbild (Bekanntgabe von α und δ durch den Lehrer),
3. Helligkeits- und Farbschätzung im Sternbild Orion,
4. Beobachtung von Alkor und Mizar,
5. Ermittlung der Position der Plejaden mit der Sternkarte und Zählung der sichtbaren Sterne.

Die obligatorischen Beobachtungen werden an zwei Abenden im Zeitraum Oktober bis Mitte Januar und Mitte Januar bis März im Klassenverband durchgeführt. Dabei erwies sich folgende Aufteilung der Aufgaben als zweckmäßig:

1. Beobachtungsabend:
A 1, A 2, A 3, A 5 (geringer Teil des Mondes beleuchtet)
Hausaufgabe: A 4

2. Beobachtungsabend:
A 7, A 9, A 10
Hausaufgabe: A 6, A 8

Vor den Beobachtungen treffen sich alle Schüler für etwa 15 min im Physikraum und erhalten Hinweise für die einzelnen Aufgaben und zum Protokollieren der Beobachtungs- und Meßergebnisse. Die Aufgaben A 1, A 2, A 3 (Koordinatenschätzung), A 6 und A 8 werden mit der Klasse im freien Gelände gelöst. Für die Lösung der Beobachtungsaufgaben A 3 (Koordinatenmessung), A 5, A 7, A 9 und A 10 setzen wir das Fernrohr auf dem Schulgelände ein. Die Justierung wird durch besonders interessierte Schüler (Fachhelfer) vorgenommen. Diese Schüler stellen auch die zu beobachtenden bzw. zu vermessenden Objekte ein. Jeder Schüler notiert sofort die Beobachtungs- und Meßergebnisse (Kurzprotokoll). Nach Abschluß des Beobachtungsabends versammeln wir uns wieder in der Schule. Hier werden die Kurzprotokolle vom Lehrer signiert.

Anschließend erfolgt eine kurze schriftliche Überprüfung der inhaltlichen Vorbereitung der Schüler auf den Beobachtungsabend durch ein Testat (etwa 15 min). Kurzprotokoll und Testat werden den Beobachtungsprotokollen – die als Hausarbeit anzufertigen sind – beigefügt und in die Gesamtbewertung mit einbezogen. Nachteilig wirkt sich aus, daß die Schüler nicht genügend Zeit für die Beobachtung am Fernrohr

haben und eine ständige Nachführung des Gerätes notwendig ist. Mit der Anschaffung von zwei weiteren Fernrohren und einer automatischen Nachführung hoffen wir, dieses Problem mit Hilfe differenzierter Gruppenarbeit in Zukunft lösen zu können.

JOACHIM STIER

Erörterung des Abschnittes „Der Mond" in meiner Arbeitsgemeinschaft nach Rahmenprogramm

Es soll dargelegt werden, wie man in der Arbeitsgemeinschaft (AG) Astronomie mit Schülern der Klassen 9 und 10 Überschneidungen zwischen Rahmenprogramm und Lehrplan beim Thema Mond weitgehend umgehen kann: Mit der Erörterung der Thematik begannen wir im Schuljahr 1975/76 Anfang Dezember. Zu dieser Zeit waren im Unterricht sowohl der Mond als auch die Planetenbewegungen behandelt. Darauf baute die Planung auf.

Die Schüler schlugen als Fragestellung für unser Vorhaben vor:

- *Können wir die Bewegungen des Mondes auch mit unsern einfachen Mitteln erfassen?*
- *Ergeben sich außer Phasen und Finsternissen aus den Mondbewegungen noch andere Erscheinungen?*
- *Wie findet man sich (als Beobachter) auf dem Mond zurecht? Wie werden Entfernungen und Höhen auf dem Mond von der Erde aus gemessen?*
- *Was sind Gezeiten? Wie entstehen sie? (Ergänzung durch den Verfasser: Wie wirken sie auf Mond und Erde ein?)*

Begonnen haben wir schon lange Zeit vor dieser Planung – mit dem „Gucken". Die AG-Teilnehmer mußten sich erst einmal sattsehen, mußten ihre allgemeine Neugier befriedigen, bevor sie ohne Ablenkung zu bewußtem Beobachten übergehen konnten. Deshalb war dieser Teil „Nebenprodukt" während der vorangegangenen Thematik.

Vor den Herbstferien erhielten die Schüler – parallel zu den Beobachtungsaufgaben der Klasse 10 – den Auftrag, zu Hause Beobachtungen zur Datensammlung durchzuführen:

a) Jeweils zur gleichen Zeit die Stellung des Mondes zu hellen Sternen über einer Horizontskizze eintragen und die Phase zeichnen;

b) Kulminationszeit und -höhe des Mondes feststellen.

Bei der Auswertung merkten die AG-Teilnehmer sehr schnell, daß es gar nicht möglich ist, in kurzer Zeit die notwendigen Daten zur Lösung ihrer Frage zu erlangen. Das Material reichte gerade aus, um die West-Ost-Bewegung des Mondes augenfällig zu machen und die tägliche Zeitverschiebung der Kulmination zu zeigen. Den „Kleinen" zu erklären, daß beide Erscheinungen Ausdruck desselben Vorgangs sind, war für die Teilnehmer aus Klasse 10 schwieriger als erwartet. Die Veränderungen in der Kulminationshöhe wurden zunächst nicht gedeutet.

Um dem Mangel an Daten abzuhelfen, baten die Schüler, die Mondbeobachtung meiner 8 Klassen in die Auswertung einbeziehen zu dürfen; aber die Erkenntnisse waren für die AG mehr pädagogischer als astronomischer Natur: Einige Protokolle wurden als Phantasieprodukte, andre als abgeschrieben und damit ebenfalls als wertlos erkannt; sie führten zu moralischen Wertungen. Differenzen in Zeichnungen und Daten waren uns Anlaß zu einer fruchtbaren Fehlerdiskussion. Den AG-Mitgliedern wurde bewußt, wie wichtig gewissenhafte Arbeit beim Beobachten wie beim Fixieren der Ergebnisse ist.

In einem zweiten Anlauf führten wir gemeinsame Beobachtungen durch:

Eine Gruppe schloß den Mondort mittels Lineal und Schnur möglichst genau an die Örter heller Hintergrundsterne an. Eine zweite stellte mit dem parallaktisch montierten „Telementor" die Koordinatendifferenz zwischen der geschätzten Mondmitte und den Anschlußsternen fest. Damit hatten wir zwei Möglichkeiten unterschiedlicher Genauigkeit, den Mondort in die Arbeitskarten einzutragen und daraus die Äquatorkoordinaten festzustellen. Eine dritte Gruppe maß mit einem weiteren „Telementor" Azimut und Höhe des Mondes, um eine Kontrolle des ermittelten Ortes mittels drehbarer Sternkarte zu ermöglichen und zugleich den Umgang mit der Sternkarte zu üben.

Die Teilnehmer konnten sich überzeugen, daß unsre Mittel im Prinzip ausreichen, den Ort des Mondes zu bestimmen, daß aber die Anzahl der Beobachtungen nicht ausreicht, um daraus die wahren Bewegungen des Mondes ableiten zu können.

Als Ersatz für die nicht realisierbare Vielzahl individueller Beobachtungen griffen wir zum Sternkalender.

Zunächst schrieben wir für das Jahr 1976 die größten und kleinsten Halbmesserwerte aller Mondumläufe heraus und stellten sie graphisch

dar. Dabei zeigte sich,

- daß sich die große Bahnachse (Der Begriff „Apsidenlinie" wurde nicht eingeführt!) periodisch verändert;
- daß bei größter Erdnähe im gleichen Umlauf auch die größte Erdferne erreicht wird und mit zunehmender Entfernung des Perigäums das Apogäum näher an die Erde heranrückt;
- daß die Veränderung des Perigäums wesentlich größer (rd. 12 000 km) ist als die des Apogäums (rd. 3000 km).

Auf der Suche nach Zusammenhängen fanden die Schüler heraus, daß die große Bahnachse ihren Minimalwert erreicht, kurz nachdem die Erde ihren sonnennächsten bzw. sonnenfernsten Bahnpunkt passiert hat, und ihren Maximalwert, wenn die Erde ihre mittlere Entfernung zur Sonne durchlaufen hat.

Während dieser Arbeiten waren zwei Schüler dabei, sich die Extremwerte der Deklination für jeden Mondumlauf zu notieren. Ausgehend von der Einsicht, daß ein zu kurzer Beobachtungszeitraum sichere Aussagen verwehrt, nahmen sie sich auch zurückliegende Jahrgänge des „Kalenders" vor. Schon nach kurzer Zeit teilten sie mit, daß sie die höchste Deklination des Mondes 1968 und 1969 mit über 28° gefunden hätten, während 1960 der Wert nur noch um 18° betrug.

Auf meine Empfehlungen stellten sie ihre Ergebnisse ebenfalls graphisch dar. Es ergab sich für die Werte eine Kurve, die „wie ein Stück eines alten Kreissägeblattes" aussah. Sie war völlig unregelmäßig gezackt und zeigte ihre größte Kontinuität im Bereich von etwa 22° ... 25°. Das vorliegende Stück der Kurve ließ den Schluß zu, daß 1977 und 1978 wieder Werte um 18° zu erwarten sind. Die Schüler waren stolz auf ihre Voraussage! (Bestätigung durch Kalender 1977!) Bei der Auswertung ergaben sich zwei Fragen: *Wie kommt es zu dieser Änderung? Warum ändern sich die Werte nicht kontinuierlich?* Die Antwort suchten wir in [1]. Unter „Mondbewegung" fanden die Schüler einiges, konnten sich aber darunter nicht viel vorstellen. Deshalb wiederholten wir gemeinsam die Entstehung der Sonnendeklination aus Raumlage und Bewegung der Erde, suchten im Kalender die Maximalwerte der Sonnendeklination und erinnerten uns an die 5°9′ Bahnneigung des Mondes. Damit wurden die Extremwerte unsrer Kurve verständlich, und es bedurfte nur noch der Erklärung der Drehung der Knotenlinie, um zu verstehen, „wenn der aufsteigende Knoten der Mondbahn mit dem Frühlingspunkt (bzw. Herbstpunkt) zusammenfällt". [1; 236]

Beide untersuchten Erscheinungen konnten die Teilnehmer aus eigenen Überlegungen zunächst nicht deuten, erkannten sie aber als Bahnstörungen, als Wirkung von Kräften. Von da aus war es leicht, die Gravitation als wirkende Kraft, Erde und Sonne und z. T. auch die Planeten als wirkende Objekte zu erkennen. Literaturstudium half hier ebenfalls weiter; und nach Rückkopplung auf unsre Beobachtungsaufgabe „Kulminationshöhe" wurden auch die Ursachen für die Schwankungen richtig erkannt. Wir waren uns aber in der Beurteilung einig, daß an den Schwankungsbeträgen sicher Meßungenauigkeiten einen wesentlich größeren Anteil hatten als die tatsächlichen Deklinationsänderungen.

Freude hatten die Mitglieder der AG weiterhin daran, aus den gegebenen Bahnpositionen für Sonne und Mond selbst zu errechnen, wann 1976 Finsternisse eintreten würden. Unser Vorgehen braucht hier sicher nicht erläutert zu werden. Nur soviel: Es gab beachtlich gute Ergebnisse, wie der Vergleich mit [2; 72 f] zeigte, aber auch einen typischen Trugschluß: Für den 16. 3. 4.00 Uhr war die Sonnendeklination mit −1° 43′ und die Monddeklination mit −1° 47′ errechnet und daraus eine totale Finsternis abgeleitet worden. Der Irrtum konnte erst anhand einer Skizze bereinigt werden.

Insgesamt brachte uns die Erörterung des ersten Fragenkomplexes eine Anzahl praktischer wie theoretischer Erkenntnisse, unterstützte sie die Entwicklung von Raumvorstellungen, führte zu einem guten Vertrautwerden mit wesentlichen Teilen des Sternkalenders und war zugleich ein ansprechendes mathematisches Training.

Auch die übrigen Fragen, die die Schüler am Anfang der Behandlung des Themas aufgeworfen hatten, wurden in ähnlicher Weise gelöst:

Bei der Frage nach „anderen Erscheinungen" erörterten wir den Ablauf von Sternbedeckungen, klärten die Beobachtungsmöglichkeiten und führten bei der konkreten Planung für die Beobachtung der Bedeckung von Lambda Geminorum die Arbeit mit dem Sternatlas [3] ein. Dieser Tätigkeit folgte das Vertrautmachen mit dem entsprechenden Himmelsabschnitt bei einer vorbereiteten Beobachtung, das Zeichnen eines Beobachtungskärtchens mit dem zu erwartenden Fernrohranblick kurz vor Beginn der Bedeckung – nur die Beobachtung des Ergebnisses selbst mußte wegen bedecktem Himmels ausfallen.

Den dritten Fragenkomplex verbanden wir mit der Einführung der Mondkarte [4] und verwendeten die meiste Zeit darauf, Objekte, die wir im Fadenkreuz fixierten und z. T. auch am Fernrohr skizzierten, auf der Karte aufzu-

suchen und uns über Namen usw. zu informieren. Schwieriger war es für die Schüler, die Landeorte von Raumfahrtobjekten aus dem Kartenbild in die Wirklichkeit umzudenken und im Fernrohranblick aufzufinden. Mit solchen Übungen haben wir auch spätere Beobachtungen immer wieder verbunden. Die Durchmesserbestimmung habe ich theoretisch erläutert. Die Höhenbestimmung, für die wir „Astronomie und Raumfahrt" [5; 11] als Grundlage gewählt hatten, erwies sich als zu kompliziert und wurde abgesetzt.

Außerordentliches Interesse zeigten die AG-Mitglieder an der Erörterung des Gezeitenproblems. Seine Erarbeitung soll in einem späteren Beitrag dargelegt werden.

Literatur:

[1] **Brockhaus ABC Astronomie.** 3. Auflage, Leipzig 1971.

[2] AHNERT: **Kalender für Sternfreunde** 1966, Barth-Verlag Leipzig.

[3] MARX/PFAU: **Sternatlas** (1975,0), Barth-Verlag Leipzig 1974.
RECVAR: **Atlas Coeli 1950,0,** Nakladatelstvi Ceskoslovenske Akademie VED, Praha 1962.

[4] HAACK: **Handkarte Erdmond** 1:12 000 000.

[5] QUELLMALZ: **Höhenbestimmung von Oberflächenformen auf dem Mond aus Fernrohrbeobachtungen.** In: Astronomie und Raumfahrt, 1/1972, S. 11 . . . 19.

Anschrift des Verfassers:
OL JOACHIM STIER
9803 Mylau/Vogtland
Schulsternwarte „Roter Oktober"

UNSER FORUM

Das Lehrbuch im Astronomieunterricht[1]

WERNER GOLM, Verlag Volk und Wissen, Abteilung Physik/Astronomie

Die Autoren des Lehrbuches [2] und die Redaktion des Verlages Volk und Wissen haben mit Interesse die Diskussion in dieser Zeitschrift verfolgt [3 bis 6]. Die Beiträge bestätigen insgesamt die auch an andern Stellen getroffenen Feststellungen, daß das Lehrbuch für die Organisierung des Erkenntnisprozesses und für die Entwicklung von geistig-praktischen Schülertätigkeiten eine gute Grundlage bildet; es bietet für die aktive Auseinandersetzung der Schüler mit dem Stoff in jeder Unterrichtseinheit gute Möglichkeiten.

Zugleich mit der Feststellung, daß das derzeitige Lehrbuch ein ganz wesentlicher Fortschritt gegenüber seinem Vorläufer ist und viele der seit Jahren erhobenen Forderungen — z. T. ganz ausgezeichnet — erfüllt sind [6], gibt es Hinweise auf vorhandene Schwächen des Lehrbuches, werden Möglichkeiten zur Erweiterung seines Repertoires genannt, wird aus den Erfahrungen der täglichen praktischen Anwendung dieses Lehrbuches gezeigt, wo Lehrplan, Lehrbuch und Unterrichtspraxis einander noch nicht entsprechen. Die zahlreichen Vorschläge der Lehrer zu einer noch besseren Gestaltung des Lehrbuches widerspiegeln das Interesse an einer weiteren Erhöhung der Qualität dieses wichtigen Unterrichtsmittels.

Alle Hinweise werden von den Autoren und von der Redaktion des Lehrbuches sorgfältig geprüft, bearbeitet und soweit als möglich bei Nachauflagen berücksichtigt. Sie sind gleichzeitig Gegenstand einer grundsätzlichen Diskussion bei einer Neuauflage des Lehrbuches.

Zu einigen der Hinweise soll jedoch bereits jetzt Stellung genommen werden, und zwar unter der Sicht

der lehrplangerechten Schulbuchgestaltung und der Funktionsbestimmung der Schulbücher.

Wir halten die Darlegung einiger Positionen für notwendig, da hierdurch Probleme des richtigen Gebrauchs und des Einsatzes des Lehrbuches berührt werden.

1. Zur lehrplangerechten Schulbuchgestaltung

Die Grundlage für den Unterricht und auch für die Schulbucharbeit bilden u. a. die Lehrpläne. Die Schulbücher orientieren sich an der inhaltlich-ideologischen Linienführung der Lehrpläne; sie sollen das Bildungsgut so aufbereitet enthalten, daß allen Schülern gute Voraussetzungen für ein erfolgreiches, schöpferisches, zielstrebiges und erziehungswirksames Lernen geboten werden.

Für die lehrplangerechte Schulbuchgestaltung ergeben sich daraus folgende Forderungen:

- *die im Lehrplan ausgewiesenen Zielstellungen der Bildung und Erziehung müssen im Schulbuch umgesetzt werden.*
- *Die angegebenen Unterrichtsinhalte müssen in der Stoffdarstellung des Schulbuches ihren angemessenen Niederschlag finden.*
- *Die vorgezeichnete didaktisch-methodische Linienführung soll in der Anlage des Schulbuches und in der schulspezifischen Aufbereitung des Bildungsgutes realisiert werden.*
- *Die Zeitvorgaben für die Arbeit am jeweiligen Stoff sollen sich im Umfang des Schulbuches insgesamt bzw. seiner einzelnen Teile (Kapitel, Abschnitte usw.) in richtigen Relationen zueinander widerspiegeln.*

[1] Vgl. Astronomie in der Schule 12 (1975) 4, S. 92; 5, S. 115; 6, S. 139; 13 (1976) 2, S. 42; 4, S. 90; 14 (1977) 1, S. 90; 2, S. 44.

Diese Forderungen gelten in besonderem Maße für die Lehrbücher.

Zum Herausarbeiten des Merkstoffes

Es wäre also z. B. falsch, wenn im Lehrbuch nur ein Minimum an Begriffen (insgesamt 26) und die Merkzahlen (insgesamt 17) durch eine besondere Markierung hervorgehoben würden, wie es in [4] gewünscht wird.

Im Lehrplan [1, S. 5], Abschnitt „Ziele und Aufgaben", steht: „Zur Realisierung der Zielstellung des Astronomieunterrichts müssen die Schüler folgende *grundlegende Kenntnisse und Erkenntnisse erwerben.*" Es folgen dann im Lehrbuch auf den Seiten 5 und 6 solche grundlegende Kenntnisse und Erkenntnisse, auf die hier nicht näher eingegangen wird.

Weiterhin wird in den Anmerkungen des Lehrplans [1, S. 9] auf folgendes hingewiesen:

Schwerpunkte des Unterrichts sind durch Kursivdruck hervorgehoben.

Aus alledem folgt, daß es im Unterricht (und auch im Lehrbuch) nicht darauf ankommen kann, **nur** die Begriffe so einprägen zu lassen, daß sie ständig abrufbar sind. In einem Lehrbuch und auch im Unterricht müssen unbedingt außer den Begriffen besonders die grundlegenden Kenntnisse und Erkenntnisse herausgearbeitet und in richtiger Weise hervorgehoben werden.

Zur Aufnahme eines Begriffkatalogs

Wir gehen — wie oben erläutert — davon aus, daß der Lehrplan die verbindliche Grundlage für den Unterricht ist.

Die geforderten Begriffe, Kenntnisse und Erkenntnisse des Lehrplans sind im Lehrbuch in sachlogischer Weise aufgenommen und in notwendiger Weise definiert; sie sind durch das Register jederzeit abrufbar. Entsprechende Grundlagen aus Nachbarwissenschaften müssen nicht in einem Begriffskatalog aufgenommen werden. Wenn bestimmte Vorkenntnisse aus anderen Fächern fehlen, muß der Schüler auf solche Titel wie „Physik in Übersichten", „Chemie in Übersichten" und „Mathematik in Übersichten" zurückgreifen.

Wenn sich Schüler Informationen aus Zeitungen und Zeitschriften aneignen wollen, dann kann das Lehrbuch eine Hilfe sein, wenn es sich dabei um Informationen im Bereich der Lehrplanforderungen handelt. In andern Fällen muß der Schüler zu weiterführender Literatur greifen (z. B. auch abc Astronomie). Selbst ein zusätzlicher Begriffskatalog im Lehrbuch würde keine weitergehende Hilfe sein, da dieser auch nur im Rahmen der Lehrplanforderungen entwickelt werden könnte.

2. **Zur Funktionsbestimmung der Schulbücher**

Die Hauptform der Vermittlung und Aneignung von Bildungsgut (im Astronomieunterricht) ist der vom Lehrer mit Hilfe des Schülerkollektivs geführte Unterricht. Das Schulbuch ist hierbei **ein** (wenn auch sehr wichtiges und vielseitig einsetzbares) Unterrichtsmittel. Das Schulbuch soll dem Schüler beim zielgerichteten, systematischen und schöpferischen Lernen, bei der Aneignung soliden Wissens und Könnens helfen; es soll dem Schüler ermöglichen, bestimmte Verfahren der Aneignung von Bildungsgut zu üben und anzuwenden.

Das Schulbuch soll das selbständige Arbeiten des Schülers unterstützen. Es ist nicht so wie ein Selbststudienbuch zu konzipieren, um das Bildungsgut des Fachkurses selbständig, ohne aktive Teilnahme am Unterricht über längere Zeiten erarbeiten zu können. Um die oben genannten Forderungen zu erfüllen, enthält das Lehrbuch für den Astronomieunterricht Elemente im engeren Sinne (systematische Stoffdarstellung), des Arbeits- und Übungsbuches (Aufgaben und Anleitungen für die Beobachtung), des Nachschlagwerkes (Tabellen, Übersichten, Zusammenfassungen). Bei der Erarbeitung des Lehrbuches und auch beim Einsatz im Unterricht ist zu beachten, welche andern Unterrichtsmittel (z. B. Wissensspeicher, Bildmappen, Lehrtafeln) vorhanden sind. Daraus ergeben sich zwischen dem Lehrbuch für den Astronomieunterricht und andern Unterrichtsmitteln vielfältige Beziehungen. z. B. auch zwischen den Anleitungen für die Beobachtungen und den vorhandenen Instrumenten, zwischen den Möglichkeiten zum Einsatz der Lehrtexte und den Bildern der Bildmappe „Ausgewählte astronomische Objekte".

Literatur:

[1] **Lehrplan für Astronomie. Klasse 10.** Ministerrat der Deutschen Demokratischen Republik. Ministerium für Volksbildung. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin, 2. Auflage, 1975.

[2] Autorenkollektiv: **Astronomie, Lehrbuch für Klasse 10.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin, 6. Auflage, 1975.

[3] KRÖSCHE, I.: **Wie bewährt sich das Lehrbuch bei der Bildungs- und Erziehungsarbeit im Astronomieunterricht?** In: Astronomie in der Schule 12 (1975) 6, S. 139 f.

[4] KUHNHOLD, H.: **Das Lehrbuch im Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule 13 (1976) 4, S. 90 f.

[5] RAABE, K.: **Das Lehrbuch im Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule 12 (1975) 5, S. 115 f.

[6] ULLERICH, K.: **Das Lehrbuch im Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule 13 (1976) 2, S. 42 f.

Die Redaktion von „Astronomie in der Schule" unterstreicht die Feststellung des Verfassers, die in der Diskussion gegebenen Hinweise sorgfältig zu prüfen mit dem Ziel, diese Überlegungen — soweit realisierbar — bei einer Neuentwicklung des Lehrbuches zu berücksichtigen. Mit diesen Bemerkungen schließen wir die Diskussion zum Thema „Das Lehrbuch im Astronomieunterricht". Wir danken allen Lesern, die sich daran beteiligten. **Die Redaktion**

AUS WISSENSCHAFT UND UNTERRICHT

● Literarischer Fund in der Lenin-Bibliothek von Moskau

BRUNO HANS BÜRGEL schildert in seiner 1919 erschienenen Biographie „Vom Arbeiter zum Astronomen" seinen schweren Lebensweg vom Fabrikarbeiter und Arbeitslosen zum erfolgreichen Schriftsteller, dem es 1910 gelungen war, unter dem Titel „Aus fernen Welten" eine hervorragende volkstümliche Himmelskunde herauszugeben. Im Abschnitt „Wie ich Schriftsteller wurde" erwähnt er die Begegnung mit Frau DAWIDOWA aus St. Petersburg (heute Leningrad), die ihn ermunterte, für die russische Zeitschrift „Mir Boshi" („Gottes Welt") einen Artikel zu verfassen. Dieser erste Versuch, sich publizistisch zu betätigen, war ein Erfolg.

Nach längeren bibliographischen Arbeiten in der Lenin-Bibliothek gelang es in dankenswerter Weise Herrn E. RÖSCH, Redakteur bei der Zeitschrift „Neues Leben" in Moskau, diesen für die schriftstellerische Entwicklung BÜRGELS so wichtigen Artikel zu finden und zu fotokopieren. BÜRGEL beititelte seinen ersten Beitrag „Altes und Neues vom Planeten Mars" und veröffentlichte ihn im Jahrgang 6 (1897), Dezember-Heft, Seite 48 bis 57. Die Übersetzung besorgte S. N. SCHURAWSKAJA. Fünf Schwarz-Weiß-Zeichnungen illustrierten den Text, der sich durch eine klare Darstellung und einen lebendigen Stil auszeichnete. Bei „Mir Boshi" handelte es sich um eine Monatszeitschrift mit etwa 230 Seiten, die literarische und populärwissenschaftliche Beiträge veröffentlichte.

Ferner gelang es auch, von den ins Russische übersetzten Werken BÜRGELS „Raketej na Luna" (bei uns als „Der Stern von Afrika" bekannt) sowie von „Ot rabotschewo k astronomu" („Vom Arbeiter zum Astronomen") Fotokopien zu erhalten. In diesem Zusammenhang sei auch Herrn G. FELBER, Übersetzer in Berlin, gedankt, ohne dessen Vermittlung diese Dokumente nicht in den Besitz der BÜRGEL-Gedenkstätte in Potsdam gekommen wären.

ARNOLD ZENKERT

● Wissenschaftliche Schülerkonferenzen zur astronomischen Bildung in Kiew

Im Heft 5/1976 der Zeitschrift „Erde und Weltall" berichtete M. L. DIWINSKI von wissenschaftlichen Schülerkonferenzen mit einer Sektion Astronomie in Kiew, worüber im folgenden informiert wird. Seit 1967 veranstaltet der Kiewer Pionier- und Schülerpalast Wettbewerbe um die beste Astronomiearbeit und wissenschaftliche Schülerkonferenzen mit einer Sektion Astronomie. Auf den Konferenzen halten Jugendliche Vorträge und nehmen an Diskussionen teil. Diese Veranstaltungen vertiefen nicht nur das Wissen, sie erweitern den astronomischen Horizont der Teilnehmer und beeinflussen bei ihnen die Herausbildung der dialektisch-materialistischen Weltanschauung. Die Wettbewerbe verdeutlichen die Spezialinteressen der Schüler. Zahlreiche Arbeiten (40 Prozent) befassen sich mit den Körpern des Sonnensystems. Etwa 25 Prozent der Arbeiten widmen sich astro-physikalischen Themen, 15 Prozent der Arbeiten befassen sich mit Weltraumforschung und etwa genausoviel mit andern astronomischen Fragen. Seltener (etwa 5 Prozent der Arbeiten) werden Probleme der Kosmogonie und einige noch ungeklärte Fragen erörtert. Die Arbeiten der Mitglieder astronomischer Arbeitsgemeinschaften zeichnen sich durch Tiefe ihres Inhalts, durch Folgerichtigkeit und Reife der Darstellung des Materials aus. Neben referierenden Arbeiten gibt es auch solche, die Ergebnisse von Laborarbeiten und Beobachtungen mitteilen. Dazu gehören Berichte über Veränderlichenforschung, Mitteilungen über visuelle und photographische Beobachtungen der Sonne, der Planeten, des Mondes und andrer Himmelsobjekte. Auf der Konferenz 1970 wurde über die Erforschung des Kometen Tago-Sato-Kosak gesprochen; 1971 über visuelle und photographische Beobachtungen des Merkurdurchgangs vom 9. Mai 1970 und über visuelle Marsbeobachtungen während der großen Opposition 1971; 1974 gab es eine interessante Mitteilung über den Kometen Kohoutek und 1976 über Beobachtungen der Sonnenfinsternis vom 11. Mai 1975. Diese und viele andere Arbeiten der Zirkelteilnehmer schätzte die Jury hoch ein. Ihre Verfasser erhielten Diplome und Urkunden.

Wettbewerbe um die beste Astronomiearbeit und wissenschaftliche Schülerkonferenzen zeigen die hohen Effektivität der Arbeitsgemeinschaft als eine Form der astronomischen Bildung. Die Zirkelteilnehmer absolvieren nicht nur einen theoretischen Lehrgang, sie eignen sich auch bestimmte praktische Fertigkeiten an und beteiligen sich an der Durchführung von Beobachtungsprogrammen. Die Tätigkeit in den astronomischen Arbeitsgemeinschaften erzieht die Schüler zu Zielstrebigkeit, entwickelt ihre schöpferische Aktivität und festigt ihr Interesse für Astronomie.

Berichterstatter:
SIEGFRIED MICHALK

● Ephemeriden historischer Kometen

Schon seit langem stehen Astronomen und Historikern die Ephemeriden der Sonne, des Mondes und der hellen Planeten, berechnet für praktisch jeden beliebigen Moment aus geschichtlicher und vorgeschichtlicher Zeit, zur Verfügung. Sie sind in ungezählten Fällen zur Klärung historischer Zusammenhänge herangezogen worden, da häufig in alten Quellen zwar ungenaue Datierungen, aber ausführliche Beschreibungen ungewöhnlicher Konstellationen enthalten sind. Um auch Berichte über helle Kometen dieser Aufgabe dienstbar zu machen, hat der Wiener Astronom HERMANN MUCKE für 145 helle Kometenerscheinungen zwischen den Jahren 86 v. u. Z. und 1950 u. Z. Ephemeriden gerechnet und Kurzbeschreibungen zusammengestellt. Sie gestatten eindeutige Aussagen über die Bewegung des Objekts zwischen den Sternen, über die Schweifrichtung und über Auf- und Untergangszeiten. Außerdem sind Angaben über die Helligkeit der Erscheinung aufgenommen worden, die z. B. erkennen lassen, daß die Helligkeit oft beobachteter periodischer Kometen bei jeder Wiederkehr geringer wurde. Der im Jahre 1986 zu erwartende Komet HALLEY mit 27 beobachteten Erscheinungen seit dem Jahre 86 v. u. Z. einer der bekanntesten Kometen) erschien im Jahre 66 u. Z. noch in einer scheinbaren Helligkeit von -7^m, im 4. Jahrhundert u. Z. mit maximal -3^m, während bei seiner letzten Wiederkehr im Jahre 1910 nur die 0. Größenklasse erreicht wurde. Der bisher hellste Komet unsres Jahrhunderts war nach dieser Zusammenstellung mit -4^m der sogenannte Johannesburger Komet vom Jahre 1910, der am 17. Januar 1910 nur 4° von der Sonne entfernt am Tageshimmel (!) beobachtet werden konnte.

KLAUS LINDNER

● Deutsch-polnische Freundschaft in Aktion

Anläßlich der 500. Wiederkehr des Geburtstages von NICOLAUS COPERNICUS wurde zwischen der Copernicus-Oberschule Torgelow und dem Copernicus-Lizeum in Kolobrzeg (VR Polen) ein Freundschaftsvertrag abgeschlossen. Dieser Vertrag beinhaltet den gegenseitigen Erfahrungsaustausch der Pädagogen auf allen schulischen und außerschulischen Ebenen, einen regelmäßigen Austausch von Schülern zu sportlichen Veranstaltungen und bei Ferieneinsätzen; außerdem findet ein regelmäßiger Erfahrungsaustausch zwischen den Arbeitsgemeinschaften bzw. Zirkeln Astronomie und Malerei/Graphik statt.

In den zurückliegenden Jahren wurden vielfältige persönliche Kontakte und Verbindungen zwischen Lehrern und Schülern beider Schulen geknüpft. Wir erfüllen den Gedanken der deutsch-polnischen Freundschaft mit Leben. Auch die Arbeitsgemeinschaft Astronomie hat daran ihren Anteil.

Im Februar 1975 war der polnische Astronomiezirkel erstmalig bei uns in Torgelow zu Besuch. Wir erklärten unsern polnischen Freunden den Aufbau der an der Schule zur Verfügung stehenden Beobachtungs-

geräte und wiesen sie in die Bedienung ein. Gegenstand unsrer abendlichen Beobachtungen waren die Planeten und der Erdmond. Eine kleine, von den Mitgliedern unserer Arbeitsgemeinschaft zusammengestellte Bildmappe astronomischer Fotografien ging im Gepäck der polnischen Freunde mit auf die Reise nach Kolobrzeg.

Im Mai 1975 konnte der Astronomiezirkel aus Torgelow polnische Gastfreundschaft in Kolobrzeg erleben. Neben Hospitationen, besonders in den naturwissenschaftlichen Fächern und im Deutschunterricht, bemühten wir uns, das Land und die Menschen genauer kennenzulernen. Gespräche auf fachlicher Ebene befaßten sich vorwiegend mit Lehrplaninhalten, den Arbeitsvorhaben der noch relativ jungen Arbeitsgemeinschaft Astronomie am dortigen Lizeum sowie mit aktuellen astronomischen Ereignissen.

Für den nächsten Arbeitsbesuch der polnischen Schüler in Torgelow hatten wir ein abwechslungsreiches Programm ausgearbeitet. Lichtbildvorträge über die moderne Mondforschung sowie über die jupiterähnlichen Planeten, die Beobachtung von Sonnenflecken und Beobachtung der Bewegungen der Jupitermonde gehörten zum astronomischen Programm. Eine besondere Freude bereiteten wir unsern polnischen Gästen mit einer Exkursion in unsre Hauptstadt. Die Auslagen der Archenhold-Sternwarte und die Meteoriten-Abteilung des Naturkundemuseums gehörten zum Besichtigungsprogramm, genauso wie eine Führung durch das Zentrum der Hauptstadt.

Beim Gegenbesuch hatten einige Mitglieder unsrer Arbeitsgemeinschaft Gelegenheit, vier Deutschstunden am Copernicus-Lizeum selbst zu gestalten. Dabei wurden Lehrbuchtexte auf Band gesprochen, um den polnischen Freunden das Erlernen von Sprachfertigkeiten (Betonung und Aussprache) zu erleichtern. Neben abendlichen Beobachtungen der Jupitermonde und von Doppelsternsystemen mit dem Amateur-Spiegel-Teleskop der Schule knobelten wir gemeinsam an Aufgaben der polnischen Astronomie-Olympiade. Auch bei diesem Gegenbesuch bildete eine Exkursion beider Arbeitsgemeinschaften den Abschluß unsres Aufenthalts. Wir lernten die Wojewodschaftsstadt Koszalin kennen.

Während der Begegnungen kam es zu vielen persönlichen Freundschaften zwischen den Schülern beider Schulen und natürlich auch zwischen Kollegen. Es ist für unsre Arbeit in der Sternwarte beispielsweise selbstverständlich, daß wir von jeder gelungenen astronomischen Aufnahme eine Kopie für den polnischen Zirkel bereitlegen. Andrerseits stehen uns für die Öffentlichkeitsarbeit und den Unterricht auch polnische Materialien zur Verfügung. **VOLKER KLUGE**

● Erfolgreiche Arbeit an der Schulsternwarte der Ernst-Thälmann-Oberschule in Kamenz

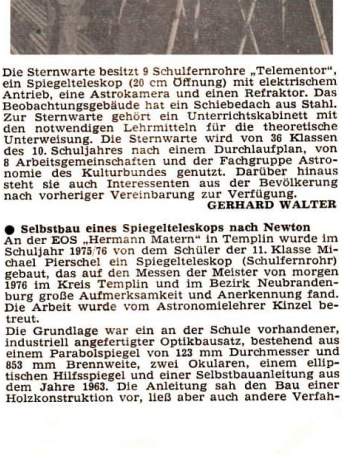
Im Jahre 1975 erfolgte die Einweihung unsrer Schulsternwarte auf dem Eulenberg. Ihr Bau wurde 1975 begonnen und zum überwiegenden Teil in VMI-Leistung realisiert. Das Objekt besteht aus einem Gebäude von 15 m² Fläche, mit einem Schiebedach von 9 m² Fläche und einer Beobachtungsplattform mit 100 m² Fläche für 10 Stativrohre, die mit dem Schulfernrohr „Telementor" bestückt werden. Im Geräteraum sind ein Spiegelteleskop „Meniscas" 150/2250 und ein Amateurfernrohr 80/1200 fest aufgestellt. Als Zusatzgeräte besitzen wir eine Amateur-Astro-Kamera 56/250 und eine Planetenkamera. Der Gesamtwert der Anlage beträgt rund 60 000 Mark.

Im Schuljahr 1975/76 fanden für die Schüler von fünf zehnten Klassen aus drei Kamenzer Schulen die Beobachtungsabende und für die drei achten Klassen der Ernst-Thälmann-Oberschule je eine Jugendstunde statt. Mit Beginn des Schuljahres 1976/77 führen wir die Beobachtungsabende für die Schüler der 10. Klasse aller Kamenzer Schulen an der Sternwarte durch. Jede Klasse ist in zwei Gruppen eingeteilt, so daß maximal zwei Schüler an einem Fernrohr beobachten können. Jeder Schüler kann an einem Beobachtungsabend 30 bis 40 Minuten mit dem Fernrohr selbständig arbeiten. Die Schüler werden zum gründlichen Beobachten und genauen Protokollieren erzogen. Durch die Arbeit mit kleinen Schülergruppen erreichen wir eine höhere Effektivität der Beobachtungsabende. Die Beobachtungen der einzelnen Klassen leiten die Astronomielehrer. Seit Beginn dieses Schul-

jahres ist eine Arbeitsgemeinschaft Astronomie an der Sternwarte tätig. Sie besteht aus 20 Mitgliedern.
GÜNTER VOGELSANG

● Weimar hat eine Volkssternwarte

Im Oktober 1976 wurde die neue Volkssternwarte auf dem Dach der Friedrich-Schiller-Oberschule der Nutzung übergeben. Zu ihrer Eröffnung waren zahlreiche Vertreter des Rates der Stadt, der Leitung der Schiller-Oberschule und ihres Elternbeirates, sowie Gäste erschienen. Bei der Eröffnung erläuterte der Fachberater, Kollege Ernst Böhm, der besonderen Anteil am Bau hatte, die Bedeutung der Einrichtung für die astronomische Bildung.



Die Sternwarte besitzt 9 Schulfernrohre „Telementor", ein Spiegelteleskop (20 cm Öffnung) mit elektrischem Antrieb, eine Astrokamera und einen Refraktor. Das Beobachtungsgebäude hat ein Schiebedach aus Stahl. Zur Sternwarte gehört ein Unterrichtskabinett mit den notwendigen Lehrmitteln für die theoretische Unterweisung. Die Sternwarte wird von 36 Klassen des 10. Schuljahres nach einem Durchlaufplan, von 8 Arbeitsgemeinschaften und der Fachgruppe Astronomie des Kulturbundes genutzt. Darüber hinaus steht sie auch Interessenten aus der Bevölkerung nach vorheriger Vereinbarung zur Verfügung.
GERHARD WALTER

● Selbstbau eines Spiegelteleskops nach Newton

An der EOS „Hermann Matern" in Templin wurde im Schuljahr 1975/76 von dem Schüler der 11. Klasse Michael Pierschel ein Spiegelteleskop (Schulfernrohr) gebaut, das auf den Messen der Meister von morgen 1976 im Kreis Templin und im Bezirk Neubrandenburg große Aufmerksamkeit und Anerkennung fand. Die Arbeit wurde vom Astronomielehrer Kinzel betreut.

Die Grundlage war ein an der Schule vorhandener, industriell angefertigter Optikbausatz, bestehend aus einem Parabolspiegel von 123 mm Durchmesser und 853 mm Brennweite, zwei Okularen, einem elliptischen Hilfsspiegel und einer Selbstbauanleitung aus dem Jahre 1963. Die Anleitung sah den Bau einer Holzkonstruktion vor, ließ aber auch andere Verfah-

ren offen. Verwirklicht wurde der Bau mit leicht zu beschaffenden Materialien und einfachen Arbeitstechniken so, daß das Gerät einfacher zu handhaben und aufzubewahren ist. Im wesentlichen wurden 6 Aluminiumrohre ($d = 10$ mm), 4 Kuchenbleche für Tortenböden ($d = 225$ mm) und einige Metallschrauben, Muttern und Druckfedern verwandt. An dem sechskantigen Gittertubus ist seitlich eine Schwalbenschwanzführung angebracht, die eine Befestigung an der vorhandenen parallaktischen Montierung des Telementor gestattet. Für den Spiegel wurde eine Spiegelfassung aus Aluminiumblech hergestellt, die mit drei Schrauben und Druckfedern an der Grundplatte abnehmbar befestigt ist. Der Spiegel selbst wurde mit Cenusil in die Spiegelfassung geklebt. Hilfsspiegel und Okular sind an einer separaten Aluminiumplatte befestigt, die sich mit Hilfe von Gummidruckrollen an zwei Stäben befestigen und verschieben läßt. Das so gefertigte Spiegelteleskop hat eine geringe Masse, ist einfach zu bedienen und eignet sich für visuelle Beobachtungen.

WERNER PIERSCHEL

● **Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogramm im Bezirk Rostock**

Die Zahl der Arbeitsgemeinschaften Astronomie nach Rahmenprogramm hat im Bezirk Rostock von 15 im Schuljahr 1972/73 und 31 im Schuljahr 1974/75 auf 37 im laufenden Schuljahr zugenommen. Im gleichen Zeitraum nahm die Zahl der Arbeitsgemeinschaften Astronautik von 13 auf 5 ab.

In den AGR Astronomie sind im Bezirk Rostock etwa 480 Schüler tätig; davon sind 50 Prozent Mädchen. Die meisten AGR Astronomie arbeiten in den Städten Rostock (12) und Wismar (4) sowie in den Kreisen Rügen (6) und Ribnitz-Damgarten (4). Im Gegensatz dazu gibt es in der Stadt Stralsund und im Kreis Rostock-Land noch keine einzige derartige Arbeitsgemeinschaft.

MANFRED SCHUKOWSKI

● **Fachkabinette der guten Erfahrungen des Astronomieunterrichts und der Weiterbildung im Kreis Pirna**

In der Anordnung für die Pädagogischen Kreiskabinette vom 30. 11. 1973 wird die Einrichtung von *„Kabinetten der guten Erfahrungen"* empfohlen. Entsprechend den Bedingungen des Kreises Pirna und aus praktischen Erwägungen wurde entschieden, solche Kabinette auf Fachbasis aufzubauen. Mit Beginn dieses Schuljahres nahm das „Kabinett der guten Erfahrungen des Astronomieunterrichts" in der Karl-Marx-Oberschule in Pirna seine Tätigkeit auf. Diese Schule verfügt im Hinblick auf unser Fach über die günstigsten materiellen Bedingungen. Leiter des Kabinetts wurde der erfahrene Fachlehrer, Kollege F. KÜTTNER, der in seiner Schule eine Beobachtungsstation und ein Planetarium im Eigenbau errichtete. So ist unter Mithilfe des Fachberaters und der Fachkommission ein Weiterbildungszentrum der Astronomielehrer entstanden, und es wird schrittweise weiter ausgebaut. Dabei hilft der Arbeitsplan. Er sieht vor, daß im Kabinett

- alle verbindlichen und empfohlenen Lehrmittel zur Verfügung stehen,
- für jede Stoffeinheit Sammelmappen angelegt werden (gute Vorbereitungen auf den Unterricht, Arbeitsblätter, Leistungskontrollen, Folien u. a. m.),
- Arbeitspläne und Erfahrungsberichte für die Arbeitsgemeinschaften Anregungen geben,
- Prüfungsunterlagen, Wiederholungspläne u. a. den Kollegen Rat und Hilfe geben.

Die Fachbücherei wird aus dem Pädagogischen Kreiskabinett umgesetzt und damit einen größeren Zuspruch erhalten. Alle Fachkollegen sind aufgefordert, ihr „Kabinett der guten Erfahrungen" mit auszugestalten. Der Fachberater wertet seine Hospitationen immer mit dem Blick auf den Erfahrungsaustausch im Kabinett aus. So geht nichts verloren, was andern Nutzen bringen und zu einer höheren Qualität des Unterrichts führen kann. Die Fachkommission hat im Kabinett ihr ständiges Domizil. Alle Veranstaltungen der Weiterbildung finden hier statt. Im Rahmen jeder Veranstaltung wird der Erfahrungsaustausch groß geschrieben; neu eingegangene Lehrmittel werden ständig vorgestellt und Einsatzmöglichkeiten demonstriert. Mit den Kollegen, die erstmals im Fach Astronomie unterrichten und denen es noch an Erfahrungen mangelt, werden Begegnungen der direkten Hilfe organisiert. Unsere Erfahrungen zeigen, daß die Kollegen die Hilfe durch das „Kabinett der guten Erfahrungen" schätzen und gern in Anspruch nehmen. So erweist sich der beschrittene Weg als richtig, weil er sich ummünzt in eine höhere Qualität des Astronomieunterrichts.

EVA-MARIA SCHOBER

● **2. Jugendtagung Astronomie des Kulturbundes der DDR**

Über 130 Teilnehmer aus der DDR fanden sich im Februar 1977 in Leipzig zur 2. Zentralen Tagung für junge Amateurastronomen, veranstaltet vom Kulturbund der DDR, zusammen. Sie erwies sich als echtes Forum niveauvoller Berichterstattung und des Gedankenaustausches zwischen jenen Jugendlichen, die astronomische Sachverhalte nicht nur als Nachrichten aufnehmen wollen, sondern durch eigene beobachterische Tätigkeit eine besonders enge Beziehung zur Wissenschaft vom Weltall suchen.

Fast zwei Drittel der Tagungsteilnehmer waren Schüler und Lehrlinge; das Durchschnittsalter betrug 19 Jahre. Mit Ausnahme zweier Vorträge wurde das gesamte Tagungsprogramm durch Jugendliche gestaltet. Wie vielseitig das thematische Angebot war, zeigt ein Auszug aus dem Vortragsprogramm: „Astronomiehistorische Forschung als Amateurarbeit" (Dr. D. B. Herrmann); „Der Bau von Fernrohr-Zusatzgeräten durch den Amateur" (H. J. Blasberg); „Die spektrale Empfindlichkeit der Fotoemulsion ORWO NP 27" (D. Kitta); „Ergebnisse der Meteorbeobachtungen 1975/76" (J. Rendtel); „Merkurbeobachtungen in der Großstadt" (D. Bedau); „Die Beobachtung einer Halbschattenfinsternis des Mondes mittels der Silberkugelphotometrie" (K. Gruhl); „Möglichkeiten amateurastronomischer Betätigung auf dem Lande" (J. Schulz). Die 2. Zentrale Jugendtagung Astronomie zeigte sehr nachdrücklich, daß Jugendliche zu anspruchsvoller Freizeitbeschäftigung auf astronomischem Gebiet befähigt sind und hinsichtlich der praktischen Beobachtungen erfahrenen Amateurastronomen nicht nachstehen. Sie zeigte aber auch, daß das Interesse an der Astronomie unter den Jugendlichen sehr groß ist, und dies darf wohl auch als Resultat einer Anhebung der Qualität des Astronomieunterrichts gesehen werden. Die erheblichen Verbesserungen in bezug auf die materielle Sicherung des Unterrichts und die erhöhten Anstrengungen bei der Weiterbildung der Astronomielehrer in den letzten sechs Jahren sind sicher nicht ohne Auswirkung geblieben.

KLAUS LINDNER

● **Fachkommission zur Frühjahrsmesse**
Die Fachkommission Astronomie der Stadt Magdeburg unternahm eine Exkursion zur Leipziger Frühjahrsmesse. Spezielle Ziele bildeten die Ausstellungen des VEB Carl Zeiss Jena und der Pavillon der UdSSR. Im Ausstellungsbereich des VEB Carl Zeiss Jena sahen wir uns den Doppelastrograph 400/3000, der für den Export in die Volksrepublik Bulgarien bestimmt ist, sowie das Raumflugplanetarium an. Durch einen Vertreter des Werkes konnten wir die Arbeitsweise des Kleinplanetariums ZKP 2, inklusive des Schaltpultes, das nicht mehr wie bisher aufgestellt werden muß, sondern aus dem Hintergrund bedient werden kann, erleben. Der neue Jupiterprojektor, der auch ohne das Vorhandensein eines Planetariums eingesetzt werden kann, wurde vorgestellt und fand großes Interesse. Der Besuch der Kosmos-Ausstellung im sowjetischen Pavillon – die dem 20. Jahrestag des Starts von Sputnik I gewidmet ist – vermittelte uns u. a. einen Eindruck von den realen Ausmaßen der ausgestellten Satelliten: Mars III, Venus IV, Meteor, Molnja I, Sputnik I und Interkosmos I.

KRISTINA SAUST

ZEITSCHRIFTENSCHAU

ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT
R. HUDEC: **Die Röntgenastronomie.** 1977, 1, 1–7. Beschreibung des Gegenstandes, der Beobachtungsgeräte und der Objekte der Röntgenastronomie sowie wichtiger Beobachtungsergebnisse. – R. WAHSNER: **Gedanken über das Verhältnis der Astronomie zur Philosophie.** 1977, 1, 8–13. – J. LEHMANN: **Überblick über internationale und nationale CETI-Ereignisse.** 1977, 1, 14–17. Zur Geschichte der Versuche zur Erkundung und Kommunikation mit außerirdischem intelligenten Leben. – M. GRESSMANN: **Zur fotografischen Verwendung von Kugelspiegeln.** 1977, 1, 17–19. Hinweise und Anleitung zum Bau einer Schmidt-Kamera ohne Korrektionsplatte. – W. FISCHER: **Ausschalten von Störfaktoren bei Sternfeldaufnahmen.** 1977, 1, 19–22. Ein Erfahrungsbericht mit Arbeitshinweisen. – D. BÖHME u. a.: **Messungen der Temperatur und Himmelshelligkeit während der Sonnenfinsternis am 29. April 1976.** 1977, 1, 23–26. – A. ZENKERT: **Zwischen Kap Arkona und Schönberg.** 1977, 1, 26–28. Eine mathematisch-astronomische Studie über das Gebiet der DDR.

SPEKTRUM
W. HÖGNER/S. MARX: **Mehr Informationen vom Sternenhimmel.** 8 (1977) 1, 17–20. Über ein neues fotografisches Verfahren. – H.-J. TREDER: **Newton und die heutige Physik.** 8 (1977) 3, 5–10.

WISSENSCHAFT UND FORTSCHRITT
L. TILL: **Die Monde des Mars.** 27 (1977) 3, 144 und III. Umschlagseite.

URANIA
H.-J. TREDER: **Die Suche nach den solaren Neutrinos.** 53 (1977) 2, 6–9. Nachweisresultate und Deutungsmöglichkeiten dieser Ergebnisse. – J. B. SELDOWITSCH/E. SCHMUTZER: **Aktuelles zum Bau des Weltalls.** 53 (1977) 3, 4–9. Wichtige Entdeckungen der letzten Jahre und ihre kosmologische Interpretation. – **Sowjetunion – erfolgreiches Kosmos-Jahr 1976.** 53 (1977) 3, 73. Ein Überblick.

PRESSE DER SOWJETUNION
A. DICHTJAR: **Aus dem Leben des Weltraumpioniers Juri Gagarin.** (Fortsetzung) 1977, Hefte 3 bis 12, jeweils S. 45–48 (siehe Zeitschriftenschau „Astron. Sch.", H. 2/77). – A. FAWORSKAJA: **Observatorium von Tyravere untersucht ferne Galaxien.** 1977, 5, 37 bis 38; aus „Prawda" v. 2. 11. 1976. Arbeitsrichtungen des Instituts für Astrophysik der AdW der Estnischen SSR. – A. KOWAL/L. DENISSOW: **Erkundung der Erdoberfläche vom Weltraum aus.** 1977, 7, 35–37; aus „Awiazija i Kosmonawtika" 12/1976. – L. DENISSOW: **Gletscher im Objektiv der Kosmonauten.** 1977, 10, bis 37; aus „Trud" v. 13. 2. 1977. Nutzung der Raumfahrttechnik für glaziologische Forschungen. – K. KONDRATJEW/A. BUSNIKOW: **Kosmische Fernerkundung unserer Erde.** 1977, 11, 34–35; aus „Prawda" v. 16. 2. 1977. Als neue Wissenschaft ist die „kosmische Erdkunde" entstanden. Ihr Forschungsgegenstand ist die Erde, ihre Methode die kosmische Fernindikation. – A. AWDUJEWSKI/S. GRISCHIN/L. PIMENOW: **Produktion neuer Werkstoffe im Kosmos.** 1977, 12, 35–36; aus „Prawda" v. 20. 2. 1977. Vorläufige wissenschaftliche Ergebnisse technologischer Experimente an Bord von Salut 5. – B. KONOWALOW: **Ein ewiges Triebwerk.** 1977, 12, 36; aus „Iswestija" v. 11. 2. 1977. Über Methoden der Fluglageregelung und Stabilisierung von Raumflugkörpern. – S. SOLOTUCHIN/L. TSCHESSALIN: **Wo das Elektronengehirn unersetzlich ist.** 1977, 12, 37–38; aus „Iswestija" v. 18. 2. 1977. Über die Rolle der EDV in der Raumfahrtforschung.

GESELLSCHAFTSWISSENSCHAFTEN (Moskau; in dt. Sprache)
A. LEONOW/B. LOMOW/W. LEBEDEW: **Kommunikation bei internationalen Raumflügen.** 1977, 1, 106–122. In vier Abschnitten werden behandelt: 1. Beziehungen zwischen einzelnen Personen, die sich bei internationalen wissenschaftlichen Expeditionen herausbilden. 2. Bedeutung eines gemeinsamen Zieles für den erfolgreichen Kontakt der Mitglieder wissenschaftlicher Expeditionen. 3. Sprache und Kontakt bei internationalen Besatzungen. 4. Kontakt und nichtformale Struktur der Gruppe. – Autoren streben an, daß die hier behandelten Probleme zu Forschungen in der aufgezeigten Richtung anregen.

VORTRÄGE UND SCHRIFTEN DER ARCHENHOLD-STERNWARTE BERLIN-TREPTOW
D. B. HERRMANN: **Karl Friedrich Zöllner als Astrophysiker.** 1976, Nr. 52. 19 S., 6 Abb., 15 Lit. – D. WATTENBERG: **Johannes Regiomontan und die vorcopernicanische Astronomie.** 1976, Nr. 53. 36 S., 9 Abb., 33 Lit. – D. WATTENBERG: **Nach Bessels Tod.** 1976, Veröffentl. Nr. 7. 118 S. Eine Sammlung von Dokumenten um Bessels Tod und Nachfolge.

NEUES DEUTSCHLAND
S. MARX: **Milchstraßen als enorme Energiesender.** 5./6. 2. 1977, S. 12. Erkenntnisse über aktive Kerne von Galaxien.

JUGEND UND TECHNIK
H.-J. BAUTSCH: **Kein Gold auf dem Mond.** 25 (1977) 2, 116–120. Der Mond kommt als Rohstoffquelle nicht in Frage, weil sich die Elemente bei seiner Entstehung nicht in größeren Bereichen anreichern konnten. Die Bedeutung der „geologischen" Erforschung des Mondes liegt in wissenschaftlichen Erkenntnissen über die Entwicklung des Sonnensystems. – H.-J. NEUMANN: **Starts und Startversuche von Raumflugkörpern des Jahres 1975.** 25 (1977) 2, 164 (Zeitraum 8. 6.–3. 7.); 3, 261 (Zeitraum 4.–31. 7.). – R. BOTSCHEN: **Was ist ein Feuerball?** 25 (1977) 3, 197.

TECHNIKUS
R. BOTSCHEN: **Ist das Sonnensystem komplett?** 1977, 1, 22–23. – **Zieht die Menschheit um?** 1976, 1, 24–27. Ergebnisse einer Umfrage. – K.-H. NEUMANN: **Bitte recht freundlich, liebe Erde.** 1977, 1, 31–33. Arbeitsprogramm von Sojus 22.

MANFRED SCHUKOWSKI

REZENSIONEN

P. AHNERT: **Kalender für Sternfreunde 1977.** Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig, 192 Seiten, broschiert, 4,80 Mark.
Seit 29 Jahren legt uns der erfahrene Praktiker Paul

Ahnert seinen „Sternkalender" zwischen das doch schon recht reichhaltige Angebot an Fachliteratur. Mindestens aus drei Gründen ist der Kalender bemerkenswert:
Erstens enthält er – wie das nur bei solch einer aktuellen, periodischen Publikation möglich ist – neueste Gesichtspunkte der Forschung, die den Unterricht – nicht nur „des Beispiels wegen" – befruchten können. In diesem Jahr z. B. „Der XIV. Jupitermond entdeckt".
Zweitens beinhaltet er wissenschaftliches Faktenmaterial, das Grundlage jedes Disputs auf höherem Niveau sein sollte. Somit erfüllt der Kalender zuverlässig seine Funktion als aktuelles Nachschlagewerk. Die Seiten 22 bis 26 erörtern Erscheinungen der Planeten und des Mondes, die immer wieder von Interesse sind.
Drittens hat im Laufe der Jahre die grafische Darstellung und Tabellierung einen hohen Stand erreicht, die optimales Arbeiten gewährleistet.
Die Ausgabe für das Jahr 1977 überrascht mit „Anregungen für Liebhaberastronomen", die sich vor allem mit fotografischen Beobachtungen von Eigenbewegungen astronomischer Objekte befassen. Die vom Kalender gelieferten Parameter könnten eine Art Arbeitsplan für die Beobachtung in den Arbeitsgemeinschaften sein.
Wünschen wir uns – auch zum Wohle des Unterrichts – noch viele Jahre den Sternkalender, ohne den unser Publikationsangebot eine schwer zu schließende Lücke aufwiese.

H. KUNSTMANN; M. WEDEL

SIEGFRIED WOLLGAST/SIEGFRIED MARX: **Johannes Kepler.** Urania-Verlag, Leipzig, Jena, Berlin 1976; 120 Seiten, 60 Abbildungen; 6,80 Mark.
Das vorliegende Buch aus der Biographienreihe des Urania-Verlages macht uns mit einer der bedeutendsten, faszinierendsten Forscherpersönlichkeiten der Wissenschaftsgeschichte, mit Johannes Kepler bekannt. Kepler ist nicht nur der geniale Begründer der modernen Astronomie, sondern hat neben der Aufstellung der nach ihm genannten Gesetze der Planetenbewegung durch seine mathematischen, physikalischen, philosophischen und religiösen Schriften auch auf vielen andern Wissenschaftsgebieten weit über seine eigene Zeit hinausgewirkt. Der Astronom, Mathematiker, Physiker und Kristallograph Johannes Kepler verdient daher mit Recht „als einer der Größten betrachtet zu werden, die auf der Erde erschienen".
Den Autoren gelang es in sehr interessanter Weise, wichtige Lebensstationen dieses Forschers nachzuzeichnen. Eingebettet in den politischen und gesellschaftlichen Hintergrund der Zeit, der Übergangsepoche vom Feudalismus zum Kapitalismus, markierte Kepler zwar den Beginn der klassischen Naturwissenschaften, blieb jedoch gleichzeitig der Naturphilosophie der Renaissance recht eng verhaftet. Indem von den Autoren die konkreten Bedingungen jener Zeit bei der Beurteilung der Persönlichkeit und der Leistung Keplers zugrundegelegt wurden, vermittelt das Buch einen lebendigen Einblick in die Biographie dieses großen Naturforschers.
Alles in allem: eine interessante Publikation, die allen historisch interessierten Lesern empfohlen werden kann, insbesondere den Astronomielehrern, da das Buch bei der Herausbildung einer wissenschaftlichen Weltanschauung unsrer Schüler helfen kann. Ohne den positiven Gesamteindruck des Buches zu verwischen, sollte jedoch abschließend auch angemerkt werden, daß in einer eventuellen Neuauflage wenige Kleinigkeiten, – so ist Walther Gerlach kein Nobelpreisträger (vgl. S. 116) – präzisiert werden müßten.

DIETER HOFFMANN

Herzlichen Glückwunsch

Der Herstellerbetrieb von „Astronomie in der Schule", die „Nowa Doba", Druckerei der Domowina in Bautzen, wurde auf Grund vorbildlicher Arbeit am 1. Mai 1977 mit dem Orden „Banner der Arbeit" (1. Klasse) ausgezeichnet.

Wir wünschen allen Werktätigen dieses Betriebes weiterhin Gesundheit und Schaffenskraft.

Die Redaktion

UNSERE BILDER

Titelseite – 23 Zeiss-Kleinplanetarien sowie 2 Raumflugplanetarien geben zur Zeit in unserer Republik wesentliche Unterstützung für den Astronomieunterricht, für Arbeitsgemeinschaften, Jugendstunden und die Erwachsenenqualifizierung. Unser Bild zeigt einen Teil des künstlichen Sternhimmels im Zeiss-Kleinplanetarium der Sternwarte Bautzen.
Aufnahme: H. J. NITSCHMANN, Bautzen
2. Umschlagseite – Planet Jupiter, aufgenommen von der Raumsonde „Pioneer 10" aus einer Entfernung von nur 2,5 Millionen Kilometer. Außer dem „Großen Roten Fleck" in der Nähe des Terminators ist der Schatten des Mondes Jo auf der Wolkendecke des Planeten zu erkennen. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Zur Physik der Planeten" auf Seite 50.
3. Umschlagseite – Beobachtungskarte für die Sternbilder Skorpion, Schütze und Schild. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Wir beobachten" auf Seite 71.
Zeichnung: H. J. NITSCHMANN, Bautzen
4. Umschlagseite – Omega-Nebel (M 17), aufgenommen mit einem großen Spiegelteleskop. In der Aufnahme sind deutlich sogenannte „Elefantenrüssel" sowie eine Reihe von Globulen zu erkennen. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Wir beobachten" auf Seite 71.
Aufnahme: Archiv

WIR BEOBACHTEN

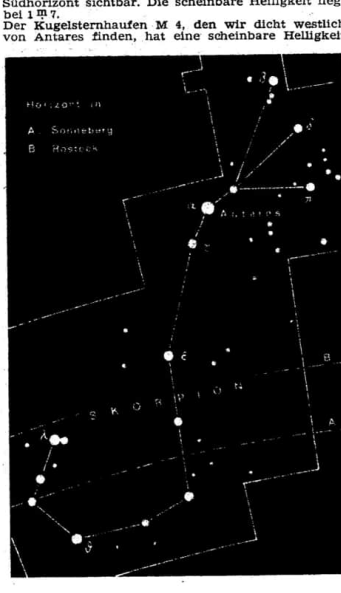
Klare und mondscheinlose Sommernächte bieten die willkommene Gelegenheit, auch einmal weniger bekannte und nur selten beobachtete Himmelsgegenden einer eingehenden Durchmusterung zu unterziehen. So sei diesmal auf drei Sternbilder hingewiesen, die eine größere Anzahl lohnender Beobachtungsobjekte enthalten und die ausnahmslos bereits dem südlichen Sternhimmel angehören. Damit ist schon gesagt, daß sich diese Sternbilder bei ihrer Kulmination nur wenig über den Südhorizont erheben. Um Enttäuschungen zu vermeiden, sollte deshalb die Beobachtung nur bei ausgezeichneten Bedingungen und bei völliger Horizontfreiheit im Süden erfolgen.
Das Tierkreissternbild S k o r p i o n (lat. Scorpius) erstreckt sich nach Süden bis zu einer Deklination von –46 Grad, ist also für das Gebiet unsrer Republik niemals vollständig sichtbar, da ein großer Teil ständig unter unserm Horizont verbleibt. Die Sonne

durchläuft das Sternbild bei ihrer jährlichen scheinbaren Bewegung längs der Ekliptik in der Zeit vom 19. bis 26. November.

Am auffälligsten, auch bei nicht ganz so guten Beobachtungsbedingungen, ist der Hauptstern Antares (Alpha Scorpii), der diese Bezeichnung, die „Gegenmars" bedeutet, auf Grund seines rötlichen Lichtes erhalten hat. Seine weniger bekannte arabische Bezeichnung lautet „Calbularkrab" (Herz des Skorpions). Antares gehört der Spektralklasse M 1 und der Leuchtkraftklasse I b an, ist also ein roter Überriese. Sein Durchmesser übertrifft den der Sonne um das 285fache, so daß unser Planetensystem bis über die Erdbahn hinaus in seinem Innern Platz fände. Antares besitzt eine Leuchtkraft, welche diejenige unserer Sonne um mehr als das 10 000fache übertrifft. Seine Oberflächentemperatur liegt jedoch nur bei 3500 K. Der 420 Lichtjahre von uns entfernte Sternriese hat einen Begleiter mit der scheinbaren Helligkeit von $6^{m}5$, der den Hauptstern in 853,4 Jahren einmal umläuft. Trotz der verhältnismäßig großen scheinbaren Helligkeit ist aber der Begleiter im Schulfernrohr nicht sichtbar, da er infolge seiner geringen Distanz von nur 2,6 Bogensekunden für unser Schulfernrohr nicht trennbar ist und selbst bei der Verwendung größerer Instrumente vom Hauptstern überstrahlt wird. Die scheinbare Helligkeit von Antares schwankt in einer halbregelmäßigen Periode von rund 1733 Tagen zwischen $0^{m}9$ und $1^{m}8$.

Beta Scorpii hat eine scheinbare Helligkeit von $2^{m}9$ und ist rund 540 Lichtjahre von uns entfernt. In einer Distanz von 13,7 Bogensekunden ist ein Begleiter mit einer scheinbaren Helligkeit von $5^{m}1$ erkennbar. Der zweithelliste Stern des Sternbildes, Lambda Scorpii (für die nördlichen Bezirke nicht beobachtbar), ist nur bei ausgezeichneten Beobachtungsbedingungen zur Zeit der Kulmination ganz knapp über dem Südhorizont sichtbar. Die scheinbare Helligkeit liegt bei $1^{m}7$.

Der Kugelsternhaufen M 4, den wir dicht westlich von Antares finden, hat eine scheinbare Helligkeit von $6^{m}4$. Er ist rund 7500 Lichtjahre von uns entfernt.



Bei sehr guten Beobachtungsbedingungen können wir noch den offenen Sternhaufen M 7 aufsuchen, der sich jedoch nur wenig über den Horizont erhebt (für die nördlichen Bezirke nicht beobachtbar). M 7 enthält etwa 60 Sterne der scheinbaren Helligkeit von 6^{m} bis 10^{m} und ist von uns 1300 Lichtjahre entfernt. Durch das Sternbild Skorpion zieht sich das Band der Milchstraße. Wenn wir das eindrucksvolle Sternbild in seiner ganzen Ausdehnung sehen wollen, müssen wir ein gutes Stück nach Süden reisen. Das nachstehende Bild zeigt den Anblick des Sternbildes von der südlichen bulgarischen Schwarzmeerküste aus.

Auch das Tierkreissternbild Schütze (lat. Sagittarius) gehört zu den Sternbildern des Südhimmels. Es liegt zu einem großen Teil im Sterngewölk der Milchstraße eingebettet und erhebt sich bei uns ebenfalls nicht in seiner ganzen Ausdehnung über den Südhorizont. Die Sonne hält sich von Mitte Dezember bis nach Mitte Januar in diesem Sternbild auf, das dadurch bedeutsam ist, daß sich in seiner Richtung das Zentrum unsrer Galaxis befindet.

Während es markante Sterngruppierungen nicht gibt, ist das Sternbild reich an Sternhaufen und Nebeln, die zum Teil für unser Schulfernrohr mehr oder weniger leicht erreichbar sind.

Offene Sternhaufen sind M 23 (Abstand 4500 Lichtjahre), NGC 6520 (Abstand 2300 Lichtjahre), NGC 6530 (Abstand 5200 Lichtjahre), M 21 (Abstand 3000 Lichtjahre), M 24 (Abstand 16000 Lichtjahre), M 18 (Abstand 6200 Lichtjahre), M 25 (Abstand 1800 Lichtjahre), NGC 6716 (Abstand 3100 Lichtjahre) und NGC 6641 (Abstand 29700 Lichtjahre).

An Kugelsternhaufen können wir M 22 (scheinbare Helligkeit $5^{m}9$, Abstand 9800 Lichtjahre), M 28 (scheinbare Helligkeit $7^{m}3$, Abstand 15000 Lichtjahre) und M 55 (scheinbare Helligkeit $6^{m}3$, Abstand 19000 Lichtjahre) aufsuchen.

Schließlich bieten sich die Gasnebel M 20, M 17 und M 8 für die Beobachtung an. M 20 ist der bekannte „Trifid-Nebel", der bei einer Gesamthelligkeit von $7^{m}5$ rund 3200 Lichtjahre von uns entfernt ist. Der „Omega-Nebel" M 17 hat eine Gesamthelligkeit von $7^{m}7$ und bedeckt am Himmel eine Fläche von 46 mal 37 Bogenminuten. Seine Entfernung von uns beträgt rund 5870 Lichtjahre. M 8 steht gleichzeitig mit NGC 6530 im Gesichtsfeld. Bei einem Abstand von etwa 3600 Lichtjahren weist der Nebel eine Gesamthelligkeit von $5^{m}9$ auf.

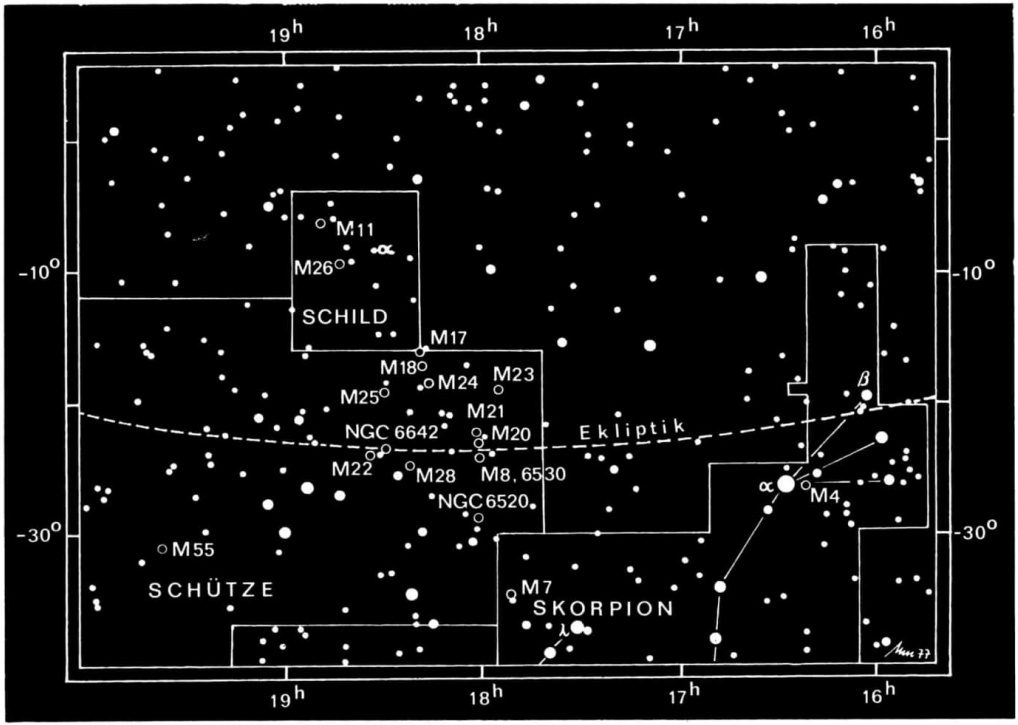
Das aus ganz unscheinbaren Sternen bestehende und am Himmel nur mit Mühe zu identifizierende Sternbild Schild (lat. Scutum) ist vor allem durch die berühmte „Schildwolke" bekannt, einen besonders hellen Teil der Milchstraße, die sich durch nahezu das gesamte Sternbild zieht.

Der helliste Stern, Alpha Scuti, hat nur eine scheinbare Helligkeit von $4^{m}1$ aufzuweisen. Sein Abstand von uns beträgt etwa 205 Lichtjahre.

Von den beiden offenen Sternhaufen M 26 und M 11 ist der erstere größeren Instrumenten vorbehalten. Er hat bei einem Abstand von 13000 Lichtjahren eine Gesamthelligkeit von nur $8^{m}3$. Dagegen ist M 11, der am Himmel eine Fläche mit einem Durchmesser von 21 Bogenminuten bedeckt und eine Gesamthelligkeit von $6^{m}3$ aufweist, gut zu beobachten. M 11 ist mit einer Anzahl von mehr als 80 Sternen je Kubikparsec im Zentrum des Haufens einer der kompaktesten Sternhaufen. Der wahre Durchmesser wird mit 18 Lichtjahren angegeben. Die Entfernung von uns beträgt 5500 Lichtjahre.

Während für die grobe Orientierung unsre drehbare Sternkarte unerläßlich ist, empfiehlt es sich, die feine Orientierung mit Hilfe eines lichtstarken Feldstechers (etwa 7×50) vorzunehmen. Bei der Einstellung der Objekte im Schulfernrohr verwenden wir zunächst das Okular $f = 25$ mm (wenn vorhanden $f = 40$ mm! Im Zeiss-Industrieladen in Berlin, Alexanderplatz, erhältlich) und beobachten dann mit dem Okular $f = 16$ mm weiter. Die Beobachtungskarte auf der 3. Umschlagseite ist wie immer für die Beobachtung mit dem bloßen Auge bzw. dem Feldstecher orientiert. Bei der Verwendung am Telementor muß die Karte wegen der bildumkehrenden Wirkung des astronomischen Fernrohrs um 180 Grad gedreht werden.

HANS-JOACHIM NITSCHMANN


19h
18h
17h
16h
-10°
-30°
M11
α
M26
SCHILD
M17
M18
M24
M23
M25
M21
NGC 6642
M20
Ekliptik
M22
M28
M8, 6530
NGC 6520
β
α
M4
M55
SCHÜTZE
M7
SKORPION
λ

2703 III Gerda Fertenbiner
Göginan Str. 66

Astronomie

in der Schule

4
1977

INDEX 31 053
PREIS 0,60 M

VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

Astronomie
in der Schule
Zeitschrift für die Hand des Astronomielehrers

Herausgeber:
Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag Berlin, 108 Berlin 8, Lindenstraße 54 a, Telefon 2 04 30, Postscheckkonto: Berlin 1326 26

Erscheinungsweise:
zweimonatlich, Preis des Einzelheftes 0,60 Mark; im Abonnement zweimonatlich (1 Heft) 0,60 Mark. Außenhandelspreise sind aus den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes zu entnehmen.

Redaktionskollegium:
Studienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Dipl.-Lehrer Hans Joachim Nitschmann (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Heinz Albert, Dr. phil. Fritz Gehlhar, Dr. rer. nat. Dieter B. Herrmann, Dr. phil. Karl Kellner, Dr. paed. Klaus Lindner, Prof. Dr. paed. Oskar Mader, Dr. phil. Siegfried Michalk, Annelore Muster (Sekretär), Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Oberlehrer Eva-Maria Schober, Prof. Dr. paed. Manfred Schukowski, Doz. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert, Oberlehrer Joachim Stier, Dr. phil. Renate Wahsner, Doz. Dr. rer. nat. habil. Helmut Zimmermann; Drahomira Günther, Ruth Reichel (redaktionelle Mitarbeiter)

Anschrift der Redaktion:
86 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8, Postfach 54, Telefon: 4 71 26

Gesamtherstellung:
Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen
III-4-9-1340-4,4 Liz. 1488

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 4 **14. Jahrgang 1977**

Seite

Dokumentation 74
H. GREISER
Zielgerichtete Führung des Astronomieunterrichts 75
K.-G. STEINERT
Zur pädagogischen Forschung auf dem Gebiet des Astronomieunterrichts 77
H. HOFFMANN
Raumfahrt und Volkswirtschaft 78
J. HOPPE
Die Kleinkörper im Planetensystem und der interplanetare Raum 81
H. BERNHARD; D. B. HERRMANN
Der historische Aspekt im Astronomieunterricht 84
G. MARTIN
Aktivierende Schülertätigkeit in meiner Arbeitsgemeinschaft . . 87
U. MICHEL
Zur Arbeit mit den Unterrichtshilfen und den Karteikarten . . . 89
Unser Forum 90
Aus Wissenschaft und Unterricht 91
Zeitschriftenschau 93
Rezensionen 94
Unsere Bilder 95
Wir beobachten 96
Karteikarte: Veränderliche Sterne und Sternentwicklung (K. LINDNER)

СОДЕРЖАНИЕ

Документация 74
Х. ГРАЙЗЕР
Целеустремлённое преподавание астрономии 75
К.-Г. ШТАЙНЕРТ
О педагогическом исследовании в области преподавания астрономии . . . 77
Х. ХОФФМАННН
Космонавтика и народное хозяйство 78
Й. ХОППЕ
Малые тела в солнечной системе и межпланетное пространство 81
Х. БЕРНХАРД; Д. Б. ХЕРРМАННН
Исторический аспект при преподавании астрономии 84
Г. МАРТИН
Возбуждающая деятельность учащихся в моём кружке 87
Картотечная карта: Переменные звёзды и развитие звёзд

CONTENTS

Documentation 74
H. GREISER
Systematic Astronomy Instruction 75
K.-G. STEINERT
About the Pedagogic Research in the Field of Astronomy Instruction 77
H. HOFFMANN
Space Flight and National Economy 78
J. HOPPE
The Small Bodies in the Solar System and the Interplanetary Space 81
H. BERNHARD; D. B. HERRMANN
The Historical Point of View in Astronomy Instruction 84
G. MARTIN
Activating Pupils' Occupation in My Circle 87
Register Card: Variable Stars and Star Evolution

Redaktionsschluß: 20. Mai 1977

Nur Annahme von bisher unveröffentlichten Aufsätzen; Einsendung von Beiträgen in zweifacher Ausfertigung an die Anschrift der Redaktion; für unverlangt eingesandte Manuskripte und Abbildungen keine Gewähr – Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe und Genehmigung der Redaktion – Veröffentlicht unter der Lizenz 1488 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik – Bestellungen werden in der DDR vom Buchhandel und der Deutschen Post entgegengenommen. Der Bezug für die BRD und Berlin (West) erfolgt über den Buchhandel; für das sozialistische Ausland über das jeweilige Postzeitungsvertriebsamt und für alle übrigen Länder über den BUCH-EXPORT, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 701 Leipzig, Leninstraße 16

DOKUMENTATION

Astronomie in der Schule

Fachwissenschaft · Planeten

MARX, SIEGFRIED

Zur Physik der Planeten

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 3, 50–52

Neue Ergebnisse bei der Erforschung der Planeten Merkur, Venus, Mars und Jupiter

Astronomie in der Schule

Methodik AU · Sonnensystem

LINDNER, KLAUS

Astronomische Daten für das Schuljahr 1977/78

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 3, 52–55; 2 Lit.

Zusammenstellung der für die Schulastronomie wichtigen Daten des Schuljahres 1977/78. Sie soll die Aktualisierung der Unterrichtsarbeit und die Arbeitsgemeinschaftstätigkeit unterstützen und die Beobachtungsabende vorbereiten helfen.

Astronomie in der Schule

Methodik AU · Geschichte der Astronomie

FRIEDRICH, KLAUS

Astronomische, astronautische und biographische Jubiläen im Schuljahr 1977/78

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 3, 55–57

Hilfen für die Aktualisierung des Astronomieunterrichts durch Zusammenstellung besonders wichtiger Jubiläumsdaten aus der Geschichte der Astronomie und Raumfahrt sowie ihrer prominentesten Wissenschaftler und Förderer.

Astronomie in der Schule

Beobachtung

BERGER, INGO / LEHMANN, ERICH / THIELE, JOACHIM

Obligatorische Beobachtungen an Landschulen

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 3, 58–63, 1 Abb.

Darlegung von Erfahrungen über die Vorbereitung und Durchführung obligatorischer Beobachtungsabende an Schulen in ländlichen Gebieten.

Astronomie in der Schule

Leitungstätigkeit · Weiterbildung

GREISER, HANS

Zielgerichtete Führung des Astronomieunterrichts

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 4, 75–76; 4 Lit.

Autor stellt dar, welche Ergebnisse im Bezirk Potsdam bei der Führung des Astronomieunterrichts erreicht wurden, welche Probleme sich zeigen und welche Folgerungen für die Arbeit im Schuljahr 1977/78 abgeleitet werden. Der Tätigkeit der Fachberater und der Weiterbildung gilt besondere Aufmerksamkeit.

Astronomie in der Schule

Raumfahrt

HOFFMANN, HORST

Zur Bedeutung der Raumfahrt für die Volkswirtschaft

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 4, 78–81; 9 Lit.

Ausgehend von der Feststellung, daß Zielsetzung und Nutzung der Raumfahrt gesellschaftlich determiniert sind, werden insbesondere produktionstechnische und -technologische Perspektiven der Raumfahrt unter sozialistischen Verhältnissen betrachtet.

Astronomie in der Schule

Kleinkörper im Sonnensystem

HOPPE, JOHANNES

Die Kleinkörper im Planetensystem und der interplanetare Raum

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 4, 81–84; 1 Abb.

Überblicksbeitrag unter Beachtung jüngerer Forschungsergebnisse. Es werden betrachtet: 1. Das System der Planetoiden. 2. Die Systeme der Kometen. 3. Die Gruppen der Meteorite. 4. Die Staubteilchen der Zodiakallichtwolke. 5. Das interplanetare Gas.

Astronomie in der Schule

Methodik AU · Geschichte der Astronomie

BERNHARD, HELMUT/HERRMANN, DIETER B.

Der historische Aspekt im Astronomieunterricht

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 4 84–86; 6 Lit.

Zunächst werden der Gegenstand und die Aufgaben der Wissenschaftsgeschichte umrissen. Danach wird das Anliegen historischer Betrachtungen im Astronomieunterricht im Sinne der Lehrplanziele erörtert. Dabei wird vor allem auf die Darstellung wesentlicher Fakten bzw. Persönlichkeiten und die Aufdeckung der Wissenschafts*entwicklung* eingegangen.

Astronomie in der Schule

Arbeitsgemeinschaft (R) · Erdmond

STIER, JOACHIM

Erörterung des Abschnittes „Der Mond" in meiner Arbeitsgemeinschaft nach Rahmenprogramm

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 3, 63–65; 5 Lit.

Ein instruktiver Arbeitsbericht. Neben der Vermittlung von Erfahrungen über die Behandlung dieser Thematik in AGR zeigt der Autor, wie bei diesem Thema Überschneidungen zwischen Lehrplan und Rahmenprogramm weitgehend vermieden werden können.

Astronomie in der Schule

Arbeitsgemeinschaft (R)

MARTIN, GUNTHER

Aktivierende Schülertätigkeit in meiner Arbeitsgemeinschaft

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 4, 87–89

Darstellung von Erfahrungen, wie man durch vielfältige Möglichkeiten Schüler zur aktiven Mitwirkung und Mitgestaltung in das Leben einer AGR einbeziehen kann mit dem Ziel, einen Beitrag zur Persönlichkeitsentwicklung zu leisten.

HANS GREISER

Zielgerichtete Führung des Astronomieunterrichts

Im Schuljahr 1977/78 begehen wir den 60. Jahrestag der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution. Es jährt sich auch zum 20. Male der Tag des Starts von Sputnik 1. Mit dieser wissenschaftlich-technischen Pionierleistung der UdSSR wurde der erste Schritt zur Anwendung der experimentellen Methode in der Astronomie getan; es begann der Übergang zur direkten Erforschung des Planetensystems. Seit diesem 4. Oktober 1957 wird wieder häufiger „... auf den Märkten von Astronomie gesprochen" [1], und knapp zwei Jahre später wurde sie als neues Unterrichtsfach in den zehnten Klassen unserer sozialistischen Schule eingeführt. Der seit dem 1. September 1971 gültige Lehrplan trägt der Entwicklung der gesellschaftlichen Bedingungen und dem fachwissenschaftlichen Erkenntniszuwachs Rechnung.

Für die Herausbildung der wissenschaftlichen Weltanschauung hat der Astronomieunterricht einen spezifischen Beitrag zu leisten. Die zu untersuchenden Gegenstände sind im wörtlichen Sinne universell; in diesem Fach erfährt der Schüler, daß und wie der Mensch auch solche Objekte und Erscheinungen erforschen kann, die für ihn niemals direkt zugänglich sein werden. Da Astronomie als Einstundenfach nur in Klasse 10 unterrichtet wird, hat jede erfolgreiche Stunde, aber auch jede ausgefallene, besonderes Gewicht. *Sind sich Lehrer und Leiter dessen immer bewußt?*

Im folgenden soll dargelegt werden, zu welchen Ergebnissen wir im Bezirk Potsdam bei der Führung des Astronomieunterrichts gelangt sind, welche Probleme sich zeigen und welche Folgerungen wir für die Arbeit im Schuljahr 1977/78 ableiten.

Wir konnten am Ende des Schuljahres 1976/77 eine positive Bilanz ziehen: Die politisch-ideologische, fachwissenschaftliche und pädagogische Qualifikation der Lehrer, die entscheidende Voraussetzung für eine höhere Qualität des Astronomieunterrichts, hat sich weiter erhöht. Etwa 100 Astronomielehrer haben bisher nach externer Vorbereitung die Lehrbefähigung erworben und ebensoviel unterrichten langjährig im Fach. Viele Kollegen haben sich durch das Kurssystem und im Prozeß der Arbeit qualifiziert. Damit ist an den meisten Schulen eine stabile Fachlehrerbesetzung erreicht. Das spiegelt sich auch im Unterricht wider: Die früher häufig anzutreffende Überbetonung und Ausweitung einiger Themen und Stoffgebiete am Anfang des Schuljahres, die dann auf Kosten der Stellarastronomie ging, ist weitgehend überwunden. Die Schüler erhalten Kenntnisse, die über unser Sonnensystem hinausreichen und erwerben besser als bisher Vorstellungen über Struktur und Entwicklung im Weltall sowie über einige Arbeitsmethoden der Astrophysik. Dabei gelingt es vielen Lehrern sehr gut, den Schülern z. B. das HRD als Zustands- *und* Entwicklungsdiagramm begreiflich zu machen. Über das Verstehen solcher astrophysikalischer Arbeitsverfahren und die Einbeziehung neuerer Forschungsergebnisse führen sie die Schüler zur Erkenntnis, „... daß die Wissenschaft mit der Entwicklung verbesserter Methoden und Instrumente immer größere Räume erforscht und die Grenze des uns bekannten Teils des Weltalls immer weiter hinausschiebt" [2]. Hier gibt es noch Niveauunterschiede, weil ideologische Schlußfolgerungen manchmal unterlassen werden bzw. nur als „Nebenprodukt" erscheinen oder die Schüler nicht zunehmend selbständig zu Verallgemeinerungen und Wertungen geführt werden.

Im Unterschied zu andern naturwissenschaftlichen Disziplinen kann sich der Schüler in der Astronomie nur mittelbar mit den zu erforschenden Objekten befassen; Experimente mit diesen scheiden aus, Beobachtungen sind nur begrenzt möglich; die behandelten Objekte treten in Zustandsformen und Dimensionen auf, für die es in der Vorstellungswelt der Schüler kaum Vergleichbares gibt. Bei der didaktisch-methodischen Aufbereitung des Lehrstoffes gilt darum die Aufmerksamkeit besonders der sorgfältigen Erarbeitung und Anwendung grundlegender Begriffe und Gesetze sowie besserer Veranschaulichung, z. B. der Größen- und Entfernungsverhältnisse.

Das Interesse am Astronomieunterricht wird wesentlich erhöht, die Entwicklung wirklichkeitsnaher Vorstellungen und dauerhafter Kenntnisse gefördert, wenn die Schüler — wie vom Lehrplan gefordert — ausgewählte Himmelskörper und Erscheinungen selbst beobachten. Viele Lehrer haben darum selbst unter erschwerten Bedingungen die Schülerbeobachtungen durchgeführt. Es zeugt von echter Liebe zum Schüler und hohem Berufsethos, wenn Astronomielehrer mit dem „Telementor" über Land fahren, weil für die Schüler abends keine Fahrverbindung zum Schulort existiert. Es hat sich auch bewährt, Schüler als Fachhelfer zu entwickeln, wie das in anderen naturwissen-

schaftlichen Fächern üblich ist. Es gibt Beispiele, wie Mitglieder von Arbeitsgemeinschaften Gruppenbeobachtungen selbständig anleiten. Der Astronomieunterricht hat hiermit einen wichtigen Anteil bei der Erziehung zur bewußten Disziplin, zu Kollektivgeist und Verantwortungsbewußtsein. Die Lehrer erkennen immer besser, daß Beobachtungen zu echten Bewährungssituationen gestaltet werden müssen. Für die Stadtschulen in Potsdam werden die günstigen Voraussetzungen des Astronomischen Zentrums „BRUNO H. BÜRGEL" besser genutzt: für alle 10. Klassen findet der Unterricht zum Stoffgebiet „Orientierung am Sternhimmel" im Planetarium statt.

Einen bedeutsamen Anteil bei der Führung und Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts haben die Fachberater. Im regelmäßigen Erfahrungsaustausch bilden die „Führungsschwerpunkte für den Astronomieunterricht" eine wichtige Orientierungsgrundlage [3]. Wir haben dabei angeregt, in der Arbeit mit den Lehrern noch besser die Einheit von konkreter Hilfe bei der Planung und Vorbereitung des Unterrichts und der Auswertung von Hospitationen zu beachten. So haben Fachberater die Astronomielehrer benachbarter Schulen oder Lehrergruppen mit gleichgelagerten Problemen zusammengefaßt, um mit ihnen die Planung solcher Stoffeinheiten zu beraten, die Schwierigkeiten bereiten, z. B. Zustandsgrößen der Sterne, Sternentstehung und -entwicklung. Mehrfach wurden auch gemeinsame Beobachtungsabende organisiert. Besondere Hilfe erhalten die Lehrer, die erstmals im Fach Astronomie unterrichten.

Im Bestreben, Schülerbeobachtungen an möglichst allen Schulen durchzusetzen, haben einige Fachberater Beobachtungshilfen mit günstigen Terminen erarbeitet und Einführungen in den Gebrauch des „Astronomischen Kalenders der Archenhold-Sternwarte" gegeben, den wir jährlich für alle Schulen des Bezirkes beziehen [4]. Wir haben dadurch — trotz ungünstiger Wetterlage — im ersten Schulhalbjahr Fortschritte erreicht. Häufigste Ursachen für Ausfall von Beobachtungen sind Unsicherheit mancher Lehrer bei der Orientierung am Sternhimmel und eine gewisse Unterschätzung solcher Schülertätigkeiten. Direktoren und Fachberater müssen dieser Lehrplanforderung ebensoviel Bedeutung beimessen wie den Schülerexperimenten.

In den meisten unsrer 17 Kreise wird die Funktion des Fachberaters von erfahrenen Astronomielehrern langjährig wahrgenommen. Etwa ein Drittel von ihnen ist nur für das Fach Astronomie verantwortlich, die andern sind zugleich Fachberater für Physik oder Geographie. Wir halten eine solche Kombination für sinnvoll, weil damit der Zeitfonds der Fachberater ökonomischer für die unmittelbare Arbeit mit den Lehrern genutzt werden kann. Dabei darf das Fach Astronomie keiner Vernachlässigung unterliegen.

Die vom IX. Parteitag der SED unterstrichene Aufgabe, unsere Oberschule inhaltlich weiter auszugestalten, verlangt ein hohes Niveau des fachlichen sowie pädagogischen Wissens und Könnens aller Lehrer. Für die Weiterbildung unsrer Astronomielehrer, die immer auch Akzente einer Ausbildung trägt, führen wir seit vielen Jahren unter Leitung des Bezirkskabinettes für Weiterbildung in den Winterferien dreitägige Veranstaltungen durch. Vorträge von Fachastronomen, besonders zur Stellarastronomie, zu wissenschaftshistorischen oder weltanschaulich-philosophischen Fragen und Ergebnissen der Raumfahrt geben den Lehrern wirksame Hilfe. Dazu wurden in den letzten Jahren rund 20 Erfahrungsberichte zur methodischen Gestaltung ausgewählter Stoffgebiete und der Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogrammen vorgetragen.

Ab 1978 werden wir diese Form der Qualifizierung in das Kurssystem der Weiterbildung einordnen und dabei die Beobachtungspraxis stärker betonen.

Damit wollen wir möglichst vielen Lehrern neben dem Fachkurs und den Spezialkursen die ihrem Ausbildungsstand entsprechende Thematik bieten.

Wir erwarten von den Fachberatern, daß sie in Zusammenarbeit mit den Direktoren der Schulen und dem Pädagogischen Kreiskabinett die Lehrer bei der Entscheidung für die Form der Weiterbildung sachkundig beraten.

Es ist unser Ziel, im Verlaufe des neuen Weiterbildungszyklus möglichst alle Lehrer, die noch keine entsprechende Qualifikation haben, für die Teilnahme an einem der Kurse zu gewinnen.

Literatur:

[1] BRECHT, B.: **Leben des Galilei.**

[2] **Lehrplan für Astronomie, Klasse 10.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1969.

[3] **Führungsschwerpunkte für den Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule 12 (1975) 4.

[4] **Astronomischer Kalender** (erscheint jährlich). Herausgeber: Archenhold-Sternwarte, Berlin.

Anschrift des Verfassers:

StR HANS GREISER
15 Potsdam
Rat des Bezirkes
Abteilung Volksbildung
Arbeitsgruppe Unterricht

KLAUS-GÜNTER STEINERT

Zur pädagogischen Forschung auf dem Gebiet des Astronomieunterrichts

Seit Anfang der siebziger Jahre wird die bis dahin sporadisch betriebene Forschungsarbeit auf dem Gebiet der Astronomiemethodik durch die Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR (APW), bzw. vor deren Gründung durch das Deutsche Pädagogische Zentralinstitut, koordiniert. Organ der APW zur Lösung dieser Aufgabe ist die *Forschungsgemeinschaft „Methodik des Astronomieunterrichts"* beim Wissenschaftlichen Rat des Instituts für mathematischen, naturwissenschaftlichen und polytechnischen Unterricht der APW. Träger der wissenschaftlichen Arbeit sind Lehrer des Faches Astronomie, Schulfunktionäre, Sternwarten- und Planetariumsmitarbeiter sowie Fachastronomen.

Hauptaufgabe der Forschungsgemeinschaft (früher als Forschungsgruppe bezeichnet) war in den ersten Jahren ihrer Tätigkeit die Erarbeitung des Werkes „Methodik Astronomieunterricht", das nunmehr vorliegt [1].

Durch den plötzlichen Tod des ersten Leiters der Forschungsgruppe, Dr. habil. OTTO GÜNTHER, trat eine kurze Unterbrechung der Aktivitäten ein.

Mit dem zweiten Kolloquium zur Astronomiemethodik im Herbst 1974 [2] begann eine neue Arbeitsetappe. Die Mitglieder der Forschungsgemeinschaft untersuchten bis 1976 vorwiegend Probleme der Lehrplanrealisierung, dabei insbesondere Fragen der weltanschaulich-philosophischen Bildung im Astronomieunterricht, der Durchführung der obligatorischen Schülerbeobachtungen und der Entwicklung eines Begriffssystems. Weitere Forschungsarbeiten waren auf den Prozeß der Bildung und Erziehung in den Arbeitsgemeinschaften Astronomie/Astronautik nach Rahmenprogrammen gerichtet. In den Jahren 1974—76 veröffentlichten Mitglieder der Forschungsgemeinschaft Ergebnisse ihrer Untersuchungen zu diesen Themen in 11 Publikationen in der Fachzeitschrift. Im gleichen Zeitraum wurden auf mehreren Arbeitstagungen der Forschungsgemeinschaft in 11 Vorträgen Untersuchungsergebnisse zur Diskussion gestellt.

Für den Fünfjahrplanzeitraum 1976—1980 leitet die Forschungsgemeinschaft ihre Aufgaben aus den im „Plan der pädagogischen Forschung 1976—1980" [3] festgelegten Forschungsschwerpunkten und aus den „Führungsschwerpunkten für den Astronomieunterricht" [4] ab.

Die Mitglieder der Forschungsgemeinschaft arbeiten in den nächsten Jahren u. a. an folgenden grundlegenden Forschungsaufgaben:

- *Aufbereitung des Stoffabschnittes „Die Sonne" im Hinblick auf die praktische Umsetzung solcher Grundprinzipien des Unterrichts wie Einheit von Bildung und Erziehung, problemhafte Unterrichtsgestaltung, Realisierung des polytechnischen Prinzips.*
- *Konzeptionelle Arbeiten zur Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts, wobei prinzipiell von der Gültigkeit des jetzigen Lehrplans für einen langen Zeitraum ausgegangen wird.*
- *Praxisanalyse zum Stand des Wissens und Könnens zu bestehenden Problemen innerhalb der Stoffgebiete „Das Planetensystem" und „Astrophysik und Stellarastronomie", zur Durchführung obligatorischer Schülerbeobachtungen, zur Tätigkeit der Arbeitsgemeinschaften und zur Nutzung von Nachfolgematerialien zum Lehrplan durch die Lehrer.*

Zur Lösung dieser Aufgaben wurden innerhalb der Forschungsgemeinschaft Arbeitsgruppen gebildet, in denen vor allem erfahrene Schulpraktiker mitarbeiten. Darüber hinaus sind alle Astronomielehrer aufgerufen, durch Erfahrungsberichte, pädagogische Lesungen oder Beiträge für die Fachzeitschrift die Arbeit der Forschungsgemeinschaft „Methodik des Astronomieunterrichts" zu unterstützen.

Literatur:

[1] Autorenkollektiv: **Methodik Astronomieunterricht.** Herausgeber: APW der DDR, Verlag Volk und Wissen, Berlin 1977.

[2] LINDNER, K.: **II. Kolloquium zur Methodik des Astronomieunterrichts.** In: Astronomie in der Schule **11** (1974) 6.

[3] **Plan der pädagogischen Forschung 1976—1980.** Herausgeber: APW der DDR.

[4] **Führungsschwerpunkte für den Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule **12** (1975) 4.

Anschrift des Verfassers:

Doz. Dr.-Ing. habil. KLAUS-GÜNTER STEINERT
Leiter der Forschungsgemeinschaft

8027 Dresden, Mommsenstraße 13
Technische Universität
Sektion Geodäsie und Kartographie

HORST HOFFMANN

Raumfahrt und Volkswirtschaft

Kernenergetik, Kybernetik und Kosmonautik könnte man als die „eilige" Dreieinigkeit der wissenschaftlich-technischen Revolution bezeichnen; denn diese modernen Forschungsrichtungen bestimmen in entscheidendem Maße das Tempo und die Dynamik jenes weltweiten Prozesses, der Mitte unsres Jahrhunderts begann und heute alle Zweige des gesellschaftlichen Lebens erfaßt. Das Atom, der Computer und der Sputnik sind zu den augenfälligsten wissenschaftlich-technischen Symbolen dieses Säkulums geworden.

Viele Früchte vom Baum der modernen Erkenntnis reiften zuerst in der Sowjetunion, die infolge der glücklichen Vereinigung von Macht und Geist, von Volk und Wissenschaft heute das wahre Land der unbegrenzten Möglichkeiten ist:

- 1951 nahm die erste vollautomatische Fabrik der Welt, das Kolbenwerk Stankokonstrukzija unweit Moskaus seine Produktion auf und eröffnete das *Zeitalter der Automation.*
- 1954 begann das erste Atomkraftwerk der Erde in Obninsk bei Moskau zu arbeiten. An diesem 27. Juni, als das erste sowjetische Kernkraftwerk den ersten Strom an das Netz der Ziolkowski-Stadt Kaluga abgab und nicht an jenem 6. August 1945, als die erste amerikanische Atombombe auf Hiroshima fiel, begann das *Atomzeitalter.*
- 1957 startete der erste künstliche Erdsatellit der Menschheit vom kasachischen Kosmodrom Baikonur. Auch hier gilt: Nicht mit dem Abschuß der faschistischen „Vergeltungswaffe" V 2 am 3. Oktober 1942, sondern mit den Signalen des sowjetischen Sputnik wurde am 4. Oktober 1957 das *Zeitalter der Raumfahrt* eingeleitet.

1. Die Kosmisierung der Produktion

Den sozialen Bezug der Kosmonautik machte der sowjetische Philosoph A. D. URSUL, ein Freund des Kosmonauten und Wissenschaftlers W. SEWASTJANOW, deutlich: *„Die Erschließung des Weltraums ist für die Gesellschaft nur insofern von Nutzen, als sie Aufgaben und Probleme lösen hilft, die auf Grund der wissenschaftlich-technischen und gesellschaftlichen Entwicklung entstehen; sie kann aber auch die Kräfte und die Mittel der Menschheit von ihrer progressiven Entwicklung ablenken, wenn sie zum Selbstzweck, zur Reklame wird, zum scheinbar einzigen Mittel für die Lösung aller Schwierigkeiten in der Entwicklung der Menschheit ... Raumkörper werden in allen Staaten mit einer konkreten sozialpolitischen Struktur gestartet, und es ist vollkommen klar, daß die „Umlaufbahn" des kosmischen Wissens und der kosmischen Technik in der Gesellschaft absolut nicht durch physikalische, sondern soziale Faktoren und Bedingungen determiniert wird. Die Weltraumtechnik verfolgt von einer Gesellschaft gesetzte Ziele, einer Gesellschaft, die sie, die kosmische Technik erfunden hat und anwendet; das aber bedeutet, daß die Anwendung der Raumfahrttechnik vom Charakter der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Struktur abhängt"* [1].

Wie viele andre Disziplinen der Wissenschaft wirkt auch die Raumfahrtforschung heute als Produktivkraft. Der bekannte sowjetische Gelehrte A. BLAGONRAWOW (1896–1975) nannte den erdnahen Raum „... ein von der Natur geschaffenes, unerschöpfliches Laboratorium, das von der Kosmonautik zum Lebensraum des Menschen gemacht wird" [2]. Von dem über zwanzig Jahre als Vorsitzender der Kommission für die friedliche Forschung und Nutzung des Weltraumes bei der Akademie der Wissenschaften der UdSSR wirkenden Forscher stammt auch der Begriff der Kosmisierung der Produktion, die in der sowjetischen Literatur in dreifacher Hinsicht verstanden wird [3].

2. Produktionsverlagerung in den Weltraum

- Erkenntnisse und Erfahrungen, die in den vergangenen zwanzig Jahren für die Raumfahrt gewonnen wurden, fanden zunehmend Eingang in die Produktion. So sind z. B. Transistoren und Taschenrechner, Halbleiter und Herzschrittmacher, Digitaluhr und Diffusionsschweißen eindeutige „Aballprodukte" der Kosmonautik.
- Bedingungen, die im Universum herrschen, werden auf die Erde geholt, d. h. in der Produktionssphäre nachgebildet oder für die Lösung von Problemen genutzt, z. B. Tieftemperaturen für die Konservierung von Lebensmitteln oder Hochenergiestrahlung für die Behandlung von Krebskrankheiten.
- Gegenwärtig stehen wir am Anfang der Verlagerung bestimmter Teile von Produktionskomplexen in den Kosmos, wo Verhältnisse zur Verfügung stehen, die auf der Erde überhaupt nicht oder nur annähernd und mit großem Aufwand nachahmbar sind: ständige Schwere-

losigkeit, tiefe Leere, energiereiche Strahlung, extreme Temperaturen, unbegrenzter Raum, höchste Sauberkeit, absolute Lautlosigkeit. Die einzigartigen Umgebungsbedingungen einer Weltraum-Werkstatt, die in 300 bis 500 km die Erde umkreist, machen folgende Parameter deutlich:

- Schwerelosigkeit:
  im Massenzentrum der Station: 0 g
  Restbeschleunigung: $10^{-4} \ldots 10^{-6}$ g
  (g = 9,8 m/s – Beschleunigung an der Erdoberfläche)
- Vakuum: $10^{-5} \ldots 10^{-11}$ mb
  (mb = Millibar = 10^{-3} bar = 10^{2} N/m²)
- Temperatur:
  abhängig von der Einstrahlung
- Kosmische Strahlung:
  geladene und ungeladene Teilchen bis zu 10^{19} eV
  (eV = Elektronenvolt = $1{,}602 \cdot 10^{-19}$ J)
- Magnetfeld: 0,2 . . . 0,6 G
  (G = Gauß = 10^{-4} Wb/m² = 10^{-4} T) Wb = Weber; T = Tesla
- Restatmosphäre:
  störende Gasschicht zwischen Beobachter und Weltraumobjekt, die meist vernachlässigt werden kann.

Unter diesen Bedingungen laufen viele Produktionsprozesse anders ab als auf der Erde; bekannte Materialien verändern ihre Eigenschaften, völlig neue exotische Werkstoffe entstehen, deren Nutznießer vor allem die elektronische und optische Industrie, der Maschinen- und Fahrzeugbau, die Chemie und Pharmazie sind. „Die Verlegung von Produktionsstätten in den Weltraum wird in Zukunft zur Schaffung bestimmter technologischer Prozesse außerhalb der Erde führen, deren Entwicklung aus wirtschaftlichen oder ökologischen Erwägungen heraus dort günstiger sein wird. Der Trend, die Werkstätten außerhalb der Erde anzulegen, wird nicht nur ihre weitere Kosmisierung bedeuten, sondern die Schaffung einer echten kosmischen Produktion" [1].

3. Pionier der Orbitalmetallurgie

„Heute ist die technologische Abteilung die am stärksten ausgelastete der Orbitalstation", erklärte S. GRISCHIN, der bei Salut 5 für diese Arbeiten verantwortlich zeichnete. Medizinisch-biologische Untersuchungen, die beim Flug GAGARINS 90 Prozent ausmachten, nehmen heute 15 bis 18 Prozent ein. Dafür beanspruchen Werkstofferprobung und Erderkundung, die unmittelbare Bedeutung für die Volkswirtschaft haben, je ein Drittel der Arbeitszeit der Kosmonauten; das letzte teilen sie in astronomische Beobachtungen und Lebensforschung. Pionier der Orbitalmetallurgie ist der zweifache Fliegerkosmonauf der UdSSR W. KUBASSOW, der im Oktober 1969 die ersten Schweiß- und Schneidearbeiten nach dem Elektronenstrahl-, Lichtbogen- und Plasmaverfahren ausführte. Bereits damals wurden Befürchtungen, daß der Elektronenstrahl z. B. das Schmelzbad aus der Schweißnaht herausdrükken könne, eindeutig widerlegt. Im Gegenteil; beim Schweißen und Löten im Weltraum sind die Nähte sauberer und porenfrei, die Gefüge feiner.

Das vom Institut für Elektronenschweißen „J. O. PATON" in Kiew speziell für die Raumfahrt entwickelte, leicht handbare Schweißgerät „Vulkan" findet seit Jahren universelle Anwendung in der sowjetischen Industrie. Der Sohn des Institutsgründers, B. J. PATON, Präsident der Akademie der Wissenschaften der Ukrainischen SSR, erklärte dazu: „Seit Sojus 6 seine erfolgreichen Experimente durchführte, ist erwiesen, daß die Schweißtechnik unter kosmischen Bedingungen neue Perspektiven eröffnet. Schon in naher Zukunft werden kosmische Technologien für uns Schweißtechniker aktuell. Wir können durchaus ins Auge fassen, Betriebe für spezielle Konstruktionen einzurichten, die die Erde umkreisen werden" [4].

In den vergangenen acht Jahren sammelten allein 13 Kosmonauten der UdSSR, die in 6 Mannschaften 190 Tage an Bord von vier Salut-Stationen arbeiteten, reiche Erfahrungen auf dem Gebiet der Exotechnologie [5]. Gleiches gilt für die 9 USA-Astronauten der 3 Skylab-Besatzungen, die 165 Tage im Orbit tätig waren. Auch beim ersten internationalen Gemeinschaftsexperiment Sojus-Apollo im Juli 1975 wurden Metalle verschweißt und Kristalle gezüchtet.

Die permanente Schwerelosigkeit in einer Orbitalstation bewirkt für metallurgische Prozesse einzigartige und konkurrenzlose Effekte:

- Es werden alle Antriebskräfte ausgeschaltet, die auf der Erde Flüssigkeiten verschiedener Dichte wieder trennen und damit ein inhomogenes Gemisch bilden.
- Umgekehrt gibt es auch keine Rückvermischung einmal getrennter Substanzen. Der Fortfall dieser Schwereseigerung erlaubt es, mehrphasige Werkstoffe mit homogenem Gesamtgefüge herzustellen.
- Auch die Wärmekonvektion, d. h. der Transport von Flüssigkeitstropfen und Staubteilchen in Gasen, entfällt. Gerade sie ruft bei der Erstarrung von Metallschmelzen unregelmäßige Wachstumsgeschwindigkeit und damit unterschiedliche Materialeigenschaften hervor.

Dafür erlangen in der Schwerelosigkeit eine Reihe intermolekularer Kräfte entscheidende Geltung, die bei irdischen Verfahren praktisch bedeutungslos sind:

- die Oberflächenspannung, jene Kraft, die auf die Oberfläche einer Flüssigkeit wirkt;
- die Kapillareffekte, die eine Folge der Wechselwirkung zwischen den Molekülen

einer Flüssigkeit und denen der Wandung sind.

Diese „Sonderfaktoren" bieten erstmals die Möglichkeit, bestimmte Produktionsprozesse kontrolliert ablaufen zu lassen und erwünschte Materialeigenschaften zu züchten [6].

4. Keine Kugeln idealer Form

Der Metallurge findet im Weltraum geradezu ideale Arbeitsbedingungen vor. Bekanntlich ist die Qualität eines Metalls oder einer Legierung in hohem Maße von seiner Reinheit abhängig. Auf der Erde wird diese jedoch durch Verunreinigungen beeinträchtigt, die während der Schmelze erfolgen. Sie entstammen dem für die Erhitzung notwendigen Brennstoff, der umgebenden Luft und dem Tiegelmaterial. Aus diesem Grunde sind die Verhüttungstechniker zur Vakuumsschmelze mittels konzentrierter Sonnenstrahlung übergegangen. Aber selbst bei diesem modernen Verfahren wirkt immer noch die Schwerkraft der Erde, die den Werkstoff in den Schmelztiegel zwingt [7].

In der Schwerelosigkeit und Leere des Universums hingegen entfallen alle drei Verunreinigungsfaktoren. Jeder Stoff läßt sich behälter- und berührungslos verflüssigen und schwebend schmelzen. Beliebig können Schmelzen durch Magnetfelder in der Schwebe gehalten, in Rotation versetzt oder in eine andre Bewegung gebracht werden. Die Oberflächenspannung gestattet es, Kugeln zu formen und mit einer Gasinjektion zu Hohlkugeln aufzublasen.

Experimente dieser Art zeigten jedoch, daß unsre Kenntnisse über die Exotechnologie noch unzureichend sind. Bis vor kurzem hatten die Orbitalmetallurgen nämlich angenommen, daß man im Kosmos ideal runde und glatte Kugeln formen könne. Bei den Versuchen bildeten sich jedoch Kristallflächen an der Oberfläche, die die Herstellung störten. Auf frei schwebenden flüssigen Nickel-Kugeln mit 6 mm Durchmesser wurden Strömungen von 20 cm/s gemessen. Da absolute Schwerelosigkeit nur im Massenzentrum einer Orbitalstation herrscht, weisen Objekte, die sich außerhalb dieses Bereiches bilden, Verzerrungen der Kugelform auf. Neben dieser Mikrobeschleunigung wirkt auch noch eine extrem geringfügige Schwerkraft, die durch die Wirkung der Anziehungskräfte zwischen Erde und Raumstation hervorgerufen wird. Die Experimente zeigten aber auch, daß kleine Beschleunigungsveränderungen, wie sie durch die Bewegung der Kosmonauten an Bord oder infolge geringfügiger Bahnänderungen der Raumflugkörper hervorgerufen werden, die metallurgischen Prozesse nicht stören [8].

5. Weltraum-Werkstoffe

Der am meisten zitierte Weltraum-Werkstoff ist der sogenannte Schaumstahl, der aus Stahl und Helium gewonnen wird. Auf der Erde läßt sich Schaumstoff allenfalls aus Kunststoffen herstellen, z. B. Schaumgummi, durch Einblasen von Luft. Das ist jedoch bei Metall nicht möglich, weil die in das dünnflüssige Material eingeblasene Luft leichter ist und sofort nach oben steigt. In der Schwerelosigkeit hingegen bildet das geschmolzene Metall Tröpfchen, die sich mit den Gasbläschen mühelos mischen lassen. Bei der Abkühlung entsteht ein völlig neuartiger poröser und schwammartiger Stoff, der leicht ist wie Kork und hart wie Stahl. Auf ähnliche Weise können auch Schaumaluminium, Schaumglas und Schaumkeramik hergestellt werden. Schaumstahl ist ein idealer Werkstoff für leichte Unterwasserfahrzeuge zur Erforschung und Nutzung der Reichtümer des Meeres. In großen Tiefen halten sie dem gleichen Druck stand, wie Schiffe aus Stahl; bei einem Leck jedoch steigen sie nach Abwerfen von Ballast wie Holz von allein zur Oberfläche empor.

Bei einer Schmelze aus Germanium (Wichte 5,35 $g \cdot cm^{-3}$) und Gold (Wichte 19,3 $g \cdot cm^{-3}$) auf der Erde setzt sich das aus der Flüssigkeit abgeschiedene Germanium an der Oberfläche ab, bevor die Mischung erstarren kann. Im Weltraum jedoch ist die Legierung nicht nur homogen, sondern auch supraleitfähig. Ähnliches gilt für Legierungen aus Blei, Zink und Antimon bzw. aus Zinn und Indium, die unter irdischen Verhältnissen nicht einwandfrei mischbar sind. Auch Verbund- und Kompositionswerkstoffe, die in der Industrie wegen ihrer hohen Zug- und Reißfähigkeit sowie Hitzebeständigkeit sehr gefragt sind, lassen sich im Weltraum besser und leichter anfertigen als auf der Erde. Bei diesen Materialien handelt es sich um Mischungen auf Metall- und Nichtmetallgrundlage mit möglichst regelmäßig eingesprenkelten fadenförmigen Einkristallen. Unter normalen irdischen Verhältnissen läßt die Gleichmäßigkeit jedoch sehr zu wünschen übrig, weil jedes Material, das schwerer ist als das umgebende, wie Sand in einem Glas Wasser nach unten sinkt. Die kosmischen Kompositionswerkstoffe mit ihren homogenen Einlagerungen sind ideale Verbundstoffe, z. B. für die Produktion von haltbaren und betriebssicheren Blättern für Flugzeugturbinen und Brennelemente in Kernreaktoren [9].

Fertigungsstätten in der Erdumlaufbahn bieten die Möglichkeit, natürliche Prozesse, wie z. B. Kristallisation von Werkstoffen, kontrolliert ablaufen zu lassen und so bestimmte Material-

eigenschaften zu züchten. Durch die Verschmelzung von Germanium und Silizium konnte ein Monokristall mit vorgegebener Struktur entwickelt werden, bei dem sich das Silizium gleichmäßig über das gesamte Germaniumvolumen verteilt. Bei der Verlötung von Stahlrohren mittels Kupfer-Silber-Legierungen entstanden Kristalle ohne jegliche Oberflächendefekte, die mit einer Größe von 25 mm ihre irdischen Pendants um das zehnfache übertrafen. Kosmos-Kristalle haben eine so glatte Oberfläche, daß deren Rauhigkeit unter 0,00001 mm liegt. Solche superreinen Einkristalle sind z. B. für Mikrocomputer unentbehrlich, die sich aus festen Integralschaltungen zusammensetzen, nicht größer als eine Streichholzschachtel sind und in der Sekunde mehr als 100 000 Rechenoperationen ausführen. Das Herzstück dieses kleinen Rechenzentrums bildet ein Siliziumkristall von 20 mm Größe, der 1 000 winzigen Transistoren Platz bietet. Die wirtschaftliche Attraktivität ihrer Weltraumproduktion wird daran deutlich, daß viele der in der Halbleitertechnik begehrten Monokristalle — trotz sehr kleiner Abmessungen (0,1 bis 25 mm) — außerordentlich teuer sind. Ein Kilogramm kostet 500 000 Mark!

6. Impfstoffe aus dem Orbit

In der völlig keimfreien Umgebung einer Orbitalstation lassen sich Medikamente höchster Wirksamkeit herstellen. In irdischen Laboratorien können z. B. Aktivstoffe von Seren nicht völlig von unerwünschten Verunreinigungen getrennt werden, was ihre Konzentration vermindert. Im Weltraum produzierte Vakzine, das heißt aus Krankheitserregern gewonnene Impfstoffe, weisen eine gleichmäßige Verteilung der Bestandteile auf. Bakterienkulturen gedeihen schneller und erreichen eine weitaus höhere Qualität. Da sie in der Schwerelosigkeit in allen Richtungen wachsen können, setzen sie sich auch nicht am Boden der Gefäße ab.

Durch frei rotierende Zentrifugen und einfache Gefriertrocknung lassen sich wertvolle Impfstoffe und Antibiotika in Orbitalstationen erzeugen und lagern. Da z. B. die Dosis für Schutzimpfungen meist nur wenige Mikrogramm des aktiven Wirkmittels enthält, brauchten an Bord lediglich einige Kilogramm dieses Konzentrats hergestellt zu werden, was dann für die Impfung der gesamten Weltbevölkerung ausreichend wäre. Vielleicht helfen uns gerade solche Impfstoffe, eines Tages auch den Schnupfen und die Grippe endgültig zu besiegen.

Interessante Perspektiven eröffnet die Orbitalpharmazie auch der Elektrophorese, die in Technik, Chemie und Medizin zur Trennung und Analyse von Stoffgemischen angewandt wird. Bei diesem Vorgang, dessen Effektivität in der Schwerelosigkeit wesentlich erhöht werden kann, handelt es sich um den Transport geladener Teilchen in elektrischen Feldern. Sie stellt bisher das einzige Verfahren dar, biologisches Material gleicher Art nach Funktionen zu trennen, z. B. alte von jungen und kranke von gesunden Zellen, sie ist deshalb von vorrangiger Bedeutung für die Krebstherapie. Die angeführten Beispiele zeigen, welche großartigen Möglichkeiten die Raumfahrt der Volkswirtschaft eröffnet. Voraussetzung für ihre schrittweise Verwirklichung ist friedliche Zusammenarbeit aller Völker unsres Planeten.

Literatur:

[1] URSUL, A.: **Die Kosmonautik und die wissenschaftlich-technische Revolution. Umwelt und Kosmos.** Ausgewählte Referate. Herausgeber: Bayrische Gesellschaft zur Förderung der Beziehungen zwischen der BRD und der Sowjetunion e. V. Union-Druckerei und Verlagsanstalt GmbH, Frankfurt/Main 1976.

[2] BLAGONRAWOW, A.: **Protokoll des XXIV. Internationalen Astronautischen Kongresses.** Baku 1973.

[3] KOWAL, A.; USPENSKI, G.; JASNOW, W.: **Der Weltraum dem Menschen — Über den Nutzen der Raumfahrt.** Verlag MIR Moskau; Urania-Verlag, Leipzig 1973.

[4] Neues Deutschland vom 10./11. Juli 1976.

[5] ADWOJEWSK, W.; GRISCHIN, S.; PIMENOW, L.: **Produktion neuer Werkstoffe im Kosmos.** Presse der Sowjetunion, Heft 12/1977.

[6] KOHLER, H.: **Metallurgie im Weltraum.** Bild der Wissenschaft, Heft 8/1976 Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart.

[7] Neue Züricher Zeitung vom 5. Juni 1973.

[8] Technische Rundschau vom 24. April 1973.

[9] PATON, B.: **Fabriken im All.** Neue Zeit, Heft 15 1975, Moskau.

Anschrift des Verfassers:
HORST HOFFMANN
112 Berlin, Lindenallee 49

JOHANNES HOPPE

Die Kleinkörper im Planetensystem und der interplanetare Raum

Zu den Kleinkörpern im Planetensystem gehören

1. das als Einheit zu betrachtende, im wesentlichen zwischen Mars und Jupiter eingeordnete System der *Planetoiden* (oder Asteroiden),
2. die verschiedenen Systeme und Familien der *Kometen*,
3. die ebenfalls in Gruppen gegliederten Scharen der Meteoriten, für die sich die Bezeichnung *Meteoroide* einzubürgern scheint und

4. das Stratum und die Wolken der auch als Mikrometeorite bezeichneten *interplanetaren* Staubteilchen.

Bei diesen vier Hauptgruppen von Kleinkörpern handelt es sich fast ausschließlich um feste Körper. Der interplanetare Raum ist aber noch, wenn auch in äußerst dünner Verteilung, erfüllt von den Gasen (Plasmen), die hauptsächlich von der Sonne in den Raum emittiert werden. An dieses bei ruhiger Sonne mehr oder weniger gleichförmig den Raum erfüllende Plasma sind schwache Magnetfelder gebunden, wogegen bei aktiver Sonne außerdem durch Eruptionen noch Plasmawolken mit stärkeren Magnetfeldern hinzukommen (ruhiger und böiger solarer Wind). Über die Gesamtheit dieser Phänomene soll im folgenden berichtet werden.

1. Das System der Planetoiden

Das Astronomische Institut der Akademie der Wissenschaften der UdSSR in Leningrad gibt im internationalen Rahmen alljährlich die EPHEMERIDEN DER KLEINEN PLANETEN heraus. In dem Jahrbuch für 1977 werden 1942 bekannte Bahnen ausgewiesen, von denen die kleinsten Körper die absolute Helligkeit $g = +22^{m}2$ haben. Es handelt sich dabei um die Oppositionshelligkeit unter der Annahme $\Delta = 1$ AE. Nach den Formeln für die photometrische Massen- und Durchmesserberechnung[1] ergibt sich für diese Asteroiden eine Masse von $3{,}9 \cdot 10^{9}$ kg bzw. ein Durchmesser von 135 m. Hiermit schließt sich die Lücke zwischen den größeren Asteroiden und den aus ihrem Bereich stammenden Riesenmeteoriten, deren Spuren die irdischen Meteoriteneinschläge sind, wie z. B. das Nördlinger Ries und der Arizonakrater. Ungeachtet dieser Tatsache besteht aber kein Zweifel, daß in dem vom System der Planetoiden eingenommenen Raum noch zahlreiche und viel kleinere Körper vorhanden sind, die allerdings nicht dauernd zu diesem System gehören können; denn bei den Partikeln von der Größenordnung der Wellenlänge der Sonnenstrahlung überwiegt der Strahlungsdruck die Gravitation und befördert diese Teilchen aus dem Planetensystem, wogegen die größeren Partikel durch den Poynting-Robertson-Effekt gezwungen werden, in mehr oder weniger engen Spiralbahnen sich dem Zentralgestirn zu nähern[2].

[1] $\log M(g) = 22{,}91 - 0{,}6 \cdot g$ [kg]
$\log D(g) = 6{,}57 - 0{,}2 \cdot g$ [m]

[2] Für kugelförmige Partikel mit dem Radius R [cm] und der Dichte δ [g/cm³] im Abstand a [AE] von der Sonne beträgt die Zeit zum Einschrumpfen einer kreisförmigen Bahn bis in die Sonne
$\Delta T = 7 \cdot 10^{6} \cdot R \cdot \delta \cdot a^{2}$ [Jahre].

Für die auf diese beiden Arten aus dem Massenbestand des Systems der Planetoiden ausscheidenden Mikrometeorite kann nur durch Zusammenstöße der kleinsten Planetoiden bzw. durch das Bombardement der kleinen Meteorite auf die größeren Körper Nachschub geliefert werden. Aus der Konstanz der Nachfolgeerscheinungen, wie z. B. der Häufigkeit der planetaren Meteore sowie der Form und Helligkeit des Zodiakallichtes ist man zu dem Schluß berechtigt, daß sich zwischen dem Verlust und dem Nachschub heute längst ein Gleichgewichtszustand eingestellt hat. Wenn man die Auswirkung der im System der Planetoiden arbeitenden „Kiesmühle" errechnen will, darf man nicht von den Zusammenstößen der etwa 2000 Körper ausgehen, deren Bahnen bekannt sind, sondern muß vor allem die Einschläge der viel zahlreicheren Meteorite und Mikrometeorite auf die Oberflächen der in die Milliarden gehenden kleinsten Asteroiden berücksichtigen, deren Entweichgeschwindigkeiten im Zentimeter- und Dezimeterbereich je Sekunde liegen, so daß die herausgeschlagenen Partikeln in den interplanetaren Raum hinausfliegen können. Somit bestehen keine Bedenken, daß die Produktion kleinster Partikeln des interplanetaren Staubes aus dem Massenreservoir des Systems der Planetoiden durchaus funktioniert. Dessen ungeachtet, ist noch ein Großteil von Fragen nach der räumlichen Struktur und der Häufigkeitsverteilung der Massen unbeantwortet.

2. Die Systeme der Kometen

Ein Komet ist ein relativ locker aufgebauter und bei Annäherung an den Bereich der erdähnlichen Planeten stark veränderlicher planetarer Weltkörper. Die Aufgliederung des Phänomens Komet in die 4 augenfälligen Bestandteile: Kern, Gashülle oder Koma, Gasschweif und Staubschweif ist durch die neuen Erkenntnisse bestätigt worden. Auch hat sich nichts an der Vorstellung geändert, daß der größte Teil der Kometenkerne (etwa 10^{11}) den Raum bis in die Nähe der Grenzen der solaren Gravisphäre als zirkumsolare Kometenwolke also bis in Entfernungen von 70 000 bis 80 000 AE in überwiegend kreisähnlichen Bahnen mit Umlaufzeiten bis zu $23 \cdot 10^{6}$ Jahren bevölkert. Diese Kometenwolke, deren Gesamtmasse unter Berücksichtigung der zahlreichen Kleinstkometenkerne auf das rund 20fache der Erdmasse geschätzt wird, ist der periphere Restbestand der Urmaterie, aus der sich, von innen her beginnend, das Planetensystem gebildet hat und nach außen im Entwicklungstempo immer langsamer geworden, heute noch in Weiter-

entwicklung begriffen ist. Die Wechselwirkung zwischen den einzelnen kometarischen Körpern bewirkt, daß kontinuierlich ein Bruchteil der Massen herausgestört wird, wobei die überwiegende Zahl in die Innenbezirke des Planetensystems befördert wird. Es ist anzunehmen, daß auch bei den kometarischen Körpern eine Massenhäufigkeitsverteilung existiert, bei der die kleinsten Körper die häufigsten sind. So ist zu erwarten, daß die größten der in diesem Bereich jenseits des Pluto befindlichen Körper weitgehend ungestört, aber auch unbeobachtbar, in ihren Bahnen dahinziehen. Hingegen werden bei den zur Sonne hin abwandernden Massen die kleinsten Körper zahlenmäßig überwiegen. Die wesentlich seteneren Körper mit Massen von 10^8 t bis 10^{14} t liefern aber das Phänomen der Kometen. Von ihnen ist durch die Gravitationswirkung der großen Planeten ein Teil zu Mitgliedern des zentralen, planetarischen Systems mit Umlaufzeiten bis 250 Jahren umgewandelt worden. Man unterteilt dieses System noch in langperiodische und kurzperiodische Kometen, wobei die Grenze bei einer Umlaufzeit von etwa 80 Jahren liegt.

Die gesicherten Bahnen der Mitglieder des zentralen planetarischen Systems verteilen sich auf die den großen Planeten zuzuordnenden Familien in der Weise, daß die Jupiterfamilie 65, die des Saturn 12, des Uranus 7 und des Neptun 10 Mitglieder zählt. Dabei darf als sicher gelten, daß nur die Kometenfamilie des Jupiter etwa vollständig erfaßt ist, weil mit wachsenden großen Halbachsen Mitglieder der Familien der äußersten Planeten ihr Perihel in so großem Abstand durchlaufen, daß die Sonnenstrahlung keine beobachtbare Koma mit Schweif erzeugen kann.

Der Bestand eines Kometen, dessen Perihel innerhalb des Bereiches der erdähnlichen Planeten liegt, ist zeitlich um so enger begrenzt, je näher er der Sonne kommt. Der Massenverlust eines Kometen je Umlauf ist abhängig von seiner Masse m und von der Periheldistanz q[1]. Die heutige Vorstellung vom Abbau eines Kometenkerns geht von dessen Aufbau aus 90 bis 95 Massenprozent Eis von H_2O, CO, NH_3, CH_4 u. a. und aus 5 bis 10 Prozent meteoritischen Staubkörnern mit Durchmessern von < 1 µm bis 1 cm aus. Von einem derartigen Körper werden bei Annäherung an die Sonne die Eismassen in das sie umgebende Vakuum verdampfen, dabei die meteoritischen Partikeln mitreißen und so die den Kern umgebende Gas-Staub-Hülle bilden. Durch den solaren Wind werden die Gase und durch den Strahlungsdruck die Staubteilchen in eine von der Sonne fortweisende Richtung beschleunigt und so der mehr gestreckte Gasschweif und der stärker gekrümmte Staubschweif gebildet. Die auf diese Art in den interplanetaren Raum gelangten Gas- und Staubmassen expandieren und gehen schließlich im interplanetaren Plasma, dem System der Meteoroide und in der Zodiakallichtwolke auf.

Die Gase von Koma und Schweif werden durch die Sonnenstrahlung zum Leuchten angeregt, der Staub dagegen leuchtet durch Streuung des Sonnenlichtes. Wegen der ständigen, aber nicht voraussehbaren Änderung der Dimensionen der lichtemittierenden und -streuenden Koma ist eine Vorausberechnung der Helligkeit des Kometen nur bedingt möglich. In der Formel für die Helligkeit eines Kometen[1] kommt im Glied für die Entfernung zur Sonne r der Buchstabe n vor, in dem sich nicht nur die veränderlichen Größen des Durchmessers, der Albedo und des Phasengesetzes der Koma verbergen, sondern zugleich der physikochemische Ablauf der Entwicklung von Koma und Schweif aus dem sich der Sonne nähernden Kometenkern.

3. Die verschiedenen Gruppen von Meteoroiden

Das Meteorphänomen in der Erdatmosphäre wird durch Körper von verschiedener Herkunft, unterschiedlichem stofflichem Aufbau in einem Massenbereich von 10^{-9} g bis 10^{10} kg und dem Geschwindigkeitsbereich von 10 bis 70 km/s hervorgerufen. Man unterscheidet die planetarischen Meteore, die dem System der Planetoiden entstammen und etwa 50 Prozent ausmachen und die kometarischen Meteore. Diese stammen zu 20 Prozent aus dem zentralen planetarischen Kometensystem und bilden die Meteorströme, weiter zu 30 Prozent aus der zirkumsolaren Kometenwolke; sie bewegen sich in langgestreckten Ellipsen. Die planetarischen Meteoroide bewegen sich vorwiegend auf kreisnahen Bahnen und sind relativ feste Körper. Die größeren von ihnen sind die bis zur Erdoberfläche gelangenden Meteoriten. Die kometarischen Meteoroide sind locker zusammengefügt und haben Dichten zwischen 0,05 g/cm³ und 1,2 g/cm³.

Es gibt eine untere Helligkeitsgrenze für die Meteore. Diese liegt bei etwa 12^m und entspricht Massen von etwa 10 µg und Durchmessern von 200 µm. Bei noch kleineren Körpern von < 10 µm im Durchmesser kommt es nicht mehr zur Verdampfung, weil der größte Teil der Energie vorher abgestrahlt wird.

[1] Massenverlust $\Delta m = 10{,}7\, m^{2/3} \cdot q^{-2}$ [kg/Umlauf] (q in AE)

[1] $m_k = m_0 + 5 \cdot \log \Delta + 2{,}5 \cdot n \cdot \log r \quad (2 < n < 6)$ (Δ = Entfernung Erde – Komet; r, Δ in AE)

Durch die Raumsonden ist eine neue Gruppe vom Submikron-Meteoroiden entdeckt worden, die aus der Fraunhofer-Korona auf hyperbolischen Bahnen das Planetensystem verlassen (β — Meteoroide). Es sind die in Sonnennähe durch Verdampfen so klein werdenden Partikel, daß der Strahlungsdruck ihre Bewegung bestimmt.

4. Die Staubteilchen der Zodiakallichtwolke

Die im Innenbereich des Planetensystems vorhandenen Mikrometeorite und Staubteilchen nehmen den Raum eines zentrisch zur Sonne liegenden Rotationsellipsoids mit den Halbachsen 3,5 und 0,5 AE ein (Abb. 1), wobei die Hauptebene in der Laplaceschen unveränderlichen Ebene des Planetensystems[1] liegt. Die Tatsache, daß die Zodiakallichtwolke das System der Planetoiden gerade umschließt, deutet auf den Ursprung der Hauptmasse der lichtreflektierenden Staubpartikeln hin. Die räumliche Partikeldichte nimmt in der Hauptebene umgekehrt proportional zur Entfernung von der Sonne ab. Hieraus folgt mit der Streufunktion der bekannte Helligkeitsabfall vom Hauptlicht zur Lichtbrücke und die schwache Aufhellung im Gegenort der Sonne.

5. Das interplanetare Gas

Die aus der Sonnenkorona durch Stoßwellen der Chromosphäre beschleunigten Plasma-

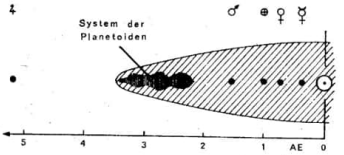


Abb. 1

wolken bilden das im wesentlichen aus Protonen und Elektronen bestehende, durch Magnetfelder verbundene, nach außen expandierende interplanetare Gas. Die heute vorliegenden Beobachtungsunterlagen geben noch kein einheitliches Bild dieser als Sonnenwind bezeichneten Plasmaströmung, die in etwa 90 AE zum Stillstand kommt. Bei aktiver Sonne steigt mit der Dichte und Anzahl der Wolken auch das mitgeführte Magnetfeld um rund den Faktor 10 auf etwa 2 bis $6 \cdot 10^{-4}$ Gauß. Durch die dabei ausgelösten magnetischen Stürme steigt auch die Geschwindigkeit der Plasmawolken um den Faktor 5 auf rund 2000 km/s.

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. JOHANNES HOPPE
69 Jena, Sonnenbergstraße 12, 336–09

HELMUT BERNHARD;
DIETER B. HERRMANN

Der historische Aspekt im Astronomieunterricht

1. Vorbemerkung

In „Astronomie in der Schule" wurde während der letzten Jahre eine Reihe von Aufsätzen zur Geschichte der Astronomie sowohl in Form von Biographien einzelner Astronomen als auch in Form problemgeschichtlicher Darstellungen veröffentlicht. Dabei handelt es sich keineswegs um einen Zufall. Einerseits zeigt bereits ein Blick auf den Lehrplan, daß wissenschaftsgeschichtlichen Problemen bei der Realisierung seiner Zielstellung eine wichtige Rolle zukommt [1; 5]. Andererseits hat sich in der letzten Zeit ein weltweiter Aufschwung wissenschaftsgeschichtlicher Forschungen abzuzeichnen begonnen. Seit 1970 erscheint sogar eine spezielle internationale Fachzeitschrift für Astronomiegeschichte, das „Journal fo the History of Astronomy". Hierin kommt die zunehmende Bedeutung einer Selbstverständigung der Wissenschaften für ihre weitere Entwicklung überzeugend zum Ausdruck. Für unsre Zeitschrift ist es deshalb bedeutsam, 1. die grundlegenden Fakten der Geschichte mit Bezug auf den Lehrplan zu vermitteln und 2. die Fortschritte der Forschung im Sinne der Weiterbildung darzustellen.

2. Zum Gegenstand und zu den Aufgaben der Wissenschaftsgeschichte

Die große Wertschätzung, die schon die Klassiker des Marxismus-Leninismus der Geschichte der Wissenschaften entgegenbrachten, entspringt aus der fundamentalen Auffassung des Marxismus von der Wissenschaft als einem Teil der gesellschaftlichen Arbeit. Für den

[1] LAPLACE hat durch Betrachtungen über die Stabilität des Planetensystems bewiesen, daß sich aus den Bahnelementen der Planeten, trotz der Veränderungen infolge der gegenseitigen Störungen, eine unveränderliche Ebene des Systems berechnen läßt.

Marxismus ist die Wissenschaft kein besonderes, über der Gesellschaft „schwebendes" Phänomen, sondern Bestandteil der Arbeit des Menschen im Prozeß der Auseinandersetzung mit und der allmählich immer besseren Beherrschung der Natur. Wenn sich auch im Laufe einer langen historischen Entwicklung relativ eigengesetzliche Mechanismen der Wissenschaftsentwicklung herausgebildet haben, so ändert sich doch an dieser grundlegenden Tatsache nichts. Eine Wissenschaft von der Geschichte kann deshalb nicht auskommen ohne eine Geschichte der Wissenschaft.

Wie andere Naturwissenschaften, so hat auch die Astronomie in der Vergangenheit Entscheidendes zum Weltbild des Menschen beigetragen. In allen Epochen standen astronomische Forschungen — wenn auch nicht immer in derselben Form — auf dem Kampfplatz der Auseinandersetzung zwischen Materialismus und Idealismus. Der Darstellung historischer Tatsachen kommt daher für die Prägung eines sozialistischen Geschichtsbewußtseins eine bedeutende Rolle zu.

Die marxistische Wissenschaftsgeschichte mißt bekanntlich dem Verhältnis zwischen der Wissenschaftsentwicklung und der allgemeinen ökonomischen und gesellschaftlichen Entwicklung große Bedeutung bei. Ausgangspunkt aller marxistischen Forschungen zu dieser für das Verständnis der wissenschaftlichen Prozesse wesentlichen Frage ist die Erkenntnis von Marx: *„Die Produktionsweise des materiellen Lebens bedingt den sozialen, politischen und geistigen Lebensprozeß überhaupt. Es ist nicht das Bewußtsein der Menschen, das ihr Sein, sondern umgekehrt ihr gesellschaftliches Sein, das ihr Bewußtsein bestimmt"* [2; 8]. Es führt jedoch unvermeidlich zu Fehlern und Irrtümern, wenn man diese Aussage einseitig auslegt. Hierauf hat bereits ENGELS hingewiesen, indem er 1890 schrieb: *„Nach materialistischer Geschichtsauffassung ist das in letzter Instanz bestimmende Moment in der Geschichte die Produktion und die Reproduktion des wirklichen Lebens ... Wenn nun jemand das dahin verdreht, das ökonomische Moment sei das* **einzig** *bestimmende, so verwandelt er jenen Satz in eine nichtssagende, abstrakte Phrase"* [3; 463—465].

3. Zum Inhalt historischer Betrachtungen im Astronomieunterricht

3.1. *Ziele und Aufgaben historischer Erörterungen*

Für den Astronomieunterricht kommt es darauf an, die Beziehungen zwischen der Entwicklung der Astronomie und der Entwicklung der Gesellschaft in ihrer vollen Kompliziertheit darzustellen und insbesondere die starken Wandlungen zu beachten, die sich in den einzelnen Epochen im konkreten Verhältnis zwischen Astronomie und Gesellschaft vollzogen haben. Dies ist gleichzeitig Aufgabenstellung für die astronomiegeschichtliche Forschung, die erst in den Anfängen angepackt wurde.

Auf der anderen Seite sollte man nicht verkennen, *daß in Übereinstimmung mit dem Lehrplan nur wesentliche Abschnitte der historischen Entwicklung dargestellt und interpretiert werden können.* Das trifft vor allem auf folgende Hauptetappen der Geschichte der Astronomie zu:

- Ursprung der Astronomie
- Geozentrisches Weltsystem
- Heliozentrisches Weltsystem
- Weiterentwicklung der heliozentrischen Weltvorstellung
- Entstehung und Entwicklung der Astrophysik
- Entwicklung der Raumfahrt (nur unter dem Aspekt ihrer Bedeutung für die Astronomie) [4; 55].

Den Schülern muß bei der Erörterung der genannten historischen Etappen klar werden, daß die heutigen Erkenntnisse über das Weltall nicht vom „Himmel gefallen" sind, sondern als Ergebnis eines gesellschaftlichen Arbeitsprozesses, der historisch bedingt ist, betrachtet werden müssen. Dieser Prozeß hängt maßgebend von dem Entwicklungsstand der Produktivkräfte und den ideologischen Anschauungen der jeweils herrschenden Klasse ab. In diesem Sinne enthält der historische Unterrichtsstoff bedeutende weltanschaulich-philosophische Potenzen, weil am konkreten geschichtlichen Beispiel die Verbindung zwischen der Entwicklung des naturwissenschaftlichen und philosophischen Denkens verdeutlicht werden kann. So sollte im Unterricht u. a. darauf eingegangen werden, daß wesentliche Ursachen der langen Existenz des geozentrischen Weltbildes seine Verankerung im christlichen Weltbild waren, das zum Überbau der Feudalgesellschaft gehörte. Die copernicanischen Vorstellungen sind als Revolution im naturwissenschaftlichen Denken zu werten, die in letzter Konsequenz zur Emanzipation der Naturwissenschaft von der Theologie führte [5; 313].

Die nach Copernicus gewonnenen astronomischen Erkenntnisse bestätigten nicht nur den Wahrheitsgehalt, sondern sie trugen zugleich zur Weiterentwicklung der heliozentrischen Weltvorstellung bei.

3.2. *Zur Darstellung des Erkenntnisweges*

Wie alle Wissenschaften, so nähert sich auch die Astronomie in einem unendlichen Prozeß der absoluten Wahrheit, d. h. der vollständigen und eindeutigen Widerspiegelung des Erkenntnisgegenstandes im Bewußtsein des Menschen. Auf jeder Entwicklungsstufe besitzt die Astronomie eine bestimmte relative Wahrheit. Diese wird durch die ständige Modifikation der Vorstellungen über den Kosmos im weiteren Forschungsprozeß verändert. Jedoch behalten bestimmte astronomische Erkenntnisse eine historische Invarianz, die keinem inhaltlichen Wandel unterliegt. Auf jeder Entwicklungsstufe gibt es in der astronomischen Forschung gelöste und ungelöste Probleme, die der folgenden Epoche als Erbe vermittelt werden. Dazu gehören auch Widersprüche, die zu lösen sind oder Hypothesen, die auf ihre Bestätigung oder Verneinung warten.

Den Schülern ist im Unterricht am konkreten Beispiel dieser komplizierte Weg der astronomischen Forschung bewußt zu machen. Sie müssen z. B. begreifen, daß die geozentrische Vorstellung im Altertum eine große wissenschaftliche Leistung und ein notwendiger Schritt zum Erkennen der wahren Struktur des Planetensystems war. Widersprüche zwischen der ptolemäischen Lehre und der Beobachtung ergaben sich erst Jahrhunderte später, vor dem Hintergrund des geistigen Klimas der Renaissance, als der höhere Stand der Produktivkräfte exaktere Messungen ermöglichte und erforderte.

Den Schülern sind ferner Probleme und Hypothesen, die in jeder Entwicklungsetappe der Astronomie existieren, als solche bewußt zu machen. ENGELS schrieb, daß die copernicanische Weltvorstellung über dreihundert Jahre eine Hypothese war. Erst durch die Beobachtung der Ungenauigkeiten in der Bahnbewegung des Uranus, damit verbundener Berechnungen zur Bestimmung des Standortes eines noch unbekannten Planeten und durch die Auffindung des Neptun in der Nähe des vorausberechneten Ortes, wurde der Wahrheitsgehalt der copernicanischen Vorstellungen endgültig bewiesen [6; 276]. Den Schülern muß mit Hilfe solcher Beispiele aus Vergangenheit und Gegenwart klar werden, daß die Astronomie eine sich entwickelnde Wissenschaft ist und der wissenschaftliche Fortschritt unaufhaltsam voranschreitet. So kann es auch vorkommen, daß im Astronomieunterricht über das Weltall Gelerntes zu einem späteren Zeitpunkt durch neue Erkenntnisse negiert wird.

3.3. *Würdigung von Persönlichkeiten*

Historische Betrachtungen haben vor allem die Funktion, den Weg der gesellschaftlichen Erkenntnis in der astronomischen Wissenschaft zu zeigen und damit Einblick in die Struktur der Wissenschaft zu geben. Ferner sollen den Schülern auch hervorragende Gelehrte, wie PTOLEMÄUS, COPERNICUS, BRUNO, GALILEI, KEPLER und NEWTON mit dem Ziel vorgestellt werden, positive Emotionen zu wekken. Der Unterricht geht darauf ein, wie die genannten Gelehrten zu ihren wissenschaftlichen Leistungen kamen. Es soll aber auch dargestellt werden, warum diese oder jene Erkenntnis über das Weltall gewonnen wurde. Was spricht für die Notwendigkeit, dieser oder jener Frage nachzugehen, sie zu beantworten?[1] Hier zeigt sich die enge Beziehung zwischen Wissenschaft und Gesellschaft. So erforderte die sich entwickelnde Hochseeschiffahrt zur Zeit des aufsteigenden Bürgertums genauere Himmelsbeobachtungen. Der auftretende Widerspruch zwischen ptolemäischer Lehre und astronomischen Meßergebnissen war für COPERNICUS mitbestimmend, diese Frage zu durchdenken. Ihre Beantwortung führte in letzter Konsequenz zur heliozentrischen Weltvorstellung.

Der Astronomieunterricht soll nicht nur die Bedeutung der wissenschaftlichen Leistungen der Gelehrten würdigen, sondern auch auf ihre Haltung und Verantwortung zu den gesellschaftlichen Ereignissen ihrer Zeit eingehen. Am Wirken von BRUNO, GALILEI u. a. ist zu zeigen, wie diese Gelehrten ihre wissenschaftlichen Erkenntnisse, die im Widerspruch zu den Anschauungen der herrschenden Klasse des Mittelalters standen, trotz grausamer Verfolgung standhaft verteidigten [5; 313].

Literatur:

[1] **Lehrplan für Astronomie Klasse 10.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1969.

[2] MARX, K.: **Zur Kritik der politischen Ökonomie – Vorwort.** MEW, Bd. 13, Dietz Verlag, Berlin 1972.

[3] ENGELS, F.: **ENGELS an JOSEPH BLOCH – 21./22. 9. 1890.** MEW, Bd. 37, Dietz Verlag, Berlin 1972.

[4] Autorenkollektiv: **Methodik Astronomieunterricht.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1977.

[5] ENGELS, F.: **Dialektik der Natur.** MEW, Bd. 20, Dietz Verlag, Berlin 1972.

[6] ENGELS, F.: **LUDWIG FEUERBACH und der Ausgang der klassischen deutschen Philosophie.** MEW, Bd. 21, Dietz Verlag, Berlin 1972.

Anschrift der Verfasser:

StR Dr. HELMUT BERNHARD
86 Bautzen, Postfach 54

Dipl.-Phys. Dr. rer. nat. DIETER B. HERRMANN
1193 Berlin-Treptow, Alt-Treptow 1

[1] s. auch in diesem Heft Seite 91

GUNTHER MARTIN

Aktivierende Schülertätigkeit in meiner Arbeitsgemeinschaft

Seit einigen Jahren leite ich eine Arbeitsgemeinschaft nach Rahmenprogramm (AGR). Im Laufe der Zeit hat sich am besten bewährt, eine AGR im zweijährigen Zyklus mit Schülern der 9. und 10. Klassen durchzuführen. Diese Form ist in der Schulpraxis am effektivsten. Aus vier Oberklassen kommen dadurch die interessiertesten Schüler zu uns, die trotz des vielseitigen Angebots anderer außerunterrichtlicher Freizeitbetätigungen die Gewähr bieten, daß ohne wesentliche Fluktuation kontinuierlich gearbeitet werden kann. Auch die Zeit der Abschlußprüfungen bringt keine nachteiligen Beeinträchtigungen der AG-Tätigkeit. Diese Tatsache ist besonders im Hinblick auf die regelmäßig im April und Mai durchgeführten Schul- und Kreis-MMM wichtig. Den Wünschen und Interessen von Schülern aus den 6. bis 8. Klassen entsprechend, haben wir außerdem eine AG „Junge Sternfreunde" gegründet. Sie besteht gegenwärtig aus 13 Jungen und 3 Mädchen. Hier bilden wir unseren „astronomischen Nachwuchs" heran. Drei ehemalige Mitglieder der AG Astronomie, inzwischen zur EOS bzw. in das Berufsleben gewechselt, leiten gemeinsam diese Zusammenkünfte. Sie können als Jugendliche ihre erworbenen Kenntnisse und Erfahrungen weitergeben und beweisen erfolgreich ihr hohes Maß an Selbständigkeit. Ihr pädagogisches Geschick, das sie dabei entwickelten, war in zwei Fällen mitbestimmend für ihre Entscheidung zum Lehrerberuf.

Arbeitsplan

Der Arbeitsplan unsrer AGR wird in gemeinsamer Beratung bereits jeweils am Ende des alten Schuljahres entworfen. Aus einer „Ideenkonferenz" entsteht eine Grobkonzeption. Dieses Einbeziehen der Jugendlichen bietet viele Möglichkeiten, Anregungen und Vorschläge herauszufordern, aufzugreifen und zu nutzen. Auf der Grundlage des Rahmenprogramms wird damit zu Schuljahresbeginn die gesamte theoretische und praktische Arbeit langfristig geplant. Wir lenken die Aktivitäten, steuern konkrete Ziele an und sind bestrebt, alle Formen und Maßnahmen erziehungswirksam werden zu lassen. Es geht nicht nur um eine Mitwirkung und Mitverantwortung bei der äußeren Organisation, sondern vor allem um echtes inhaltliches Gewicht, um das Nutzen und Fördern persönlicher Interessen und Fähigkeiten der AG-Mitglieder und um eine Wechselwirkung von Persönlichkeits- und Kollektiventwicklung. Dabei streben wir an, die Rahmenpläne so zu erfüllen, daß eine zielgerichtete pädagogische Leitung gewährleistet ist, daß die Tätigkeiten in der AGR auch weitgehend den Vorstellungen der Jugendlichen entsprechen.
Eine AGR darf keine „Interessengemeinschaft" für sich sein; sie darf kein abgesondertes Eigenleben führen. Deshalb werden ihre Arbeitspläne in die Pläne der Schule integriert, ihre Tätigkeiten dem Leben des gesamten Schulkollektivs untergeordnet bzw. ihm nutzbar gemacht.

Bewährungssituationen

Wir schaffen, wie im Rahmenprogramm besonders empfohlen, Bewährungssituationen. Das gelang uns z. B. jedes Jahr nachhaltig bei der Schulmesse, beim Anfertigen von Wandzeitungen und Ausgestalten von Schaukästen im Schulhaus, bei Ausstellungen in der Stadt und im Patenbetrieb, bei Beobachtungsabenden während der Winterferien, bei der Beteiligung an der Ausgestaltung des Fachunterrichtsraumes Geographie/Astronomie, bei der Durchführung von Lichtbild- und Filmvorführungen und eines Wissentotos zum Pioniergeburtstag.
Diese vielseitigen Erfolgserlebnisse bewirken in ihren Beziehungen AG-Tätigkeit — Schule — Leben eine besonders bewußte und aktive Haltung; sie entwickeln kollektive Arbeitsnormen und gegenseitige Hilfe, lassen aber auch die Entwicklung der einzelnen Persönlichkeit nicht außer acht.

Höhepunkte

Wir sollten nicht versäumen, auch in der AG-Tätigkeit selbst Höhepunkte zu schaffen, denen wir bewußt den Charakter der Anerkennung und Auszeichnung geben. Im Laufe der Jahre besuchten wir die Kosmosausstellungen in Karl-Marx-Stadt und Dresden, die „Tage der sowjetischen Wissenschaft und Technik in der DDR" in Berlin, die Sternwarten Radebeul und Lauenstein; wir delegierten zwei Mitglieder nach Rodewisch und zum Treffen junger Astrophotographen nach Jena, sahen den Film „GIORDANO BRUNO" und lernten das Raumflugplanetarium in Cottbus kennen.
Diese gemeinsamen Erlebnisse fördern und entwickeln immer wieder die Einsatzbereitschaft für die AGR, wecken Initiativen und bringen neue Ideen und Impulse für unsre Arbeit.

Selbsttätigkeit

Unter dem Aspekt der Selbsttätigkeit gibt es bei uns verschiedene Funktionen bzw. Verantwortlichkeiten. Die AGR hat eine eigene kleine Bücherei, die von zwei Schülern verwaltet wird. Sie wächst durch Anregungen und Wünsche der Jugendlichen für Neuanschaffungen. Unsre Ton-Bild-Techniker haben begonnen, mit den Tonbandaufnahmen einiger Schulfunksendungen z. B. „Feuer des Lebens – unsere Sonne" und „Von Schwarzen Löchern" eine für die AGR und den Unterricht nutzbare Phonothek anzulegen.

Jedes AG-Mitglied beteiligt sich bei der Erfüllung dieser gemeinsamen Aufgaben entsprechend seinen Fähigkeiten und Fertigkeiten. Die Jugendlichen konnten immer wieder die Erkenntnis gewinnen, daß auch ihre Interessen und Leistungen von gesellschaftlicher Bedeutung sind.

Gesprächsrunden

Fast jede AG-Zusammenkunft, in der Regel montags 18 Uhr, beginnt mit einer anregenden Gesprächsrunde über aktuelle astronomische und astronautische Ereignisse. Stets empfinden die Jugendlichen, wie interessant die Beschäftigung mit solchen Themen ist, und sie werden zum Pressestudium und zum Lesen allgemeinverständlicher Literatur angeregt.

Jedes AG-Mitglied führt – natürlich unterschiedlich in Umfang und Qualität – einen Hefter, in den in knapper Form Notizen, Zeitungsberichte, Astrofotos, Karten, Stempel u. ä. als Ergebnisse unsrer gemeinsamen Arbeit eingetragen werden.

Dokumentationen

Ein besonderer Schwerpunkt unsrer Arbeit sind Dokumentationen zu speziellen Themen. Die Fülle von Fachinformationen, die heute auf uns einstürmt, gilt es sinnvoll zu sichten und einzuordnen, um sie für unsere Zwecke nutzbar zu machen. Die Mitglieder der AGR können dabei aktuelle Themen bearbeiten und sich mit Sachgebieten beschäftigen, die ihren spezifischen und differenzierter werdenden Interessen und Neigungen entsprechen. Sie werten Zeitungen und Zeitschriften aus, arbeiten mit Nachschlagewerken und werden an die Nutzung wissenschaftlicher Literatur herangeführt. So entstehen z. B. Arbeitsmappen zu vorgegebenen Themen:

- Neueste Forschungsergebnisse über die Planeten
- Die Sonne als Energiequelle – technische Anwendung der Sonnenenergie
- Das größte Spiegelteleskop der Welt im Kaukasus
- Wissenschaft und Technik dringen immer weiter in das Weltall vor
- Eine Sonnenfinsternis – von unsrer AGR beobachtet und fotografiert
- Die Schulsternwarte Rodewisch – unser Vorbild
- Erfolge sowjetischer Mondforschung – auf Briefmarken dargestellt
- Der Nutzen der Astronautik für die Volkswirtschaft
- Internationale Zusammenarbeit im Weltraum
- Sozialistische Gemeinschaftsarbeit: Interkosmos
- DDR und UdSSR forschen gemeinsam mit der Multispektralkamera

Besonders bei den zuletzt genannten Themen können wir aktuell und überzeugend beweisen, wie sich die Feststellung im Rechenschaftsbericht an den IX. Parteitag der SED bestätigt, daß „das Ausmaß der wissenschaftlich-technischen Kooperation gewachsen und eine neue Qualität der wissenschaftlichen Forschungsarbeit erreicht worden ist".

Jedes AG-Mitglied kennt unsere jeweiligen Arbeitsthemen, sucht und sammelt mit und überläßt sein Material dem Bearbeiter zur evtl. Verwendung. Alle wetteifern um Vorschläge für neue interessante und aktuelle Themen.

Auch wenn Eltern ihren Kindern bei der Ausarbeitung mitunter helfen, kann eine solche Hilfe nur postiv bewertet werden; denn das persönlichkeitsformende Element, eine thematische Arbeit sauber und fachlich exakt geleistet zu haben, ist für die Ausbildung wertvoller Charaktereigenschaften von großer Bedeutung. Diese Tätigkeiten aktivieren, stimulieren und spornen auch manchen leistungsschwächeren Schüler an. Gerade bei solchen Schülern ist es wichtig, ihre Selbständigkeit und ihr Selbstvertrauen zu fördern, sie zu befähigen, Verantwortung zu tragen und ihr Wissen und Können zu festigen. Immer wieder kann man feststellen, daß sich Jugendliche in der AGR von einer ganz andern Seite als im Unterricht zeigen, daß sie gern besonders schwierige Arbeitsaufgaben lösen möchten und stolz sind, wenn ein Erfolg erreicht worden ist. Die darin liegenden erzieherischen Potenzen lassen sich günstig für eine Stimulierung im Unterricht nutzen. Mitglieder einer AGR sind nicht immer die besten und disziplinertesten Schüler; Erfolge in der AGR wirken sich jedoch oft positiv auf das Lernverhalten insgesamt aus und führen zu besseren Leistungen im Unterricht. Die Schüler erhalten Gelegenheit, ihr in der AGR erworbenes Wissen und Können im Klassenkollektiv anzuwenden und zu beweisen, den Unterricht damit zu bereichern. Beispielsweise arbeiten sie – oft auf der Grundlage ihrer Dokumentationen – als Schüler der 10. Klassen *Kurzvorträge* für den Astronomieunterricht aus. Meist werden diese Referate zuerst den fachkundigen Zuhörern in der AGR vorgetragen, bevor sie – mitunter nach kritischen Hinweisen überarbeitet – im Fachunterricht dargeboten werden. Neben dem Erfolgserlebnis für den Schüler sind die dabei erreichten fast ausschließlich sehr guten bis guten

Zensuren durchaus zu rechtfertigen. Sie sind ein verdienter Lohn für die gezeigte Einsatzbereitschaft im außerunterrichtlichen Bereich.

Theoretisch-praktische Arbeiten

Erfahrungsgemäß arbeiten die meisten Schüler in der AGR am liebsten praktisch. Die Erkenntnis zu vermitteln, daß eine manuelle Tätigkeit stets eine intensive geistige Arbeit voraussetzt bzw. einschließt, erscheint mir erzieherisch besonders wichtig. Der Jugendliche muß spüren, wenn er am Abend nach Hause kommt: Meine Teilnahme an der AGR hat sich gelohnt, es war interessant; ich habe etwas Neues dazugelernt. Ohne theoretische Grundkenntnisse und Vorüberlegungen kann man kaum zum Erfolg kommen, so lautet dann die Erkenntnis.
Mitunter ist es daher durchaus von Nutzen, wenn man die Jugendlichen einmal einen Auftrag ohne entsprechende Vorarbeiten beginnen läßt, wobei das Ergebnis zunächst nicht recht zufriedenstellt. Sie sollen aus Fehlern lernen und Schwierigkeiten zu überwinden versuchen. Unsere Einflußnahme bewirkt dann leicht, die Theorie als notwendig und nützlich anzuerkennen. Wir erreichen echte *Theorie-Praxis-Beziehungen*, indem wir Kenntnisse vermitteln bzw. vertiefen und nach dem „Befragen der Theorie" praxisverbundene Aufgaben lösen.
Besonders wertvoll wirkte sich wiederholt der Einsatz der AG-Mitglieder bei den obligatorischen *Schülerbeobachtungen* der 10. Klasse aus. Mit zwei Schulfernrohren, einem selbstgebauten Spiegelteleskop und einem Feldstecher konnte z. B. in vier Stationen gearbeitet werden. Die Jugendlichen, auch bereits die der 9. und 8. Klassen, rechtfertigten dabei voll das in sie gesetzte Vertrauen. Sie fungierten als Gerätewart und durften, nachdem sie in der AGR eine kleine Prüfung abgelegt und eine Berechtigungskarte erhalten hatten, die Beobachtungsgeräte selbst aufstellen und bedienen. Die AG-Mitglieder waren theoretisch und praktisch auf ihre Aufgaben vorbereitet und zu zweit oder dritt z. B. auf die Beobachtungsaufgaben im Astronomie-Lehrbuch A 5 (Mondoberfläche), A 7 (Planeten: Venus, Saturn), A 9 (Doppelsternsystem) und A 10 (Offener Sternhaufen) spezialisiert. Ein besonderes Erfolgserlebnis war bei der nächsten AG-Zusammenkunft das gemeinsame Auswerten der Protokolle der 10. Klassen.
Vor Abschluß eines jeden Schuljahres gibt es eine gemeinsame Beratung und Festlegung über die Einschätzung, die den Klassenleitern für die Zeugnisse übergeben werden. Von Anerkennung und Lob ausgehend, werden dabei der Wert der Mitarbeit in der AGR und die gezeigte Einsatzbereitschaft sachlich und kritisch gewürdigt.
Daß die AGR schon einige Jahre kontinuierlich und erfolgreich arbeitet, zeigt sich besonders auch in der Tatsache, daß die Jugendlichen seit sieben Jahren regelmäßig mit Exponaten zur Kreis-MMM delegiert werden:

- Selbstbau eines Linsenfernrohres
- Selbstbau eines Vergleichsmodells: Planetengrößen und -entfernungen
- Selbstbau eines Spiegelteleskops
- Selbstbau einer automatischen Nachführung zum Schulfernrohr
- Selbstbau eines Leuchtmodells: 9 Sternbilder
- Astrophotos: Mond, Sternbilder, Sternspuraufnahmen
- Astrophotos: Sonnenfinsternis am 11. November 1975
- Astrophotos: Sonnenfinsternis am 29. April 1976
- Selbstbau einer Sonnenuhr für den Pausenhof der Schule

(Die Sonnenuhr wurde nach entsprechenden Vorarbeiten am 1. Mai 1977 aufgestellt. Der Rat der Stadt erkannte diese Leistung mit einer Prämie in Höhe von 500,- Mark an).

Anschrift des Verfassers:
OL GUNTHER MARTIN
8312 Heidenau, Lessingstraße 1

ULF MICHEL

Zur Arbeit mit den Unterrichtshilfen und den Karteikarten

Ein wesentliches Hilfsmittel bei der Planung und Vorbereitung des Unterrichts stellen die Unterrichtshilfen [1] dar und die Karteikarten, die regelmäßig in der Zeitschrift „Astronomie in der Schule" [2] veröffentlicht werden. Einem Absolventen werden hier wesentliche Hinweise zur Vorbereitung des Unterrichts erteilt. Aber nicht nur für Anfänger, sondern auch schon für längere Zeit in diesem Fach unterrichtende Lehrer geben die genannten Hilfsmittel sicherlich wertvolle Anregungen.

Arbeit mit den Unterrichtshilfen

Grundlegende Gedanken zur Verwendung der Unterrichtshilfen werden bereits im Einleitungskapitel des Buches dargestellt [1; 7–10]. Diese Ausführungen sollte man gründlich studieren, da hier die Hauptgedanken des Anliegens und die Einordnung des Faches Astronomie in den gesamten Unterrichtsprozeß erörtert werden. Man findet eine eingehende Interpretation des Lehrplans, dessen Inhalt für

Wahl und Anlage aller Unterrichtsaktivitäten verbindlich ist.

Nach den allgemeinen Vorbetrachtungen folgen Stundenentwürfe für die einzelnen Unterrichtseinheiten. Im Hinblick auf das zu vermittelnde Wissen und Können sowie der Überzeugungsbildung orientieren sie sich genau an dem Lehrplan. Trotzdem sind diese Stundenentwürfe in jedem Falle bis ins kleinste Detail konstruierte Vorgaben, die deshalb sicherlich nur in den seltensten Fällen direkt für den Unterricht verwendet werden können. Die Unterrichtshilfen verfolgen nicht das Ziel, dem Lehrer die Arbeit abzunehmen, sondern sie wollen seine verantwortungsvolle Tätigkeit erleichtern. In jedem Fall ist eine Bearbeitung der Stundenentwürfe unter Beachtung der Bedingungen in der jeweiligen Klasse, der materiellen Voraussetzungen (vorhandene Unterrichtsmittel) und der Frage „Aufwand für Lehrer und Schüler" notwendig [3].

Besonders den Absolventen bereitet es oft Schwierigkeiten, die Vorgaben in den Unterrichtshilfen wirklich nur als Hilfen zu verwenden. Oft gelangt man beim Durchdenken des vorgeschlagenen didaktisch-methodischen Weges zu dem Schluß, das es keine bessere Variante gibt. Dazu sollte jedoch die Verwendung der Unterrichtshilfen keinesfalls führen. Leider gibt es kein Rezept, daß diese Gefahr vollständig ausschließt. Aus eigener Erfahrung rät der Verfasser, daß es gut ist, wenn man sich nach gründlicher Analyse des Lehrplans unter Beachtung der entsprechenden Klassensituation erst einmal eine Konzeption der Unterrichtsstunde ohne die Vorgaben aus der Unterrichtshilfe erarbeitet. Erst dann sollte man den entsprechenden Stundenentwurf zur Hand nehmen und versuchen, gute Gedanken in der eigenen Konzeption mit zu verarbeiten.

Arbeit mit den Karteikarten

Gegenüber den Unterrichtshilfen haben die Karteikarten eine Reihe von Vorteilen. Sie sind handlich, der dargestellte Stundenverlauf ist übersichtlich und konzentriert sich auf das Wesentliche. Die stichwortartigen Ausführungen zwingen den Lehrer, eigene Erfahrungen und Ideen in die Stundenvorbereitung maximal einfließen zu lassen. Die angegebenen methodischen Hinweise beschränken sich auf ein Minimum. Zeitsparend für die Unterrichtsvorbereitung des Lehrers ist die Spalte „Unterrichtsmittel". Durch die Zuordnung einzelner Diapositive, Filme und Anschauungstafeln sowie anderer Lehrmittel wird die richtige Auswahl und der zielgerichtete Einsatz vorhandener Unterrichtsmittel garantiert. Diese letzte Spalte läßt sich durch das Eintragen von selbstgebauten Unterrichtsmitteln ergänzen. Die Karteikarten enthalten auch gute Empfehlungen zur Erteilung von Hausaufgaben. Diese Aufgaben haben nicht nur Wiederholungen zum Inhalt, sondern enthalten auch gezielte und interessante Aufträge zur Vorbereitung auf den nächsten Stoff, was aufgrund der Stoff-Zeit-Relation im Fach Astronomie unbedingt beachtet werden sollte. Auch die Karteikarten ersetzen nicht die Stundenvorbereitung. Sie sind aber für den Lehrer eine wesentliche Hilfe bei der rationellen Vorbereitung des Unterrichts.

Gestaltung von Tafelbildern

Jede Stundenvorbereitung in den Unterrichtshilfen und auf den Karteikarten enthält einen Vorschlag zur Gestaltung des Tafelbildes. Viele der angeführten Tafelbilder – besonders in den Unterrichtshilfen – sind zu umfangreich und unübersichtlich. Aufgrund des Zeitfonds sollte das Tafelbild wirklich nur wesentliche Gedanken und Zusammenhänge übersichtlich darstellen. Zusammenfassungen und Zahlenwerte, die der Schüler im Lehrbuch oder im Tafelwerk findet, sollten auf dem Tafelbild nicht erscheinen. Besonders gut durchdachte Tafelbilder braucht man in den Systematisierungsstunden. Es wäre eine große Erleichterung für die Unterrichtsvorbereitung, wenn erfahrene Astronomielehrer in einer Anleitung zum Thema „Tafelbilder im Astronomieunterricht" schreiben würden.

Literatur:

[1] Autorenkollektiv: **Unterrichtshilfen – Astronomie** Klasse 10. VWV, Berlin 1971.

[2] **Karteikarte.** In: Astronomie in der Schule ab 12 (1975).

[3] **Führungsschwerpunkte für den Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule 12 (1975) 4.

Anschrift des Verfassers:

ULF MICHEL
8901 Schönau-Herzdorf
POS „Karl Pflugbeil"

UNSER FORUM

Aktivierung der Schüler im Astronomieunterricht

Die Vermittlung und Aneignung eines soliden, sicheren und dauerhaften Wissens und Könnens hängt wesentlich von der Aktivierung aller Schüler ab. Dabei geht es darum, das Lernen *als aktive und schöpferische Tätigkeit* der Schüler zu organisieren. „Astronomie in der Schule" will in den kommenden Heften unter der Rubrik „UNSER FORUM" einen Erfah-

rungsaustausch darüber führen, wie im Astronomieunterricht durch zielstrebige Führung des Lehrers die geistige Schülertätigkeit aktiviert wird.

Schon beim Durchdenken der Zielstellung einer Unterrichtseinheit unter dem Blickwinkel auf das Ziel des gesamten Astronomielehrgangs und die Aufgaben benachbarter Fächer gilt es zu überlegen, welche Schülertätigkeiten zur Erreichung der Ziele erforderlich sind. Ausgehend von der Reaktivierung des Ausgangsniveaus muß der Lehrer bedenken, welche geistigen Prozesse beim Schüler ablaufen, damit er von der Erscheinung zum Wesen vordringt; damit sich bei ihm konkrete Vorstellungen über notwendige Begriffe und Theorien herausbilden. Um diese Prozesse zu steuern, hat der Lehrer vorher jene Unterrichtsmittel festzulegen, mit denen die Schüler arbeiten und den didaktisch-methodischen Einsatz dieser Hilfsmittel im Erkenntnisprozeß genau zu bestimmen. Ferner muß er jene geistigen Tätigkeiten wie Analyse und Synthese, Vergleiche oder Verallgemeinerungen planen, auf deren Grundlage die Schüler zu einer bestimmten Erkenntnis gelangen.

Wir bitten unsre Leser zu schreiben, wie sie im Unterricht die angeführten Prozesse bewältigen und welche Probleme dabei auftreten. In der Diskussion geht es vor allem um die Beantwortung folgender Frage: Welche Formen des methodischen Vorgehens im Astronomieunterricht tragen zur Entfaltung der geistigen Aktivität der Schüler bei?

Wir fordern unsre Leser auf, an konkreten Unterrichtsbeispielen über Erfahrungen und Erkenntnisse aus der Praxis zu berichten. Damit möglichst viele Leser zu Wort kommen, sollen die Einsendungen höchstens einen Umfang von zwei Schreibmaschinenseiten haben. Die besten Beiträge werden mit Buchprämien ausgezeichnet.

Die Redaktion

AUS WISSENSCHAFT UND UNTERRICHT

● Existenz von Staub in großem Abstand von der Milchstraßenebene

Sowohl das interstellare Gas als auch der Staub sind vornehmlich in einer dünnen Schicht um die galaktische Ebene angeordnet. Bereits seit 1½ Jahren kennt man durch 21-cm-Messungen Gaswolken in beachtlichen Abständen von der Milchstraßenebene, die meist relativ große negative Radialgeschwindigkeiten aufweisen, also auf die Symmetriebene unseres Sternsystems zustürzen. Staubförmige interstellare Materie war dagegen bis jetzt in großen Entfernungen von der Milchstraßenebene nicht nachgewiesen worden. In der Vergangenheit hatten aber verschiedene Autoren wiederholt darauf hingewiesen, daß sich Staub in großen Höhen über der galaktischen Ebene durch die Reflexion des summierten Sternlichts aus der galaktischen Scheibe bemerkbar machen müßte. Im Gegensatz zu den normalen Reflexionsnebeln, bei denen für die Helligkeit des Staubes jeweils ein Stern oder mehrere benachbarte Sterne verantwortlich sind, sollen im betrachteten Fall viele Sterne – meist sogar weit entfernte – zum reflektierten Licht beitragen. Der bekannte amerikanische Astrophysiker A. SANDAGE hat neuerdings auf sehr langbelichteten Aufnahmen – z. B. der Umgebung der Galaxien M 81 und M 82 – eine Fülle von schwach leuchtenden Reflexionsnebeln festgestellt, die in ihren hellsten Partien Flächenhelligkeiten von etwa 25 mag/Quadratbogensekunde zeigen und mit den gesuchten Nebeln zu identifizieren sind. Wie SANDAGE zeigte, wirkt für Objekte, die nicht zu weit von der Milchstraßenebene entfernt sind – d. h. die Höhe über der Ebene ist klein gegenüber dem Durchmesser des Systems –, die Gesamtheit der Galaxis wie ein Stern mit einer absoluten Helligkeit von rund -7^m. Eine mögliche Erklärung für die Existenz des interstellaren Staubes in großen Abständen von der Milchstraßenebene könnte darin zu suchen sein, daß der Staub durch den Strahlungsdruck der galaktischen Scheibe in diese Höhen getrieben wurde (Astron. Nachr. 293 11, 1971).

● Nachweis von intergalaktischem Gas

Die durch die verschiedenen Röntgensatelliten gewonnenen Ergebnisse haben eine Reihe unsrer Vorstellungen geändert. So gelang durch die Identifizierung von 20 Galaxienhaufen mit intensiven Röntgenquellen der Nachweis von intergalaktischem Gas in den Haufen mit Dichten von etwa 10^{-4} bis 10^{-3} Teilchen/cm³. Nach dem intergalaktischen Gas hatte man mit anderen Methoden lange Zeit vergeblich gesucht. Aus dem Verlauf des Röntgenspektrums zog man die Schlußfolgerung, daß die Strahlung thermischer Natur ist – wenn es auch andere Deutungsmöglichkeiten gab – und das Gas kinetische Temperaturen zwischen 10^7 und 10^8 K besitzt. Kürzlich beobachtete eine britische Gruppe (MITCHELL u. a., Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 176 29p 1975) mit Hilfe des Satelliten ARIEL 5 im Spektrum des Galaxienhaufens im Sternbild Perseus bei einer Wellenlänge, die einer Energie von etwa 7 keV entspricht, eine deutliche Intensitätserhöhung gegenüber der theoretischen Kurve mit einer Temperatur von $66 \cdot 10^6$ K, die den beobachteten Gesamtverlauf des Spektrum gut darstellt. Dieser Intensitätsüberschuß wird als Überlappung mehrerer Eisenlinien des Fe XXV und des Fe XXVI gedeutet. Wenn diese Interpretation richtig ist, erfährt die Hypothese von der thermischen Natur der Röntgenstrahlung aus den Galaxienhaufen eine wesentliche Stützung. Ferner ergibt sich die außerordentlich bedeutsame Feststellung, daß es sich bei dem intergalaktischen Gas nicht ausschließlich um ursprüngliches Gas handeln kann, das in den Haufen hineinfällt. Nach unseren gegenwärtigen Vorstellungen bestand das ursprüngliche Gas, aus dem sich vor rund 10 Milliarden Jahren die Sternsysteme bildeten, lediglich aus Wasserstoff und Helium. Nach diesem Beobachtungsbefund muß aber wenigstens ein Teil der Gasmasse im intergalaktischen Raum zwischen den Galaxien eines Haufens bereits einmal „durchkocht" worden sein.

K.-H. SCHMIDT

● COPERNICUS ohne Mythen

Forschungen über NICOLAUS COPERNICUS sind ebensowenig nur für den Astronomielehrer interessant, wie die Leistung des COPERNICUS selbst nur astronomische Bedeutung besitzt. Im spürbarem Kontrast zu der großen historischen und aktuellen Bedeutung der copernicanischen Revolution haben wir es bei COPERNICUS leider mit einer sehr spär-

lichen Quellenlage zu tun. Entsprechend dürftig sind die Auskünfte über die Motive des Werkes sowie seine Rezeption durch die Zeitgenossen.
Vor einer Reihe von Jahren entwickelte der amerikanische Astronomiehistoriker O. GINGERICH die Idee, Aussagen über die Astronomie der Renaissance sowie die Rezeption des Werkes von COPERNICUS aus den handschriftlichen Anmerkungen abzuleiten, die sich noch in den vorhandenen Büchern des Buchwerkes nachweisen lassen. Da die Exemplare der ersten und zweiten Auflage (Nürnberg 1543 und Basel 1566) heute weit verstreut sind, begann O. GINGERICH damit, in aller Welt nach den noch vorhandenen Exemplaren zu fahnden, die Bibliotheken selbst aufzusuchen und die Anmerkungen in den Büchern auszuwerten. Über 100 Exemplare der Erstausgabe von „De revolutionibus" hat er inzwischen durchforscht, und wir können ohne Übertreibung sagen, daß es niemand in der Welt gibt, der so viele Kopien dieses Buches sozusagen von Angesicht zu Angesicht kennt wie er.
Die Resultate, die GINGERICH bei den Forschungen erzielte, haben für die COPERNICUS-Forschung große Überraschungen gebracht, ebenso auch die Nachrechnungen von Standardtafelwerken aus der Zeit vor und nach COPERNICUS, die O. GINGERICH mit Hilfe von Computern vornehmen ließ. Die Arbeiten von Prof. GINGERICH erregten auf vielen internationalen Kongressen große Aufmerksamkeit. Vor allem wurde einer Reihe Mythen über die Motive der Arbeit von COPERNICUS, die sich durch die astronomiehistorische Literatur wie eine ewige Krankheit durchschleppten, der Todesstoß versetzt. Dadurch sind gleichzeitig neue Einsichten in das Wesen wissenschaftlicher Revolutionen möglich geworden. Eine dieser Legenden erzählt, daß die Krise, die in der Diskrepanz zwischen den Beobachtungsdaten und der Ptolemäischen Theorie zum Ausdruck kam, durch das Werk des COPERNICUS beseitigt wurde. Es konnte aber gezeigt werden, daß beispielsweise die Ephemeriden von STOEFFLER und REGIOMONTANUS für die Länge des Mars um 5° fehlerhaft waren, während die Ephemeriden, die auf der Grundlage des copernicanischen Werkes berechnet wurden, keinen geringeren Fehler aufwiesen. Die tychonischen Vorherbestimmungen auf der Basis der Alfonsinischen Tafeln waren besser als die aus den Prutenischen Tafeln von REINHOLD nach COPERNICUS. Die „Krise" in der sich die Astronomie nach COPERNICUS befand, war demzufolge dieselbe wie vorher.
Ein anderer Mythos besagt, daß die Herstellung besserer Übereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung vor COPERNICUS nur um den Preis einer unvertretbaren Komplizierung des Systems möglich gewesen sei. Diese Legende wurde noch unterstrichen durch die angebliche Äußerung von ALFONS X., die dieser getan haben soll, als er das Resultat der von ihm veranlaßten Verbesserungen sah. ALFONS soll gesagt haben: „Wenn mich Gott bei der Erschaffung der Welt zu Rate gezogen hätte, ich hätte ihm größere Einfachheit empfohlen".
O. GINGERICH konnte jedoch mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung nachweisen, daß die Alfonsinischen Tafeln auf einer klassischen und einfachen Form der Ptolemäischen Theorie beruhen mit nur 2 oder 3 kleinen Veränderungen von Parametern der gesamten Serie.
Alles in allem ergab sich aus der Analyse dieser verschiedenen Widersprüche die Frage, warum eigentlich die heliozentrische Kosmologie nicht früher entwickelt wurde. GINGERICH gibt darauf die Antwort, daß die Ursachen der copernicanischen Revolution außerhalb der Astronomie selbst zu suchen seien. Diese Ergebnisse erinnern uns an die Feststellung von FRIEDRICH ENGELS, daß die Naturforschung der Renaissance sich „mitten in der allgemeinen Revolution bewegte" und selbst „durch und durch revolutionär" gewesen ist.
Prof. GINGERICH sprach im April 1977 im Rahmen eines wissenschaftshistorischen Kolloquiums in der Archenhold-Sternwarte Berlin.

DIETER B. HERRMANN

● **Erfahrungsaustausch von Planetariumsleitern**

Im Astronomischen Zentrum Burg fand ein vom Bezirkskabinett für Weiterbildung Magdeburg organisierter Erfahrungsaustausch statt, zu dem die Leiter und Mitarbeiter der Kleinplanetarien aus den Bezirken Magdeburg, Halle und Potsdam sowie aus der Hauptstadt Berlin eingeladen wären. Im Mittelpunkt der mehrstündigen Diskussion standen Fragen der effektiven und erzieherisch richtigen Gestaltung von Planetariumsveranstaltungen, vor allem im Bereich der Volksbildung. Dabei wurden inhaltliche Fragen wie technisch-organisatorische Fragen gleichermaßen berührt. Man war sich abschließend über den Nutzen und den Erfolg dieser Veranstaltung einig und zog eine weitere Zusammenkunft im Herbst d. J. im Astronomischen Zentrum Potsdam in Erwägung.

KLAUS ULLERICH

● **25 Jahre Pionier- und Jugendsternwarte Gera**

Die Sternwarte im Haus der Jungen Pioniere „WALTER ERDMANN" zu Gera feierte im April 1977 ihren 25. Geburtstag. Sie wird ehrenamtlich geleitet. Mit großem Elan arbeiten drei Arbeitsgemeinschaften an einem 130-mm-AS-Refraktor, an einem 300-mm-NEWTON-Reflektor und an 3 Schulfernrohren. 2655 Veranstaltungen für Pionier- und FDJ-Gruppen, für Teilnehmer von Jugendstunden, für Brigaden aus der Industrie und Landwirtschaft, für Kulturbund und TRANSI und nicht zuletzt für die Aus- und Weiterbildung der Astronomielehrer fanden bisher statt. Weiterhin führen einige Klassen im Rahmen des Astronomieunterrichts ihre Beobachtungen durch. Die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaften widmen darüber hinaus bedeutenden Himmelserscheinungen ihre besondere Aufmerksamkeit, u. a. den Sonnen- und Mondfinsternissen, Sternbedeckungen durch den Erdmond, den Kometen, Meteoriten und Planetoiden.

GÜNTER BAUM

● **Ankündigung von Fachliteratur in der UdSSR**

S. B. PIKEL'NER (Redaktion): **Entstehung und Entwicklung der Galaxien und Sterne.** „Nauka", II. Quartal 1977.
Erste in der Literatur folgerichtige Darlegung der modernen Vorstellungen über die Bildung und Evolution der Galaxis und anderer Sternsysteme sowie der einzelnen Sterne, beginnend mit dem überdichten Zustand des heißen Weltalls und endend mit den letzten Stadien der Evolution der Neutronensterne und Schwarzen Löcher. Besondere Aufmerksamkeit ist auf die Beschreibung der physikalischen Ideen und der Hauptresultate der Theorie der Bildung und Evolution der Galaxien und Sterne gelegt.
Für Studenten und Leser bestimmt, die eine physikalisch-mathematische Oberschulbildung haben und sich für Erfolge der modernen Naturwissenschaft interessieren.

A. TURSUNOV: **Philosophie und moderne Kosmologie.** Politizdat. III. Quartal 1977.
Die Frage nach der Struktur und Evolution des Weltalls ist eine zutiefst weltanschauliche Frage, die die Menschen schon seit vielen Jahrhunderten bewegt. Es wird die Beziehung der Kosmologie zur Philosophie sowohl für die Vergangenheit als auch für die Gegenwart erörtert, ihr Platz im System der Wissenschaften behandelt und die Diskussion zu philosophischen Problemen der Kosmologie in der internationalen Literatur bilanziert.
Für einen breiten Leserkreis gedacht.

I. S. SKLOVSKIJ: **Die Sterne – ihre Geburt, ihr Leben und ihr Tod.** „Nauka", III. Quartal 1977.
Das Buch widmet sich der Physik der Sterne. Die letzte Etappe der Sternentwicklung ruft besonders großes Interesse hervor, weil sie direkte Beziehungen zu Forschungsobjekten der modernen Astronomie wie den Pulsaren, Röntgensternen und Schwarzen Löchern hat. Die Probleme, die sich mit diesen Objekten verbinden, sind zur Zeit von einer Lösung noch weit entfernt. Daher ist der Autor bestrebt, den faktischen Zustand der Fragen darzustellen, indem er nur eine Vorstellung von den existierenden Theorien und Hypothesen gibt. Es wird ebenfalls das Problem der Sternbildung betrachtet.
Für einen breiten Leserkreis gedacht.

FRITZ GEHLHAR

ZEITSCHRIFTENSCHAU

● **DIE STERNE**

H.-J. TREDER: **Gauß und die sideralen Dreiecke.** 53 (1977) 1, 1–8. – H.-J. TREDER: **Gauß und die Gravitationstheorie.** 53 (1977) 1, 9–14. – K. LIEBSCHER/D.-E. LIEBSCHER: **Zu der von Gauß gegebenen Begründung der Methode der kleinsten Quadrate.** 53 (1977) 1, 15–21. – H.-J. FELBER: **Die beiden Ausnahmebestimmungen in der von C. F. Gauß aufgestellten Osterformel.** 53 (1977) 1, 22–34. – G. RUBEN: **Fünfzig Jahre Sternwarte Sonneberg.** 53 (1977) 1, 36–43. – E. BARTL/S. MARX: **Die Nova Cygni 1975.** 53 (1977) 1, 44–49.

● **ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT**

H.-J. TREDER: **Isaac Newton.** 1977, 2, 33–37. Zur 250. Wiederkehr seines Todestages. – S. MARX: **Teilung des Kometen West.** 1977, 2, 37–38. – J. MOSCH: **Grundlagen für die Auswertung von Kometenbeobachtungen.** 1977, 2, 39–48. – D. BÖHME: **Ephemeriden der streifenden Sternbedeckungen 1977.** 1977, 2, 52–55. – M. NEUBERT: **Der Bau von Frequenzwandlern.** 1977, 2, 55–59. Anleitung zum Bau von zwei Typen von Frequenzwandlern, mit denen – z. B. für Synchronmotoren – genau definierte Frequenzen mit hoher Konstanz einstellbar sind.

● **WISSENSCHAFT UND FORTSCHRITT**

D. B. HERRMANN: **„Nicht das Wissen, sondern das Lernen . . .“** 27 (1977) 4, 148–151. Carl Friedrich Gauß – Leben und Wirken. – H. PIEPER: **Carl Friedrich Gauß – Princeps mathematicorum.** 27 (1977) 4, 152–156. – E. H. S. BURHOP: **Die Struktur der Materie.** 27 (1977) 4, 157–161. In einer kritischen Übersicht über die Entwicklung und den Stand unserer Erkenntnisse über die Struktur der Materie geht der Autor insbesondere auf Probleme ein, vor denen die Forscher in aller Welt z. Z. beim Untersuchen der Elementarteilchen und ihrer Wechselwirkungen stehen. Ausführlich wird dabei das Quark-Modell erläutert und auf die erst vor kurzem entdeckte Eigenschaft „Charm“ eingegangen. – H. KAUTZLEBEN: **Erkundung der Erde aus dem Weltraum.** 27 (1977) 5, 203–206. Möglichkeiten und Vorzüge des Einsatzes von Raumflugkörpern für die Geowissenschaften und viele Volkswirtschaftszweige. – D. WROBEL/H. RUDOLPH: **Astrophysik am Aragac (I).** 27 (1977) 5, 216–221. Reportage über die Arbeit des Astrophysikalischen Observatoriums Bjurakan. – A. A. LEONOW/V. I. LEBEDEW: **Psychologische Probleme des interplanetaren Fluges.** 27 (1977) 5, 222–227.

● **SPEKTRUM**

H. REICHARDT: **Theorie und Praxis im Wirken von Gauß.** 8 (1977) 4, 5–8. – H. KAUTZLEBEN: **Ein erfindungsreicher mathematischer Geodät.** 8 (1977) 4, 14–16. Über Gauß' Wirken.

● **URANIA**

R. KNUTH: **Kooperation in der Kosmosforschung.** 53 (1977) 1, 12–15. – H. WIRTH: **Auswertung von Multispektralaufnahmen.** 53 (1977) 1, 15–17.

● **NTM. Schriftenreihe für Geschichte der Naturwissenschaften, Technik und Medizin**

D. B. HERMANN: **Karl Friedrich Zöllner und sein Beitrag zur Rezeption der naturwissenschaftlichen Schriften Immanuel Kants.** 13 (1976) 2, 50–53. – D. EHLERS: **Das Problem und das Gesetz der Reihenfolge in der Entwicklung der Astronomie bis Copernicus.** 13 (1976) 2, 54–61.

● **JENAER RUNDSCHAU**

CH. HOFFMANN/J. WITTIG: **Joseph von Fraunhofer und seine Bedeutung für den optischen Präzisionsgerätebau.** 22 (1977) 1, 9–11. – F. BÖRNGEN: **Zur Häufigkeit von Markarian-Galaxien auf Tautenburger Objektivprismenaufnahmen.** 22 (1977) 2, 84–86.

● **TECHNIKUS**

K.-H. NEUMANN: **30. Astronautikrückschau.** 1977, 2, 40–42. Zeitraum vom 6. 8. bis 10. 10. 1976. – H. PETHE: **Heiße Liebe.** 1977, 3, 3–5. Über solar-terrestrische Beziehungen.

● **JUGEND UND TECHNIK**

Interview mit Professor Stiller. 25 (1977) 4, 276–280. Der Leiter des Forschungsbereiches Geo- und Kosmoswissenschaften der AdW der DDR antwortet auf Fragen nach der wissenschaftlichen und ökonomischen Bedeutung sowie den Perspektiven der Raumforschung. – H. HOFFMANN: **60 Jahre Roter Oktober – 60 Jahre Rote Raketen.** 25 (1977) 4, 314–318. Ein bemerkenswerter Überblick mit vielen Fakten von Ziolkowski bis zu den künftigen Interkosmonauten. – K.-H. NEUMANN: **Starts und Startversuche von Raumflugkörpern des Jahres 1975.** 25 (1977) 4, 346. Zeitraum vom 9. 8. bis 9. 9. 1975.

● **PHYSIK IN DER SCHULE**

H. LABITZKE: **Die Masse-Energie-Äquivalenz und einige methodische Fragen ihrer Behandlung.** 15 (1977) 1/2, 1–14. In dieser, für die Weiterbildung der Physiklehrer gedachten (aber auch für Astronomielehrer wertvollen) Arbeit werden fachwissenschaftliche, weltanschaulich-philosophische und didaktisch-methodische Fragen zur Einsteinschen Masse-Energie-Äquivalenz dargelegt. Insbesondere wird kritisch auf noch verbreitete, der modernen physikalischen Erkenntnis nicht entsprechende Auffassungen über den sogenannten Massendefekt hingewiesen und ein Vorschlag zur wissenschaftlich einwandfreien Behandlung der Masse-Energie-Bilanz bei kernphysikalischen Prozessen wieder aufgegriffen. – D. HOFFMANN: **Isaac Newton.** 15 (1977) 4, 129–136. Aus Anlaß seines 250. Todestages. – A. GRIESE: **Zur Geschichte des physikalischen Zeitbegriffs.** 15 (1977) 5, 177–286. Anhand von Überlegungen zur Geschichte des physikalischen Zeitbegriffs werden Probleme der Entwicklung der Physik sowie der Zusammenhang zwischen begrifflichen Grundlagen dieser Wissenschaft und philosophischen Fragestellungen diskutiert, die auch astronomisch von prinzipiellem Interesse sind.

● **EINHEIT**

M. HONECKER: **Die Jugend auf die kommunistische Zukunft vorbereiten.** 32 (1977) 5, 527–538. – H. HÖRZ/H.-J. TREDER: **Neue naturwissenschaftliche Erkenntnisse über den Kosmos in weltanschaulicher Sicht.** 32 (1977) 5, 606–615. Die von Engels formulierten dialektisch-materialistischen Grundprinzipien (Einheit der Welt in der Materialität; durchgängiges Entwicklungsprinzip; Unerschöpflichkeit materieller Objekte, Prozesse u. a. m.) finden in den neuen naturwissenschaftlichen Erkenntnissen über den Kosmos ihre prinzipielle Bestätigung. Sie werden auf der Grundlage dieses naturwissenschaftlichen Materials bereichert, vertieft und präzisiert und bewähren sich sowohl in der Auseinandersetzung mit idealistischen und metaphysischen Fehldeutungen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse als auch in der naturwissenschaftlichen Forschung selbst.

● **DEUTSCHE ZEITSCHRIFT FÜR PHILOSOPHIE**

N. HAGER/U. RÖSEBERG: **Philosophisch-weltanschauliche Aspekte des Weltbildes der klassischen Physik.** 25 (1977) 5, 577–586.

● **BILD UND TON**

V. KROITZSCH: **Multispektralfotografie.** 30 (1977) 6, 165–173.

● **URANIA** (Volksrepublik Polen)

BRONISŁAW KUCHOWICZ: **Die Besonderheiten der Pekuliarsterne.** 1975/12, 354–360; 1976/7, 194–200; 1976/10, 290–294; 1976/11, 322–326; 1976/12, 361–366. – Diese Artikelserie, die im Jahrgang 1977 fortgesetzt werden soll, bringt eine leicht verständliche und ausführliche Beschreibung aller stellarstatistisch unterrepräsentierten Besonderheiten der Ap- und Am-Sterne gegenüber den normalen Sternen. Bisher wurden folgende Fragen behandelt: Die Lokalisierung der Pekuliarsterne im HRD, die mittlere chemische Zusammensetzung der Materie im Universum und Anomalien des Vorkommens bestimmter Elemente, die Geschichte der Spektralklassifizierung der Ap-Sterne, Magnetfelder und Rotation, Ap- und Am-Sterne in Doppelsternsystemen.

H. KORPIKIEWICZ: **Gäste vom Himmel.** 1976/2, 47–50; 1976/3, 80–83; 1976/5, 106–112; 1976/6, 142–146. – Übersichtliche Darstellung des heutigen Wissens über Meteore und Meteorite. Folgende Fragen werden erörtert: Kosmogonischer Zusammenhang zwischen Kometen und Planetoiden einerseits und Meteoriten andererseits, Meteore: Entstehung der Erscheinung; Tages- und Jahresgang der Häufigkeit, Abhängigkeit der Häufigkeit von Azimut, Zeitdistanz und geographischer Breite; charakteristische Spektren der Meteore verschiedener Ströme; Bestimmung der Radianten, Meteoritenfall und Meteoritenkrater: Streuungsellipsen der Fundorte, Kraterketten, Einsturzkrater, Explosionskrater; Analyse der Kratergruppe von Morasko, – Meteorite: Chemische Zusammensetzung und Form, Widmannstättensche und Neumannsche Figuren, Bestimmung des kosmischen Alters.

IRENIUSZ DOMIŃSKI: **Moderner Zeitdienst.** 1976/2, 45–47. – Über die Entwicklung der Genauigkeit der Zeitmessung in verschiedenen Systemen (astronomische Zeitsysteme UT – UT0 – UT1 [Erdrotation] und Ephemeridenzeit [Erdumlauf] – Atomzeit) und deren Anwendung, sowie über die Schwierigkeit, sie miteinander in Einklang zu bringen; über die Methoden des Zeitvergleichs über große Strecken; über die Messung von Unregelmäßigkeiten der Erdrotation, die Beobachtung der relativistischen Zeitdehnung bei entgegengesetzt bewegten Uhren sowie den Anschluß der andern Grundmaße (Helligkeit, elektrische Spannung, Temperatur, Masse, Länge) an das präzisierte Grundmaß, die Zeiteinheit.

J. MERGENTALER: **Sogar die Sonnenkorona hat Löcher.** 1976/4, 98–101. – Seit 40 Jahren ist eine 27tägige Periodizität der Störungen des Erdmagnetfeldes bekannt. Seit den Röntgenbeobachtungen mit großem Auflösungsvermögen von Skylab aus scheint die Ursache geklärt zu sein: Sehr beständige senkrecht aufsteigende Magnetfeldkraftlinien, an denen entlang geladene Teilchen die Sonne verlassen und bis zur Erde gelangen. Im Röntgenbild der Sonne erscheinen diese Gebiete als dunkle Flecke in der Korona.

S. LUBERTOWICZ: **Das Problem der Verständigung mit außerirdischen Zivilisationen.** 1976/5, 130–142. – Bericht über die bisherigen Aktivitäten im Rahmen der CETI-Problematik (CETI = Communication with Extraterrestrial Intelligence), erörtert auf den bis 1975 abgehaltenen drei internationalen Konferenzen zu diesem Thema. Erläuterung der Drakeschen Formel mit deren Hilfe die Wahrscheinlichkeit der Existenz außerirdischer Zivilisationen abgeschätzt werden kann. Bei einem gewissen Optimismus kommt man auf 10 Zivilisationen innerhalb unsrer Galaxis. Als Kommunikationsmittel bietet sich entweder eine künstliche Sprache im Dualsystem oder eine Bildsprache an. **SIEGFRIED MICHALK**

REZENSIONEN

Filosofskie Problemy Astronomii XX Veka (Philosophische Probleme der Astronomie des 20. Jahrhunderts). Verlag „Nauka", Moskau 1976, 479 Seiten, Preis 2 Rubel, 21 Kopeken.

Das Buch ist der Analyse erkenntnistheoretischer und methodologischer Probleme, die durch die Revolution in der modernen Astronomie aufgeworfen werden, gewidmet. Es behandelt Grundzüge dieser Revolution, die Wechselbeziehungen von Astronomie, Kosmologie und Elementarteilchenphysik sowie die in der Astronomie verwendeten fundamentalen Begriffe Raum, Zeit und Evolution. Der Sammelband ist in vier Abschnitte gegliedert: 1. Die Astronomie und die Revolution in den Naturwissenschaften des 20. Jahrhunderts; 2. Wege der Erkenntnis des Weltalls; 3. Wissen und Realität in der Astronomie; 4. Fundamentale physikalische Begriffe in der Astronomie. Die Frage nach den Wegen der Erkenntnis nimmt im Buch einen besonderen Platz ein. Im Artikel von V. S. STEPIN „Der wechselseitige Zusammenhang von Beobachtung, Experiment und Theorie bei der Erkenntnis des Weltalls" werden beispielsweise folgende Fragen erörtert: Sind auf dem Gebiet der Astronomie Experimente möglich? Welche Rolle spielt das naturwissenschaftliche Weltbild in astronomischen Beobachtungen? STEPIN unternimmt den Versuch, die Frage zu klären, worin das Wesen der Revolution in der modernen Astronomie besteht. Bezüglich einer Reihe grundlegender Probleme der Astrophysik und der Kosmologie ist man heute noch weit von einer Lösung entfernt. Die Versuche der Entwicklung von Theorien und der Konstruktion von Modellen hinsichtlich solcher astrophysikalischer Objekte wie der aktiven Kerne in Galaxien stoßen auf ernsthafte Schwierigkeiten. Damit verbunden ist das Erscheinen von „konkurrierenden" Konzeptionen. Viele Forscher sind der Meinung, daß die heute bekannten physikalischen Begriffe, Gesetzesaussagen und Theorien im Prinzip für die Erklärung der ganzen Mannigfaltigkeit der Erscheinungen im Weltall ausreichen. Aber nicht selten wird auch der entgegengesetzte Standpunkt vertreten. Weitere Forschungen können zu der Notwendigkeit führen, über die heute bekannten fundamentalen physikalischen Theorien hinauszugehen und allgemeinere Theorien zu schaffen.

Im Buch werden zwei grundlegende Konzeptionen des Aufbaus einer Theorie kosmogonischer Prozesse erörtert: die klassische (traditionelle) und die nichtklassische von V. A. AMBARZUMJAN und seiner Schule entwickelte Konzeption. Beide Konzeptionen interpretieren die empirischen Daten, indem sie von entgegengesetzten theoretischen Voraussetzungen ausgehen. Während die traditionelle Richtung in der Kondensation des Stoffes den grundlegenden Faktor der Evolution kosmischer Objekte sieht, betrachtet die Bjurakaner Richtung mit dem Zerfall hypothetischer superdichter Körper verbundene Ausbruchsprozesse als diesen Faktor.

Im Zusammenhang mit der Existenz konkurrierender Konzeptionen wird nicht nur das Problem der empirischen Bestätigung der entsprechenden Theorien verschärft, sondern auch das Problem ihrer Vervollkommnung unter dem Einfluß empirischer Fakten. Diskutiert werden beispielsweise folgende Fragen: Unter welchen Bedingungen muß auf der Grundlage neuer Fakten unbedingt ein „Umbau" der Theorien vorgenommen werden. Ist es sinnvoll, sich von existierenden theoretischen Vorstellungen loszusagen, wenn noch nicht hinreichend bekannt ist, wo die Grenzen ihrer Erklärungsmöglichkeiten liegen? V. A. AMBARZUMJAN und V. V. KAZJUTINSKIJ, die den nichtklassischen Standpunkt vertreten, sind der Meinung, das prinzipiell neues Wissen in keiner Naturwissenschaft entstehen könnte, wenn man sich streng an die methodologische Forderung, zunächst alle Möglichkeiten der bereits bekannten Gesetze auszuschöpfen, halten würde. Auf einer bestimmten Entwicklungsstufe der Forschung sei es angebracht, von der Annahme auszugehen, daß eine gegebene Erscheinung am besten durch ein bisher noch unbekanntes Gesetz erklärt wird.

Einige Autoren des Buches betonen, daß die Hauptrichtung astronomischer Forschung immer mehr mit grundlegenden physikalischen Forschungsrichtungen verbunden ist. Dieser gesetzmäßige Prozeß ist sowohl auf der experimentellen als auch theoretischen Ebene zu beobachten.

Der Sammelband wurde sowohl von Astronomen und Kosmologen als auch von Philosophen geschrieben. Er ist Ausdruck des hohen Entwicklungsstandes des Bündnisses zwischen Naturwissenschaftlern und marxistisch-leninistischen Philosophen in der Sowjetunion. Insofern die in ihm erörterten Probleme noch nicht eindeutig gelöst sind und durch verschiedene Autoren von unterschiedlichen und manchmal sogar von entgegengesetzten Positionen aus behandelt werden, fühlt sich der Leser in eine interessante und aktuelle Diskussion einbezogen. **GALINA PAUL**

FRIEDRICH KADEN: **Weltall, Sterne und Planeten.** Der Kinderbuchverlag Berlin 1976. 80 Seiten, 5,80 Mark. In der auf 25 Titel geplanten Reihe „Mein kleines Lexikon" ist obiger Titel erschienen.[1] In 39 Abschnitten werden Kindern von 9 Jahren astronomische und astronautische Begriffe in Wort und Bild nahegebracht. Entsprechend dem Alter der Leser liegt der Schwerpunkt der Begriffsauswahl dabei beim Sonnensystem (11 Beiträge zu gut ausgewählten Stich-

[1] Eine Besprechung dieser Reihe findet sich in DLZ 5/1977, S. 12.

wörtern). In richtiger Beschränkung werden an Sternbildern nur *Großer* und *Kleiner Bär* sowie *Orion*, und an Einzelsternen lediglich der *Polarstern* vorgestellt. Die Astronomie außerhalb unseres Sonnensystems ist durch die Stichwörter *Stern* und *Milchstraße* vertreten. Das kann für Neun- und Zehnjährige ausreichend sein, weil unter dem Stichwort Milchstraße auch auf *Milchstraßensysteme* eingegangen wird und weil sich weitere Angaben in den Abschnitten *Astronomie* und *Himmelskörper* befinden. Die Raumfahrt ist nur durch die Stichwörter *Weltraumfahrt* und *Lunochod* sowie GAGARIN und ZIOLKOWSKI vertreten. Das scheint uns ein unbefriedigender Kompromiß: Ist ein besonderer Titel zur Raumfahrt in dieser Kinderbuchreihe geplant, dann sind diese Begriffe hier entbehrlich; ist er nicht vorgesehen, dann ist das Gebiet der Raumfahrt – das auch die jüngeren Schulkinder schon sehr bewegt – in diesem Buch unzureichend berücksichtigt.
Astronomische Instrumente und Einrichtungen werden unter den Stichwörtern *Fernrohr, Radioteleskop, Planetarium* und *Sternwarte* vorgestellt – zweifellos eine gute Auswahl. Von der Wissenschaft Astronomie wird die Astrologie als „ein unwissenschaftliches Überbleibsel aus der Vergangenheit" deutlich abgegrenzt.
In dem Buch werden sechs bedeutende Persönlichkeiten vorgestellt: COPERNICUS, GALILEI, KEPLER, NEWTON, ZIOLKOWSKI und GAGARIN (außerdem die Sagengestalt Ikarus). Das ist treffend ausgewählt, auch wenn es der Rezensent für schwierig ansieht, Neunjährigen die historische Bedeutung der vier erstgenannten Gelehrten deutlich werden zu lassen. Vielleicht ist das Ziel bereits erreicht, wenn die Kinder eine gewisse Vertrautheit mit den Namen als einer ersten Stufe wissenschaftshistorischer Einsichten gewinnen.
Während die Abschnitte zu den Stichwörtern *Dämmerung, Finsternis, Umlauf, Kalender, Lichtjahr* und *Rotation* dem Anliegen des Buches angemessen sind, erscheinen die Stichwörter *Dichte* und *Tierkreis* problematisch. Mit dem einen sind Schüler der dritten und vierten Klasse überfordert; das andere ist für sie astronomisch entbehrlich.
Die Sprache des Buches ist den Lesern im allgemeinen angemessen. Trotzdem wird es notwendig sein, den Text bei einer Neuauflage daraufhin nochmals gründlich durchzusehen. Begriffe wie „Horoskop" (S. 8), „17. Jahrhundert" (S. 9), „Masse" (S. 17) oder „Ellipse" (S. 37) sind auf dieser Altersstufe noch nicht verständlich. Ähnliches gilt für das auf Seite 37 interpretierte 2. KEPLERsche Gesetz. Der Einstieg zum Begriff *Sternbild* (warum eigentlich unter dem Stichwort „Bär"?) scheint nicht sehr gelungen. Wieso ist Mars der bekannteste Planet (S. 43)? Der Rezensent machte die Probe aufs Exempel: Die Namen Jupiter und Venus sind vielen Kindern ebenso geläufig. Warum fehlt ein Beitrag zum Stichwort „Saturn"? Warum muß man „Venus" unter „Abendstern" suchen? Beim Wort „Apollo" wird auf „Raumfahrt" verwiesen. Aber dieses Stichwort gibt es im Buch nicht (statt dessen *Weltraumfahrt*). Daß Fernrohre auf dem Mond stehen (S. 42), ist (noch) eine Utopie. Schließlich wird bei einer Neuauflage, von der man dem Buch recht viele wünscht, auch der Bildtext auf S. 63 korrigiert werden müssen.
Die Bilder im Buch scheinen vielfach weniger gelungen (Beispiele S. 31, 39, 41, 44, 46, 48, 53, 70/71, 72). Hier werden die Ansprüche der Kinder unterschätzt. An manchen Stellen wäre sicher mit Fotos ein stärkerer Eindruck erreicht worden.

MANFRED SCHUKOWSKI

DIETER B. HERRMANN: **Karl Friedrich Zöllner als Astrophysiker.** Vorträge und Schriften der Archenhold-Sternwarte, Nr. 52; Berlin-Treptow 1976; 19 Seiten, 6 Abbildungen.
Von Karl Friedrich Zöllner (1834–1882) wußte man bislang eigentlich nur, daß er zu den prominentesten Anhängern des Spiritismus in Deutschland gehörte. Insofern ist es ein Verdienst des Berliner Astronomiehistorikers D. B. Herrmann, diese Einseitigkeit in unserem heutigen Zöllnerbild korrigiert zu haben. Zöllner war nämlich nicht nur der große „Geisterseher" aus Engels „Dialektik der Natur", sondern vor allem einer der bedeutendsten Pioniere der Astrophysik. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts hat er entscheidend an der Begründung und Durchsetzung dieses ganz neuartigen Methoden- und Wissensgebäudes mitgearbeitet. Von ihm stammt der Begriff „Astrophysik". Er war es auch, der in Leipzig die wohl erste Vorlesung der Welt zu diesem Fachgebiet gehalten hat.
Wer Näheres über seinen Anteil an der Herausbildung der Astrophysik erfahren möchte, dem sei die hier vorliegende Schrift sehr empfohlen. Sie ist in der Archenhold-Sternwarte Berlin-Treptow erhältlich.

DIETER HOFFMANN

CHRISTIAN FRIEDEMANN: **Leben wir unter kosmischen Einflüssen?** Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin (Akzent-Bücher), 1. Auflage 1976; 128 Seiten, Preis 4,50 Mark.
Wie der Titel verrät, ist diese Broschüre von FRIEDEMANN relativ breit angelegt und erfaßt neben der Einwirkung solarer Strahlung auf die Erde auch die Mond-Erde-Beziehungen und die kosmische Strahlung aus dem Weltraum. Vier von sieben Kapiteln sind ausschließlich den solar-terrestrischen Beziehungen gewidmet, denen im Lehrplan Astronomie Bedeutung beigemessen wird. Das Buch ist für Leser von 15 Jahren an geschrieben und stellt eine populärwissenschaftliche Schrift im besten Sinne dar. Wie fast alle Akzentbüchlein dürfte es einen großen Leserkreis finden. Der Bildteil ist gut ausgewählt. Die tabellarische Übersicht auf Seite 76/77, in der die einzelnen Komponenten der Sonnenstrahlung und ihre Auswirkung auf die Erde dargestellt werden, ist für den Astronomieunterricht besonders empfehlenswert.
Der Autor kommt zu dem Schluß, daß der von der Sonne kommende Energiestrom (auch in Jahren der aktiven Sonne) nicht so gefährlich ist, daß das irdische Leben einschließlich des menschlichen akute Schädigungen davontragen würde. Es heißt, die Einflüsse lägen innerhalb der Toleranzgrößen, die die Erbanlagen der Arten aus astronomischer Sicht auf Jahrmillionen hinaus nicht in Frage stellen. Wertvoll erscheint die Beweisführung mittels Untersuchungen über die Frühgeschichte der Erde. Damit trat FRIEDEMANN gewissen pessimistischen Ausdeutungen über die künftige Menschheitsentwicklung entgegen, wie man sie gelegentlich in „Wochenendbeilagen" und „Feuilletons" unsrer Zeitungen angeboten bekommt. Vor allem ist die grafische Erfassung statistischen Materials in Beziehung gebracht zum Sonnenfleckenrhythmus; sie ist wirklich überzeugend und bietet dem Leser selbst die Möglichkeit, die Kurven auszuwerten und Schlußfolgerungen zu ziehen.

WOLFGANG KÖNIG

UNSERE BILDER

Titelseite – Schüler der Arbeitsgemeinschaft Astronautik an der POS „Dr. Theodor Neubauer" Nordhausen tragen in Mondkarten die Landeorte sowjetischer Raumfluggeräte ein.
Aufnahme: A. STEINBACH, Nordhausen

2. Umschlagseite – Der Hauptspiegel des 6-Meter-Spiegelteleskops des Observatoriums bei Selentschukskaja vor der Prüfung im Leningrader optisch-mechanischen Kombinat. Die größte zulässige Abweichung von der berechneten Oberfläche des mehr als 20 m² großen Spiegels beträgt vier hundertstel Mikron, das ist rund tausendmal weniger als die Dicke eines Menschenhaares. Der Hauptspiegel hat eine Masse von 42 Tonnen.
Aufnahme: NOWOSTI

3. Umschlagseite – Beobachtungskarte für die Sternbilder Adler, Delphin, Pfeil und Füchslein. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Wir beobachten" auf Seite 96.
Grafik: H. J. NITSCHMANN, Bautzen

4. Umschlagseite – Die Milchstraße im Sternbild Adler. Der helle Stern nahe der linken unteren Bildecke ist Atair. Wenig links oberhalb der Bildmitte Gamma Aquilae, rechts davon die berühmte „dreiteilige Dunkelhöhle". Aufgenommen mit Zeiss-Triplet 170/1200, Belichtungszeit 2 Stunden. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Wir beobachten" auf Seite 96.
Aufnahme: R. BRANDT †, Sonneberg

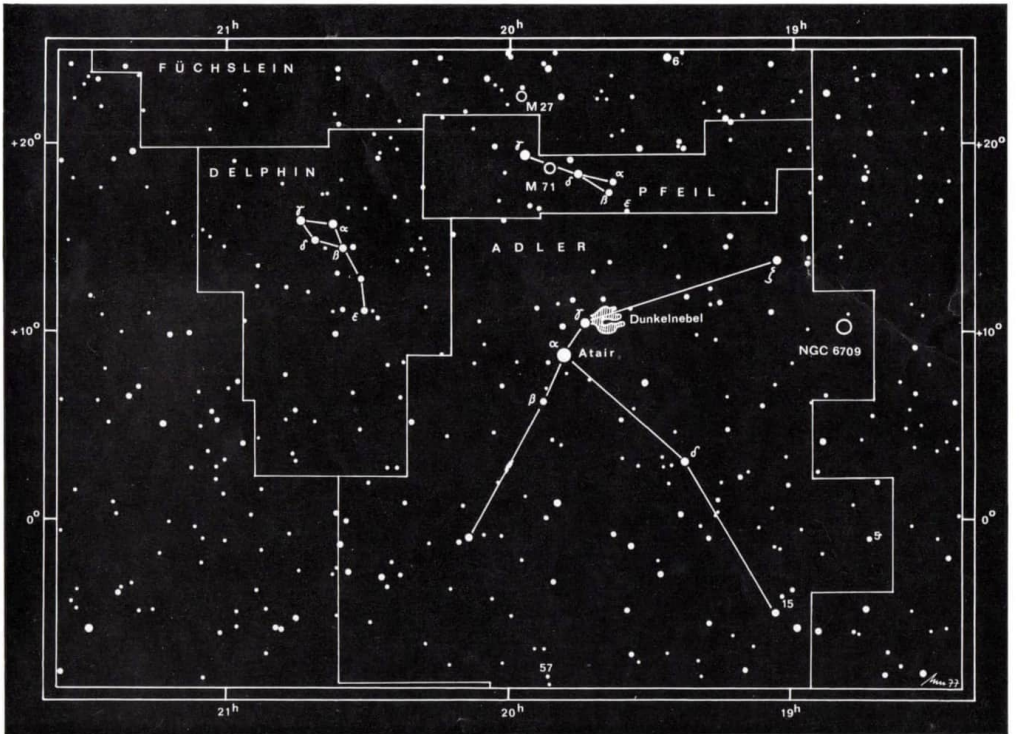
WIR BEOBACHTEN

Das Sternbild Adler (Aquila) sowie die drei wenig bekannten Sternbilder Pfeil (Sagitta), Delphin (Delphinus) und Füchslein (Vulpecula) bieten sich an klaren Spätsommer- und Frühherbstabenden durch ihre günstige Position am Himmel für eine eingehende Durchmusterung mit unserem Schulfernrohr und einem lichtstarken Feldstecher an.
Das Sternbild Adler ist durch den hellen Hauptstern Atair (arab. „fliegender Adler") und den zweithellsten Stern dieses Sternbildes, Gamma Aquilae, recht auffällig. Atair ist ein Stern der Spektralklasse A 7, der nahezu den doppelten Durchmesser unserer Sonne aufweist. Seine scheinbare Helligkeit beträgt 0^m8 und mit einem Abstand von nur 16 Lichtjahren gehört Atair zu den Sternen der unmittelbaren Sonnenumgebung. Die Oberflächentemperatur weist rund 8600 K auf. Bemerkenswert ist die verhältnismäßig große Eigenbewegung, die sich in jedem Jahr auf 0,7 Bogensekunden beläuft, so daß Atair in einem Zeitraum von nur 2700 Jahren seinen Ort am Himmel um den scheinbaren Durchmesser des Mondes verändert.
Gamma Aquilae, zweithellster Stern des Sternbildes, ist rund 340 Lichtjahre von uns entfernt. Er gehört zur Spektralklasse K 3; seine scheinbare Helligkeit beträgt 3^m8. Der Stern Zeta Aquilae (Entfernung 86 Lichtjahre) hat eine scheinbare Helligkeit von 3^m0, Delta Aquilae (Entfernung 56 Lichtjahre) eine solche von 3^m4 und Beta Aquilae (Entfernung 42 Lichtjahre) ist 3^m9 hell.
Mit einem Schulfernrohr können wir im Sternbild Adler einige mehr oder weniger leicht trennbare Doppelsterne aufsuchen. Die Komponenten von 57 Aquilae haben scheinbare Helligkeiten von 5^m8 bzw. 6^m5 und eine Distanz von 36 Bogensekunden. Die in weißem Licht leuchtenden Sterne sind rund 470 Lichtjahre von uns entfernt.
Bei scheinbaren Helligkeiten von 5^m7 und 7^m3 haben die Komponenten von 5 Aquilae eine Distanz von nur 13 Bogensekunden. Unser Telementor hat ein Auflösungsvermögen von 1,8 Bogensekunden, so daß beide Sterne noch verhältnismäßig leicht getrennt werden können. Die Entfernung von uns wird mit 230 Lichtjahren angegeben.
Mit einer Distanz von 38 Bogensekunden sind die Komponenten von 15 Aquilae leicht zu trennen. Die scheinbaren Helligkeiten betragen 5^m5 bzw. 7^m1, die Entfernung liegt bei etwa 400 Lichtjahren. Beobachten wir mit größeren Instrumenten, vor allem mit Spiegelteleskopen, so werden die Sternfarben orange bzw. gelb deutlich hervortreten.
Bei guten Beobachtungsbedingungen können wir den offenen Sternhaufen NGC 6709 aufsuchen, der jedoch für unser Schulfernrohr schon ein Objekt höheren Schwierigkeitsgrades darstellt. Die Gesamthelligkeit liegt bei 8^m1, während die hellsten der 40 Mitglieder des Haufens scheinbare Helligkeiten von 9^m aufweisen. Der etwa 2500 Lichtjahre von uns entfernte Sternhaufen hat nach Beĉvar einen Durchmesser von 9 Lichtjahren, sein scheinbarer Durchmesser liegt bei 12 Bogenminuten.
Unweit westlich von Gamma Aquilae finden wir den bekannten dreifelligen Dunkelnebel, für dessen Beobachtung ein lichtstarker Feldstecher (7×50 oder 10×50) am besten geeignet ist.
Das Sternbild Pfeil besteht durchweg aus lichtschwachen Sternen. Alpha Sagittae hat als Hauptstern nur eine scheinbare Helligkeit von 4^m4 und leuchtet in gelbem Licht. Die Entfernung beträgt etwa 540 Lichtjahre. Beta Sagittae ist ebenfalls 4^m4 hell. Das deutlich orangefarbene Licht des Sterns erreicht uns aus einer Entfernung von rund 250 Lichtjahren. Epsilon Sagittae ist ein Doppelstern. Die beiden Komponenten haben scheinbare Helligkeiten von 5^m7 bzw. 7^m7 und sind etwa 470 Lichtjahre von uns entfernt. Durch die große Distanz von fast 90 Bogensekunden sind sie sehr leicht zu trennen.
Bei Verwendung größerer Instrumente können wir versuchen, den Sternhaufen M 71 (scheinbare Gesamthelligkeit 9^m0) zu beobachten. Bei M 71 ist es noch immer umstritten, ob es sich um einen offenen oder um einen Kugelsternhaufen handelt. Die Einzelsterne haben scheinbare Helligkeiten von 11^m bis 16^m und bedecken am Himmel ein Feld von 6 Bogenminuten Durchmesser. Die Entfernung von uns ist mit etwa 18000 Lichtjahren beachtlich groß.
Obwohl es ebenfalls durchweg aus schwächeren Sternen besteht, ist das Sternbild Delphin durch die Anordnung seiner Sterne recht auffällig. Alpha Delphini ist 3^m9 hell und rund 270 Lichtjahre von uns entfernt. Beta Delphini hat eine scheinbare Helligkeit von 3^m7; er ist ein physischer Doppelstern, der aber durch die sehr kleine Distanz seiner Komponenten von nur 0,5 Bogensekunden größeren Instrumenten vorbehalten bleibt.
Die Komponenten von Gamma Delphini haben scheinbare Helligkeiten von 4^m5 bzw. 5^m5 und eine Distanz von 10 Bogensekunden. Die Entfernung beträgt etwa 110 Lichtjahre.
Das Sternbild Füchslein ist auf unserer drehbaren Schülersternkarte nicht verzeichnet. Deshalb müssen wir beim Aufsuchen nördlich an die Sternbilder Pfeil und Delphin anschließen (siehe Beobachtungskarte auf der 3. Umschlagseite). Auch dieses Sternbild enthält keine helleren Sterne. Hellster Stern ist 6 Vulpeculae, der bei einer scheinbaren Helligkeit von 4^m6 rund 270 Lichtjahre von uns entfernt ist.
Bemerkenswert und im Schulfernrohr beobachtbar ist der planetarische Nebel M 27 (siehe Abbildung auf der 4. Umschlagseite), der wegen seiner eigenartigen Form auch die Bezeichnung „Hantel-Nebel" (engl. „Dumbbell-Nebel") trägt. Bei einer scheinbaren Gesamthelligkeit von 7^m6 nimmt der Nebel am Himmel eine Fläche von 8×4 Bogenminuten ein. Sein wahrer Durchmesser wird mit 1,1×2,8 Lichtjahren angegeben. die Entfernung liegt bei knapp 1000 Lichtjahren. Zum sicheren Auffinden des Nebels sind gute Beobachtungsbedingungen erforderlich.
Der offene Sternhaufen NGC 6940 kann mit größeren Instrumenten ebenfalls aufgesucht werden. Der aus 100 Mitgliedern bestehende Haufen bedeckt eine Fläche von 20 Bogenminuten Durchmesser und hat eine scheinbare Gesamthelligkeit von 6^m2. Nach Beĉvar beträgt der wahre Durchmesser des rund 9400 Lichtjahre von uns entfernten Sternhaufens 55 Lichtjahre.

HANS-JOACHIM NITSCHMANN

Wir gratulieren

Zum Tag des Lehrers 1977 wurden folgende Mitglieder des Redaktionskollegiums ausgezeichnet:
Dr. paed. MANFRED SCHUKOWSKI mit dem Titel Professor
EVA-MARIA SCHOBER mit dem Titel Oberlehrer

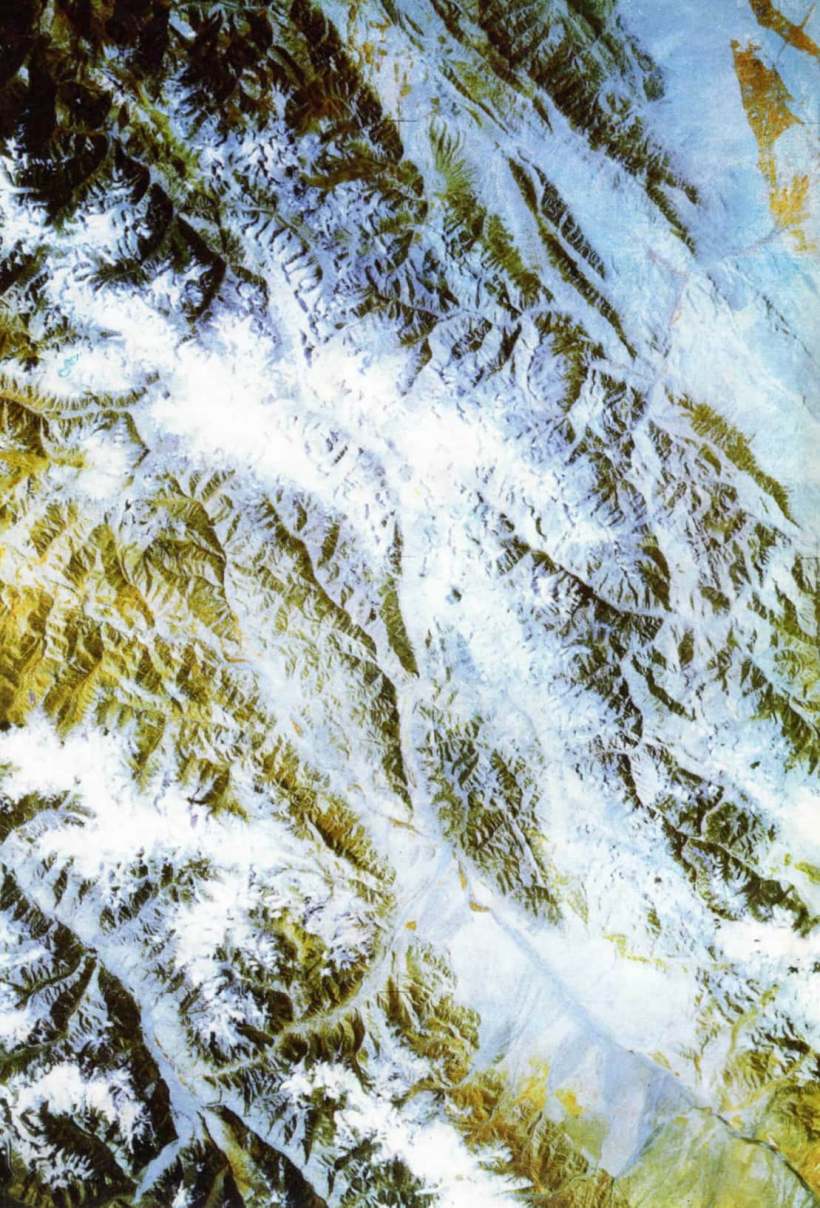

21h
20h
19h
+20°
+10°
0°
FÜCHSLEIN
DELPHIN
PFEIL
ADLER
M 27
M 71
γ
δ
α
β
ε
ζ
Dunkelnebel
Atair
NGC 6709
6
5
15
57

Astronomie
in der Schule

5
1977

INDEX 31 053
PREIS 0,60 M

VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN



Astronomie
in der Schule
Zeitschrift für die Hand des Astronomielehrers

Herausgeber:
Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag Berlin, 108 Berlin 8, Lindenstraße 54 a, Telefon 2 04 30, Postscheckkonto: Berlin 1326 26

Erscheinungsweise:
zweimonatlich, Preis des Einzelheftes 0,60 Mark; im Abonnement zweimonatlich (1 Heft) 0,60 Mark. Außenhandelspreise sind aus den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes zu entnehmen.

Redaktionskollegium:
Studienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Dipl.-Lehrer Hans Joachim Nitschmann (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Heinz Albert, Dr. phil. Fritz Gehlhar, Dr. rer. nat. Dieter B. Herrmann, Dr. phil. Karl Kellner, Dr. paed. Klaus Lindner, Prof. Dr. paed. Oskar Mader, Dr. phil. Siegfried Michalk, Annelore Muster (Sekretär), Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Oberlehrer Eya-Maria Schober, Prof. Dr. paed. Manfred Schukowski, Doz. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert, Oberlehrer Joachim Stier, Dr. phil. Renate Wahsner, Doz. Dr. rer. nat. habil. Helmut Zimmermann; Drahomira Günther, Ruth Reichel (redaktionelle Mitarbeiter)

Anschrift der Redaktion:
86 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8, Postfach 54, Telefon: 4 71 26

Gesamtherstellung:
Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen
AN (EDV 427)
III-4-9-1583-4,5 Liz. 1488

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 5/1977 **14. Jahrgang 1977**

Seite

Vom Schuß der Aurora zum Start von Sputnik 1 98
G. S. CHROMOV
Zur Entwicklung der sowjetischen Astronomie 99
K.-H. SCHMIDT; K.-G. STEINERT; H. ZIMMERMANN
Zur astronomischen Forschung im Jahre 1976 101
M. SCHUKOWSKI
Neuere Erkenntnisse über Körper des Sonnensystems im Unterricht 104
H. ALBERT; K. LINDNER
Zur Rolle der Schülerbeobachtungen im Unterrichtsprozeß . . . 107
K. FRIEDRICH
Der historische Aspekt in den Unterrichtseinheiten 1.3. bis 1.5. . . 111
Unser Forum 112
Aus Wissenschaft und Unterricht 113
Zeitschriftenschau 118
Rezensionen 119
Wir beobachten 119
Karteikarte: Zusammenfassender Überblick unter historischem Aspekt – Leitkarte – (BERNHARD, H.)

СОДЕРЖАНИЕ

От выстрела Авроры до спуска первого спутника 98
Г. С. ХРОМОВ
О развитии советской астрономии 99
К.-Х. ШМИДТ; К.-Г. ШТАЙНЕРТ; Х. ЦИММЕРМАНН
Об астрономическом исследовании в 1976 году 101
М. ШУКОВСКИ
Новые сведения о телах солнечной системы при изучении 104
Н. АЛБЕРТ; К. ЛИНДНЕР
Роль наблюдений учащихся в учебном процессе 107
К. ФРИДРИХ
Исторический аспект при изучении тем 1.3.–1.5. 111
Картотечная карта: Итоговый обзор с исторической точки зрения — вводная карта — (БЕРНХАРД, Х.)

CONTENTS

From the Shoot of "Aurora" to the Launching of "Sputnik I" . . 98
G. S. Chromow
About the Evolution of the Soviet Astronomy 99
K.-H. Schmidt; K.-G. Steinert; H. Zimmermann
Astronomy Research in 1976 101
M. Schukowski
New Information about the Bodies of the Solar System in Instruction 104
H. Albert; K. Lindner
The Role of Pupils' Observations in the Process of Instruction . 107
K. Friedrich
The Historical Aspect in the Topics 1.3.–1.5. 111
Register Card: Summary from the Historical Point of View – Introductional Card – (Bernhard, H.)

Nur Annahme von bisher unveröffentlichten Aufsätzen; Einsendung von Beiträgen in zweifacher Ausfertigung an die Anschrift der Redaktion; für unverlangt eingesandte Manuskripte und Abbildungen keine Gewähr – Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe und Genehmigung der Redaktion – Veröffentlicht unter der Lizenz 1488 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik – Bestellungen werden in der DDR vom Buchhandel und der Deutschen Post entgegengenommen. Der Bezug für die BRD und Berlin (West) erfolgt über den Buchhandel; für das sozialistische Ausland über das jeweilige Postzeitungsvertriebsamt und für alle übrigen Länder über den BUCH-EXPORT, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 701 Leipzig, Leninstraße 16

Vom Schuß der Aurora zum Start von Sputnik 1

Der Schuß des Panzerkreuzers Aurora leitete vor sechs Jahrzehnten die Große Sozialistische Oktoberrevolution ein. Als Ergebnis ihres Sieges entstand in der Welt erstmals ein Staat, in dem die Herrschaft der Kapitalisten und Gutsbesitzer beendet war. Die Arbeiterklasse, eine ausgebeutete und unterdrückte Klasse, wurde zur herrschenden Klasse. Unter Führung der Kommunistischen Partei haben die Werktätigen der Sowjetunion die wichtigste und komplizierteste Aufgabe der sozialistischen Revolution — das Werk des Aufbaus — erfolgreich bewältigt [1].

LENINS Plan zum Aufbau der Sowjetmacht enthielt auch Grundsätze für die Zukunft der Wissenschaft. LENIN richtete seine praktische Tätigkeit u. a. auf die Schaffung eines festen Bündnisses des ersten Staates der Arbeiter und Bauern mit der Wissenschaft. Er gab persönliche Anweisungen zur Unterstützung wissenschaftlicher Einrichtungen, wozu auch das Observatorium in Pulkovo zählte. Große Aufmerksamkeit schenkte der junge Sowjetstaat solchen hervorragenden Gelehrten wie K. E. ZIOLKOWSKI. In einem kurz vor seinem Tode an die Kommunistische Partei gerichteten Brief schrieb ZIOLKOWSKI aus Dank für die großzügige Förderung: *„Meine gesamten Arbeiten über Luftschiffahrt, Raketenforschung und interplanetaren Verkehr übergebe ich der Partei der Bolschewiki und der Sowjetmacht, dem wahren Wegbereiter der menschlichen Kultur. Ich bin überzeugt, daß sie diese Arbeiten erfolgreich beenden werden“* [2; 20].

Die Hoffnungen des Pioniers der Weltraumfahrt gingen in Erfüllung. Der Sozialismus schuf großzügige Möglichkeiten für die Entwicklung der Wissenschaft; er hat sie in den Dienst der Menschheit gestellt. Die sowjetische Wissenschaft hat große Erfolge bei der Erforschung von Prozessen in Natur und Gesellschaft aufzuweisen. Bei einigen Gebieten, wie z. B. in der Weltraumforschung, rückte sie auf führende Positionen.

Mit dem Start von Sputnik 1 am 4. Oktober 1957 leitete die Sowjetunion das kosmische Zeitalter für die Bewohner unseres Planeten ein; mit JURI GAGARIN war vor mehr als 15 Jahren als erster ein Sowjetmensch im All. Die Raumfahrt ermöglichte die direkte Erforschung des erdnahen Raums und der benachbarten Himmelskörper. Damit war ein wesentlicher Zuwachs an Informationen über unser Planetensystem verbunden. Jedoch ist es eines der wichtigsten Anliegen der Raumfahrt, der Volkswirtschaft und damit dem Fortschritt der gesamten Menschheit zu dienen [3; 75]. *„Heute ist die Weltraumfahrt zu einem nicht mehr wegzudenkenden Bestandteil der wissenschaftlich-technischen Höchstleistungen geworden. Dank der Vorzüge des Sozialismus/Kommunismus kann die Sowjetunion ihr gewaltiges wissenschaftlich-technisches Potential voll in den Dienst des wissenschaftlich-technischen Fortschritts stellen“*, erklärte W. STOPH beim Besuch einer Delegation der SED im Sternenstädtchen [4].

Seit über 10 Jahren arbeiten die RGW-Länder — darunter auch die DDR — erfolgreich in der Interkosmos-Forschungsgemeinschaft zusammen. Sie begann mit der Teilnahme von Bodenstationen dieser Staaten — dazu gehörten auch die Satellitenbeobachtungsstationen in Bautzen, Eilenburg, Rodewisch und Schwerin — an sowjetischen Weltraumexperimenten, wurde fortgesetzt durch den gemeinsamen Start von Interkosmos-Satelliten und fand ihren bisherigen Höhepunkt in dem Einsatz der Multispektralkamera MKF 6 vom VEB C. ZEISS Jena an Bord des Raumschiffes Sojus 22.[1] Ein neuer wichtiger Schritt auf dem Wege zur Erforschung und Nutzung des erdnahen Raums wird der für die Jahre 1978 bis 1983 angekündigte Einsatz von Raumschiffbesatzungen aus Bürgern der sozialistischen Staatengemeinschaft sein. So kommen die Raumfahrt und ihre Ergebnisse nicht nur dem Sowjetvolk unmittelbar, sondern auch den anderen Bruderländern zugute. Sie dienen der Stärkung, Festigung und Verteidigung des Sozialismus und damit dem Menschheitsfortschritt.

In der DDR genießt die sowjetische Raumfahrt hohes Ansehen. Mit Erwartung und Freude nehmen unsere Bürger, besonders die Jugend, Anteil an den Erfolgen der UdSSR auf diesem Gebiet. Unseren Schülern sind die sowjetischen Kosmonauten echte Vorbilder kommunistischer Persönlichkeiten, weil sie Wesenszüge der Menschen verkörpern, die ihr ganzes Denken und Handeln für die Verwirklichung der Ideale des Kommunismus einsetzen.

Von Anfang an war es oberstes Anliegen des Sowjetstaates, im Sinne des *„Dekretes über den Frieden“* zu handeln. Zum festen Bestand-

[1] s. Abbildung 2. Umschlagseite

teil der gegenwärtigen sowjetischen Friedensoffensive gehört auch das Ringen um die ausschließlich friedliche Nutzung des Weltraums. Die auf Vorschlag der UdSSR zustande gekommenen Weltraumverträge und die Zusammenarbeit zwischen der UdSSR und den USA auf dem Gebiet der Raumfahrt sind dafür beredte Zeugnisse.

Die sechs Jahrzehnte, die seit der Oktoberrevolution vergangen sind, zeigen überzeugend, wie in einer sozialistischen Gesellschaft der Fortschritt von Wissenschaft und Technik ein niemals dagewesenes Tempo erreicht und wie der Mensch eine große Macht über die Natur erlangt, die dem Wohle aller Werktätigen dient. Das Wissen darum verpflichtet uns Pädagogen, die Jugend nicht nur auf ein richtiges Verhältnis zur Natur vorzubereiten, sie in Liebe zur natürlichen Umwelt zu erziehen, sondern ihr auch zu zeigen, welche Anforderungen sich für sie aus der ständig wachsenden Beherrschung der Natur und aus dem unaufhörlichen wissenschaftlich-technischen Fortschritt ergeben. Dazu gehört die Tatsache, daß der Mensch immer mehr in den Kosmos vordringt und die Raumfahrt eine ständig größere volkswirtschaftliche Bedeutung erlangt [5; 16]. Bei der Verwirklichung dieses Anliegens obliegt auch dem Astronomieunterricht eine hohe Verantwortung.

Literatur:

[1] **Zum 60. Jahrestag der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution.** Beschluß des ZK der KPdSU vom 31. 1. 1977. ND/4. 2. 1977.

[2] SHDANOW, J.: **LENIN und die Naturwissenschaft.** URANIA Verlag, Leipzig/Jena 1960.

[3] **XXV. Parteitag der KPdSU – Dokumente.** Dietz Verlag, Berlin 1976.

[4] **Delegation des ZK der SED bei den Eroberern des Kosmos.** ND/28./29. 2. 1976.

[5] HONECKER, M.: **Zu einigen Fragen der kommunistischen Erziehung aus der Sicht der Beschlüsse des IX. Parteitages der SED.** Parteihochschule „KARL MARX" beim ZK der SED, Berlin 1976.

GAVRIL SERGEEVIC CHROMOV

Zur Entwicklung der sowjetischen Astronomie

Wir sowjetischen Astronomen übernahmen vom vorrevolutionären Rußland nicht sehr viel: Das Observatorium Pulkovo mit seinen Filialen in Simeis und Nikolaev, das Observatorium der Moskauer Universität, das Engelhardt-Observatorium in Kasan und einige alte Universitätssternwarten, die den Erfordernissen der klassischen Astronomie in der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts entsprachen. Zur Zeit der Gründung der UdSSR war die Zahl der sowjetischen Astronomen klein. Ihre wissenschaftlichen Interessen konzentrierten sich hauptsächlich auf die traditionellen astronomischen und astrogeodätischen Arbeiten.

In den Jahren der ersten Fünfjahrpläne standen vor dem Land und seiner Volkswirtschaft viele dringende Aufgaben. Der Aufbau einer vielseitigen Industrie, unter anderem einer optisch-mechanischen, war erforderlich. Deshalb begann die intensive Entwicklung des Systems unserer astronomischen Einrichtungen später, aber ihr Fundament wurde schon in der Zeit der ersten Fünfjahrpläne gelegt.

Gründung neuer Forschungsstätten

Die erste quantitative und qualitative Veränderung des Charakters der sowjetischen Astronomie trat in den dreißiger Jahren ein: Das astronomische Institut P. K. STERNBERG[1] an der LOMONOSSOW-Universität in Moskau wurde gegründet, das Institut für Theoretische Astronomie in Leningrad entstand, ebenfalls die Observatorien in Abastumani und Duschanbe. Das Observatorium Pulkovo wurde in das System der Akademie der Wissenschaften der UdSSR überführt. Das Anwachsen der Zahl unserer astronomischen Einrichtungen setzte sich auch in den schweren vierziger und beginnenden fünfziger Jahren fort. Gerade in dieser Zeit bildete sich ein modernes System aus etwa 30 astronomischen Observatorien der Akademie der Wissenschaften der UdSSR und der Sowjetrepubliken sowie der Hochschulen.

Ende der fünfziger und Anfang der sechziger Jahre vergrößerte sich der Mitarbeiterstab dieser Einrichtungen schnell. Heute arbeiten in den astronomischen Instituten etwa 1500 Berufsastronomen, von denen die Hälfte den akademischen Grad eines Kandidaten oder Doktors der Wissenschaften besitzt. Insgesamt sind im Lande 4000 Menschen unmittelbar mit der Astronomie verbunden. Darin sind die Lehrer der Pädagogischen Hochschulen, der Schule sowie die Mitarbeiter an Planetarien und Volkssternwarten nicht enthalten.

Seit Mitte der fünfziger Jahre bis auf den heutigen Tag erhalten wir moderne astronomische Instrumente sowjetischer Produktion und vom VEB CARL ZEISS JENA.

Das System unserer spezialisierten astronomischen Einrichtungen hat eine optimale Größe erreicht. Ein weiteres Wachstum wäre

[1] s. Abb. IV. Umschlagseite

kaum sinnvoll. Nach der Einrichtung des Astronomischen Spezialobservatoriums im Nordkaukasus rechnen wir nur noch mit der – allerdings für die künftige sowjetische Astronomie wesentlichen – Neugründung eines großen Beobachtungszentrums in Mittelasien, des Vereinigten Mittelasiatischen Observatoriums. Es werden Anstrengungen mit dem Ziel unternommen, die ussurische Sonnenstation zu einem vollwertigen, wenn auch kleinen astrophysikalischen Observatoriums umzugestalten.

Beobachtungsbedingungen der Observatorien

Mit der Darlegung der Unzweckmäßigkeit einer Vergrößerung der Zahl der selbständigen astronomischen Zentren stoßen wir auf folgenden Widerspruch: Die Astronomie als Wissenschaft basiert auf Beobachtungen, aber etwa 75% unserer Observatorien liegen in ungünstiger Umgebung – entweder in Gegenden mit einer geringen Zahl klarer Nächte oder in der Nähe großer Städte, die eine Aufhellung des Himmels hervorrufen und die Durchsichtigkeit der Atmosphäre verschlechtern. Sowjetische wie auch ausländische Erfahrungen zeigen, daß es in diesen Fällen zweckmäßiger ist, Beobachtungsfilialen und Außenstellen an solchen Orten einzurichten, an denen ein gutes Astroklima herrscht. Möglicherweise muß man die Zukunft einiger bestehender Observatorien, die von großen Städten weit entfernt sind, unter diesem Gesichtswinkel betrachten. Deshalb richten sich schon viele unserer großen Observatorien peripher gelegene Beobachtungsstationen ein. Eine interessante Unternehmung dieser Art ist die ständige Expedition des Astronomischen Hauptobservatoriums Pulkovo der Akademie der Wissenschaften der UdSSR in die Berge des östlichen Pamir in 4200 m Höhe über dem Meeresspiegel. Es ist möglich, daß sich diese Expedition in absehbarer Zukunft in eines der wichtigsten Weltzentren der Infrarotastronomie verwandeln wird.

Zur Nutzung der Beobachtungsgeräte

Die weitere Erhöhung der Effektivität der wissenschaftlichen Arbeit fordert die Mobilisierung von Ressourcen und die Aufdeckung von Reserven. Das ist oft mit organisatorischen Schwierigkeiten verbunden, die durch vielfältige Probleme des täglichen Lebens der wissenschaftlichen Einrichtungen und ihrer Gesamtsysteme verdeckt sind. Deshalb nennen wir auch die Probleme bei der Entwicklung der sowjetischen Astronomie. Eine ergiebige Quelle zur weiteren Erhöhung der Effektivität der Arbeit der Astronomen besteht in der Kooperation nicht nur kleiner, sondern auch führender astronomischer Einrichtungen.

Im Zusammenhang mit dem erwähnten starken Wachstum der Mitarbeiterzahlen unserer astronomischen Observatorien und Institute entstand ein chronischer Mangel an Beobachtungszeit bei den großen Teleskopen. Jetzt werden Grundlagen geschaffen, daß in den nächsten 5 bis 7 Jahren die Beobachtungsmöglichkeiten wesentlich anwachsen. Unsere Observatorien erhalten – abgesehen von dem großen Gewinn durch das 6-m-Teleskop – etwa 10 astrophysikalische Instrumente mit Öffnungen von 100 bis 260 cm. Für die achtziger Jahre gibt es Überlegungen, zur Schaffung von Teleskopen der Größenordnung 4 Meter überzugehen und eine Serie großer evakuierter Sonnenteleskope und ein großes Teleskop zur Beobachtung im infraroten Spektralbereich herzustellen.

Die Realisierung der genannten Vorhaben in der astronomischen Praxis erfordert beträchtliche Anstrengungen aller sowjetischen Astronomen und des Astronomischen Rates der AdW der UdSSR als Koordinierungszentrum. Durch die Übernahme und die Beherrschung der modernen Registrier- und Auswertetechnik von Beobachtungsinformationen läßt sich die Effektivität und das Niveau der Forschung entscheidend erhöhen. Dabei ergeben sich aber spezifische Probleme, die zu lösen sind.

Fragen des wissenschaftlichen Nachwuchses

Die modernen komplizierten Strahlungsempfänger und automatisierten Laboratoriumseinrichtungen können nur solche Fachleute nutzbringend anwenden, die genügend damit vertraut sind. Das ist nicht unproblematisch, da das Durchschnittsalter der Mitarbeiter an Observatorien und Institute jetzt bei etwa 40 Jahren liegt. Deshalb müssen die Leiter astronomischer Einrichtungen um einen beständigen Zugang von jungen Leuten bestrebt sein, die für die wissenschaftliche Arbeit besonders befähigt sind.

Die Lehrprogramme zur Berufsausbildung der Astronomen an den Universitäten sind sehr traditionsverbunden und berücksichtigen die modernen astrophysikalischen Methoden nicht genügend. Das Spektrum der astronomischen Spezialfachrichtungen ist nicht in voller Breite besetzt. Für gewisse Zeit ist eine „Überproduktion" von theoretischen Astrophysikern zu beobachten, dagegen werden zu wenig beobachtende praktische Astrophysiker und Radioastronomen ausgebildet. Die Ausbildung von Astrometern wurde fast ganz eingestellt; bei den Himmelsmechanikern genügt sie nicht den Ansprüchen. Dem ist zu begegnen, um

künftig einen Mangel an Spezialisten der aufgezählten Profile zu vermeiden.

Jede Entwicklung ist von Wachstumsproblemen begleitet. Die Wege zur Lösung sind nicht immer offensichtlich, aber die Suche nach diesen Wegen ist für die weitere erfolgreiche Entwicklung der sowjetischen Astronomie notwendig.

Die ständige Stärkung der materiell-technischen Basis der sowjetischen astronomischen Einrichtungen ist eine notwendige, aber keine hinreichende Voraussetzung der erfolgreichen Entwicklung der optischen erdgebundenen Astronomie. Um die anstehenden Aufgaben zu lösen, bedarf es der zielgerichteten und vereinten Anstrengung aller Leiter astronomischer Einrichtungen und unserer ganzen astronomischen Öffentlichkeit. Dazu hat der Astronomische Rat der AdW der UdSSR alle sowjetischen Astronomen aufgerufen.

Anschrift des Verfassers:
Dr. GAVRIL SERGEEVIČ CHROMOV
Stellvertretender Vorsitzender des Astronomischen Rates der AdW der UdSSR und Vizepräsident der Astronomisch-geodätischen Gesellschaft der UdSSR
109 017 Moskau
Pyatnickaja ul. 48

(Aus „Erde und Weltall" Heft 2/1976 übersetzt und überarbeitet von K.-G. STEINERT)

KARL-HEINZ SCHMIDT; KLAUS-GÜNTER STEINERT; HELMUT ZIMMERMANN

Zur astronomischen Forschung im Jahre 1976

Bestimmung des Wertes der Hubble-Konstante

Die von EDWIN HUBBLE gefundene Beziehung zwischen der als Fluchtgeschwindigkeit v interpretierten Rotverschiebung der Spektrallinien in den Spektren von extragalaktischen Objekten und deren Entfernung r ist für die Kosmologie von entscheidender Bedeutung. Der in dieser Relation auftretende Proportionalitätsfaktor – die Hubble-Konstante H_0 – entspricht dem reziproken „Weltalter". Diese wichtige Größe kann man gewinnen, indem man für ausgewählte Galaxien sowohl die Rotverschiebung der Spektrallinien als auch unabhängig davon die Entfernung bestimmt. Da die Sternsysteme Pekuliargeschwindigkeiten von der Größenordnung 100 km s^{-1} besitzen, ist es erforderlich, daß uns die Galaxien möglichst nicht zu nahe stehen, um eine zuverlässige Ermittlung der Hubble-Konstante zu gestatten, da sich die Pekuliargeschwindigkeiten der allgemeinen Expansionsbewegung überlagern. Zu diesem Zwecke wurde die extragalaktische Entfernungsskala schrittweise aufgebaut, wobei in der ersten Stufe, die die uns nächsten Sternsysteme umfaßt, die mit den größten Teleskopen in Einzelsterne aufgelöst werden können, bei denen aus absoluten Helligkeiten der leuchtkraftstärksten Sterne die Abstände gewonnen wurden. Neben den absolut hellen OB-Sternen fanden vor allem Novae, Kugelsternhaufen und Delta-Cephei-Veränderliche Verwendung. Während die absoluten Helligkeiten der zu den ersten drei genannten Typen gehörenden Objekte nur mit einer Genauigkeit von bestenfalls einer Größenklasse bekannt waren, konnte man für die Delta-Cephei-Sterne aus der Periode ihres Helligkeitswechsels ihre Leuchtkräfte relativ genau erhalten. Voraussetzung dafür ist die hinreichend genaue Festlegung des Nullpunkts der Perioden-Helligkeits-Beziehung. Sie gelang wegen der Seltenheit der Objekte erst gegen Ende der fünfziger Jahre mit Hilfe weniger Vertreter dieser Sternklasse in einigen offenen Sternhaufen. Man leitete die Farben-Helligkeits-Diagramme dieser Haufen ab und paßte sie an dasjenige der Hyaden an. Daraus ergaben sich die Entfernungen der Haufen und damit die absoluten Helligkeiten der in ihnen befindlichen Delta-Cephei-Veränderlichen. Allerdings konnte man mit Hilfe dieser Sterne die Entfernungen von Sternsystemen nur bis in einen Abstand von etwa 4 Mpc ermitteln. Dabei ist zu erwähnen, daß die Extinktion durch den interstellaren Staub sowohl in unserem Milchstraßensystem als auch in den Galaxien die Entfernungen verfälscht und dieser Einfluß nicht immer ausreichend eliminiert werden konnte. Zur Bestimmung größerer Entfernungen wurden die Durchmesser der größten HII-Gebiete mit denen im Milchstraßensystem verglichen. Noch weiter draußen dienten Spiralsysteme vom Typ Sc und vor allem der Leuchtkraftklasse I, die eine relativ geringe Streuung um ihre mittlere absolute Helligkeit besitzen, als Entfernungsmarken.

In jahrzehntelanger Arbeit hat sich ALLAN SANDAGE mit seinen Mitarbeitern bemüht, anhand des mit Hilfe der großen kalifornischen Teleskope gewonnenen Beobachtungsmaterials die Hubble-Konstante möglichst sorgfältig zu ermitteln. Er erhielt $H_0 = 55 \pm 6$ km s^{-1} Mpc^{-1}. Diese Angabe liegt um rund eine Zehnerpotenz unter dem von HUBBLE vor etwa vierzig Jahren gewonnenen Wert. Allein daran ist die

Schwierigkeit bei der Bestimmung dieser Größe zu erkennen. Tatsächlich bleibt auch der von SANDAGE angegebene Zahlenwert nicht unwidersprochen. Zahlreiche weniger umfangreiche Ermittlungen der Hubble-Konstante führten zu Werten zwischen 80 und 120 km s^{-1} Mpc^{-1}. Insbesondere vermuteten in jüngster Zeit zwei französische Astronominnen, L. BOTTINELLI und L. GOUGUENHEIM (Astron. Astrophys. **51.** 275, 1976), daß die von SANDAGE und TAMMANN abgeleitete Leuchtkraft der ScI-Galaxien zu hoch sei. Ihre Verbesserung führt auf $H_0 = 76 \pm 8$ km s^{-1} Mpc^{-1}.

Bei einer Analyse der Rotverschiebungen konnten V. RUBIN und Mitarbeiter vor einigen Jahren zeigen, daß die Galaxien gleicher Rotverschiebung in verschiedenen Regionen an der Himmelssphäre unterschiedlich hell sind. Für dieses Phänomen wurden mehrere Deutungen versucht, die zum Teil spektakulär sind. Insbesondere hat eine französische Gruppe eine Änderung von physikalischen Grundgesetzen vorgeschlagen. Konventioneller ist die Auffassung, wonach eine Strömung von Galaxien oder eine Rotation der Galaxien um das Zentrum des lokalen Superhaufens mit einer Geschwindigkeit von etwa 500 km s^{-1} vorliegt. Diese Deutung kommt aber mit der gemessenen Isotropie der kosmischen Hintergrundstrahlung in Konflikt. Die Genauigkeit dieser Radiostrahlungsmessung wird als hinreichend gut angegeben, um Bewegungen mit Geschwindigkeiten von mehr als 200 bis 300 km s^{-1} auszuschließen. Eine Lösung dieses Problems ist noch nicht zu erkennen.

Sternkoordinatensystem relativ zu Galaxien

Viele astronomische Untersuchungen werden dadurch erschwert, daß genügend genaue Sternpositionen in nicht ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Die Ursache dafür liegt daran, daß der Fundamentalkatalog FK4 (s. Astronomie in der Schule **13** [1976] S. 127), der allein Positionsgenauigkeiten von 0,1″ und besser ausweist, nur rund 1 500 Sterne enthält. Voraussetzung dafür, eine so große Positionsgenauigkeit über 2 bis 3 Jahrzehnte erhalten zu können, ist die entsprechend genaue Kenntnis der Eigenbewegung (EB) eines jeden im Katalog enthaltenen Sterns.

Die Problematik der Bestimmung von EB liegt auf der Hand. Da alles im Kosmos in Bewegung ist, kann kein in absoluter Ruhe befindliches Koordinatensystem (Inertialsystem) existieren. Der Fundamentalkatalog ist lediglich eine optimale Approximation des Inertialsystems. Der entscheidende Nachteil des gegenwärtigen Fundamentalkatalogs und aller Positionskataloge überhaupt besteht darin, daß die EB der Sterne nur relativ zu anderen Sternen bestimmt sind, die selbst EB, wenn auch sehr kleine, besitzen.

Bereits vor einigen Jahrzehnten entstand vor allem in Pulkovo der Gedanke, EB von Sternen durch Anschluß an Spiralnebel zu bestimmen. Galaxien bewegen sich bekanntlich, und zwar mit großen Geschwindigkeiten. Aber wegen ihrer sehr großen Entfernungen von der Erde bleiben die Winkel, die den tangentialen Bewegungskomponenten entsprechen, eben die EB, selbst über ein Jahrhundert unter der Meßbarkeit.

Für Zwecke der Bestimmung der Positionen von großen Sternanzahlen, woraus nach Wiederholungsbeobachtungen schließlich EB abgeleitet werden, kommt nur die Astrophotographie in Frage. Der Anschluß von Sternen an Galaxien hat neben dem genannten Vorteil aber auch zwei entscheidende Nachteile. Einmal bilden sich die Galaxien auf der photographischen Platte nicht punktförmig ab, was die Meßgenauigkeit beträchtlich einschränkt, wenn man nicht kompakte Galaxien verwenden kann. Andererseits ist die Reichweite der Astrographen, der klassischen Instrumente für die Astrophotographie, begrenzt. Mit dem Astrographen des LICK Observatory (USA) erreicht man erst mit zwei Stunden Belichtungszeit die 17. Größenklasse.

Günstigere Voraussetzungen im Hinblick auf die Reichweite bei vertretbaren Expositionszeiten besitzen Spiegelteleskope, wenn sie ein großes Feld geometrisch richtig abzubilden gestatten. Der systematische Einsatz eines Spiegels zur Positionsbestimmung wurde in einem sowjetischen Programm mit dem Maksutovteleskop der Sternwarte Pulkovo praktiziert. Mit dem erfolgreichen Einsatz dieses Instruments für ein astrometrisches Programm mit großer Reichweite war ein weiterer Beweis dafür erbracht worden, daß photographische Positionsbestimmungen nicht nur dem Astrographen vorbehalten sind. Untersuchungen in Dresden zeigten, daß auch der Tautenburger Schmidtspiegel des Karl-Schwarzschild-Observatoriums des Zentralinstituts für Astrophysik der AdW der DDR sehr gute Eigenschaften für astrometrische Zwecke besitzt.

Nach Vorschlägen von EBNER und VAN HERK ist es zweckmäßig, den ganzen Himmel mit einander überlappenden photographischen Aufnahmen zu überdecken, um die Positionen einer großen Anzahl von Sternen in einem einheitlichen System frei von systematischen Fehlern zu erhalten. Zur Erreichung einer Lagegenauigkeit von 0,1″ ist eine Brennweite von 4 m nötig, was der Dimension des Tautenburger 2-m-Teleskops entspricht, das ein nutzbares Feld von 3×3 Quadratgrad besitzt. Hätte man je ein sol-

ches Instrument auf der Nord- und Südhalbkugel der Erde, dann könnte man in 25 Jahren die gesamte Himmelskugel aufnehmen. Zur Ableitung von EB müßte das ganze Programm wiederholt werden, so daß für jedes Feld zwei Aufnahmen mit einer Epochendifferenz von mindestens 20 Jahren vorhanden sind. Die Realisierung eines solchen Mammutprogramms ist kaum denkbar.

SANDIG hat den Gedanken des Anschlusses der Sterne an Galaxien unter Verwendung eines Schmidtteleskops und den Vorschlag von EBNER und VAN HERK zusammengefaßt und eine praktikable Variante ausgearbeitet. Danach werden statt der ganzen Himmelskugel bzw. der Hemisphäre nur Kreise an der Himmelskugel mit überlappenden Aufnahmen überdeckt. Ein Pilotprogramm für den Kreis $\delta = +52.5°$ wird zur Zeit mit 90 in Tautenburg aufgenommenen Platten an der Sektion Geodäsie und Kartographie der TU Dresden bearbeitet. Die Ergebnisse dieses Pilotprogramms, die 1979 vorliegen werden, lassen Hinweise für ein danach zu beginnendes großes Programm erwarten, das folgende Zielstellung hat:

- Bestimmung von Sternpositionen heller und vor allem schwacher Sterne
- Aufdeckung von systematischen Fehlern vorhandener Sternkataloge
- Bestimmung von Eigenbewegungen aller im Programm enthaltenen Sterne relativ zu Galaxien.

Planetoiden

An gleicher Stelle wurde im vergangenen Jahr von einem neuentdeckten Planetoiden berichtet (1976 AA), dessen große Halbachse kleiner als die der Erde und dessen Umlaufzeit dementsprechend kürzer als ein Jahr ist. Am 25. Oktober 1976 wurde ein weiterer Planetoid — und zwar wieder auf Mount Palomar und wieder unter Beteiligung von E. HELIN — mit einer großen Halbachse kleiner als 1 AE entdeckt. Er erhielt die vorläufige Bezeichnung 1976 UA. Nach den Rechnungen von B. G. MARSDEN benötigt dieser Planetoid nur 283 Tage für einen Umlauf um die Sonne, wobei er ihr im Perihel bis auf 0,46 AE nahekommt (also mehr als Venus), im Aphel aber einen Abstand von 1,22 AE erreicht. Die Bahnexzentrizität von 0,447, die sich aus den genannten Abständen berechnet, ist für einen Planetoiden recht hoch. Die Lage der Bahnebene ist dagegen völlig normal; die Neigung gegen die Ekliptik beträgt nur etwa 6°. Wenige Tage vor seiner Entdeckung kam 1976 UA im übrigen der Erde bis auf etwa 0,0077 AE (etwa dreifache Mondentfernung) nahe.

Pulsare

Verschiedene unabhängige Hinweise deuten darauf hin, daß Pulsare Objekte mit hohen Raumgeschwindigkeiten sind. Da sie im allgemeinen aber sehr lichtschwach sind, lassen sich keine Radialgeschwindigkeiten messen; nur für den Krebsnebelpulsar ergab sich bisher die Möglichkeit, die Eigenbewegung mit Hilfe des bekannten Verfahrens der genauen Ortsbestimmung zu möglichst weit auseinanderliegenden Epochen näherungsweise zu bestimmen. Die Eigenschaften der Pulsare, extrem regelmäßig kurze Energiepulse abzustrahlen, machten es nun aber möglich, die Eigenbewegung auf eine völlig neue Weise zu ermitteln. Die Ankunftszeit der Pulse bezieht man grundsätzlich auf den Massenmittelpunkt des Sonnensystems, da infolge des Umlaufs der Erde um diesen Punkt sich die Ankunftszeiten auf der Erde mit einer Jahresperiode ändern: Befindet sich nämlich ein Pulsar genau in der Bahnebene der Erde, so folgen die Pulse dann am schnellsten aufeinander, wenn die Bewegungsrichtung der Erde genau auf den Pulsar zielt, am langsamsten, wenn die Bewegungsrichtung ein halbes Jahr später in die Gegenrichtung weist. Verschiebt sich der Ort des Pulsars an der Himmelskugel wegen einer Eigenbewegung; so ergeben sich Änderungen für die Zeiten größter bzw. kleinster Pulsfolgedichte, die insgesamt zu periodischen (1 Jahr), immer größer werdenden Abweichungen gegenüber den erwarteten, auf den Massenmittelpunkt bezogenen Ankunftszeiten führen. Aus diesen Änderungen läßt sich die Eigenbewegung des Pulsars, bei bekannter oder angenommener Entfernung auch seine tangentiale räumliche Geschwindigkeit bestimmen. (Tatsächlich befinden sich die Pulsare nicht genau in der Ekliptik, am Prinzip der Messungen ändert sich aber nichts.) Im Laufe der letzten Jahre konnte eine Beobachtungsgruppe der Universität von Amherst, Massachusetts, USA, so Tangentialgeschwindigkeiten von Pulsaren ableiten, die in der Größenordnung (abhängig von der Entfernung) bis zu etwa 500 km s^{-1} liegen. Damit hat sich offensichtlich die oben erwähnte Vermutung bestätigt, daß Pulsare zu den Objekten mit den größten räumlichen Geschwindigkeiten im Milchstraßensystem zählen.

Galaxienstatistik

Das Milchstraßensystem nimmt nach allgemeiner Überzeugung sicher keinerlei Sonderstellung im Weltall ein. Man wird daher erwarten, daß die Neigung der Symmetrie-Ebenen der extragalaktischen Sternsysteme gegen den Visionsradius nach den Gesetzen des Zufalls verteilt sind. Für Spiralsysteme bedeutet dies, daß man mit gleicher Häufigkeit Systeme beobachten sollte, deren Arme bei der Projektion an die Himmelskugel eine Windung im Uhrzeigersinn (bei der Wanderung vom Zentrum nach

außen) zeigen, wie Systeme mit entgegengesetztem Windungssinn. (Stilisiert formen die Arme ein „S" oder ein „umgekehrtes S".) Bei einer Galaxienstatistik, die aber nur 107 Spiralsysteme des Virgohaufens umfaßt, fand man 1973 eine leichte Bevorzugung des Typs „S" gegenüber dem Typ „umgekehrtes S". Für weitergehende Schlußfolgerungen war dieses statistische Material aber zu gering. Aus diesem Grunde untersuchten T. M. BORCHKHADZE und N. G. KOGOSHVILI vom Astrophysikalischen Observatorium Abastumani das Phänomen neu, wobei sie den 29 005 extragalaktische Sternsysteme enthaltenden Galaxienkatalog der Sternwarte Abastumani verwendeten. Er umfaßt alle Sternsysteme mit einer scheinbaren photographischen Helligkeit größer als 15^{m}1 nördlich von −33° Deklination. Von diesen sind 31 % (9058) spiralig. Wieder zeigt es sich, daß es mehr Spiralen vom Typ „S" als vom Typ „umgekehrtes S" gibt, wobei dieses Ergebnis statistisch gesichert ist. Ohne weitergehende Schlüsse zu ziehen, weisen die Autoren darauf hin, daß es offensichtlich eine großräumige Asymmetrie in der Verteilung der Galaxien und damit möglicherweise in der Struktur des Weltalls in der Nähe des Milchstraßensystems gibt.

Anschriften der Verfasser:
Dr. habil. KARL-HEINZ SCHMIDT
Zentralinstitut für Astrophysik
15 Potsdam, Akademie der Wissenschaften der DDR
Doz. Dr.-Ing. habil. KLAUS-GÜNTER STEINERT
8027 Dresden, Technische Universität,
Sektion Geodäsie und Kartographie
Doz. Dr. habil. HELMUT ZIMMERMANN
69 Jena, Universitäts-Sternwarte

MANFRED SCHUKOWSKI

Neuere Erkenntnisse über Körper des Sonnensystems im Unterricht

Im laufenden Jahrgang hat „Astronomie in der Schule" Arbeiten veröffentlicht, in denen neuere Erkenntnisse über die Planeten Merkur, Venus, Mars und Jupiter sowie über Kleinkörper im Sonnensystem dargestellt werden [1 bis 4]. Damit wurde ein bewährter Weg fortgesetzt [5]. Darüber hinaus werden die Leser dieser Zeitschrift in der „Zeitschriftenschau" regelmäßig auf Veröffentlichungen zu dieser Thematik in anderen Periodica aufmerksam gemacht, so daß ihnen reiches Faktenmaterial zur Verfügung steht.
Es ist Aufgabe des Astronomielehrers, diese Erkenntnisse zu verarbeiten und für den Unterricht aufzubereiten: Welche Tatsachen müssen im Unterricht dargestellt werden? Welche Änderungen ergeben sich gegenüber der bisherigen Darstellungsweise? Auf welche Zusammenhänge kann hingewiesen werden? Welche Möglichkeiten für die ideologisch-erzieherische Arbeit sind zu berücksichtigen?
Für diese schöpferische Arbeit soll vorliegender Beitrag Anregung und Unterstützung geben. Die hier geäußerten Gedanken sind im Zusammenhang mit anderen Veröffentlichungen zu methodischen Fragen des Lehrplanabschnittes „Das Planetensystem" zu sehen [6 bis 8].

1. Physik der Planeten

Die Erforschung des Erdmondes und der Planeten Merkur, Venus, Mars und Jupiter gehört zu den großen Erfolgen der Astronomie in unseren Tagen [9; 129]. Neue Erkenntnisse sind insbesondere durch den Einsatz von Raumflugkörpern gewonnen worden und betreffen vor allem

- Oberflächenformen
- Atmosphären (Dichte und Zusammensetzung)
- Oberflächentemperaturen
- Magnetfelder und
- inneren Aufbau.

Radius, Masse und Dichte dieser Himmelskörper wurden z. T. präzisiert; die Korrekturen liegen jedoch außerhalb der für den Schulunterricht zu fordernden Grenzen. Die im Lehrbuch angegebenen Werte sind weiterhin verwendbar [10; 130].

Etwas problematischer sieht es mit der im Lehrplan geforderten *Unterscheidung der Planeten nach Erd- und Jupiterähnlichkeit* aus [11; 19]. Dieser Einteilung liegt die Unterscheidung nach Masse, Radius und Dichte zugrunde, und sie ist mit den wachsenden Kenntnissen über die Zustandsgrößen der Planeten von der Fachastronomie in Frage gestellt worden[1]. Offenbar wird die Planetenstruktur durch mehr Parameter beeinflußt und gekennzeichnet, als es in der Einteilung nach Masse, Volumen und mittlerer Dichte zum Ausdruck kommt. Mit dem Anwachsen des Faktenmaterials sind die Klassifikationsgesichtspunkte in den Vordergrund getreten, durch die insbesondere die Prozesse der Entstehung und Entwicklung der Planeten stärker Berücksichtigung finden.

Im Ergebnis solcher Betrachtungsweise wurde die bisherige Gruppe der jupiterähnlichen Planeten untergliedert: in die Gruppen der großen (Jupiter, Saturn) und der äußeren Planeten (Uranus, Neptun).

In der bisherigen wie in der neuen Einteilung gibt es die erdähnlichen Planeten Merkur,

[1] s. dazu „Astronomie in der Schule" 13 (1976) 1, S. 21 f.

Name des Himmelskörpers	Oberflächen-charakteristika	Atmosphäre Druck	Atmosphäre Zusammensetzung	Oberflächentemperatur	Magnetfeld (in Gamma)	Kern
Merkur	Krater; Mare	praktisch nicht vorhanden		90 . . . 700 K	350 (Äquat.) 700 (Pol)	Eisenkern
Venus	stark eingeebnete Krater; geringe atmosph. Erosion	90 . . . 100 Atm.	96 % CO_2 3 % N_2	725 . . . 765 K	prakt. nicht vorh. (zu geringe Rotation)	Eisenkern
Erde	Existenz einer Hydrosphäre (71 % der Oberfl.); Pflanzendecke; Kontinente unter Erosionseinfluß	1 Atm.	78 % N_2 21 % O_2	230 . . . 320 K	30000 (Äquat.) 70000 (Pol)	Plasma mit metallischen Eigenschaft. (Fe/Ni)
Mars	Krater; Staub; atmosph. Erosion; Spuren ehemaliger Wassererosion	0,01 Atm.	95 % CO_2 2,7 % N_2	150 . . . 290 K	prakt. nicht vorhanden	relativ kleiner Eisenkern
Erdmond	Krater; Mare	praktisch nicht vorhanden		100 . . . 400 K	prakt. nicht vorhanden	kein metallisch leitender Kern

Tabelle 1: Einige Merkmale der „erdähnlichen" Planeten und des Erdmondes

Venus, Erde und Mars. (Pluto steht jetzt außerhalb jeglicher Klassifikation.) Geht man bei ihnen über die Parameter Masse, Radius und Dichte hinaus, in deren Größenordnungen die erdähnlichen Planeten übereinstimmen und betrachtet z. B. die Oberflächenformen, die Zusammensetzung und die Dichte der Atmosphären, die Oberflächentemperaturen und die Magnetfelder, so werden auch innerhalb der Mitglieder dieser Planetengruppe merkliche Unterschiede deutlich (Tabelle 1).

Ich stelle diese Problematik hier dar, um auf die im Fluß befindliche wissenschaftliche Entwicklung aufmerksam zu machen. Für den obligatorischen Unterricht ist es im Sinne einer didaktischen Vereinfachung weiterhin vertretbar, wie im Lehrplan gefordert, lediglich zwischen erdähnlichen und jupiterähnlichen Planeten zu unterscheiden. Die feinere Einteilung würde Begründungen und Erläuterungen notwendig machen, die den Zeitfonds der einen Unterrichtsstunde 1.4.2. „Zur Physik der Planeten" weiter belasten würden. Man muß deutlich unterscheiden zwischen dem Lehrstoff der Schule und Problemen, die in der Aus- und Weiterbildung der Lehrer ihre Berechtigung haben.

In den Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogramm (AGR) kann das klug geführte und begrenzte Gespräch über ausgewählte Fragen der fortschreitenden Erkenntnis der Planetenphysik durchaus im Rahmen der Zielsetzung des Programmabschnittes 4 „Die Planeten unseres Sonnensystems" gesehen werden [12; 11]. Tabelle 1 kann (ausgenommen die beiden letzten Spalten) Eingang in den Unterricht finden. Hier werden Fragen behandelt, die im Mittelpunkt der Unterrichtsstunde 1.4.2. stehen und die in der Tabelle eine Systematisierung erfahren. Dabei sollte darauf hingewiesen werden, daß der gegenwärtige unterschiedliche physikalisch-chemische Zustand der Planetenoberflächen und -atmosphären Ausdruck unterschiedlicher Entwicklungsbedingungen und -abläufe ist. Für die gegenwärtige chemische Zusammensetzung der Erdatmosphäre z. B. ist u. a. die Entwicklung von Leben auf der Erde offenbar von entscheidender Bedeutung gewesen (vgl. [1; 7]). Hinsichtlich der Entwicklung von Leben, der Zusammensetzung ihrer Atmosphäre sowie der Existenz flüssigen Wassers an ihrer Oberfläche besitzt die Erde eine Ausnahmestellung unter den Planeten des Sonnensystems.

Der Lehrplan fordert, die Planeten nach ihren Zustandsgrößen zu vergleichen [11; 17]. In Ergänzung zu der Aufgabe, die Planetenatmosphären an den Beispielen Erde, Mars und Jupiter zu betrachten [11; 19], kann man auch die Atmosphäre der Venus und den Merkur im Rahmen der in Tabelle 1 enthaltenen Angaben in den Vergleich einbeziehen. Dafür könnte man auf Ausführungen über den Einfluß der Planetenmassen und der von der Sonne empfangenen Strahlungsenergie auf die Planetenatmosphären verzichten [11; 19]. In dieser Vereinfachung führt diese Aufgabe zum Widerspruch, daß die Venus, deren Masse geringer und deren Oberflächentemperatur höher als die der Erde sind, eine wesentlich dichtere Atmosphäre als die Erde besitzt. Diese Tatsache ist ein Widerspruch, der, ist er den Schülern einmal bewußt geworden, umfangreiche, das Lehrplananliegen übersteigende Ausführungen nötig macht.

Verfährt man nach dem Vorschlag, so werden nicht nur die drei Gruppen von Atmosphären hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung (Stickstoff/Sauerstoff; Kohlendioxid; Ammoniak/Methan), sondern auch alle Dichtebereiche von „sehr dicht" bis zu „praktisch nicht vorhanden" erfaßt.

Mit diesen Vorschlägen wird im *Sinne der Lehrplanziele* dem Erkenntnisfortschritt Rech-

nung getragen. Die genannten wissenschaftlichen Fakten waren bei der Erarbeitung des 1969 veröffentlichten Astronomielehrplans nicht oder nicht genügend bekannt. Sie konnten demzufolge nicht berücksichtigt werden. Im Sinne einer schöpferischen Arbeit mit den Lehrplänen sind wir heute jedoch verpflichtet, *unter Zugrundelegung der Ziele und Aufgaben des Astronomieunterrichts* — das sei betont — der wissenschaftlichen Entwicklung zu entsprechen.

Unter diesen Gesichtspunkten halte ich auch eine auf das Wesentliche konzentrierte vergleichende Betrachtung der Planetenoberflächen für sinnvoll. Mars und Merkur erscheinen dabei mehr erdmond- als erdähnlich.

Mit den neuen Erkenntnissen über die Körper des Sonnensystems sind dem Astronomielehrer weitere Fakten in die Hand gegeben, mit denen er die Überzeugungen seiner Schüler noch mehr festigen kann,

- daß die Entwicklung der astronomischen Erkenntnis vom Entwicklungsstand der Produktivkräfte abhängig ist,
- daß die Menschen in der Lage sind, die Strukturen und Prozesse im Weltall und die ihnen zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten immer besser zu erkennen ([11; 6]; s. auch [12; 5 und 11]),
- daß die Astronomie in den letzten Jahrzehnten in eine Periode besonders glänzender Entwicklung eingetreten ist.

Die durch „Pioneer" 10/11 bestätigte Vermutung, daß der Jupiter doppelt so viel Energie ausstrahlt wie er von der Sonne empfängt, kann als eines der heute noch offenen wissenschaftlichen Probleme genannt werden: Da Jupiter nicht groß genug ist, um eine thermonuklare Reaktion auszulösen und aufrechtzuerhalten (d. h. Jupiter ist kein Stern), handelt es sich bei der Überschußenergie wahrscheinlich um den Rest der Energie, die bei der Gravitationskontraktion während der Bildung des Planeten freigesetzt worden war oder die gegenwärtig noch freigesetzt wird [13].

In der AGR wird man auch an solchen Befunden nicht vorbeigehen,

- daß auf dem Mars mit Olympus Mons der größte bekannte Vulkan gefunden wurde, der fast 23 Kilometer hoch ist und dessen Basis mit einem Durchmesser von 600 Kilometern die doppelte Fläche der DDR überdeckt[1],
- daß die Polkappen des Mars entgegen früheren Vermutungen wesentlich aus Wassereis bestehen,
- daß die Bildung des Jupitersystems offenbar weitgehend ähnlich verlief, wie die Bildung des gesamten Sonnensystems. Diese Tatsache, von der seit GALILEI und KANT gesprochen wird, wurde in jüngster Zeit weiter belegt [13].

[1] s. Wissenschaft und Fortschritt, 26 (1976) 2, S. 57 ff.

2. Kleinkörper im Sonnensystem

Der Lehrplan fordert, im Unterricht vor allem Kometen und Meteorite zu behandeln; auf Planetoiden ist nur informativ einzugehen [11; 19].

Im Hinblick auf die *Kometen* ist HOPPES Feststellung unterrichtlich bedeutsam, „daß der größte Teil der Kometenkerne (etwa 10^{11}) den Raum bis in die Nähe der Grenze der solaren Gravisphäre im Entfernungsbereich von 70 000 bis 80 000 AE... mit Umlaufzeiten bis zu $23 \cdot 10^6$ Jahren bevölkert" [4; 82]. Zu oft wird der Begriff Komet im Unterricht auf die relativ wenigen dieser Körper begrenzt verstanden, die in die inneren Bereiche des Sonnensystems gelangen. Für viele Schüler ist das Sonnensystem mit Pluto zu Ende. Die Vermittlung von Kenntnissen über den Aufbau des Sonnensystems sollte jedoch auch einen Hinweis auf die „Bevölkerung" seiner Außenbezirke einschließen. Dann wird auch die Definition des Begriffes Komet auf Allgemeingültiges gelenkt und treffender (vgl. [8.4.; 37 f.]).

In [4; 81] wird darauf aufmerksam gemacht, daß sich für die im Raum zwischen den Planeten befindlichen kleinen Körper mit Massen zwischen 10^{10} kg und 10^{-9} kg international der Begriff *Meteoroid* einzubürgern scheint. Wenn auch abzuwarten bleibt, wie sich dieser Begriff durchsetzen wird, so kann festgestellt werden, daß damit der Doppeldeutigkeit des Begriffes Meteorit, auf die in [8.4.; 38] hingewiesen wurde, ein Ende gesetzt würde. In Zukunft würden dann diejenigen Körper des Sonnensystems, die kleiner als Planetoiden sind, als Meteoroide bezeichnet. Meteorite hingegen hießen die Elemente jener Teilmenge aus der Menge der Meteoroide, die in die Erdatmosphäre eindringen, insbesondere die zur Erdoberfläche gelangenden Reststücke solcher Körper. Wenn sich diese Unterscheidung fachwissenschaftlich durchsetzt, sollten wir ihr auch im Unterricht entsprechen.

Literatur:

[1] **Neues über die Venus.** In: Astronomie in der Schule, 14 (1977) 1.
[2] **Suche nach Leben auf dem Mars.** In: Astronomie in der Schule, 14 (1977) 2.
[3] MARX, S.: **Zur Physik der Planeten.** In: Astronomie in der Schule 14 (1977) 3.
[4] HOPPE, J.: **Die Kleinkörper im Planetensystem und der interplanetare Raum.** In: Astronomie in der Schule 14 (1977) 4.
[5] Es sei nur an folgende frühere Veröffentlichungen erinnert:

[5.1.] MARX, S.: **Zu einigen neuen Erkenntnissen über den Erdmond.** In: Astronomie in der Schule, 12 (1975) 1.
[5.2.] MARX, S.: **Erforschung der Planeten mit Raumsonden.** In: Astronomie in der Schule, 12 (1975) 1.
[5.3.] HOPPE, J.: **Neue Erkenntnisse über den Planeten Mars.** In: Astronomie in der Schule, 10 (1973) 4.
[6] Autorenkollektiv: **Methodik Astronomieunterricht.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1977.
[7] Autorenkollektiv: **Unterrichtshilfen Astronomie 10. Klasse.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1971.
[8] Es sei u. a. an folgende Veröffentlichungen in „Astronomie in der Schule" erinnert:
[8.1.] SCHWABE, R.; STIER, J.: **Zur weltanschaulichen und moralischen Erziehung der Schüler in der Stoffeinheit „Das Planetensystem".** 13 (1976) 3.
[8.2.] KRÖSCHE, I.: **Zur Festigung des Wissens, Könnens und der Überzeugungen in der Stoffeinheit „Das Planetensystem".** 13 (1976) 3.
[8.3.] ALBERT, H.: **Systematisierung des Unterrichtsstoffes in der Stoffeinheit „Das Planetensystem".** 13 (1976) 3.
[8.4.] SCHUKOWSKI, M.: **Begriffe zum Stoffgebiet „Das Planetensystem".** 13 (1976) 2.
[9] GINSBURG, W. L.: **Über Physik und Astrophysik.** Akademie-Verlag, Berlin 1977.
[10] Autorenkollektiv: **Astronomie, Lehrbuch für Klasse 10.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, 5. Auflage, Berlin 1975.
[11] **Lehrplan für Astronomie Klasse 10.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1969.
[12] **Astronomie. Rahmenprogramm für Arbeitsgemeinschaften der Klassen 9 und 10.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1971.
[13] HALL, CH. P.; MARK, H.; WOLFE, J. H.: **Der Flug zum Jupiter.** In: Endeavour, Bd. XXXV, Nr. 124.

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. MANFRED SCHUKOWSKI
252 Rostock 22
Helsinkier Straße 79

HEINZ ALBERT; KLAUS LINDNER

Zur Rolle der Schülerbeobachtungen im Unterrichtsprozeß

1. Ziel der Beobachtungen

Die Notwendigkeit, obligatorische Schülerbeobachtungen in den Astronomieunterricht einzubeziehen, resultiert aus der Position dieses Faches im System des Unterrichts und aus der Charakteristik der astronomischen Wissenschaft. Der Astronomieunterricht beschäftigt sich mit einer Vielzahl unterschiedlicher Objekte, Fakten und Zusammenhänge, Erscheinungen und Prozesse. Er ist naturwissenschaftlicher Unterricht und hat die Astronomie als Erfahrungswissenschaft darzustellen. Da keine Experimente und Demonstrationen am natürlichen astronomischen Objekt durchführbar sind, nehmen Beobachtungen dieser Objekte durch die Schüler einen wesentlichen Platz im Unterrichtsprozeß ein. Sie sind eine Form der Beziehungen zwischen Mensch und Natur, ein Mittel der Erziehung zur Aktivität und damit ein Instrument zum Erwerb dauerhaften Wissens.

Schülerbeobachtungen müssen also als notwendiger, unentbehrlicher Bestandteil des Astronomieunterrichts betrachtet werden. Viele Astronomielehrer haben das erkannt und bemühen sich — oft unter erheblichem persönlichen Einsatz — um eine exakte und vollständige Durchführung der Beobachtungsaufgaben des Lehrplans. Aber mit der Durchführung der Beobachtungsaufgaben allein ist ihre Wirksamkeit für den Bildungs- und Erziehungsprozeß noch nicht ausgeschöpft. Vielmehr kommt es darauf an, die Beobachtungen so in den Unterrichtsprozeß einzuarbeiten, daß sie von allen Schülern als Mittel der Erkenntnis erkannt und genutzt werden können.

Astronomische Schülerbeobachtungen verfolgen das Ziel, die Ergebnisse des Klassenunterrichts vorzubereiten oder zu vertiefen, je nach der zeitlichen Stellung, die der betreffende Beobachtungsabend im Jahreslehrgang einnimmt. In gewissem Maße sind sie auch als Bestätigung der theoretisch erworbenen Kenntnisse heranzuziehen. Sie sollen die Möglichkeit zur praktischen Anwendung des Wissens und des Könnens aus dem Klassenunterricht bieten und neben wichtigen weltanschaulichen Einsichten auch positive Verhaltensqualitäten fördern. (So wird zum Beispiel das Beobachten bei Dunkelheit, zu einem ungewohnten Zeitpunkt und in fremder Umgebung zu einer Bewährungssituation, in der die Schüler bewußt diszipliniertes Verhalten zu trainieren haben.) ALBERT und GEBHARDT weisen darauf hin, daß auch die Einheit von Rationalem und Emotionalem nicht außer acht gelassen werden darf; sie nennen die didaktischen Prinzipien, denen bei der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Schülerbeobachtungen Rechnung zu tragen ist [2]. Daß in die Zielstellung der astronomischen Schülerbeobachtungen auch fachübergreifende Aspekte hineinspielen, soll hier nur kurz erwähnt werden.

2. Stellung der Beobachtung im Unterricht

Bei der Untersuchung der Position, die die Schülerbeobachtungen im Astronomieunterricht

einnehmen, sind drei Besonderheiten zu berücksichtigen. Die erste ist inhaltlicher Natur; auf sie hat zuerst SCHUKOWSKI hingewiesen: „In der Schule wird nur ungenügend der Tatsache Rechnung getragen, daß sich die Arbeit des Astronomen von der Beobachtung mehr und mehr zur Auswertung verlagert hat" [5]. In der Tat ist die schulmäßige astronomische Beobachtung keine didaktisch adaptierte Form heutiger astronomischer Forschung, sondern unsere Schüler vollziehen eine Technik wissenschaftlicher Arbeit nach, die seit mehr als einem Jahrhundert nicht mehr im Vordergrund steht. Der Astronomielehrer muß dies berücksichtigen und seine Schüler im Klassenunterricht auch mit modernen Arbeitsmethoden und -bereichen der Astronomie (Photographie, Spektralanalyse, Photometrie, Radioastronomie) bekannt machen, damit sie vor allem die Beziehungen der Astronomie zu anderen Wissenschaften, ihre Einordnung in das System der Wissenschaften sowie die Wechselbeziehungen zwischen Theorie und Beobachtung erkennen. Der Lehrplan gibt dazu an verschiedenen Stellen die Möglichkeit.

In diesem Zusammenhang gewinnt die außerunterrichtliche Tätigkeit in den AGR Astronomie Bedeutung, bei der die Schüler weit mehr mit modernen astronomischen Arbeitsmethoden in Berührung kommen. Arbeitsergebnisse aus diesem Tätigkeitsbereich der Schüler in den Unterricht einbeziehen, heißt, den Schülern bewußtzumachen, daß die unterrichtliche Situation dazu zwingt, sie im wesentlichen mit visuellen Beobachtungsmethoden vertraut zu machen. Die Einbeziehung außerunterrichtlicher Ergebnisse in die Arbeit der Klasse bedarf deshalb keines zusätzlichen Zeitaufwandes. Der Hinweis auf eine im Fachunterrichts-(Klassen-)Raum befindliche Ausstellung bewirkt oft mehr als wortreiche Erklärungen.

Eine zweite Besonderheit ergibt sich daraus, daß die Schüler im allgemeinen keine Vorstellung davon haben, welcher optische Eindruck von den Objekten sie bei der Beobachtung erwartet. Das beginnt bereits beim Umsetzen des Himmelsanblickes von der drehbaren Sternkarte auf den Sternhimmel. Nicht nur die Lage der Sternbilder relativ zum Horizont erweist sich als teilweise unerwartet[1], sondern auch die Größendifferenz zwischen der Darstellung eines Sternbildes auf der Karte und seiner wahren Ausdehnung am Himmel stellt viele Schüler zunächst vor ein Problem. Bei Fernrohrbeobachtungen sollten die Schüler auch auf das optische Vermögen des Instrumentes aufmerksam gemacht werden. Zumeist stellen sie anfänglich an das Fernrohrbild viel zu hohe Ansprüche und erwarten, etwas hinsichtlich Größe, Helligkeit und Detailreichtum mit Lehrbuchabbildungen oder Lichtbildern Vergleichbares zu sehen. Die Kleinheit einer Planetenscheibe oder der geringe Abstand zweier Doppelsternkomponenten kann bei unvorbereiteten Schülern leicht zu Enttäuschungen und zur Geringschätzung der Beobachtungsergebnisse führen. Hier ist also eine Einstimmung vonnöten, die bereits in der zweiten Stunde des Jahreslehrganges – bei der Behandlung des Schulfernrohres – einsetzen sollte und die im weiteren Verlaufe des Schuljahres zur inhaltlichen Vorbereitung und zur Auswertung der Beobachtungsabende gehört.

Gerade bei dieser Arbeit sollten z. B. Photographien kosmischer Objekte einbezogen werden, die von Arbeitsgemeinschaftsteilnehmern am Schulfernrohr gewonnen wurden. Sie stellen praktisch die „Brücke" dar, über die die Schüler – von der Abbildung im Lehrbuch oder in der Literatur zum Anblick im Fernrohr – zu führen sind.

Ein Vergleich der Saturn- bzw. Jupiteraufnahmen im Lehrbuch [7; S. 11 und S. 47] mit solchen, die mit schulischen Mitteln entstanden, erhöht vor der eigenen Beobachtung die Spannung beim Schüler, was nun bei visueller Beobachtung mit dem Telementor zu sehen sein wird. Daraus einen Vergleich zwischen eigener Planetenskizze und „schuleigenem" Planetenfoto in der Auswertungsphase abzuleiten, hilft einerseits den o. g. Fehleinschätzungen zu begegnen, andrerseits aber auch, auf die Probleme der Astro*fotografie* aufmerksam zu machen.

Schulastronomische Einrichtungen (Beobachtungszentren, Schulsternwarten) können dafür aus ihrer außerunterrichtlichen Arbeit Materialien für die Schulen ihres Territoriums zur Verfügung stellen. (Diese offensichtliche Lücke im Angebot von Arbeitsmaterial für die Schüler können diese Einrichtungen am besten schließen; hier öffnet sich ein breites Arbeitsfeld, um den vorhandenen Nachholebedarf rasch abzubauen.)

Die dritte Besonderheit erweist sich als ein organisatorisches Problem. Anders als bei vielen physikalischen, chemischen und biologischen Schülerübungen muß der Lehrer im Astronomieunterricht in der Regel eine erhebliche zeitliche Verschiebung zwischen der Behandlung der betreffenden Sachverhalte im Klassenunterricht und einer entsprechenden Beobachtung in Kauf nehmen. Dies erschwert den nahtlosen Übergang zwischen Theorie und Praxis und bildet in vielen Fällen die Ursache dafür, daß die Beobachtungsaufgaben des Lehrplanes

[1] Die Verzerrung polferner Sternbilder auf der drehbaren Sternkarte kann hier unberücksichtigt bleiben. Ihr Einfluß auf schulische Beobachtungen ist unerheblich.

wohl „abgearbeitet" werden, aber auf den Unterrichtsprozeß im übrigen so gut wie keine Auswirkungen zeigen.

3. Vorbereitung und Auswertung der Beobachtungen

Vor- und Nachbereitungen der Schülerbeobachtungen erscheinen unter diesem Gesichtspunkt nicht nur aus organisatorischen Gründen, sondern vor allem wegen der inhaltlichen Wirksamkeit unbedingt erforderlich. ALBERT und GEBHARDT zeigen, daß die inhaltliche Vorbereitung auf eine Beobachtung einen motivierenden Einfluß ausübt und nicht etwa nur Vorkenntnisse oder einen Arbeitsstandpunkt bereitstellt, während die Auswertung zur Weiterarbeit am gegebenen Thema anregt [2]. Vorbereitung und Auswertung des Beobachtungsabends haben also im Kollektiv, im Klassenunterricht, zu erfolgen und sind nicht als individuelle Tätigkeit des Lehrers anzusehen. Sie sollen aber auch nicht nur auf die zeitliche Nachbarschaft des einzelnen Beobachtungsabends beschränkt bleiben, sondern nach Möglichkeit innerhalb eines relativ großen Zeitraumes Einfluß auf das Unterrichtsgeschehen ausüben.

Eine gute Möglichkeit bietet sich dafür, wenn bestimmte Vorbetrachtungen in den Beobachtungsprotokollen der Schüler im Klassenunterricht und in dessen zeitlicher Abfolge erarbeitet werden [4]. Wie das zu verstehen ist, sollen drei Beispiele zeigen.

Beispiel 1: Wenn zum Zeitpunkt des ersten Beobachtungsabends die Koordinatensysteme noch nicht im Unterricht behandelt sind, bleibt die Vorbetrachtung 3 zur Aufgabe A 1 vorläufig unbeantwortet. Erst nach der Behandlung dieses Themas formulieren die Schüler im Klassenunterricht eine Antwort und stellen die geforderte Berechnung an. Das Protokoll der Aufgabe A 1 wird damit nachträglich vervollständigt.
Beispiel 2: Wenn zum Zeitpunkt der Mondbeobachtung (Aufgabe A 5) die Unterrichtseinheit 1.3. (Der Erdmond) noch nicht im Unterricht behandelt wurde, wird eine Antwort auf die Vorbetrachtung zur Aufgabe A 5 in gleicher Weise zurückgestellt. Das Protokoll zu dieser Aufgabe wird ebenso nachträglich vervollständigt.
Beispiel 3: Bei der Behandlung der Unterrichtseinheit 1.2. (Die Erde als Himmelskörper) werden Antworten u. a. für die Vorbetrachtungen 2 und 3 der Aufgabe A 6 erarbeitet und in die Beobachtungsprotokolle eingetragen, obwohl diese Beobachtung erst zu einem viel späteren Zeitpunkt realisiert werden kann. Damit beginnt die Vorbereitung auf eine Beobachtung, die für die Monate Januar bis März vorgesehen ist, bereits im September oder Oktober des vorangehenden Kalenderjahres.

Bei dieser Praxis erfüllen die Vorbetrachtungen ihre Aufgabe, die Beobachtung mit der Behandlung der betreffenden Sachverhalte im Klassenunterricht in enge Beziehung zu setzen. Die Schüler werden dadurch schon über einen längeren Zeitraum hinweg auf die Beobachtung eingestimmt; sie befassen sich immer wieder mit deren Objekten und erfahren so eine fortlaufende Zielorientierung: sie gewinnen persönliches Interesse an der Beobachtung.

Andrerseits ist in vielen Fällen, in denen die Vorbetrachtungen im Ergebnis der zeitlichen Plazierung des Beobachtungsabends in Nachbetrachtungen umgewandelt werden (Beispiele 1 und 2), im Unterrichtsprozeß eine intensive Bezugnahme auf die Beobachtungsergebnisse möglich.

Die eigentlichen Ergebnisse der Beobachtungstätigkeit – Zahlenwerte, Skizzen, Beschreibungen – nehmen in den Protokollen der Schüler eine zentrale Position ein. Sie sind das Bindeglied zwischen der beobachterischen Praxis und der im Klassenunterricht erarbeiteten Theorie. In dieser Funktion müssen sie von den Schülern erkannt und verarbeitet werden. (Andernfalls würde eine Lücke im Erkenntnisprozeß entstehen; die Beobachtungen würden nicht als Bestandteil des Unterrichts akzeptiert und demzufolge nicht ernst genommen. Mängel in der disziplinierten Haltung und im Fleiß wären die Folge.)

Aus dieser Erkenntnis leitet sich die Forderung ab, daß jede Beobachtung auch im Astronomieunterricht ein meßbares Ergebnis haben muß, mit dem weitergearbeitet werden kann und daß – bei aller Berechtigung des Emotionalen – ein bloßes „Spazierengucken" im Unterricht nicht zulässig ist. Das Ergebnis muß protokollierbar sein. Aus dem Protokoll muß hervorgehen, was der Beobachter gesehen hat, worauf er seine Aufmerksamkeit richtete. Die Beobachtungsaufgaben und die dazugehörigen Arbeitsanweisungen im Lehrbuch sind so formuliert, daß dieser Forderung in jedem Falle entsprochen werden kann. Die Protokolle werden auf diese Weise zu einem Arbeitsmittel für die Schüler, das nicht nur an zwei Abenden von Bedeuturig ist, sondern während des gesamten Schuljahres Beachtung findet. Deshalb ist es wichtig, die protokollierten Ergebnisse vom Schüler individuell einschätzen zu lassen und sie auch zu werten. Indem die Aufforderung des Lehrers ergeht, das eigene Ergebnis mit dem anerkannten zu vergleichen und die Ursachen für starke Abweichungen im Protokoll zu erklären, werden vielfältige Erziehungsaspekte (Exaktheit, Ehrlichkeit ...) wirksam. Über den Grund der Wirksamkeit entscheidet die Haltung des Lehrers bei der Bewertung der Protokollinhalte.

3. Auswertung der Beobachtungen im Unterricht

Zur Auswertung der Beobachtungsergebnisse im Unterrichtsprozeß sind bereits verschiedene Aussagen gemacht worden [1], [2], [3], [6]. Folgende Möglichkeiten dürften effektiv und den Zielen des Astronomieunterrichts an-

gemessen sein und sich unter durchschnittlichen Arbeitsbedingungen realisieren lassen:

● Der Lehrer nimmt bei der Erarbeitung von Einzelfakten Bezug auf die bei vorausgehenden Beobachtungen gewonnenen Erkenntnisse. Hierfür bieten alle zehn Beobachtungsaufgaben geeignetes Material. Auch das bloße Erwähnen einer Beobachtung und ihrer Ergebnisse im Unterricht trägt bereits den Charakter einer Auswertung. Es darf jedoch nicht dem Zufall überlassen bleiben, ob im Lehrervortrag oder im Unterrichtsgespräch der Hinweis auf eine bevorstehende oder bereits durchgeführte Beobachtung erscheint; vielmehr müssen die Schüler planmäßig und immer wieder mit Beobachtungshinweisen und -ergebnissen konfrontiert werden. Hier liegt ein Aspekt der Aktualisierung des Unterrichts vor; Aktualität aber ist eine Komponente der Anschaulichkeit [3].

● Im Kurzvortrag eines Schülers lassen sich Beobachtungsergebnisse in sehr effektiver Form auswerten. (Es ist in der letzten Zeit recht still um Schülervorträge im Astronomieunterricht geworden — wohl in der richtigen Erkenntnis, daß sie angesichts der geringen Zeitreserven in unsrem Fach kaum Hilfe für einen rationellen und effektiven Unterricht bieten können. Wenn dennoch hier wieder darauf verwiesen wird, so vor allem deshalb, weil die Darstellung und Kommentierung von Beobachtungsergebnissen durch Schüler — dank der engen stofflichen Begrenzung — sehr wenig Zeit erfordert. In diesem speziellen Falle ist der Schülervortrag nicht nur realisierbar, sondern als wichtige Form der Schüleraktivität in gewisser Hinsicht auch notwendig.) In einem solchen Kurzvortrag, der eine Zeitdauer von 4 bis 5 Minuten nicht überschreiten darf, können ebenfalls Vergleiche zwischen Beobachtungsergebnissen und den Aussagen des Lehrbuches enthalten sein, die die Basis für weitergehende Erörterungen bilden.

● Eine aufwendigere Form der Auswertung ist die schriftliche Ausarbeitung über ein Unterrichtsthema anhand vorliegender Beobachtungsergebnisse. Sie kann den Charakter einer kleinen Jahresarbeit annehmen und in solchen Fällen auch das Resultat kollektiver Tätigkeit sein. Derartige Arbeiten sind aber kaum für alle Schüler einer Klasse geeignet; sie fordern gewissenhafte Planung und eine langfristige Beratung.

Diesen drei Grundformen der Auswertung von Beobachtungsergebnissen überlagern sich in der Unterrichtspraxis vielfältige Verfahren. WALTHER weist auf andre wesentliche Aspekte bei der Auswertung und Bewertung der Beobachtungsprotokolle hin [6]. Auch hier wird deutlich, daß die Protokolle und die in ihnen enthaltenen Aussagen eine das ganze Schuljahr umfassende Wirksamkeit haben.

Schließlich ist auf die Bedeutung der individuellen Hausbeobachtungen hinzuweisen, deren Nutzen für die Erkenntnisgewinnung im Unterricht noch unterschätzt wird. Beobachtungsaufgaben, wie die im Lehrbuch [7; S. 106 f.] unter 5.—7., 9. und 15. formulierten, eignen sich nicht nur dazu, das Interesse der Schüler für das Beobachten wachzuhalten. Solche Aufgaben, die vom Lehrer auch für andere Unterrichtseinheiten formuliert werden können, aktualisieren den Unterricht noch unmittelbarer als die während der obligatorischen Beobachtungsabende bearbeiteten Themen.

Beobachtung ist immer eine aktive Auseinandersetzung mit der Wirklichkeit. Die Schüler haben es in ihr nicht mit Abbildern oder Beschreibungen der realen Objekte zu tun, sondern mit den Objekten selbst. Die Auseinandersetzung und die daraus resultierenden Triebkräfte dürfen dem Unterrichtsprozeß nicht verlorengehen. Wir brauchen sie, um die Ziele unseres Faches zu erreichen.

Literatur:

[1] ALBERT, H.: **Obligatorische Beobachtungen im Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule 8 (1971) 5.

[2] ALBERT, H.; GEBHARDT, W.: **Astronomische Schülerbeobachtungen unter didaktischen Gesichtspunkten betrachtet.** In: Astronomie in der Schule 7 (1970) 1.

[3] LINDNER, K.: **Zur Aktualisierung des Lehrstoffes im Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule 7 (1970) 17.

[4] LINDNER, K.: **Zur Interpretation der Beobachtungsaufgaben im Lehrbuch.** In: Astronomie in der Schule 14 (1976) 4.

[5] SCHUKOWSKI, M.: **Über eine Möglichkeit für die Einbeziehung von wissenschaftlichen Arbeitsmethoden der Astronomie in den Astronomieunterricht.** In: Die Sterne 51 (1975) 1.

[6] WALTHER, U.: **Zu den Beobachtungsprotokollen.** In: Astronomie in der Schule 14 (1977) 2.

[7] Autorenkollektiv: **Astronomie, Lehrbuch für Klasse 10.** Volk und Wissen, Volkseigener Verlag Berlin, 1977.

Anschrift der Verfasser:

OL HEINZ ALBERT
963 Crimmitschau, Sternwarte

Dr. KLAUS LINDNER
7024 Leipzig, Grunickestraße 7

Wir gratulieren

Zum Jahrestag der URANIA wurde Dr. habil KARL-HEINZ SCHMIDT, Mitglied des Redaktionskollegiums von „Astronomie in der Schule", für verdienstvolle Leistungen bei der Verbreitung wissenschaftlicher Erkenntnisse mit der Ehrennadel der URANIA in Gold ausgezeichnet.

KLAUS FRIEDRICH

Der historische Aspekt in den Unterrichtseinheiten 1.3. bis 1.5.

Zur Vertiefung des Geschichtsbewußtseins der Schüler bieten sich mit der Erörterung der Struktur unseres kosmischen Nahbereichs in den Unterrichtseinheiten 1.3. bis 1.5. mehrere Möglichkeiten an. Die Entwicklung unserer Kenntnisse über den Mond (1.3.3.) verlief in 3 Etappen:

1. Das Studium unseres Trabanten *ohne Fernrohr* (Bewegung, Spekulationen über die Natur des Mondes und über mögliches Leben)
2. Die Etappe der Mondforschung *mit Fernrohr* (Bewegung, Kartographie, physische Grundgrößen, Natur und Entstehung der Oberflächenformationen, Entstehung und Alter des Mondes, Einordnung in das Verständnis des Sonnensystems)
3. Die *direkte Erforschung des Mondes* mit den Mitteln der Raumfahrt (konkrete Aufschlüsse über obige und weitere Fragen).

Diese Schritte vollzogen sich in immer rascherer Folge mit dem Aufschwung der Technik bis in die allerjüngste Zeit. Im Unterricht oder als Schüleraufträg formuliert, könnte zur Verdeutlichung des Zusammenhangs zwischen Wissenschaft (Technik) und Gesellschaft eine Übersicht gegeben werden, etwa:

Neue Erkenntnisse über den Mond	technische Hilfsmittel	Personen	Führende Länder	Zeit von–bis

Die Entwicklung und die wissenschaftliche Diskussion einer solchen Systematik entsprechen effektiv der Lehrplanforderung nach Darstellung des „Erkenntnisfortschritts ... unter historischem Aspekt" [1; 59] und verdeutlichen ebenso anschaulich die Einengung des Spielraums für Spekulationen und idealistische Interpretationen durch zunehmend gesichertes Wissen (ebd.). Da am Beispiel der Mondforschung (1.3.3.) auf konkrete astronautische Unternehmen eingegangen wird, ist die Verpflichtung zur Erörterung der politischen und moralischen Verantwortlichkeit von Wissenschaftlern und Staaten zwingend. Wer daran vorübergeht, verstößt gegen den Lehrplan, der dazu ein praktikables und beinahe fertiges Stundengerüst liefert (s. [2; 16]).

Die Geschichte der Wissenschaften, im besonderen auch die Geschichte der Astronomie, ist in erster Linie ein gesellschaftliches Phänomen. Daran ändert auch nichts die Tatsache, daß die konkreten Umstände, unter denen Gelehrte eine Erkenntnis gewannen, oftmals zufällig erscheinen, daß sich die historische Notwendigkeit einer Entdeckung nicht unmittelbar äußert. Dieser Gedanke repräsentiert den historischen Aspekt; und er wird im gesamten Lehrplanabschnitt „Das Planetensystem" erkennbar. Abgesehen von der systematisierenden Stunde 1.5. besitzt der Stoff jeder der vorangegangenen 2 Stunden historische Bezüge.

Einen Schlüsselpunkt bildet der Abriß des Kampfes um das heliozentrische Weltbild (1.4.1.). Einesteils wird an der Auseinandersetzung des feudal-kirchlichen Systems mit den wissenschaftlichen Autoritäten der ideologische Inhalt des Kampfes um die Interpretation der Planetenbewegungen freigelegt und die philosophischen Konsequenzen der copernicanischen Idee von der materiellen Einheit der Welt, der Aufhebung der Trennung von Erscheinung und Wesen werden verdeutlicht.

Sie ebnen den Weg zur Einsicht in die Erkennbarkeit der Welt. Andererseits spiegelt sich im persönlichen Schicksal der Gelehrten (BRUNO, COPERNICUS, GALILEI, KEPLER) die Härte dieses Kampfes wider. Diese Beispiele dürfen aber keinesfalls beziehungslos im Raum stehenbleiben, sondern müssen aus der Sicht der Wechselbeziehungen von Wissenschaft und Ideologie verallgemeinert und mit Problemen der heutigen Zeit verglichen werden. Denn „an der äußeren Form, mit der diese Kämpfe ausgetragen werden, hat sich seit den Tagen GALILEIS viel geändert, nicht aber an der Tatsache, daß auch heute naturwissenschaftliche Erkenntnisse eine zentrale Rolle in der ideologischen Auseinandersetzung zwischen der bürgerlichen Philosophie und dem Marxismus-Leninismus spielen" [3; 18].

Bei der Auswertung (aktueller) astronomischer Ereignisse der Planetenforschung zeigt sich erneut die Dynamik der astronomischen Kenntnisentwicklung. Durch Gegenüberstellung älterer und modernster Daten wird die relative Wahrheit wissenschaftlicher Ereignisse deutlich, an Hand gelöster und neu auftretender, ungelöster Probleme die neue Qualität jeder Erkenntnisstufe begreifbar (vgl. [4; 81]).[1] Dies gilt gleichermaßen bei der Behandlung der natürlichen Kleinkörper (1.4.3.) für den

[1] s. auch Seite 104 ff.

Zusammenhang von Kometen und Meteorströmen, Kometen und Sonnenwind wie für die Erweiterung der Kenntnisse über die Natur des interplanetaren Raumes in den letzten zwei Jahrzehnten (s. auch [5; 136f]). Hier und in der folgenden Stunde (1.4.4.) entsteht die Verpflichtung zur Motivation der Raumfahrt. Die Raumfahrt weist einen hohen Verflechtungsgrad interdisziplinärer Forschungen auf. Sie hat nicht nur Nutzen für die Astronomie, sondern zunehmend auch für alle anderen Gebiete der Wissenschaft und Technik. Diese Tendenz läßt sich mit Beispielen wichtiger Etappen der Raumfahrt überzeugend und anschaulich belegen, erlaubt aber zugleich auch eine Aussage zur Astronautik in beiden Gesellschaftssystemen. Die politische und ökonomische Wertung der bisherigen Entwicklung, Betrachtungen zur Kontinuität, Humanität, Effektivität, Kollektivität und Planmäßigkeit führen zu erzieherisch wertvollen Erkenntnissen über Ziele und Ergebnisse der sowjetischen Raumfahrt (vgl. dazu [6; 3ff]).

Mit der Unterrichtseinheit 1.5. steht innerhalb des Jahreskurses die erste Systematisierungsstunde zur Verfügung. Sie besitzt für die Kontrolle auf Reproduzierbarkeit fachlicher Kenntnisse und mit den Querverbindungen zum Stoff anderer Fächer durch den historischen Aspekt große Bedeutung zur weiteren Vertiefung des wissenschaftlichen Weltbildes. Die bereits vorliegende Karteikarte „Geschichte der Astronomie I" [7] liefert zur praktischen Umsetzung dieses Anliegens mit der Stundengliederung und den zur Unterstützung ausgewiesenen Unterrichtsmitteln und Tafelbildern ein zu empfehlendes Stundengerüst.

Die historisch wichtigsten Etappen, vom Ursprung der Astronomie bis zur Weiterentwicklung des copernicanischen Systems, müssen sachbezogen und überschaubar aufgezeigt und differenziert als Ergebnisse des jeweiligen Entwicklungsstandes der Produktivkräfte und der Bedürfnisse der jeweils herrschenden Klasse betrachtet werden.

Literatur:

[1] SCHWABE, R.; STIER, J.: **Zur weltanschaulichen und moralischen Erziehung der Schüler in der Stoffeinheit „Das Planetensystem".** In: Astronomie in der Schule 13 (1976) 3

[2] **Lehrplan Astronomie, Klasse 10.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1969

[3] HERRMANN, D. B.: **Geschichte der Astronomie von Herschel bis Hertzsprung.** Berlin 1975

[4] BERNHARD, H.; HERRMANN, D. B.: **Zum historischen Aspekt im Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule 14 (1977) 4 S. ... – ..

[5] ALBERT, H.: **Fachliche und methodische Forderungen des neuen Lehrplans an die unterrichtliche Behandlung des Stoffgebietes „Das Planetensystem".** In: Astronomie in der Schule 7 (1970) 6.

[6] HOFFMANN, H.: **Entwicklungsetappen der sowjetischen Raumfahrt.** In: Astronomie in der Schule 13 (1976) 1.

[7] LINDNER, K.: **Geschichte der Astronomie I** (Karteikarte). In: Astronomie in der Schule 13 (1976), 4.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Lehrer KLAUS FRIEDRICH
1193 Berlin, Alt-Treptow 1
Archenhold-Sternwarte

Unser Forum

Aktivierung der Schüler im Astronomieunterricht[1]

UWE WALTHER, Arnstadt

Die Vermittlung von solidem, dauerhaftem und anwendungsbereitem astronomischem Bildungsgut zwingt uns, für jede Unterrichtsstunde ein optimales Verhältnis von Reaktivierung, Erstaneignung und Festigung zu erschließen.

Auf der Grundlage des Lehrplans bestimme ich zuerst die *Schwerpunkte*, das Wesentliche (Wissen, Können, Überzeugungen...) jeder Unterrichtsstunde. Unter Beachtung der möglichen methodischen Hilfsmittel und Verfahren stecke ich den Erkenntnisweg zur *Erarbeitung* ab und fixiere das *Ausgangsniveau*. Daraus leite ich die aktiv-produktiven und rezeptiven *Schülertätigkeiten* ab, die ich für Reaktivierung, Erkenntnisgewinnung in der Erstaneignung und für den Festigungsprozeß (Üben, Vertiefen, Wiederholen, Systematisieren, Anwenden) für erforderlich erachte. Die im Lehrplan ausgewiesenen Tätigkeiten stehen bei diesen Überlegungen an exponierter Stelle. Der Beachtung der *realen Bedingungen* (Vorkenntnisse, Einstellungen, organisatorische Fragen, Zeitproblematik, insbesondere die Kenntnis über die vorhandenen *Erfahrungen* der Schüler aus Presse, Literatur, Funk, Unterricht und dem täglichen Leben) kommt nicht nur bei *diesen* Vorbesinnungen eine große Bedeutung zu.

Der aktiv-produktive Schüler entwickelt während seiner Arbeit immanent am speziellem Fachproblem allgemeine Fähigkeiten weiter, die er für selbständiges schöpferisches Wir-

[1] s. Astronomie in der Schule 14 (1977) 4, S. 90 bis 91.

ken im späteren Leben als Handwerkszeug benötigt. Im Erarbeitungsprozeß gewinnt er bereits tiefgreifendere Beziehungen zum Stoff und verfügt folglich über eine günstige Basis für Dauerhaftigkeit seiner Kenntnisse. Aber er muß auch ausreichend Gelegenheit erhalten, um fragen, diskutieren und seine Ergebnisse verteidigen zu können, womit der Festigungseffekt erhöht wird. Darum ist eine wohlabgestimmte Proportion zwischen vorwiegend aktiven und rezeptiven Tätigkeiten zu finden, so daß der Schüler auch echt gefordert wird. Durch *Reaktivierung* von Wissen und Können zu Stundenbeginn sichert man in einer vertretbaren Zeit das *Ausgangsniveau* (Leistungskontrolle, Hausaufgabe), Übungen, Anwendungen). Eine weitere entscheidende Vorbereitungsaufgabe ist für mich das Herausfinden einer wirkungsvollen *Motivation*, um *alle* Schüler zur Erreichung des Stundenziels zu gewinnen. Für eine lebendige Unterrichtsgestaltung erwies sich immer wieder das Aufwerfen von *Problemen* (zentrales Problem, Teilprobleme während einzelner Erarbeitungsphasen) als besonders wirksam, da durch die daraus resultierenden Widersprüche zum vorhandenen Wissensstand deren Lösung zum Bedürfnis wird. Knüpfen wir an den Wissensdrang an („Warum ist der Mond für uns besonders interessant?" „Was interessiert Sie bei der Behandlung . . . "), greifen wir aktuelle Ereignisse (Finsternisse, Kometen, Raumflüge. . .) auf, versetzen wir die Schüler in eine packende Situation und regen Phantasie und Gefühl an („Sie sollen von der Erde aus ein Mondfahrzeug steuern" . . . — Zur Physik des Mondes), dann ist eine anhaltende freiwillige Aktivität der Schüler beobachtbar.

Wir müssen uns bewußt sein, daß das Erarbeitungsstadium immer mit Reaktivierung von Wissen und Können verbunden ist. Die Astronomische Einheit wird beim Rechnen mit dem 3. Keplerschen Gesetz, bei der Radius- und Leuchtkraftbestimmung der Sonne und bei der Definition des Parsek benötigt. Unserm Geschick ist es dabei überlassen, inwieweit wir immer wieder Behandeltes zur Neuerarbeitung reaktivieren.

Ein Zeitpolster für besondere *Festigungs*stunden fehlt in unserm Fach. Einige der im Lehrplan angegebenen Tätigkeiten zur Unterstützung der Festigung des Stoffes bedürfen selbst wiederum der Übung (3. Keplersches Gesetz, Sternentfernung). Sie müssen organisch an die Erarbeitung angebunden werden.

Eine weitere Festigung muß als Hausaufgabe erfolgen. Der *Hausaufgaben*stellung sollten wir größeres Gewicht einräumen! Wenn Hausaufgaben folgerichtig aus dem Unterricht hervorgehen, ist ihr Nutzen für die Festigung des Stoffes und für die Schulung der Reproduktionsfähigkeit nicht hoch genug einzuschätzen. Eine Zeitspanne bis zu 15 Minuten Dauer ist durchaus vertretbar. Aber das zieht die Konsequenz einer regelmäßigen gründlichen Kontrolle nach sich (einige Hefte werden zur gesonderten Bewertung von mir eingesammelt) und verlangt Vergleichsmöglichkeiten (Lösungsvorschläge werden auf Folie vorbereitet und projiziert). Auch die Planung regelmäßiger (kurzer) mündlicher und schriftlicher Leistungskontrollen ist notwendig. Sind wir hierbei hartnäckig, dann fördern wir die angestrebten positiven Verhaltensweisen unserer jungen Menschen.

Es liegt in der Natur unseres Faches, daß den systematischen *Zusammenfassungen* nach einzelnen Erarbeitungsschritten besonderer Wert für die Festigung zukommt. Sie sind dann wirksamer, wenn der Schüler auch hierbei aktiv in Erscheinung tritt, sie teilweise selbst erarbeitet, mit einem Erwartungsbild des Lehrers (Tafel, Folienprojektion) vergleicht und sich dazu äußert. Zusammenfassungen lasse ich in ein *Merkheft* eintragen, das neben einem besonderen *Hausaufgaben- und Übungsheft* (A 5-Format, kariert) geführt wird. Am Schluß jeder Stunde wird in einer Gesamtzusammenfassung eine *Verdichtung* vorgenommen, die Problemlösung bewußt herausgeschält und eventuell eine Anwendung diskutiert.

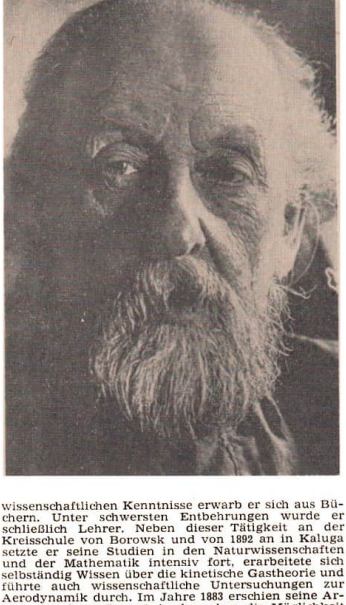
Unser Anliegen wird sicher dann erfolgreich sein, wenn wir die didaktischen Funktionen Reaktivierung, Erarbeitung und Festigung für jede Stunde jeweils sorgfältig bestimmen und in den Gesamtlehrgang einpassen können.

(wird fortgesetzt)

AUS WISSENSCHAFT UND UNTERRICHT

● Zum 120. Geburtstag K. E. ZIOLKOWSKIS

Der Lehrplanabschnitt 1.4.4. fordert, K. E. ZIOLKOWSKI als „Vater der Raumfahrt" zu würdigen. Aus aktuellem Anlaß nennen wir einige Daten aus seinem Leben und Wirken. K. E. ZIOLKOWSKI wurde am 17. September 1857 in Ishewskoje (Gouvernement Rjasan) geboren. Im Alter von 10 Jahren erkrankte er schwer an Scharlach, wodurch er fast vollständig sein Gehör verlor. Schreiben und Lesen lehrte ihn seine Mutter. Die ersten weitergehenden, vor allem natur-



wissenschaftlichen Kenntnisse erwarb er sich aus Büchern. Unter schwersten Entbehrungen wurde er schließlich Lehrer. Neben dieser Tätigkeit an der Kreisschule von Borowsk und von 1892 an in Kaluga setzte er seine Studien in den Naturwissenschaften und der Mathematik intensiv fort, erarbeitete sich selbständig Wissen über die kinetische Gastheorie und führte auch wissenschaftliche Untersuchungen zur Aerodynamik durch. Im Jahre 1883 erschien seine Arbeit „Der leere Raum", in der schon die Möglichkeit des Fluges mit Rückstoßgeräten angedeutet wird. Von 1885 an beschäftigte er sich intensiv mit den Ideen der Raumfahrt und veröffentlichte hierzu, größtenteils auf eigene Kosten und mit Unterstützung von Freunden, eine Vielzahl von Arbeiten über Theorie und Praxis der Raketen- und Raumfluglechnik. Damit wurde ZIOLKOWSKI einer der Begründer und „Väter" der Astronautik. Er war unter diesen unbestritten der erste große Pionier.

Neben Erzählungen „Auf dem Mond" und „Träume über Himmel und Erde" erschien 1903 der erste Teil der Hauptarbeit ZIOLKOWSKIS „Erforschung des Weltraums mit Reaktionsapparaten" in der Zeitschrift „Wissenschaftliche Rundschau". Darin wird u. a. erstmals das Projekt einer Wasserstoff-Sauerstoff-Rakete entwickelt und später in weiteren Fortsetzungen die Flüssigkeitsrakete mit technischen Details beschrieben, wie Brennkammer, Brennstoffpumpen und Kreiselsteuerung. In dieser Arbeit, die von seinen Zeitgenossen kaum beachtet und vielfach nicht ernst genommen wurde, gab er erstmalig die Ableitung der Raketengrundgleichung $v_i = c \cdot \ln (M_1/M_0)$ an. Sie ist von fundamentaler Bedeutung für die Raketentheorie geworden und wird heute als „Ziolkowski-Gleichung" bezeichnet.

Im Jahre 1919 wird K. E. ZIOLKOWSKI Mitglied der Sozialistischen Akademie und erhält jetzt, nach der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution, die angemessene Würdigung seiner Leistungen. Als 65jähriger gibt er seinen Lehrerberuf auf und bekommt eine lebenslängliche Pension vom Rat der Volkskommissare. Von den 580 Arbeiten ZIOLKOWSKIS entfallen 450 auf die Zeit nach der Oktoberrevolution. Sie enthalten solche technischen Probleme wie Steuer- und Landetechnik, Lageorientierung unter Verwendung von Photozellen, Pumpenförderung der Treibstoffe und vor allem das Prinzip der Stufenrakete zur Erreichung von Erdumlaufbahnen. Auch zur Einrichtung von Weltraumstationen legte er Pläne vor. Hochgeachtet und geehrt im jungen Sowjetstaat übergab ZIOLKOWSKI seine Erfahrungen und sein Wissen an viele junge Wissenschaftler und Techniker. Sie wurden später zu führenden sowjetischen Raketen- und Raumfahrtspezialisten, die das Werk und die Ideen ZIOLKOWSKIS Wirklichkeit werden ließen.

ROLF HENKEL

● **Neues System astronomischer Konstanten**

Auf der 16. Generalversammlung der Internationalen Astronomischen Union (IAU) 1976 in Grenoble wurde das seit 1964 gültige System der Astronomischen Konstanten revidiert. Das neue IAU-System 1976 stellt explizite Beziehungen zwischen den Einheiten Meter, Kilogramm und Sekunde des Internationalen Systems (SI) und den astronomischen Einheiten der Entfernung, der Masse und der Zeit dar. Die *definierenden Konstanten* aus Beobachtungen abgeleitete Werte und die *abgeleiteten Konstanten* (willkürliche Werte), die *primären Konstanten* (aus den beiden erstgenannten abgeleitet) sind in einigen Fällen gegenüber dem System von 1964 geändert worden. Die astronomische Zeiteinheit (1 Tag) basiert jetzt auf der Atomsekunde, statt auf dem tropischen Jahr. Diese neue Zeit ist exakter und eindeutig definiert und geeignet zur Verwendung im Zusammenhang mit der Relativitätstheorie. Das neue Konstantensystem enthält auch Werte für die Größe, das Gravitationsfeld und die Form der Erde, die prinzipiellen Koeffizienten der Präzession und Nutation und die Massen des Mondes und der Planeten. Zum System gehören auch die anderen Konstanten und Koeffizienten, die zur Reduktion von Positionen an der Himmelskugel und zur Ephemeridenberechnung gebraucht werden.

Auf den SI-Einheiten Meter, Kilogramm und Sekunde basieren die astronomischen Einheiten der Zeit (1 Tag $D = 86\,400$ s), der Masse (1 Sonnenmasse S) und der Länge (1 Einheitsentfernung A).

Das Zeitintervall 36 525 Tage ist ein Julianisches Jahrhundert. Die astronomische Entfernungseinheit ist diejenige Länge A, für die die Gaußsche Gravitationskonstante k den Wert 0,017 202 098 95 annimmt, wenn die astronomischen Einheiten der Länge, der Masse und der Zeit Maßeinheiten sind.

Definierende Konstanten

1. Gaußsche Konstante $k = 0{,}017\,202\,098\,95$.

Primäre Konstanten

2. Lichtgeschwindigkeit $c = 299\,792\,458$ ms^{-1}
3. Lichtzeit für die „Einheitsentfernung" $\tau = 499{,}004\,782$ s
4. Äquatorradius der Erde $a_e = 6\,378\,140$ m
5. Dynamischer Formfaktor der Erde $J_2 = 0{,}00\,;\ 08263$
6. Geozentrische Gravitationskonstante $GE = 3{,}986\,005 \times 10^{14}$ m^{3}s^{-2}
7. Gravitationskonstante $G = 6{,}672 \times 10^{11}$ m^3 kg^{-1} s^{-2}
8. Verhältnis der Mondmasse zur Erdmasse $\mu = 0{,}012\,300\,02$
9. Allgemeine Präzession in Länge pro Julianisches Jahrhundert (Standardepoche 2000,0) $p = 5\,029{,}0966''$
10. Schiefe der Ekliptik (Standardepoche 2000,0) $\varepsilon = 23°26'\,21{,}448''$
11. Nutationskonstante (Standardepoche 2000,0) $N = 9{,}2109''$.

Abgeleitete Konstanten

12. Entfernungseinheit $A = 1{,}495\,978\,70 \times 10^{11}$ m
13. Sonnenparallaxe $\pi_\odot = 8{,}794\,148''$
14. Aberrationskonstante (Standardepoche 2000,0) $\varkappa = 20{,}49\,552''$
15. Erdabplattung $f = 0{,}003\,352\,81 = 1/298{,}257$
16. Heliozentrische Gravitationskonstante $GS = 1{,}327\,124\,38 \times 10^{20}$ m^{3}s^{-2}
17. Massenverhältnis Sonne/Erde $S/E = 332\,946{,}0$
18. Massenverhältnis Sonne/Erde + Mond $\frac{S}{E}/(1+\mu) = 328\,900{,}5$
19. Masse der Sonne $S = 1{,}9891 \times 10^{30}$ kg.

System der Planetenmassen

20. Massenverhältnis Sonne/Planet

Merkur	6 023 600
Venus	408 523,5
Erde + Mond	328 900,5
Jupiter	1 047,355
Saturn	3 498,5
Uranus	22 869

Aus: IAU Transactions Vol. XVI B. D. REIDEL, Dordrecht.

KLAUS GÜNTER STEINERT

● Untersuchung der Erdrotationsschwankungen von 1955,5 bis 1976,5

Die Differenz zwischen der Rotationszeit UT 1 und der Atomzeitskala AT wurde mit dem Ziel analysiert, säkuläre und periodische Variationen der Erdrotationsgeschwindigkeit aufzufinden. Es ergab sich, daß die Länge des mittleren Sonnentages im untersuchten Zeitabschnitt um 12.8 ms pro Jahrhundert angewachsen ist.

Insgesamt wurden 11 periodische Glieder gefunden, von denen die am meisten signifikanten Perioden von 0.5, 1.0, 6.7 und 11.9 Jahren haben. Eine Korrelation zwischen den langperiodischen Änderungen der Erdrotation und der relativen Sonnenfleckenhäufigkeit wird gezeigt.

Literatur: VONDRAK, J.: **The Rotation of the Earth between 1955,5 and 1976,5.** – Studia Geophysica et Geodaetica Praha 21 (1977) 2, S. 107 bis 117.

KLAUS GÜNTER STEINERT

● Hilfen für im Fach neue Kollegen

Ich bin seit 1974 Fachberater im Stadtbezirk Dresden-Ost, betreue 27 Astronomielehrer, von denen 3 das Staatsexamen für das Fach besitzen. Zu Beginn des Schuljahres 1975/76 waren unter den 27 Lehrern 7 Kollegen, die erstmals Astronomie erteilten, aber keine Ausbildung für das Fach besaßen. Im Schuljahr 1976/77 begannen wieder 4 neue Kollegen mit der Erteilung des Astronomieunterrichts.

Hospitationen zeigen, daß gerade diese Lehrer Schwierigkeiten bei der Interpretation des Lehrplans haben. Oft erkennen sie nicht die richtigen Schwerpunkte. Wesentliches wird zu kurz, unwesentliche Dinge oder Informationswissen werden dagegen oft breit und aufwendig dargestellt. Mein besonderes Anliegen als Fachberater ist es, die im Fach neuen Kollegen möglichst individuell zu unterstützen.

Ich nahm mir vor, die Unterrichtseinheit „Der Erdmond" mit jedem Kollegen, der erstmals Astronomie unterrichtet, durchzuarbeiten. Dabei ging ich nach einen Plan vor. In Einzelgesprächen half ich diesen Lehrern zunächst bei der Unterrichtsvorbereitung durch Hinweise zum Lehrplanverständnis, zu den Schülertätigkeiten, zum Einsatz der Unterrichtsmittel, zur Verbindung des theoretischen Unterrichts mit der Beobachtung und zur Leistungskontrolle. Dann hospitierte ich die drei Stunden der Unterrichtseinheit möglichst gemeinsam mit dem Direktor der Schule und wertete die Ergebnisse in einer Aussprache aus. Danach ließen die Kollegen auf der Grundlage selbständig zusammengestellter Fragen eine Kurzarbeit schreiben und zensierten sie nach eigenem Ermessen. Nach der Korrektur erhielt ich die Arbeit, wertete die Ergebnisse aus der Sicht der Lehrplanforderungen, der Fragestellung, der Bewertungsmöglichkeiten und der Zeitvorgabe. Zum Ergebnis bekam der Direktor eine ausführliche Einschätzung, die er dem Astronomielehrer vorlegte. Das Typische der Kontrollarbeiten faßte ich zusammen und trug es den Astronomielehrern meines Stadtbezirks vor. Die nach diesen Gesichtspunkten angeleiteten Kollegen arbeiteten in der Folgezeit immer erfolgreicher, wie die Resultate einer Vergleichsarbeit zeigen.

Diese Hilfe bewährt sich; sie wird in diesem Schuljahr fortgesetzt. Wichtig ist auch, sich um jene Kollegen zu kümmern, die ein Schuljahr vorher mit der Erteilung des Astronomieunterrichts begonnen haben. Mit ihnen arbeitete ich nach den genannten Gesichtspunkten die Unterrichtseinheit „Die Sonne" durch. Sicher trug diese Form der Anleitung mit dazu bei, daß sich fast alle Kollegen für den 1978 beginnenden Vorbereitungslehrgang zur Ablegung des Staatsexamens im Fach Astronomie meldeten, womit sich die Kontinuität des Lehrereinsatzes weiter erhöht.

LUISE GRÄFE

● Erfahrungen eines Fachberaters

Als Fachberater im Stadtbezirk Berlin-Treptow arbeite ich auf der Grundlage der Führungsschwerpunkte mit meinen Astronomielehrern sehr differenziert. Kollegen mit vielen Jahren Unterrichtserfahrung haben ganz andere Probleme als Kollegen, die ein oder zwei Jahre das Fach unterrichten und keine Ausbildung darin haben. Auch die Lernbereitschaft und – meist eng damit verbunden – die Disziplin der Schüler im Unterricht sind in den einzelnen Klassen sehr unterschiedlich. Die Effektivität einer Stunde, die für den Lehrer und die Schüler die sechste oder gar siebente am Tag ist, ist auch geringer als die erste bis vierte Stunde. Manchmal empfindet es ein Kollege als peinlich, wenn der Fachberater zu ihm kommt, nachdem er z. B. durch Krankheit einige Wochen Unterrichtsausfall hatte und nun den Rückstand nicht aufholen kann.

Bei Hospitationen achte ich zuerst auf die Aneignung eines solchen Wissens und Könnens. Wie gelingt es dem Kollegen, Exaktheit und Anwendbarkeit des Wissens und Könnens bei allen Schülern zu erreichen? Die Arbeit mit einigen Schülern, die im Unterricht freiwillig mitarbeiten, reicht dazu nicht aus. Besonders die Schüler, die sich nicht selbst melden, müssen einbezogen werden. Zu beachten ist die Wiederholung und Festigung grundlegender Begriffe, die auch bei Vergleichen vertieft werden (z. B. Planet, Mond, Stern). Sollen sich die Schüler selbständig in der Stunde Wissen aneignen, so muß eine konkrete Aufgabenstellung vorliegen, und die Stillarbeit muß auch kontrolliert werden. Bei Wiederholungen sollte der Lehrer nicht nur bekanntes Wissen abfragen; die Anwendung, wenn sie möglich ist, verlangt schöpferisches Denken. Dazu eignen sich Problemfragen. Schülerarbeiten sollen ständig kontrolliert und zensiert werden. Es gibt noch Kollegen, die nur selten eine Zensur erteilen.

Die Zielorientierung und interessante Problemstellungen erhöhen die Lernbereitschaft und Aufmerksamkeit der Schüler. Probleme aus Beobachtungen mit dem Fernrohr oder aus einer Sendung der Fernsehurania fließen oft in den Unterricht ein. Bei Bewältigung damit verbundener Fragen haben jene Kollegen Schwierigkeiten, die erst kurze Zeit im Schuldienst sind.

Unterstützung braucht das Streben der Lehrer, in den Unterrichtsstunden, in denen es sich anbietet, wissenschaftlich überzeugend das materialistische Weltbild bei den Schülern zu festigen. Noch nicht alle Schüler haben exakte Vorstellungen vom Wirken objektiver Gesetze im Weltall, von der Materiestruktur im Kosmos, die der Mensch mit ständig verbesserten Instrumenten immer genauer erkennt. Noch zu wenig wird das Ringen der Menschen um Erkenntnisse in Vergangenheit und Gegenwart dargestellt. Der Schüler muß erfahren, welcher Anstrengungen es bedarf, um falsche Aussagen zu widerlegen. Gerade in der Geschichte der Astronomie gibt es dafür beweiskräftige Beispiele. Es ist für mich als Fachberater erforderlich, noch stärker die Beziehungen zwischen Astronomie und Philosophie zu verdeutlichen.

Über die Hälfte der Astronomiestunden werden im Stadtbezirk in gut bis sehr gut eingerichteten Fachräumen erteilt. Von Kombinationen mit Physik oder Geographie bis zum selbständigen Fachraum Astronomie sind die Varianten recht unterschiedlich. Hat der Lehrer die Unterrichtsmittel griffbereit, so wird er sie kontinuierlich verwenden. Deshalb ist es mein Ziel, allen Schulen des Stadtbezirkes bei der Einrichtung von Fachräumen noch wirksamer zu helfen.

Eine wichtige Form der Weiterbildung im Prozeß der Arbeit ist auch für den Astronomielehrer der Fachzirkel. In jedem Schuljahr haben wir zwei Veranstaltungen zur Weiterbildung, die meistens von Mitarbeitern der Archenhold-Sternwarte gestaltet werden. Im vergangenen Schuljahr gab es Vorträge zur Sonnenforschung und über extragalaktische Systeme. Zur Zensierung im Fach und über Folienvorschläge für die Unterrichtseinheit „Das Planetensystem" führten wir einen angeregten Erfahrungsaustausch. Bewährte Kollegen gestalteten offene Stunden und zeigten, wie ein hohes Niveau des Unterrichts durch entsprechende Forderungen an die Schüler erreicht wird. Am Beispiel des Stoffabschnittes „Von geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild" wurden unter Nutzung der Tonbildreihe TR 95 Möglichkeiten zu weltanschaulich-philosophischer Bildung und Erziehung gezeigt.

Als Fachberater strebe ich danach, Kollegen mit wenig Erfahrung im Fach in Absprache mit dem Direktor für ein bis zwei Jahre für den Fachzirkel zu gewinnen. Im vergangenen Schuljahr waren von den 27 Schulen des Stadtbezirks 14 Astronomielehrer Teilnehmer des Fachzirkels. Jährliche Exkursionen dienen der Weiterbildung, dem Erfahrungsaustausch und dem gegenseitigen Kennenlernen. Im vergangenen Schuljahr besuchten wir das Raumflugplanetarium in Cottbus.
Im Auftrage des Stadtbezirksschulrates arbeite ich im Schuljahr 1977/78 an folgenden Aufgaben:

1. Hilfen bei der Vermittlung und Aneignung eines soliden und dauerhaften Wissens und Könnens
2. Unterstützung bei der Bildung weiterer Arbeitsgemeinschaften Astronomie/Astronautik nach Rahmenprogrammen
3. Streben nach Erhöhung des inhaltlichen Niveaus der Fachzirkel zur Weiterbildung
4. Anleitung bei der besseren Ausgestaltung der Fachräume.

ILSE KRÖSCHE

● **Direktive und Popularisierung**

Über die Aufgaben, die sich aus den Beschlüssen des IX. Parteitages der SED für die Einrichtungen der Volksbildung ergeben, wurde in dieser Zeitschrift mehrfach geschrieben. Ein Jahr nach Veröffentlichung der Direktive [1] zu diesen Fragen, liegen einige Erfahrungen aus dem Wirkungsbereich der Archenhold-Sternwarte vor. Neu in dem seit einigen Jahren bestehenden schulastronomischen Programm an unserer Einrichtung war die Inbetriebnahme der Schulbeobachtungsstation und der wiederholt gehaltene Vortrag „Daten aus dem Sternlicht". Damit existieren gegenwärtig folgende Formen im schulastronomischen Angebot der Sternwarte:

1. Astronomieunterricht durch den Lehrer im Planetarium und in den Ausstellungen
2. Beobachtungen (unterrichtsergänzend)
3. Führungen durch die Sternwarte, auf Wunsch stoffbetont (unterrichtsergänzend)
4. Schulvortrag – Lehrplanabschnitt „Astrophysik und Stellarastronomie" (unterrichtsergänzend).

Während Unterricht und Beobachtungen von Astronomielehrern durchgeführt und von den zuständigen Fachberatern gelenkt und hospitiert werden, zeichnet die Sternwarte für Inhalt und Form der zuletzt genannten Veranstaltungstypen verantwortlich. Zwangslosen als im Unterricht sind in den Führungen und in den Ergänzungsvorträgen die in der Direktive genannten Aspekte wie „Rolle der Wissenschaft als Produktivkraft und ihre Anwendung zum Wohle des Menschen" nachweisbar, die „Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse" im Zusammenhang „Verhältnis von Aufwand und Ergebnis" aufzuzeigen und besonders die Bedeutung der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit mit der Sowjetunion und den anderen sozialistischen Staaten hervorzuheben [1; 6]. Der Einbau dieser Gesichtspunkte in die schulastronomischen Veranstaltungen unserer Einrichtung bedurfte nach dem sich anbietenden Demonstrationsstoff, nach der Logik und der effektiven Aussagekraft innerhalb des Anspruchsniveaus der Veranstaltungen einer Ordnung. Deshalb wurden mehrmals Beratungen zur Verbesserung sowohl der vorbereitenden, gestaltenden, als auch der inhaltlichen Arbeit durchgeführt. Jetzt steht den Mitarbeitern eine Auswahl von Lichtbildern zur Verfügung, die auch diesen Aspekten Rechnung trägt. Um die Zeit des 20. Jahrestages der Weltraumfahrt erlaubt eine Sonderserie die Würdigung wichtiger Etappen der sowjetischen Raumforschung.
Im unterrichtsergänzenden Vortrag wird neben der anschaulichen Vermittlung (Wiederholung) von Detailkenntnissen am Ringen um ständig höhere Meßgenauigkeiten der Kampf um ein wissenschaftliches Weltbild auf dem Boden der gesellschaftlichen Entwicklung umrissen. Gerade die historische Betrachtungsweise erlaubt die Wertung der persönlichen Eigenschaften einzelner Gelehrter und die Beurteilung von Einzel- und Kollektivleistungen unter den jeweils objektiv herrschenden gesellschaftlichen Bedingungen. Gemäß dem vielseitigen Profil der Archenhold-Sternwarte im Dienste der Volksbildung und als Forschungseinrichtung fließen solche Erfahrungen in die ganze Breite der Popularisierungsarbeit ein: Wie die Resonanz zeigt, ist es kein leichtes, aber doch erreichbares Anliegen, fachwissenschaftlich-gesellschaftliche Zusammenhänge anschaulich und vielfältig, stets aktuell und mit den modernsten Mitteln aufzuzeigen, aber auch Diskussionsansätze offenzulassen und wissenschaftliche Neugierde zu wecken.

Literatur:

[1] **Direktive zur Auswertung des IX. Parteitages der SED an den allgemeinbildenden Schulen.** Berlin, 1976, DLZ 26/76.

KLAUS FRIEDRICH

● **Blick auf den Büchermarkt**

Den nachfolgenden Angaben liegt das „Börsenblatt für den deutschen Buchhandel", Sondernummer Frühjahrsmesse Leipzig 1977, zugrunde.

I. *Neuerscheinungen*

W. L. GINSBURG: **Über Physik und Astrophysik.** Akademie-Verlag Berlin (Wissenschaftliche Taschenbücher). 160 S.; 8,– Mark. Best.-Nr. 762 301 0.
Ausgewählte fundamentale Probleme dieser beiden Wissenschaftsbereiche.

W. S. GUBAREW: **Kosmische Trilogie.** Akademische Verlagsgesellschaft Geest u. Portig K.-G. Leipzig BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig (Kleine naturwissenschaftliche Bibliothek). Etwa 224 S., etwa 33 Abb.; etwa 12,– Mark. Best.-Nr. 665 768 1.
Drei Erzählungen über die Gedankenwelt der Konstrukteure von Raumstationen, die zum Mars, zum Erdmond bzw. zur Venus gesteuert werden. Dabei wird gleichzeitig Wissen über diese drei Himmelskörper vermittelt.

W. N. KOMAROW: **Neue unterhaltsame Astronomie.** Akademische Verlagsgesellschaft Geest u. Portig K.-G. Leipzig / BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig. Etwa 300 S., etwa 31 Abb.; etwa 16,50 Mark. Best.-Nr. 665 839 3. Erscheint voraussichtlich IV. Quartal 1977.
In aufgelockerter Form wird ein Bild von den Fortschritten der Astronomie vermittelt. Dabei werden u. a. Schwarze Löcher, Pulsare, Quasare, Novae und Supernovae sowie extraterrestrische Zivilisationen behandelt.

W. N. SHARKOW: **Der innere Aufbau von Erde, Mond und Planeten.** Akademische Verlagsgesellschaft Geest u. Portig K.-G. Leipzig / BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig. 125 Seiten, 21 Abb.; 7,– Mark. Best.-Nr. 665 771 0.
Beschreibung der geophysikalischen Methoden, mit deren Hilfe der Bau des Erdinnern erforscht wird. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden zur Grundlage von Modellen anderer Körper des Planetensystems genommen.

H. WUSSING: **Isaac Newton.** Akademische Verlagsgesellschaft Geest u. Portig K.-G. Leipzig / BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner. 148 Seiten, 12 Abb.; 6,90 Mark. Best.-Nr. 665 834 2.

D. B. HERRMANN: **Kosmische Weiten.** Johann Ambrosius Barth Leipzig (Astronomie. Eine wissenschaftliche Schriftenreihe. Bd. 1). Etwa 140 Seiten, 18 Abb., 10 Tab.; etwa 14,– Mark. Best.-Nr. 793 503 0.
Es wird gezeigt, wie eng der Zusammenhang zwischen den Entfernungsbestimmungen und prinzipiellen Fragen des astronomischen Weltbildes ist, wie stark die Lösung des Problems vom Stand der Technik bestimmt wird und wie untrennbar das Problem der Sternentfernungsmessung mit zahlreichen anderen Kenntnissen der Astronomie zusammenhängt.

P. AHNERT: **Kalender für Sternfreunde 1978.** Johann Ambrosius Barth Leipzig. Etwa 200 Seiten, etwa 50 Abb.; etwa 4,80 Mark. Best.-Nr. 793 502 2.

S. MITTON (Hrsg.): **Die Cambridge-Enzyklopädie der Astronomie.** Urania Verlag Leipzig/Jena/Berlin. 496 Seiten, 300 Abb., davon etwa 150 vierfarbig; 80,– Mark. Best.-Nr. 653 492 1. Erscheint II. Quartal 1978.
In dieser Übersetzung aus dem Englischen wird dem Leser ein gedrängter Überblick über das astronomische Wissen unserer Zeit vermittelt. Gleichzeitig wird er an die Probleme der modernen astronomischen Forschung herangeführt.

A. RÜCKL: **Mond, Venus, Mars.** Artia-Verlag Prag.

256 Seiten, 89 Farbtafeln, 17 Federzeichnungen; 10,50 Mark.

Das Buch macht mit den drei Himmelskörpern und den neuesten Forschungsergebnissen über sie bekannt. Kern der Publikation sind 76 Tafeln der Vorderseite des Erdmondes.

K.-G. STEINERT: **Sphärische Trigonometrie mit einigen Anwendungen aus Geodäsie, Astronomie und Kartographie.** Akademische Verlagsgesellschaft Geest u. Portig K.-G. Leipzig / BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig. Kleine Naturwissenschaftliche Bibliothek, Band 8. 160 Seiten, 69 Abb.; 9,50 Mark. Best.-Nr. 665 828 9.

Das Buch bringt für alle an Astronomie, Geographie usw. Interessierten eine allgemeinverständliche Einführung (Kenntnisse der 10. Klasse werden vorausgesetzt) in die sphärische Geometrie und ihre Anwendungen.

II. *Nachauflagen*

A. EINSTEIN: **Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie.** Akademie-Verlag Berlin (Wissenschaftliche Taschenbücher). 4. Auflage. 130 Seiten, 8,– Mark. Best.-Nr. 760 048 4.

A. EINSTEIN: **Grundzüge der Relativitätstheorie.** Akademie-Verlag Berlin (Wissenschaftliche Taschenbücher). 4. Auflage. 166 Seiten; 8,– Mark. Best.-Nr. 760 047 6.

H. WUSSING: **Carl Friedrich Gauß.** Akademische Verlagsgesellschaft Geest u. Portig K.-G. Leipzig / BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig (Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner). 2. Auflage. 100 Seiten, 9 Abb.; 4,70 Mark. Best.-Nr. 665 700 8.

F. HERNECK: **Albert Einstein.** Akademische Verlagsgesellschaft Geest u. Portig K.-G. Leipzig / BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig (Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner). 3. Auflage. 124 Seiten, 8 Abb.; 5,– Mark. Best.-Nr. 665 699 6.

A. KAUFFELDT: **Otto von Guericke.** Akademische Verlagsgesellschaft Geest u. Portig K.-G. Leipzig / BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig (Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner). 3. Auflage. 112 Seiten, 6 Abb.; 5,60 Mark. Best.-Nr. 665 664 8.

E. SCHMUTZER/W. SCHÜTZ: **Galileo Galilei.** Akademische Verlagsgesellschaft Geest u. Portig K.-G. Leipzig / BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig (Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner). 3. Auflage. 152 Seiten, 8 Abb.; 6,90 Mark. Best.-Nr. 665 744 6.

A. WEIGERT/H. ZIMMERMANN: **Brockhaus ABC Astronomie.** VEB F. A. Brockhaus Verlag Leipzig. 5., überarbeitete Auflage. 512 Seiten, zahlreiche Abb., 24 Fototafeln, 5 Beilagekarten; 14,70 Mark. Best.-Nr. 588 838 1.

D. B. HERRMANN: **Geschichte der Astronomie von Herschel bis Hertzsprung.** VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften Berlin. 2., durchgesehene Auflage. 284 Seiten, 76 Abb., 1 Tafel; 12,80 Mark. Best.-Nr. 570 329 5.

H. MIELKE u. a.: **Transpress-Lexikon Raumfahrt.** VEB Verlag für Transportwesen transpress. 5., stark überarbeitete Auflage. Etwa 400 Seiten, etwa 400 Abb.; etwa 18,60 Mark. Best.-Nr. 565 879 7. Erscheint im IV. Quartal 1977.

N. T. PETROWITSCH: **Signale aus dem All.** VEB Verlag Technik Berlin. 2., durchgesehene Auflage. 156 Seiten, 56 Abb.; 9,80 Mark. Best.-Nr. 551 189 1.

Unterrichtshilfen Astronomie 10. Klasse. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin. 3. Auflage. 5,– Mark. Best.-Nr. 706 221 7. Erscheint im IV. Quartal 1977.

Astronautik. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin. 2. Auflage. 3,15 Mark. Best.-Nr. 706 500 4.

K. LINDNER: **Der Sternenhimmel.** Urania Verlag Leipzig/Jena/Berlin. 3., verbesserte Auflage. 128 Seiten, 21 SW-Fotos, 46 vierfarbige Zeichn.; 4,50 Mark. Best.-Nr. 653 329 1.

MANFRED SCHUKOWSKI

● Astronomie und Philosophie im Heft 6/1977

Aus Anlaß des 100. Jahrestages der Herausgabe des „Anti-Dührings" befaßt sich der Inhalt des Heftes 6/1977 von „Astronomie in der Schule" mit Fragen der Philosophie und Erkenntnissen der modernen Autonomie. In Beiträgen von Prof. Dr. HOPPE, Prof. Dr. HÖRZ, Prof. Dr. LAMBRECHT, Prof. Dr. Dr. eh. TREDER, Dr. DORSCHNER, Dr. GEHLHAR, Dr. D. B. HERRMANN, Dr. SPICKERMANN und Dr. WAHSNER werden neue Erkenntnisse der astronomischen Forschung und philosophische Probleme der modernen Astronomie erörtert.

● Astronomische Schulfunk- und Schulfernsehsendungen im Schuljahr 1977/78

Auch im Schuljahr 1977/78, dem siebenten Jahr der Ausstrahlung von Sendungen zur Unterstützung des naturwissenschaftlichen Unterrichts und der Tätigkeit der Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogrammen, wird die Sendetätigkeit des Schulfernsehens und des Schulfunks (Radio DDR II/UKW) fortgesetzt. Für das Fach Astronomie und die AG-R Astronomie/Astronautik werden insgesamt vier Sendungen für den Einsatz empfohlen.

Aus der erneut zur Ausstrahlung vorgesehenen Unterrichtsfernsehsendereihe Physik, Kl. 9 „Erkennen und Anwenden der Gesetzmäßigkeiten physikalischer Struktur und Bewegungsformen der Materie" sind zwei Sendungen für den Einsatz in Astronomie bzw. den AG-R geeignet:

1. *„Die Gravitation im Weltall"* (UE 1.3. bis 1.5.)
Sendetermin: 6. 1. 1978, 18.00 Uhr (II. Progr.)

2. *„Künstliche Erdsatelliten"* (UE 1.2.1., 1.4.4., 2.4.1.)
Sendetermine: (20-Min.-Sendung) Di., 29. 11. 1977, 17.20 Uhr, II. Pr.; Fr., 2. 12. 1977, 8.25 Uhr, I. Pr.; Mi., 7. 12. 1977, 10.30 und 12.15 Uhr, II. Pr.; Do., 8. 12. 1977, 11.05 Uhr, II. Pr.; Mi., 14. 12. 1977, 10.30 und 12.15 Uhr, II. Pr.; Do., 15. 12. 1977, 11.05 Uhr, II. Pr.; Fr., 6. 1. 1978, 8.25 Uhr, I. Pr.

Aussagen zu Ziel und Wirkungsabsicht, Inhalt und Funktion der beiden Sendungen siehe in dieser Zeitschrift 13 (1976), Heft 5, Seite 117.

Von den 10 Einzelsendungen des Schulfunks zur Unterstützung von AG-R werden zwei für den Einsatz in den AG-R Astronautik bzw. Astronomie empfohlen.

1. *„Der Mensch im Weltall – Lebenserhaltungssysteme im Kosmos"* AG-R Astronautik, Abschnitt 1
Sendetermine: Woche vom 15. 5. bis 19. 5. 1978 (genauer Termin, siehe Rundfunkprogramm Mai 1978).
Die detaillierte Konzeption zur Gestaltung dieser Sendung liegt zur Zeit noch nicht vor.

2. *„Die Physik des erdnahen Raumes"*
AG-R Astronomie, Abschnitte 1 und 5
Astro, Kl. 10, Unterrichtsabschnitt 1.2.1.

Sendetermine: 17. 11. 1977, 17.15 und 17.45 Uhr; 21. 11. 1977, 10.15 und 10.45 Uhr, Radio DDR II/UKW.

Wirkungsabsicht und Funktion sowie inhaltliche Aspekte: Die Sendung will bei den Schülern die Einsicht vertiefen helfen, daß der Mensch in der Lage ist, auch die Gesetzmäßigkeiten der Naturerscheinungen im erdnahen Raum durch gezielte Grundlagenforschung zu erkennen und für sich nutzbar zu machen.

Mit einer Reihe von Gedankengängen wird in der Sendung veranschaulicht, daß die Welt erkennbar ist und die erkannten Gesetze unabhängig vom Menschen wirken (objektiver Charakter der Natur). An der Darstellung der Entwicklung der Vorstellungen und Kenntnisse von der Erdatmosphäre und dem erdnahen Raum können die Schüler (Zuhörer) erkennen, daß wissenschaftliche Erkenntnisse immer nur als relative Wahrheiten aufzufassen sind. Lehrer (8) und Schüler (57) schätzten die Sendung als „gut" und besser ein. Besonders begrüßt wurde der historische Aspekt der Sendung und die Darstellung der Leistungen der Wissenschaftler. Kritische Äußerungen gab es hinsichtlich der genannten und zu dichten Aufeinanderfolge von Daten (Jahreszahlen, Höhenangaben bei Ballonfahrten usw.). Von der didaktischen Funktion her ist die Sendung geeignet für den Einsatz zur Festigung und Wiederholung.

WALTER ANTOL

● Berichtigung

Im Heft 3/1977, Seite 52, rechte Spalte, 6. Zeile von unten muß es heißen: Erde in Sonnennähe.

ZEITSCHRIFTENSCHAU

DIE STERNE

H. J. HAUBOLD/G. RUBEN: **Das Sonnenmodell und der Nachweis der Sonnenneutrinos.** 53 (1977) 2, 65–74. Autoren stellen dar, daß die Diskrepanz zwischen dem gemessenen und dem theoretisch bestimmten Neutrinofluß zwar noch ungelöst ist, daß sie aber in den vergangenen Jahren zu einer Reihe fruchtbarer Arbeiten in der Astrophysik und in der Physik führte. – W. WENZEL: **Infrarot-Sternfotometrie.** 53 (1977) 2, 75–88. – Einleitend werden Betrachtungen zu IR-Objekten, zum Einfluß der Erdatmosphäre und der Teleskope auf IR-Beobachtungen sowie zum Großenklassensystem angestellt. Der Hauptteil der Arbeit ist der Breitband-Fotometrie im IR-Bereich gewidmet. – W. PFAU: **Zwei neue Jupiter-Satelliten.** 53 (1977) 2, 89–92. Entdeckungsgeschichte der Jupitersatelliten XIII und XIV. – J. DORSCHNER: **Die Suche nach außerirdischem Leben – ein aktuelles Thema in der astronomischen Öffentlichkeitsarbeit.** 53 (1977) 2, 93–98. – W. W. SPANGENBERG: **Über den Schülen-Wilson-Effekt.** 53 (1977) 2, 99–108. Über Beobachtungen an randnahen Sonnenflecken.

ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT

J. DORSCHNER: **Wie entstand die Erde? Moderne Vorstellungen zur Planetenkosmogonie. (I).** 1977, 3, 65 bis 68. Ein Beitrag, dessen Studium dem Astronomielehrer besonders empfohlen werden kann. – M. BORK: **Ozeanographische Forschungen durch Satellitensysteme.** 1977, 3, 69–72. – H. HOFFMANN: **Bericht vom 27. Internationalen Astronautischen Kongreß.** 1977, 3, 72–76. Der 27. Kongreß der IAF fand vom 10. bis 16. 10. 1976 in der Nähe von Los Angeles statt. – J. MOSCH: **Beobachtung der Umgebung des Großen Roten Flecks 1975/76.** 1977, 3, 76–77. – E. MAUL/G. RENNER/K. KIRSCH: **Feuerkugel-Jahresübersicht 1976.** 1977, 3, 77–82. – B. KÖDDERITZSCH: **Die Spektroskopie als Arbeitsgebiet für Amateurastronomen.** 1977, 3, 83–88.

PRESSE DER SOWJETUNION

A. DICHTJAR: **Aus dem Leben des Weltraumpioniers Juri Gagarin.** Fortsetzungen 13 bis 23 (Schluß). 1977, 13 bis 23; im allg. S. 45–48. – J. WOSTRUCHOW: **Neue Befunde beim Erforschen des Rätsels an der Tunguska.** 1977, 13, 38–39; aus „Iswestija" v. 2. 3. 77. Die vorgetragenen Ergebnisse stärken die Auffassung von der Kometennatur des niedergegangenen Himmelskörpers. – G. BEREGGWOI/J. KIJENKO: **Weltraumtechnik hilft die Natur erkunden.** 1977, 15, 37–38; aus „Iswestija" v. 10. 3. 77. – G. IWANOW/N. PRIGOSHIN: **Die Rakete auf der Startrampe.** 1977, 16, 39–40; aus „Awiazija i kosmonawtika" 1/77. Startvorbereitende Arbeitsgänge auf der Rampe. – G. NARIMANOW/K. MEDWEDEW: **15 Jahre Forschung mit Kosmos-Satelliten.** 1977, 18, 36–37; aus „Iswestija" v. 17. 3. 77. Beispiele von Forschungsergebnissen insbesondere aus dem Bereich der Astronomie. – G. IRININ/B. SHURIN: **Raduga auf stationärer Umlaufbahn.** 1977, 18, 37; aus „Awiazija i kosmonawtika" 1/77. Über den sowjetischen stationären Nachrichtensatelliten „Raduga". – M. MARKOW: **Die Infrarotstrahlung.** 1977, 19, 36–37; aus „Prawda" v. 8. 3. 77. Über astronomische Infrarotforschungen von Bord von Salut 4 und 5. – K. GRINGAUS/B. TWERSKOI: **Satelliten erforschen das Magnetfeld der Erde.** 1977, 23, 40; aus „Prawda" v. 3. 4. 77. – W. SHOLOBOW: **Raumflug für die Erde.** 1977, 28, 41–44 und 29, 41–43; aus „Awiazija i kosmonawtika" 2/77 und 3/77.

SPUTNIK

O. BORISSOW: **Quasare, das Superrätsel des Weltalls.** 1977, 7, 136–139. Ein auf Ginsburg/Osernoi bezogener Versuch, die Natur der Quasare zu deuten.

NEUE ZEIT (Moskau; i. dt. Sprache)

W. MAROW: **Was wissen wir von Mars und Venus?** 1977, 4, 25–27. – J. KOLOSSOW/W. KULEBJAKIN: **Fernsehen via Satelliten.** 1977, 8, 18–19. – J. KOLOSSOW/W. KULEBJAKIN: **Weltraum, Erde, Recht.** 1977, 14, 22–23. – W. SCHATALOW: **Wie Kosmonauten Kosmonauten werden.** 1977, 15, 21–24. – J. MARKOW: **Signe 3 auf der Umlaufbahn.** 1977, 26, 26–27. Über sowjetisch-französische Raumfahrt-Zusammenarbeit.

HORIZONT

H. HOFFMANN: **Ist die Raumfahrt rentabel?** 10 (1977) 16, 22. Bei der Antwort auf die in der Überschrift gestellte Frage kommt der Autor zu dem Ergebnis, daß sich das Kosten-Nutzen-Verhältnis von ursprünglich 4:1 auf nunmehr 1:2 verändert hat.

URANIA

P. ZIMMERMANN: **Konstruktion von Sonnenuhren.** 53 (1977) 6, 30–33. – J. REICHE: **Der Lebensweg der Sonne.** 53 (1977) 6, 40–43.

NEUES DEUTSCHLAND

H. NEUSTEDT: **Über Flackersterne und Stürme auf dem Mars.** 23./24. 7. 1977, S. 12. Über einige jüngere Forschungsergebnisse der Astronomie.

WISSENSCHAFT UND FORTSCHRITT

D. B. HERRMANN: **C. F. GAUSS als Astronom und Physiker.** 27 (1977) 6, 249–253. Gauß' astronomische Leistungen für den Ausbau der Himmelsmechanik und Positionsastronomie werden vor allem anhand seiner Planetenberechnungen und seiner Theorie der Bewegung von Himmelskörpern gewürdigt. – D. WROBEL/H. RUDOLPH: **Sternassoziationen.** 27 (1977) 6, 288 u. III./IV. US. Auf der IV. US. ist ein Schema *Klassifikation der Galaxien* entstanden. (S. auch Bericht „Astrophysik am Aragac" in „Wissenschaft und Fortschritt" 5/77; Hinweis in Zeitschriftenschau „Astronomie in der Schule" 4/77.)

PÄDAGOGIK

W. HUTH: **Methoden zur Führung des Anwendens von Wissen und Können im Unterricht.** 32 (1977) 2, 157 bis 167. – W. THIEM: **Was ist zu beachten, um bei den Schülern solides, dauerhaftes und anwendungsbereites Wissen und Können zu entwickeln?** 32 (1977) 2, 185 bis 188. – K.-H. WALTER: **Rationelle Unterrichtsvorbereitung durch Orientierung an den jeweiligen konkreten Bedingungen des Unterrichts.** 32 (1977) 3, 244 bis 248. – M. RÖNSCH: **Unterrichtsvorbereitung unter Berücksichtigung problemhafter Unterrichtsgestaltung und schöpferischer Schülertätigkeit.** 32 (1977) 3, 249–252. – V. J. BONDAR: **Pädagogisch-psychologische Grundlagen der Bildung und Erziehung in oberen Klassen.** 32 (1977) 6, 517–526. – E. ROSSA: **Weltanschauliche wirksame Aneignung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse.** 32 (1977) 6, 533–540.

MANFRED SCHUKOWSKI

● Zemlja i vselennaja (UdSSR)

N. I. SCHAKURA: Röntgenpulsare. 1977/1+29–35. Röntgenpulsare sind wahrscheinlich im Gegensatz zu den Radiopulsaren stets Mitglieder von Doppelsternsystemen. Ihr Strahlungsmechanismus beruht auf der Umwandlung der kinetischen Energie der von der normalen Komponente des Doppelsternsystems abgegebenen und mit etwa einem Drittel der Lichtgeschwindigkeit auf die Oberfläche des Neutronensterns stürzenden Materie. Es werden Modelle des Strahlungsmechanismus verschiedener Röntgensterne beschrieben. – W. G. SOKOLOW: **Die Annäherung der Planeten 1982.** 1977/3; 23–29. Es wird die Hypothese der Amerikaner GRIBBIN und PLAGEMANN widerlegt, wonach die 1982 eintretende seltene Planetenkonstellation durch die Summierung ihrer Gravitation zu einer Erhöhung der Sonnenaktivität und dadurch unmittelbar zu einer katastrophalen Änderung des Witterungsablaufes auf der Erde sowie zu erhöhter Erdbebentätigkeit führen wird: (1) Die minimale Breite des Hauptannäherungssektors beträgt 65°, so daß es überhaupt nicht zu einer Summierung der Gravitation aller Planeten kommt. (2) Die Gezeitenwirkung der Planeten auf die Sonne ist derart gering, daß sie vernachlässigt werden kann. (3) Die Konzentration aller Planeten in einem verhältnismäßig kleinen Sektor ist eine normale, sich wiederholende Erscheinung (1805 – 1845 – 1982 – 2357 usw.). Während der letzten vergleichbaren Annäherung (1845) zeichnete sich die Sonne durch eine ganz besonders geringe Aktivität aus.

SIEGFRIED MICHALK

REZENSIONEN

HANS WUSSING: **ISAAC NEWTON.** Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner, Band 27. BSB Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1. Auflage 1977, 12 Abb., 148 S., Preis 6,90 Mark.

Zum 250. Todestag von ISAAC NEWTON erschien in dieser Reihe die Broschüre über einen Naturwissenschaftler, der mit seinen mathematischen und physikalischen Leistungen ein neues Kapitel in der Geschichte der Physik und Astronomie einleitete. Das vorliegende Buch ist die erste zusammenhängende Biographie über NEWTON nach der WAWILOWschen Ausgabe des Akademie-Verlages von 1951 (Übersetzung aus dem Russischen). Sie stellt sich u. a. das Ziel, wichtige Textstellen aus NEWTONS Originalwerken dem Leser nahezubringen und auch dem Nichtphysiker zugänglich zu machen. Dabei ist dem Verfasser eine geschickte Verbindung zwischen den rein persönlichen Lebensumständen und NEWTONS wissenschaftlichen Leistungen gelungen. Die Gesamtpersönlichkeit des Gelehrten wird vor dem geschichtlichen Hintergrund seiner Zeit beschrieben und NEWTON als eine zentrale Gestalt in der Wissenschaftsgeschichte vorgestellt. Legenden werden beseitigt und seine Berühmtheit aus seinem Wirken begründet, gemäß der EINSTEINschen NEWTON-Einschätzung: „An ihn denken, heißt an sein Werk denken".

Die zwölf in den Text eingefügten Abbildungen sind drucktechnisch nicht gut, was aber kaum den Wert dieser interessanten Broschüre mindert. Die 4seitige Chrohologie im Anhang wird sicher auch vom Astronomielehrer, der sich das Buch anschafft, mit Vorteil genutzt.

WOLFGANG KÖNIG

SCHÄFER, W.; GEORGI, K.: **Mathematik für Ingenieure, Naturwissenschaftler, Ökonomen, Landwirte (MINÖL)** Band V. Vorbereitung auf das Hochschulstudium. BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig 1976, 104 S., 53 Abb.; kartoniert 6,– Mark.

Der vorliegende Vorbereitungsband zu dem 24bändigen Gesamtwerk MINÖL hat die Aufgabe, den künftigen Studenten der im Titel aufgeführten Wissenschaftsgebiete in kurzgefaßter Form vorzuführen, was von ihnen an praktischen Fertigkeiten im Fach Mathematik erwartet wird.

Der Band enthält die neun Kapitel: 1. Lineare Gleichungen mit einer Unbekannten, 2. Lineare Gleichungssysteme, 3. Quadratische Gleichungen, 4. Potenzen, Wurzeln, Wurzelgleichungen, 5. Logarithmen, logarithmische Gleichungen und Exponentialgleichungen, 6. Trigonometrie und goniometrische Gleichungen, 7. Ebene Geometrie, 8. Vektoralgebra und Anwendung auf die analytische Geometrie, 9. Funktionen.

Der Band ist kein Lehrbuch, sondern eher ein Wissensspeicher. Alle Kapitel sind eingetellt in die Abschnitte: Zielstellung, Grundlegende Gesetze und Begriffe, Lehrbeispiele, Übungsaufgaben (mit Lösungen).

Durch diese außerordentlich gute und übersichtliche didaktische Aufbereitung des Stoffes ist das Buch weit über den direkt angesprochenen Leserkreis hinaus zu empfehlen. Auch dem mathematisch interessierten Astronomielehrer wird es vielfältig Nutzen bringen.

KLAUS-GÜNTER STEINERT

UNSERE BILDER

Titelseite – Der Generalsekretär des ZK der SED und Vorsitzende des Staatsrates der DDR, ERICH HONECKER, verlieh am 2. Mai 1977 den Karl-Marx-Orden an den sowjetischen Fliegerkosmonauten Generalleutnant Wladimir SCHATALOW. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Vom Schuß der Aurora zum Start von Sputnik 1" auf Seite 98.

Aufnahme: ADN/ZB KOARO

2. Umschlagseite – Wiedergabe einer Multispektralaufnahme, die mittels der Multispektralkamera MFK 6 des VEB Carl Zeiss Jena von Bord des Raumschiffes Sojus 22 gewonnen wurde. Bei dem abgebildeten Gebiet handelt es sich um das Pamir-Altai-Gebirge (Südrand des Fergana-Tals mit Alai- und Transalai-Gebirge und Pamir). Neben den schneebedeckten Berggipfeln sind die graublauen Streifen der Gletscher deutlich zu erkennen. Im linken unteren Teil des Bildes finden wir den berühmten Fedtschenko-Gletscher. Aufnahmen derartiger Gebiete dienen beispielsweise den Wissenschaftlern der Moskauer Lomonossow-Universität bei der Neuerarbeitung der für wasserwirtschaftliche Belange bedeutsamen Gletscherkataloge. Auf der detailliertesten aller bisherigen Karten dieses Gebietes zählte man 27 Gletscher, auf der vorliegenden Aufnahme sind insgesamt 106 zu unterscheiden. In roter Farbe erscheinen Vegetationsgebiete. Darin sind die abgeweideten Flächen erkennbar. Von großem Interesse sind auch die geologischen Strukturen. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Vom Schuß der Aurora zum Start von Sputnik 1" auf Seite 98.

Wir danken dem Zentralinstitut für Physik der Erde in Potsdam, das uns die Aufnahme für die Veröffentlichung zur Verfügung stellte.

3. Umschlagseite – Beobachtungskarte für die Marsschleife 1977/78. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Wir beobachten" auf Seite 120.

Grafik: NITSCHMANN, Bautzen

4. Umschlagseite – Hauptgebäude des Staatlichen Astronomischen Sternberg-Instituts an der Lomonossow-Universität in Moskau. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Zur Entwicklung der sowjetischen Astronomie" auf Seite 99.

Aufnahme: Archiv

WIR BEOBACHTEN

Die Januar-Opposition des Mars

Verglichen mit den verflossenen Marsoppositionen ist die nächste am 22. 1. 1978 nicht so eindrucksvoll. Die stark elliptische Bahn des Mars hat zur Folge, daß zwischen den Perihel- und Apheloppositionen die Entfernungen Erde–Mars von 56,2 Mill. km (1971) bis 101,3 Mill. km (1980) schwanken. In einem Zeitraum von etwa 15 Jahren erleben wir einen Zyklus von erdnahen und erdfernen Marsoppositionen. Die sehr unterschiedlichen Entfernungen wirken sich auf die Helligkeit des Planeten (max. –1,52^m) sowie auf dessen Scheibendurchmesser (14″ bis 25″) aus.

Bei der nächsten Marsopposition am 22. 1. 1978 wird die Minimalentfernung zu unserer Erde am 19. 1. 1978 mit 97,7 Mill. km erreicht. Sie liegt demnach mit 3,6 Mill. km unter der Apheloppositon am 23. 2. 1980 (101,3 Mill. km). Leider fallen für uns Bewohner der Nordhalbkugel die günstigen Sichtbarkeitsbedingungen des Planeten (große Kulminationshöhen) nicht mit

den größten Erdnähen zusammen. Die für uns ungünstigen Aphelopposition en finden stets im Winter statt, Mars bewegt sich dann vor den Sternbildern Zwillinge und Krebs. Diesmal erreicht Mars während der Oppositionszeit Deklinationswerte um +25° und damit Kulminationshöhen, die sogar um ein Geringes höher liegen als die Sonne zur Zeit der Sommersonnenwende.

Die erdnahen und für uns günstigen Perihelopposition en spielen sich im Bereich der Sternbilder Schütze und Steinbock ab, wo der Planet in Höhen zwischen 10 und 15 Grad kulminiert. Berücksichtigt man den geringen Scheibendurchmesser von nur 14,3″, so ergeben sich für die visuelle Beobachtung mit Schul- und Amateurfernrohren keine günstigen Voraussetzungen. Dennoch sollte dieses Ereignis Anlaß für verschiedene Überlegungen und Beobachtungen sein, um den Unterrichtsprozeß zu aktualisieren, den Schülern Impulse zu geben und sie zu aktivieren (Lehrplaneinheit 1.4.1.).

Das Bewegungsbild des Planeten

Am 13. 11. wird Mars den Sternhaufen Praesepe im Krebs erreichen. Die Aufgangszeit liegt bereits bei 21 Uhr, die rechtläufige Bewegung verlangsamt sich zusehends, bis am 13. 12. die Bewegung rückläufig wird (1. Stillstand). Um die Oppositionszeit ist die rückläufige Bewegung am größten, um dann wieder bis zum 2. Stillstand am 2. 3. 1978 abzunehmen. Von diesem Zeitpunkt an ist der Planet rechtläufig, seine Geschwindigkeit vergrößert sich, das Sternbild Krebs wird das drittemal durchlaufen und am 13. 6. wird Regulus im Löwen passiert. Infolge der positiven ekliptikalen Breite (aufsteigender Knoten am 30. 8. 1977) handelt es sich um eine nach Norden (oben) weisende Schleife, die sich mit einer Länge von 20,5° vom östlichen Teil des Sternbildes Krebs bis nahe des Sterns ny in den Zwillingen, unweit von Pollux, erstreckt.

Der Fixsternhintergrund bietet Möglichkeiten, den scheinbaren Lauf des Planeten zu beobachten und die Ergebnisse in der Arbeitskarte Tierkreiszone einzutragen. Kastor und Pollux ergeben mannigfaltige Konfigurationen mit Mars, der sich längere Zeit in deren Nähe bewegt und dreimal auf der Verbindungslinie dieser Sterne zu finden ist. Dies ist der Fall um den 23. 11. 1977, um den 10. 2. 1978 (rückläufig) sowie um den 5. 4. 1978.

Das Sternbild Krebs mit seinen sehr schwachen Sternen bietet nicht so günstige Fixierpunkte, dennoch sollte man es mit dem Stern gamma versuchen und feststellen, wann der Planet in dessen Nähe steht. Besonders reizvoll dürfte auch die dreimalige Passage von Praesepe (M 44) am 13. 11. 1977, 12. 1. 1978 und 26. 4. 1978 sein.

Die Begegnung Mars–Regulus findet erst zu einer Zeit statt, wenn das Gestirnspaar im Juni 1978 schon sehr tief am westlichen Abendhimmel stehen wird. Zu den Beobachtungen gehören auch die Begegnungen des Mondes mit Mars:

3. 11. 1977	Mond 6° südlich
1. 12. 1977	Mond 7° südlich
28. 12. 1977	Mond 8° südlich
24. 1. 1978	Mond 9° südlich
19. 2. 1978	Mond 9° südlich
19. 3. 1978	Mond 8° südlich
16. 4. 1978	Mond 7° südlich
14. 5. 1978	Mond 6° südlich

Bedingt durch die Lage des absteigenden Knotens im Sternbild Fische, wandert der Mond in sehr großen Abständen am Mars vorüber.

Die Helligkeit des Planeten

In Verbindung mit dem scheinbaren Lauf eines Planeten am Himmel ist die Beobachtung seiner unterschiedlichen Helligkeit die von der jeweiligen Entfernung zur Erde abhängt, von Interesse. Die hellen Sterne der Wintersternbilder bieten gute Vergleichsmöglichkeiten mit der Helligkeit von Mars:

Stern	scheinbare Heiligkeit	Entsprechend Marshelligkeit
Aldebaran	$0^{m}6$	Ende April 1978
Pollux	$1^{m}1$	Ende Mai 1978
Prokyon	$0^{m}4$	Mitte November 1977 bzw. Ende März 1978
Kapella	$0^{m}2$	Mitte November 1977 bzw. Mitte März 1978
Rigel	$0^{m}3$	Mitte November 1977 bzw. Mitte März 1978

Die Oppositionshelligkeit liegt bei -1^{m}, also noch um eine halbe Größenklasse unter der einer günstigen Perihelopposition.

Der Scheibendurchmesser des Planeten

Im Gegensatz zu Jupiter, der sich in der Nähe des Sommerpunktes aufhält, bietet Mars nur ein winziges Scheibchen. Selbst zur Oppositionszeit ist der Scheibendurchmesser nur rund ein Drittel so groß wie der des scheinbaren Jupiterdurchmessers. Oberflächenbeobachtungen mit dem TELEMENTOR sind nicht möglich. Mit größeren Amateurinstrumenten ist eine Beobachtung nur etwa 2 Monate vor und nach der Opposition sinnvoll. Eine 133fache Vergrößerung bei einer Aphelopposition entspricht z. B. einer 73fachen Vergrößerung bei einer Perihelopposition. Bei den hier genannten Vergrößerungen sehen wir dann auf dem Mars ebensoviel Einzelheiten wie mit dem bloßen Auge auf dem Mond. Mit einem Scheibendurchmesser von 14,3″ wird beinahe der minimale Scheibendurchmesser von 13,8″ zu einer Opposition eingenommen.

Von allen äußeren Planeten zeigt Mars infolge seiner großen Erdnähe eine deutlich ausgeprägte Phase, d. h. das Planetenscheibchen erscheint im Fernrohr oval. Einen Monat vor und nach der Opposition kann der Phasenwinkel vernachlässigt werden, so daß der Planet uns kreisförmig erscheint („Vollmars").

Methodische Hinweise

Winteroppositionen haben den Vorteil, daß man schon früh mit der Beobachtung der Planetenschleife beginnen kann. Mitte November geht Mars gegen 21 Uhr auf, seine Bewegung ist noch einen Monat rechtläufig. Die Aufgangszeit verfrüht sich rasch und liegt zum Jahresende bei 18 Uhr. Diese Zeit ist auch in Städten für Beobachtungen geeignet. Mitte November beginnt die Behandlung der Lehrplaneinheit 1.4.1. „Die Planetenbewegungen . . .". Die hier gestellten Forderungen „Sichtbare Bewegung der Planeten relativ zu den Sternen . . . Erscheinung der Rückläufigkeit" lassen sich durch Beobachtungen zeitlich gut realisieren. Mars bietet mit seiner deutlich ausgeprägten Schleife und seiner verhältnismäßig großen scheinbaren Bahngeschwindigkeit am Himmel weitaus bessere Beobachtungsmöglichkeiten als Jupiter oder Saturn.

Folgende Beobachtungs- bzw. Arbeitsaufträge können den Schülern gestellt werden:

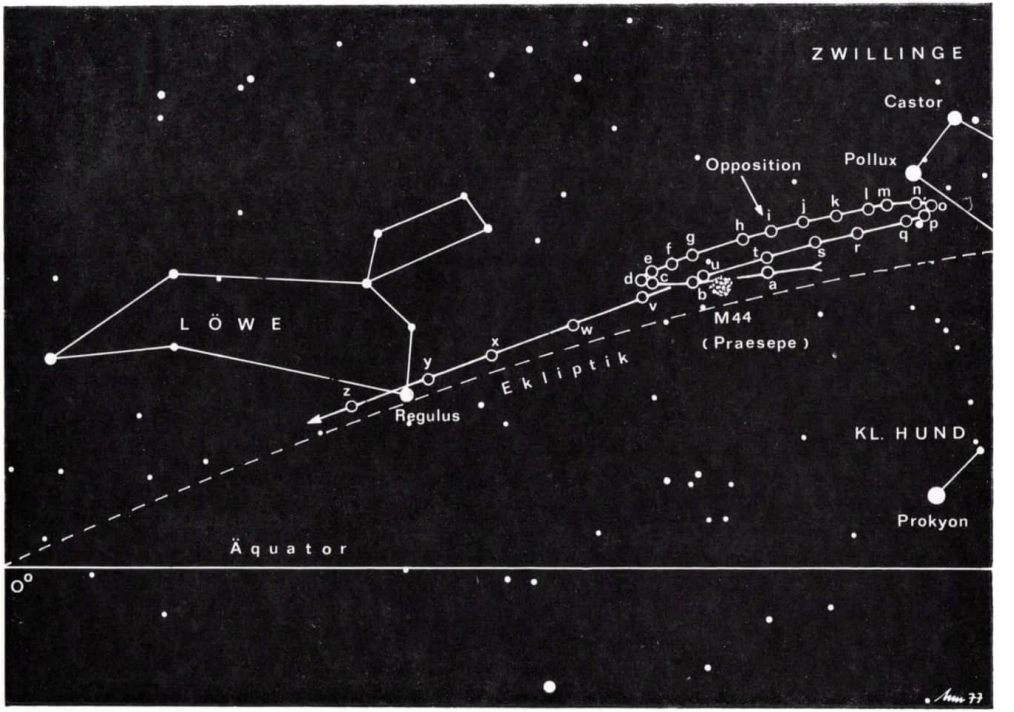
Tragen Sie den scheinbaren Lauf des Mars in die Arbeitskarte der Tierkreiszone ein! Achten Sie dabei besonders auf das Vorüberwandern an Sternen! Stellen Sie mit Hilfe des Meßkammes die scheinbaren Gradabstände zwischen Mars und Pollux bzw. Regulus sowie zwischen Mond und Mars fest!

Notieren Sie das Datum, wann Mars die Helligkeit von Aldebaran, Pollux, Prokyon und Kapella erreicht! Stellen Sie fest, wann sich Mars auf der Verbindungslinie Kastor–Pollux befindet (3 Ergebnisse)!

ARNOLD ZENKERT

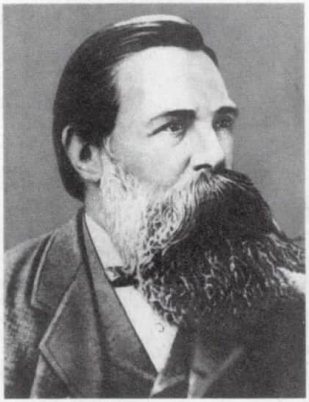
In die Beobachtungskarte eingezeichnete Marspositionen

	Tag	Rektasz.	Deklin.
a	4. 11. 1977	08 h 24 min	+20° 55′
b	20. 11. 1977	08 h 46 min	+20° 10′
c	6. 12. 1977	08 h 58 min	+20° 02′
d	14. 12. 1977	09 h 00 min	+20° 17′
e	22. 12. 1977	08 h 58 min	+20° 47′
f	30. 12. 1977	08 h 52 min	+21° 31′
g	5. 1. 1978	08 h 46 min	+22° 10′
h	15. 1. 1978	08 h 31 min	+23° 20′
i	22. 1. 1978	08 h 23 min	+23° 53′
j	25. 1. 1978	08 h 14 min	+24° 23′
k	1. 2. 1978	08 h 03 min	+24° 55′
l	5. 2. 1978	07 h 57 min	+25° 08′
m	10. 2. 1978	07 h 51 min	+25° 20′
n	20. 2. 1978	07 h 42 min	+25° 26′
o	1. 3. 1978	07 h 38 min	+25° 16′
p	10. 3. 1978	07 h 40 min	+24° 56′
q	20. 3. 1978	07 h 46 min	+24° 22′
r	1. 4. 1978	07 h 56 min	+23° 29′
s	10. 4. 1978	08 h 10 min	+22° 40′
t	20. 4. 1978	08 h 25 min	+21° 36′
u	1. 5. 1978	08 h 44 min	+20° 13′
v	10. 5. 1978	09 h 00 min	+18° 56′
w	20. 5. 1978	09 h 19 min	+17° 21′
x	1. 6. 1978	09 h 43 min	+15° 12′
y	10. 6. 1978	10 h 01 min	+13° 27′
z	20. 6. 1978	10 h 22 min	+11° 22′


ZWILLINGE
Castor
Pollux
Opposition
LÖWE
Regulus
Ekliptik
M44
(Praesepe)
KL. HUND
Prokyon
Äquator
0°

2703 Michaelis Bert-Heil
Cölpiner Str. 6

Astronomie
in der Schule



Herrn Eugen Dühring's

Umwälzung der Wissenschaft

Von

Friedrich Engels

Dritte, durchgesehene und vermehrte Auflage

Stuttgart
Verlag von J. H. W. Dietz
1894

Titelseite der dritten Auflage von Engels' Schrift „Herrn Eugen Dühring's Umwälzung der Wissenschaft"

6
1977

INDEX 31 053
PREIS 0,60 M

VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

DIALOGO
di
GALILEO GALILEI LINCEO
AL SER.mo FERD. II. GRAN. DVCA DI
TOSCANA

Astronomie

in der Schule

Zeitschrift für die Hand des Astronomielehrers

Herausgeber:
Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag Berlin, 108 Berlin 8, Lindenstraße 54 a, Telefon 2 04 30, Postscheckkonto: Berlin 1326 26

Erscheinungsweise:
zweimonatlich, Preis des Einzelheftes 0,60 Mark; im Abonnement zweimonatlich (1 Heft) 0,60 Mark. Außenhandelspreise sind aus den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes zu entnehmen.

Redaktionskollegium:
Studienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Dipl.-Lehrer Hans Joachim Nitschmann (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Heinz Albert, Dr. phil. Fritz Gehlhar, Dr. rer. nat. Dieter B. Herrmann, Dr. phil. Karl Kellner, Dr. paed. Klaus Lindner, Prof. Dr. paed. Oskar Mader, Dr. phil. Siegfried Michalk, Annelore Muster (Sekretär), Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Oberlehrer Eva-Maria Schober, Prof. Dr. paed. Manfred Schukowski, Doz. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert, Oberlehrer Joachim Stier, Dr. phil. Renate Wahsner, Doz. Dr. rer. nat. habil. Helmut Zimmermann; Drahomira Günther (redaktionelle Mitarbeiterin)

Anschrift der Redaktion:
86 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8, Postfach 54, Telefon: 4 71 26

Gesamtherstellung:
Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen
AN (EDV 427)
III-4-9-2158-4,5 Liz. 1488

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 6/1977 **14. Jahrgang 1977**

Seite

Zum Anliegen des Heftes 123

Astronomie und Philosophie
F. GEHLHAR; H. HÖRZ
Materialistische Dialektik und Astronomie 123
D. B. HERRMANN
Astronomie und Weltanschauung 129

Erkenntnis des Kosmos
H.-J. TREDER
Probleme und Problematik der heutigen Astronomie 131

Entwicklung im Kosmos
W. SPICKERMANN
Der Entwicklungsgedanke in der Astronomie und das Gravitationsgesetz 135
J. HOPPE
Zu einigen Hypothesen über die Entstehung des Planetensystems 138

Leben im Kosmos
J. DORSCHNER
Die Bewohnbarkeit des Weltalls 141
G. PAUL
Über die mögliche Einmaligkeit vernunftbegabten Lebens im Weltall (SKLOVSKIJ) – Buchbesprechung – 144
Karteikarte: Wichtige Entwicklungetappen der astronomischen Wissenschaft (BERNHARD, H.)

СОДЕРЖАНИЕ
О немерении настоящего номера 123
Астрономия и философия
Ф. ГЕЛХАР/Х. ХЕРЦ
Материалистическая диалектика и астрономия 123
Д. Б. ХЕРРМАНН
Астрономия и мировоззрение 129
Познание космоса
Х.-Й. ТРЕДЕР
Проблемы и проблематика современной астрономии 131
Развитие в космосе
В. СПИКЕРМАНН
Мысль о развитии в космосе и закон о тяготении 135
Й. ХОППЕ
Некоторые гипотезы о возникновении солнечной системы 138
Жизнь в космосе
Й. ДОРШНЕР
Обитаемость Вселенной 141
Картотечная карта: Важные этапы развития астрономической науки (БЕРНХАРД. Х.)

CONTENTS
The Request of this Number 123
Astronomy and Philosophy
F. GEHLHAR; H. HÖRZ
Dialectic Materialism and Astronomy 123
D. B. HERRMANN
Astronomy and Ideology 129
Perception of Space
H.-J. TREDER
Problems of Modern Astronomy 131
Evolution in Space
W. SPICKERMANN
The Thought of Evolution in Astronomy and the Law of Gravitation 135
J. HOPPE
About some Hypotheses on the Origin of the Planetary System . 138
Life in Space
J. DORSCHNER
The Possibility of Life in Space 141
Register Card: Important Stages of the Development of Astronomy (BERNHARD, H.)

Redaktionsschluß: 20. Oktober 1977

Nur Annahme von bisher unveröffentlichten Aufsätzen; Einsendung von Beiträgen in zweifacher Ausfertigung an die Anschrift der Redaktion; für unverlangt eingesandte Manuskripte und Abbildungen keine Gewähr – Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe und Genehmigung der Redaktion – Veröffentlicht unter der Lizenz 1488 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik – Bestellungen werden in der DDR vom Buchhandel und der Deutschen Post entgegengenommen. Der Bezug für die BRD und Berlin (West) erfolgt über den Buchhandel; für das sozialistische Ausland über das jeweilige Postzeitungsvertriebsamt und für alle übrigen Länder über den BUCH-EXPORT, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 701 Leipzig, Leninstraße 16

DOKUMENTATION

Astronomie
in der Schule

Astronomie i. Ausland · Geschichte d. Astronomie

CHROMOV, GAVRIL S.

Zur Entwicklung der sowjetischen Astronomie

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 5, 99–101

Die Entwicklung der materiellen Basis der sowjetischen Astronomie wird umrissen. Ausführlicher wird auf Fragen und Probleme eingegangen, die bei der weiteren Erhöhung der Effektivität der wissenschaftlichen astronomischen Arbeit in der UdSSR zu lösen sind.

Astronomie
in der Schule

Geschichte der Astronomie · Philosophie

HERRMANN, DIETER B.

Astronomie und Weltanschauung

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 6, 12 bis 131; 6 Lit.

Autor geht insbesondere auf das Verhältnis von Astronomie und Weltanschauung ein und belegt seine Darlegungen mit historischen Beispielen über die weltanschauliche Relevanz astronomischer Erkenntnisse.

Astronomie
in der Schule

Fachwissenschaft

SCHMIDT, K.-H./STEINERT, K.-G./ZIMMERMANN, H.

Zur astronomischen Forschung im Jahre 1976

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 5, 101–104

Es wird u. a. eingegangen auf

- Diskussionen um den Zahlenwert der Hubble-Konstante,
- Bestimmung von Sternkoordinaten relativ zu Galaxien
- eine weitere Planetoidenentdeckung.

Astronomie
in der Schule

Forschungsmethoden · Sonne

TREDER, HANS-JÜRGEN

Probleme und Problematik der heutigen Astronomie

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 6, 131–134

Auseinandersetzung mit Problemen, die aus der wachsenden Anzahl astronomischer Informationen und der Erschließung neuer Informationskanäle erwachsen, sowie mit der Problematik des anscheinenden Fehlens der energiereichen Neutrinos der Sonne.

Astronomie
in der Schule

Methodik AU · Sonnensystem

SCHUKOWSKI, MANFRED

Neuere Erkenntnisse über Körper des Sonnensystems im Unterricht

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 5, 104 bis 107; 1 Tab., 18 Lit.

Es wird dargestellt, ob und wie neuere Erkenntnisse, insbesondere zur Physik der Planeten, im Rahmen des Lehrplans beachtet und berücksichtigt werden können.

Astronomie
in der Schule

Philosophie · Kosmologie

SPICKERMANN, WOLFGANG

Der Entwicklungsgedanke in der Astronomie und das Gravitationsgesetz

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 6, 135 bis 138; 5 Lit., 1 Abb.

Im Zusammenhang mit der Geschichte des Entwicklungsgedankens in der Astronomie wird dargestellt, daß die Allgemeine Relativitätstheorie wichtige Aspekte der Entwicklung im Kosmos beschreibt, daß der Beginn der kosmischen Expansion als Interpretationsgrenze des kosmologischen Einstein-Friedman-Modells zu verstehen ist.

Astronomie
in der Schule

Methodik AU · Beobachtung

ALBERT, HEINZ/LINDNER, KLAUS

Zur Rolle der Schülerbeobachtungen im Unterrichtsprozeß

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 5, 107 bis 110; 7 Lit.

Die Wechselwirkung von Klassenunterricht und Beobachtung als einheitlicher Prozeß der Verwirklichung der Bildungs- und Erziehungsaufgaben des AU. Autoren zeigen Möglichkeiten dieser Wechselwirkung und machen auf Probleme aufmerksam.

Astronomie
in der Schule

Sonnensystem · Kosmogonie

HOPPE, JOHANNES

Zu einigen Hypothesen über die Entstehung des Planetensystems

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 6, 13 bis 141; 9 Lit., 1 Abb.

Ältere Hypothesen werden skizziert (Kant, Laplace, Jeans). Im Hauptteil wird die gegenwärtige Vorstellung von der Entstehung des Planetensystems dargestellt. Sie geht davon aus, daß die Bildung eines Planetensystems eine Variante der Entwicklung der stellaren Materie zum Mehrfachstern ist.

Astronomie
in der Schule

Philosophie

GEHLHAR, FRITZ/HÖRZ, HERBERT

Materialistische Dialektik und Astronomie

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 6, 123 bis 129; 14 Lit.

Autoren belegen, daß die Astronomie auch gegenwärtig in weltanschauliche Auseinandersetzungen einbezogen ist. Sie gehen auf das Verhältnis der marxistisch-leninistischen Philosophie zu den Naturwissenschaften ein und belegen die Notwendigkeit, dialektisch-materialistisch an die philosophische Deutung astronomischer Erkenntnisse heranzugehen.

Astronomie
in der Schule

Leben im Kosmos

DORSCHNER, JOHANNES

Die Bewohnbarkeit des Weltalls

Astronomie in der Schule, Berlin 14 (1977) 6, 14 bis 143; 6 Lit., 1 Abb.

Ausgehend von der historischen Entwicklung der Frage nach außerirdischem Leben wird die heutige erkenntnistheoretische Situation bei der Suche nach extraterrestrischer Intelligenz umrissen und vor allem der kosmologisch-kosmogonische Hintergrund sowie die Bedingungen für die Entstehung von Leben im Kosmos dargelegt.

Zum Anliegen des Heftes

Das vorliegende Heft ist dem 100. Geburtstag der Erstveröffentlichung von ENGELS' Schrift „Herrn Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft" („Anti-Dühring") gewidmet. Dieses Werk stellt die erste, relativ geschlossene Gesamtdarstellung der Weltanschauung der Arbeiterklasse dar. In Verallgemeinerung der Erfahrungen des Klassenkampfes und der neueren Erkenntnis der Naturwissenschaften nennt ENGELS eine Reihe von entscheidenden Grundsätzen der wissenschaftlichen Philosophie, wie die Thesen von der materiellen Einheit der Welt, den Zusammenhang von Materie und Bewegung, die drei Grundgesetze der Dialektik, das Verhältnis von relativer und absoluter Wahrheit.

ENGELS' Gedankengänge haben auch in der Gegenwart hohe Aktualität. Das stete tiefere Eindringen der Wissenschaft in die Prozesse der Natur erfordert die immer engere Zusammenarbeit zwischen marxistisch-leninistischen Philosophen und Naturwissenschaftlern. Aus dieser Sicht verfaßten profilierte Fachleute die folgenden Beiträge. Sie geben am konkreten Beispiel Einblick in Entwicklungsprobleme der Astronomie, in das Verhältnis von Astronomie und Philosophie und in einige philosophische Probleme der modernen Astronomie. Nicht alle Beiträge beschäftigen sich direkt mit den Bezügen zwischen Astronomie und Philosophie. Jedoch erörtert jeder Artikel Fragen, die mit der objektiven Dialektik kosmischer Erscheinungen beziehungsweise mit den dialektischen Zusammenhängen des astronomischen Erkenntnisprozesses in Beziehung stehen.

Der Inhalt des Heftes trägt den Charakter einer grundlegenden Orientierung über weltanschaulich-philosophische Fragen der Astronomie, ohne jedoch den Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben. Sein Studium soll Einsichten in die wechselseitigen Zusammenhänge von Astronomie und Philosophie fördern und eine Hilfe für die Standpunktbildung bei der Auseinandersetzung mit Argumenten der bürgerlichen Philosophie sein.

Das Eindringen in den Ideengehalt der Beiträge befähigt, die weltanschaulich-philosophischen Potenzen des Unterrichtsstoffes besser zu erkennen und für die Erteilung eines wissenschaftlichen, parteilichen und lebensverbundenen Astronomieunterrichts sowie für die Tätigkeit in den Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogrammen effektiv zu nutzen. Jedoch ist zu beachten, daß der Inhalt des Heftes nicht als unmittelbare Anleitung für den Unterricht gedacht ist.

Die nachfolgenden Beiträge sind anspruchsvoll. Ihr Studium erfordert hohe Konzentration und intensives Nachdenken. Die verwendete philosophische Terminologie ist teilweise Bestand der Alltagssprache, hat aber dort einen andern Sinn. Es ist ratsam, sich über den Inhalt philosophischer Begriffe in ENGELS' „Dialektik der Natur", im „Anti-Dühring" bzw. in LENINS „Materialismus und Empiriokritizismus" zu informieren.

Für das weiterführende Studium empfiehlt es sich, die angeführte Literatur zu benutzen. Im Jahrgang 1978 erscheinen in Ergänzung der folgenden Aufsätze weitere Veröffentlichungen zur Thematik der Wechselbeziehungen von Astronomie und Philosophie.

FRITZ GEHLHAR; HERBERT HÖRZ

Materialistische Dialektik und Astronomie

Astronomische Erkenntnisse haben in der Geschichte des Denkens zu heftigen weltanschaulichen Auseinandersetzungen geführt. Mit ihnen wurden Mythen über die Erde als Mittelpunkt des Weltgeschehens, über die Entstehung des Kosmos und die Erschaffung der Erde entschleiert, die sich in der Zeit geringer Einsichten in die Naturprozesse herausgebildet hatten. Die Astrologie erwies sich als Irrlehre; die Einheit der Welt in ihrer Materialität wurde erkannt. BRUNO, COPERNICUS, KEPLER, GALILEI, NEWTON u. a. trugen zum wissenschaftlichen Verständnis kosmischer Erscheinungen bei. Einige von ihnen sahen sich von weltanschaulichen Gegnern bedroht, die die Preisgabe gewonnener Einsichten oder sogar das Leben forderten.

Der Kampf um die wissenschaftliche philoso-

phische Deutung astronomischer Erkenntnisse geht weiter. Bei der Auseinandersetzung mit der marxistisch-leninistischen Philosophie werden immer wieder theoretische Vorstellungen, überprüfte und vor allem nichtgesicherte Auffassungen von der Entstehung kosmischer Objekte und über die Struktur und Gesetze des Kosmos angeführt, um den dialektischen Materialismus zu widerlegen. Diese Angriffe zielen gegen die Auffassung von der Ewigkeit der Welt. Man versucht ferner, der subjektiven Interpretation der Raum-Zeit als bloße Anschauungsformen, als Ordnungsschemata der Welt Geltung zu verschaffen. Neben eindeutigen idealistischen Positionen werden auch Schwierigkeiten bei der Lösung erkenntnistheoretischer Probleme deutlich. Das durch die Astronomie geförderte dialektische Denken setzt sich nicht automatisch durch. Neue kosmische Erscheinungen, kosmogonische und kosmologische Modelle stellen neue Fragen an die Philosophie, die nur durch schöpferische philosophische Analyse beantwortet werden können. Dabei sind die bisher gewonnenen Einsichten materialistischer Dialektik zu berücksichtigen ([2], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13]).

Ergebnisse materialistischer Dialektik

Das tiefere Eindringen in die objektive Dialektik kosmischer Prozesse führt einerseits zur Präzisierung von Aussagen der materialistischen Dialektik, wie der der Unendlichkeit der Materie. Sie kann nicht einfach als Grenzenlosigkeit verstanden werden, sondern wird als Unerschöpflichkeit der Objekte, Prozesse und Beziehungen gefaßt, die in ihren Gesetzmäßigkeiten über endliche Objekte immer besser erkannt wird. Andrerseits werden neue Erkenntnisse metaphysisch interpretiert, als Gegenthesen zur materialistischen Auffassung von der Ewigkeit der Welt behauptet. Dieser widersprüchliche Prozeß des Eindringens in das dialektische Verständnis des Kosmos wird auch von nichtmarxistischen philosophisch interessierten Naturwissenschaftlern bemerkt. V. WEISSKOPF meint: „*Die Physik und die Astronomie sind über Nacht historische Wissenschaften geworden. Früher hat man in der Physik nur davon gesprochen, wie die Materie ist. Heute, in der Kosmologie spricht man davon, wie die Welt entstanden ist. Man spricht von der Geschichte des Universums und der Welt, eine Entwicklung, die auf wissenschaftlicher Grundlage erst ein Kind dieses Jahrhunderts ist. Die Mythologien der Weltschöpfung und des Weltuntergangs haben jetzt einen neuen Zuwachs bekommen, nämlich die wissenschaftliche Geschichte der Entstehung und des Endes der Welt*“ [1, S. 486]. ENGELS hatte die Bedeutung der Astronomie als historische Wissenschaft schon im vergangenen Jahrhundert erkannt, als er die revolutionäre Tat von KANT betonte, der eine Bresche in die metaphysische Naturauffassung schlug. Mehr noch. Er verwies auf die dialektische Beziehung von Attraktion und Repulsion und untersuchte den Zusammenhang der Hauptsätze der Thermodynamik mit den Auffassungen vom Kosmos. ENGELS widerlegte die These vom Wärmetod des Weltalls ([2], [6]).

Die heutige Astronomie geht von der gesicherten Erkenntnis aus, daß die kosmischen Objekte nicht ewig existieren, sondern entstehen und vergehen. Aus dieser Auffassung können keine Argumente für idealistische Schlußfolgerungen abgeleitet werden. Ewigkeit des Weltalls bedeutet keineswegs die ewige Existenz bestimmter kosmischer Objekte mit gleicher Struktur. Wird der Zeitpunkt für das Entstehen kosmischer Objekte zum Weltbeginn erklärt, so wird damit metaphysisch bisherige Erkenntnis verabsolutiert und für die wissenschaftliche Erklärung der Wirklichkeit eine Grenze gesetzt. Der materialistische Dialektiker dagegen nimmt die bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnisse als Voraussetzung seiner Analyse, wobei er zugleich von der relativen Gültigkeit dieses Wissens ausgeht. Er gibt damit der astronomischen Forschung eine Orientierung für die Suche nach den Vorformen der uns bekannten kosmischen Objekte, nach neuen Erkenntnissen über die Struktur und Entwicklung des Kosmos.

Ohne *dialektisch*-materialistisch an die philosophische Deutung neuer astronomischer Erkenntnisse und an die Auseinandersetzung mit ihren metaphysischen und idealistischen Fehlinterpretationen heranzugehen, können materialistische Positionen nicht gefestigt werden. In den umfangreichen Diskussionen um die philosophischen Probleme der Astronomie wird immer wieder auf die erreichten Ergebnisse philosophischer Analysen zurückzugehen sein, die das tiefere Eindringen in die objektive Dialektik ausdrücken.

Zu den wichtigsten Ergebnissen der materialistischen Dialektik gehört *erstens* das ***dialektische Verständnis der materiellen Einheit der Welt.*** Die Ergebnisse der Relativitätstheorie zeigen, daß es sich hier nicht um einen gleichzeitigen universellen Zusammenhang von Allem mit Allem handeln kann. Einheit der Welt in der Materialität bedeutet, daß es keinen absolut abgeschlossenen Bereich materiellen Geschehens gibt, dessen wesentliche Strukturen und Veränderungen nur durch die inneren

Systemgesetze bestimmt sind, der nicht durch materielle Prozesse mit anderen Bereichen verbunden ist. Dieser objektive Zusammenhang verbindet höher und niedriger entwickelte, nebeneinander existierende und wechselwirkende Systeme strukturell und genetisch miteinander.

Zweitens sind *Raum und Zeit Existenzformen der Materie,* deren innerer Zusammenhang immer deutlicher erkannt wurde. Mit der allgemeinen Relativitätstheorie zeigte sich die Dialektik von materieller Bewegung und Raum-Zeit im Zusammenhang von Massenverteilung und geometrischem Feld. Die Raum-Zeit existiert nicht unabhängig von den materiellen Prozessen. Die Wissenschaft untersucht raumzeitliche Strukturen materieller Bewegung.

Drittens faßte ENGELS *Bewegung als Veränderung überhaupt* und betonte die *Bedeutung des Entwicklungsgedankens.* Wir gehen heute davon aus, daß im Kosmos Entwicklung stattfindet, wobei neben strukturellen auch genetische Zusammenhänge existieren, die erst die gesetzmäßigen Gemeinsamkeiten koexistierender Systeme aus gemeinsamen Ursprüngen, ähnlichen Anfangsbedingungen und objektiven Entwicklungsgesetzen erklären lassen. Während die strukturellen Zusammenhänge im Aufeinandereinwirken oder Koexistieren ausgebildeter Systeme existieren, sind die genetischen Zusammenhänge im Auseinanderhervorgehen verschiedener Systeme enthalten.

Viertens führt die Einsicht in die Gesetzmäßigkeiten der unerschöpflichen materiellen Objekte, Prozesse und Beziehungen, verbunden mit dem Verständnis der Raum-Zeit als Existenzform der Materie dazu, die *potentielle Unerschöpflichkeit raum-zeitlicher Beziehungen* anzuerkennen, was zu der erkenntnistheoretischen These führt, daß es keine endgültige Wahrheit über die Materiestruktur, auch nicht über die Raum-Zeit-Struktur gibt: Die Dialektik der Erkenntnis ist also in dem komplizierten Eindringen in die objektive Dialektik kosmischer Prozesse zu finden.

Astronomie in der weltanschaulichen Auseinandersetzung

Schon im Ringen um die Anerkennung des copernicanischen Weltbildes, vor allem bei der Zuspitzung des Kampfes in der Auseinandersetzung zwischen G. BRUNO und der katholischen Kirche, zeigte sich der Zusammenhang zwischen astronomischen Grundpositionen und dem ideologischen und politischen Klassenkampf. Dem streng hierarchischen aristotelisch-ptolemäischen Weltbild, das in gewisser Weise die Hierarchie der sozialen und politischen Strukturen des Feudalismus symbolisieren und sanktionieren konnte, setzte G. BRUNO die Lehre von der Vielfalt der Welten und der Unendlichkeit des Alls entgegen. Später griff die bürgerliche Ideologie idealistische Fehldeutungen naturwissenschaftlicher Ergebnisse wie die These vom Wärmetod des Weltalls auf, um ihre eigene Untergangsstimmung in kosmische Maßstäbe zu projizieren und der wissenschaftlich begründeten, optimistischen Ideologie der Arbeiterklasse entgegenzuarbeiten. Ob es sich um die Diskussion der Rolle des II. Hauptsatzes der Thermodynamik für die Kosmologien, um die Probleme des „Urknalls", der „Schwarzen Löcher" oder die Unendlichkeit des Weltalls handelt, immer mühen sich bürgerliche Theoretiker und Propagandisten um die weltanschauliche und ideologische Ausnutzung möglicher idealistischer Fehldeutungen ([10], [12]). So will der österreichische Astronom und idealistische Philosoph J. MEURERS am Beispiel dieser naturwissenschaftlichen Spezialdisziplin die geistige Situation einer Naturwissenschaft zeichnen [3]. Dabei sind seine Überlegungen darauf gerichtet, die Grenzen der Wissenschaft zu zeigen. Die von der Wissenschaft gelassenen Erkenntnislücken würden dann durch Offenbarung über die Existenz Gottes o. ä. gefüllt. Deshalb hatte er schon früher eindeutig formuliert, daß die Wissenschaft nicht von Gott schweigen dürfe [4; 118]. Jetzt bemüht er die sogenannte Einmaligkeit des Kosmos, um Grenzen der Wissenschaft festzustellen. R. ROMPE und H. J. TREDER bemerken, daß *„das Sonnensystem im Kosmos genau so wenig einmalig, wie ein Realkristall auf der Erdoberfläche ist. Es gibt im ‚sichtbaren Universum' (etwa im EINSTEIN-Kosmos) wohl mehr als 10^{23} Planetensysteme ... Diese unterscheiden sich nur durch kosmogonisch zufällige Einzelheiten; sie haben wohl alle die seit KANT und LAPLACE betrachteten allgemeinen Züge des Sonnensystems mit diesen gemeinsam"* [5; 15]. Die scheinbar auf der Hand liegende Einmaligkeit entsteht dadurch, daß der unerschöpfliche ewig existierende Kosmos als Objekt der Astronomie ausgegeben wird, das jedoch nicht in seiner Ganzheit untersucht werden kann, so wenig, wie wir *den* physikalischen Körper, *die* Flüssigkeit, *den* Kristall untersuchen. Wir erforschen kosmische Objekte, um Struktur, Bewegung und Entwicklung des Kosmos in ihren Gesetzen besser zu erkennen. Es ist deshalb metaphysisch und falsch, wenn MEURERS meint: *„Im Grunde kann das ‚Eine' nicht erkannt werden, weil es nicht zu differenzieren ist gegen etwas Anderes. Es ist wohl gegeben, erfahrbar, aber in seiner Undifferenziertheit, in seiner Unwiederholbarkeit bleibt es unverständlich,*

problematisch; und das ist, wie es scheint, eine nicht aufhellbare Situation für den Intellekt, solchen Gegenständen gegenüber wie Sternenhimmel, Universum, All, Kosmos" [3; 14].

MEURERS tut hier so, als kenne er die aktuellen Diskussionen zum Gegenstand der Kosmologie nicht. Dabei setzt sich immer mehr die Einsicht durch, daß der frühere Anspruch der Kosmologie, die globale Struktur des Universums als Ganzes zu beschreiben, nicht aufrecht erhalten werden kann. Wie G. BRUNO eine Vielzahl der Welten, d. h. von Planetensystemen, postulierte, so neigen heute in analoger Weise immer mehr Astrophysiker dazu, die Existenz einer Vielzahl von Metagalaxien anzunehmen, die dann den Gegenstand der Beschreibung durch kosmologische Modelle darstellen. Im Zusammenhang mit gegenwärtigen Grenzen der astronomischen Forschung hebt er dann die These SCHELLINGS vom „Sich-Verschließen der Natur" hervor [3; 21]. MEURERS will zeigen, daß es in der Wirklichkeit Bereiche gäbe, die der wissenschaftlichen Erkenntnis nicht zugänglich seien. Dies zielt darauf hin, keine Konfrontation von Wissenschaft und nichtwissenschaftlicher, religiöser Wahrheit aufkommen zu lassen. Für ihn kann Wissenschaft, aufgesplittert in ihre einzelnen Wissenschaftszweige, überhaupt kein Weltbild liefern. Man bedarf dazu grundsätzlich allgemeinerer Aspekte, um das Ganze zu sehen. Diese sind nicht direkt aus Wissenschaft abzuleiten, dürfen aber natürlich mit deren gesicherten Resultaten auch nicht im Widerspruch stehen [3; 80].

MEURERS geht so weit, die wissenschaftliche Weltanschauung und gesellschaftspolitische Orientierung der Arbeiterklasse zu diskreditieren und sie in Parallele zum Sozialdarwinismus und der faschistischen Rassenlehre zu setzen.

Die Auseinandersetzung um die „geistige Situation" der modernen Astronomie ist in die weltanschaulichen und politisch-ideologischen Klassenauseinandersetzungen unserer Zeit einbezogen. Natürlich entwickelt die bürgerliche Philosophie und Ideologie auf diesem Feld eine Vielzahl von Varianten. Dazu gehören einmal die bekannten Versuche idealistisch-religiöser Fehldeutungen und Verfälschungen der Ergebnisse und Fragestellungen der heutigen Astronomie. Es verstärkt sich auch der Einfluß der „kosmischen Philosophie", wie der des französischen Anthropologen und Paläontologen TEILHARD DE CHARDIN, der eine Konzeption entwickelte, in der Wissenschaft und Religion zur Synthese gebracht werden sollten.

Er faßte den Kosmos als ein strukturiertes, einheitliches Ganzes, das sich in einer aufsteigenden Entwicklung befindet. Diese Entwicklung führte zur Entstehung des Menschen mit seiner Vernunft. Durch seine ständige geistige Vervollkommnung strebe der Mensch einem höchsten überpersönlichen geistigen Zentrum, dem „Punkt Omega" (= Gott) zu. So positiv das Hervorheben des Entwicklungsgedanken zu werten ist, mit diesen kosmischen Philosophien kommt man nicht zu einer wissenschaftlich-philosophischen Deutung der Ergebnisse der Astronomie. Dazu bedarf es der materialistischen Dialektik, die uns hilft, solche Probleme zu lösen, wie sie sich in den Beziehungen von Entwicklung und Allgemeingültigkeit der Gesetze, von Endlichkeit und Unendlichkeit, von Einmaligkeit und Wiederholbarkeit ausdrükken.

Marxistisch-leninistische Philosophie und Naturwissenschaften

Die marxistisch-leninistische Philosophie unterwirft sich als wissenschaftliche Philosophie den Kriterien der Wissenschaftlichkeit, d. h. sie nutzt wissenschaftliche Methoden zur philosophischen Erkenntnis und unterwirft sich dem Kriterium der Praxis. Schon ein Blick auf einige Grundthesen von F. ENGELS zum Verhältnis von Philosophie und Naturwissenschaft zeigt, wie wesensfremd der marxistischen Philosophie der ihr von bürgerlichen Ideologen zugeschriebene Anspruch ist, den Naturwissenschaften Vorschriften zu machen, sie „ideologisch zu lenken". ENGELS hob hervor, daß es ihm bei seinen Untersuchungen zur Dialektik der Natur nicht darum gehen konnte, „*die dialektischen Gesetze in die Natur hineinzukonstruieren, sondern sie in ihr aufzufinden und aus ihr zu entwickeln*" [6; 12]. Insbesondere mit der „Dialektik der Natur" und dem „Anti-Dühring" leistete er zur Realisierung dieses Zieles eine intensive Arbeit. Wie ENGELS hervorhob, bedeutet Materialismus nichts anderes als „*die wirkliche Welt — Natur und Geschichte — so aufzufassen, wie sie sich selbst einem jeden gibt, der ohne vorgefaßte idealistische Schrullen an sie herantritt*", die Tatsachen „*in ihrem eigenen Zusammenhang, und in keinem phantastischen*" zu betrachten. Damit kann man aber naturwissenschaftliche Erkenntnis nicht aus irgendwelchen theoretischen, philosophischen Konstruktionen heraus gewinnen, sondern nur über die Erforschung der Wirklichkeit selbst [7; 292]. Die einzige „Vorschrift", die eine wissenschaftliche, konsequent materialistische Philosophie hier der Naturwissenschaft macht, ist die, den Boden der Wissenschaft nicht zu verlassen: Es darf keine andere als eine wissenschaftliche Erklärung wirklicher

Zusammenhänge anerkannt und angestrebt werden.

Die Kehrseite der Medaille ist, daß die Erkenntnisse der Naturwissenschaften für die wissenschaftliche Philosophie, die ja Aussagen über allgemeinste Struktur- und Entwicklungszusammenhänge in Natur, Gesellschaft und Denken macht, lebensnotwendig sind. Ohne Verallgemeinerung der Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Forschung kann die Philosophie nicht wissenschaftlich sein. Eine wissenschaftliche Philosophie erfüllt eine Reihe wichtiger Aufgaben gegenüber den Naturwissenschaften. Sie hilft, die sozialen und erkenntnismäßigen Entwicklungsbedingungen der Naturwissenschaften aufzuklären und sie kann wesentliche Impulse für ihren Erkenntnisfortschritt liefern. Nur – Rezepte und Vorschriften für die Lösungswege liegen außerhalb ihrer Kompetenz! Die marxistisch-leninistische Philosophie hat gegenüber den Naturwissenschaften eine weltanschauliche, eine ideologische und eine erkenntnistheoretisch-methodologische, heuristische Funktion [8] (Abb. 1).

Die Funktionen der marxistisch-leninistischen Philosophie gegenüber den Naturwissenschaften

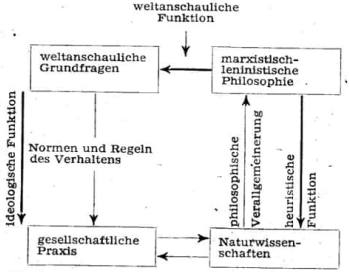


Abb. 1

Die weltanschauliche Funktion wird dadurch realisiert, daß die Philosophie weltanschauliche Grundfragen beantwortet. Insofern dabei Normen und Regeln für das Handeln in der Gesellschaft geliefert werden und es sich bei den gesellschaftlichen Beziehungen um Klassenbeziehungen handelt, übt die Philosophie eine ideologische Funktion aus. Bei ihrer direkten Wirksamkeit im wissenschaftlichen Erkenntnisprozeß erfüllt die wissenschaftliche Philosophie eine erkenntnistheoretisch-methodologische und heuristische Funktion (Abb. 2).

Aufgabe der Naturwissenschaft ist es, Naturgesetze aufzudecken. Informationen über deren Wirken erhält der Mensch durch seine Praxis,

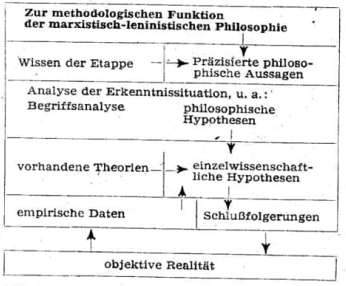


Abb. 2

welche in der naturwissenschaftlichen Forschung durch Beobachtung und Experiment repräsentiert ist. Unter Benutzung vorhandenen theoretischen Wissens werden Hypothesen aufgestellt, die die Erfahrungsdaten erklären sollen, daher deren Ableitung gestatten müssen. Weitere Schlußfolgerungen aus den Hypothesen werden wiederum in der Praxis überprüft. Die erkenntnistheoretisch-methodologische Funktion der Philosophie setzt nun vor allem beim Finden neuer Hypothesen ein. Das geschieht durch das Arbeiten mit präzisierten philosophischen Aussagen, die unter Verwendung des Wissens der Zeit (Etappe), insbesondere des Wissens aus der betreffenden Naturwissenschaft und den Grundprinzipien der Philosophie gewonnen werden. Über die präzisierten philosophischen Aussagen werden die philosophischen Prinzipien in den Kontext der betreffenden Einzelwissenschaft eingepaßt. Mittels der präzisierten philosophischen Aussagen erfolgt eine Analyse der Erkenntnissituation in der Naturwissenschaft. Es werden neue Denkmöglichkeiten aufgezeigt, indem z. B. eine Begriffsanalyse vorgenommen wird und die Bedingtheit der bisher benutzten Begriffsbildungen nachgewiesen wird. Oder es werden mittels der präzisierten philosophischen Aussagen auf dem Wege ihrer Konfrontation mit den naturwissenschaftlichen Fragestellungen philosophische Hypothesen formuliert. Eine philosophische Hypothese ist eine sich wissenschaftlich aus den Ergebnissen der Einzelwissenschaft und ihrer philosophischen Analyse begründende Vermutung über die Gültigkeit von Erkenntnissen einer Wissenschaft in einer anderen oder über den Beitrag der sich entwickelnden Theorie zur Präzisierung philosophischer Kategorien.

Es werden also u. a. bestimmte philosophische

Grundaussagen konkretisiert und für die betreffende Naturwissenschaft zum Aufzeigen neuer, möglicher Denkrichtungen verwandt. Da hier aus der Vielfalt theoretisch möglicher Denkrichtungen über die Anwendung bestimmter präzisierter philosophischer Aussagen eine bestimmte Auswahl vorgenommen wird, spricht man in der marxistischen Literatur in diesem Zusammenhang auch oft von der „selektiven Funktion" der Philosophie. Auf Grund dieser selektierenden Eigenschaft gehen die präzisierten philosophischen Aussagen als konstituierende Bestandteile in bestimmte Forschungsprogramme ein. In diesen treten sie als „Postulate" oder „Prinzipien" auf. Es muß hierbei der heuristische Charakter der Wirkung der präzisierten philosophischen Aussagen hervorgehoben werden: Zwar werden neue Denkmöglichkeiten erschlossen; jedoch sind diese hypothetischer Natur, — sie können keinesfalls als Rezepte oder Vorschriften aufgefaßt werden. Ob diese Denkmöglichkeiten in der Tat zu echten Ergebnissen in der gegebenen Forschungssituation führen, kann allein die konkrete Untersuchung, die in der Kompetenz der betreffenden Einzelwissenschaft liegt, erbringen. Die verschiedenen Funktionen der Philosophie gegenüber den Naturwissenschaften stehen in einem untrennbaren Zusammenhang miteinander, wofür die Astronomie ein Beispiel ist.

Zu philosophischen Problemen der Astronomie

Große Bedeutung in der weltanschaulichen Auseinandersetzung um kosmologische Fragen hat das Problem der kosmologischen Singularität. Aus den Gravitationsgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie wurden (zunächst durch FRIEDMAN) nichtstationäre Weltmodelle abgeleitet. Die später durch HUBBLE gefundene Rotverschiebung in den Spektren ferner Galaxien und die in den 60er Jahren entdeckte kosmische Reliktstrahlung (3 K) bestätigten, daß das mathematische Modell einer expandierenden „Welt" den von uns überblickten Teil des Universums, die „Metagalaxis", recht gut beschrieb. Die Rückrechnung der Expansion auf ihren Beginn führt nun zur kosmischen Singularität, die — nach dem heutigen Stand der Erkenntnis — etwa 15 Milliarden Jahre zurückliegt. Idealisten behaupten, daß die Naturwissenschaft hier selbst auf ihre Grenzen gestoßen sei, daß sie mit der kosmischen Singularität die Schöpfung der materiellen Welt nachgewiesen habe. In der Auseinandersetzung mit derartigen Thesen muß die wissenschaftliche Philosophie zunächst ihre weltanschauliche Funktion wahrnehmen, indem sie zeigt, daß diese Schlußfolgerungen nicht mit dem Wesen wissenschaftlicher Erkenntnis übereinstimmen. Dabei ist u. a. zu zeigen, daß Angriffe gegen den Materialismus über seine metaphysische Verfälschung geführt werden und die Entwicklung idealistischer Argumente für die Endlichkeit der materiellen Welt auf der metaphysischen Deutung der Ergebnisse der Astronomie beruhen. Indem diese weltanschauliche Auseinandersetzung mit der Analyse gesellschaftlicher Motivationen für die Verbreitung und Propagierung jener idealistischen Fehldeutungen verbunden wird, ist zugleich die ideologische Funktion der wissenschaftlichen Philosophie erfüllt. Die weltanschauliche und ideologische Funktion der marxistisch-leninistischen Philosophie muß aber, um überzeugend zu sein, mit der erkenntnistheoretisch-methodologischen Funktion verbunden werden. Es muß die spezifische Erkenntnissituation, in der sich die Kosmologie im Zusammenhang mit dem Problem der Singularität befindet, analysiert werden, damit unter Verwendung philosophischer Erkenntnisse andere, mit dem Prinzip der wissenschaftlichen Erklärung in Übereinstimmung stehende, Denkmöglichkeiten, aufgezeigt werden. Dies ist in der Tat geschehen. Es wurden unter Berücksichtigung philosophischer Grundaussagen wie der Thesen von der Unerschöpflichkeit der Materie, von der dialektischen Einheit quantitativer und qualitativer Veränderungen, von der Selbstbewegung der Materie und dem Entwicklungsprinzip, solche Denkmöglichkeiten entwickelt, daß seit der Singularität ein bestimmter Typ physikalischer Gesetze existiert. Zuvor gingen unter anderen Bedingungen andere, uns heute unbekannte (oder zum Teil unbekannte) Arten von physikalischen Prozessen vor sich. Möglich ist auch die Hypothese, daß die Singularität den Moment darstellt, da sich die Metagalaxis aus dem übergeordneten kosmischen System abkoppelt und sich — relativ isoliert und selbständig von der kosmischen Umgebung — verändert [2; 9].

Diese Denkmöglichkeiten, die in dieser oder jener Weise auch im Rahmen kosmologischer Theorien oder Konzeptionen entwickelt wurden, sind hypothetisch. Es ist möglich, daß der richtige Ansatz noch gar nicht formuliert wurde. Eines kann von dem richtigen Ansatz allerdings gesagt werden: Er wird eine *wissenschaftliche* Erklärung liefern!

In der marxistisch-philosophischen Literatur zu Fragen der Astrophysik spielt seit einiger Zeit die Diskussion um die beiden sogenannten Grundrichtungen der Astrophysik eine große Rolle. Die „klassische" Richtung wird vor allem dadurch charakterisiert, daß sie hinsichtlich der Prozesse im Kosmos die Kondensationsthese

vertritt, nach der die verschiedenen kosmischen Einzelobjekte (wie Sterne) und Systeme dieser Körper (wie Galaxien) sich durch die Kondensation von zerstreuter kosmischer Materie gebildet haben. Für die Erklärung bisher beobachteter kosmischer Erscheinungen werden zunächst die Möglichkeiten der existierenden physikalischen Theorien voll ausgenutzt. Die Ausarbeitung neuer fundamentaler Theorien wird noch nicht für notwendig gehalten. Unterschiede zur anderen Grundrichtung gibt es auch in entscheidenden methodologischen Fragen, insbesondere hinsichtlich des Verhältnisses vom Empirie und Theorie und der Rolle der Modellmethode.

Die „Bjurakaner" Richtung vertritt den Standpunkt, daß die kosmischen Prozesse von dichteren zu weniger dichteren Objekten führen, daß die Sterne, Sternsysteme usw. durch Fragmentation, Zerstreuung oder Explosion hochdichter Körper entstanden sind und noch entstehen. Sie nimmt an, daß eine Reihe neu entdeckter Objekte schwer oder gar nicht mittels bekannter physikalischer Theorien erklärt werden kann. Daher betrachtet sie es als verfrüht, vollständige Theorien der Stern- und Galaxienentstehung usw. ausarbeiten zu wollen.

Die Diskussion um diese Konzeptionen muß noch genauer analysiert werden. Hier soll nur auf bestimmte Tendenzen in dieser Diskussion verwiesen werden. Diese bestehen darin, die eine oder andere Auffassung mittels philosophischer Überlegungen abzusichern. So verweisen die Vertreter der bjurakaner Konzeption auf die These der Unerschöpflichkeit der Materie, wenn sie von der Notwendigkeit der Entwicklung neuer physikalischer Theorien sprechen. Man muß hervorheben, daß die Philosophie nur in der Lage ist, auf derartige Denkmöglichkeiten zu verweisen, sie aufzudecken. Selbstverständlich stellen die derzeitigen physikalischen Theorien relative Wahrheiten dar; und es ist gewiß, daß es Entdeckungen von Objekten und Prozessen geben wird, die mittels der heutigen Theorien nicht voll erklärt werden können. Das ist die Aufgabe konkreter astronomischer Forschungen. Philosophische Überlegungen sollen helfen, dazu neue Denkmöglichkeiten zu erschließen. Sie sind aber nicht in der Lage, bestimmte einzelwissenschaftliche Konzeptionen oder Forschungsprogramme mit allgemeinen philosophischen Aussagen gegenüber anderen hervorzuheben. Aufgabe der marxistisch-leninistischen Philosophie ist es, die schöpferische Arbeit an neuen Theorien zu fördern, idealistische Deutungen begründet zurückzuweisen, die Dialektik der Natur, der Erkenntnis und der Theorienentwicklung zu berücksichtigen und selbst philosophische Hypothesen zu entwickeln.

Literatur:

[1] WEISSKOPF, V.: **Zukunftsperspektiven der Wissenschaft.** In: Physikalische Blätter 30 (1974) 11, S. 481–489.

[2] HÖRZ, H.; TREDER, H.-J.: **Neue naturwissenschaftliche Erkenntnisse über den Kosmos in weltanschaulicher Sicht.** In: Einheit 5/1977.

[3] MEURERS, J.: **Weltallforschung.** Meisenhein am Glan 1971.

[4] MEURERS, J.: **Das Weltbild im Umbruch der Zeit.** Aschaffenburg 1958.

[5] ROMPE, R.; TREDER, H.-J.: **Komplexität der Wirklichkeit, Reproduzierbarkeit und historische Einmaligkeit.** ZJE AdW der DDR, Preprint 77-5, Juni 1977.

[6] ENGELS, F.: **Anti-Dühring.** In: Marx/Engels Werke, Bd. 20, Berlin 1973.

[7] ENGELS, F.: **Ludwig Feuerbach und der Ausgang der klassischen deutschen Philosophie.** In: Marx/Engels Werke, Bd. 21, Berlin 1962.

[8] ERPENBECK; HÖRZ: **Philosophie contra Naturwissenschaft:** Berlin 1977.

[9] HÖRZ, H.: **Marxistische Philosophie und Naturwissenschaften.**

[10] LEY, H. u. a.: **Dialektik, Gesetz, Kosmos.** Berlin 1976.

[11] KAZJUTINSKI u. a.: **Philosophische Probleme der Astronomie des 20. Jahrhunderts.** Moskau 1976.

[12] RACHMATULLIN: **Sternenjahrhundert der Menschheit.** Alma-Ata 1974.

[13] BERNHARD, H.: **Astronomie und Weltanschauung.** Leipzig/Jena/Berlin 1974.

[14] TREDER, H.-J.: **Philosophische Probleme des physikalischen Raums.** Berlin 1974.

Anschriften der Verfasser:
Prof. Dr. sc. phil. HERBERT HÖRZ
Dr. phil. FRITZ GEHLHAR
108 Berlin
Zentralinstitut für Philosophie der Akademie der Wissenschaften der DDR

DIETER B. HERRMANN

Astronomie und Weltanschauung

(Notizen zu einem stets aktuellen Problem)

Historisches über Astronomie und Theologie

Gegen Ende des 13. Jahrhunderts erhielt ETIENNE TEMPIER, Bischof von Paris, einen merkwürdigen Auftrag aus Rom: Der Papst JOHANNES XXI. verlangte von seinem Hirten, er solle die an der Pariser Universität vertretenen philosophischen Lehren auf ihre „Rechtgläubigkeit" hin untersuchen. TEMPIER berief zu diesem Zweck eine Anzahl von Theologen und sonstigen Sachverständigen zusammen. Er veröffentlichte die Ergebnisse der angeordneten Überprüfung – in recht eigenwilliger Auslegung des Auftrags – im Jahre 1277 in der Form eines eigenen Dekrets. Darin wurden, ohne jede Systematik, insgesamt 219 Lehrsätze naturwissenschaftlichen und philosophischen

Inhalts als Irrtümer gebrandmarkt und jeder, der ihnen beigepflichtet oder sie gar vertreten hatte, sollte sich beim Bischof melden, um die dafür angemessene Strafe zu empfangen. Zu den von TEMPIER bescholtenen Sätzen zählte z. B. die Behauptung, daß die Himmelskörper durch ein inneres Prinzip bewegt werden oder daß Gott den Himmel nicht in geradlinig gleichförmige Bewegung versetzen könne.

Das Dekret ist als eine Reaktion der orthodoxen Theologie auf alle Tendenzen von Naturwissenschaft und Philosophie zu bewerten, die auf eine Trennung von Glauben und Wissen, von Theologie und Naturwissenschaft zusteuerten. Bekanntlich begann sich diese Abtrennung sichtbar mit jenem „Fehdehandschuh" durchzusetzen, den COPERNICUS der Kirche in Gestalt seines bahnbrechenden Werkes hingeworfen hatte. Ansätze dieser Entwicklung waren lange zuvor sichtbar. Zur Zeit des genannten Dekrets machten sie sich beispielsweise versteckt, jedoch nicht unbemerkt, bei den Anhängern der „Lehre von der doppelten Wahrheit" geltend. Deren Vertreter behaupteten, daß es theologische Wahrheiten geben könne, die dennoch keine Wahrheiten im Sinne von Vernunft und Logik seien und daß ebenso auch logische Wahrheiten existierten, die nicht gleichzeitig auch theologische Wahrheiten sind. Im Schutze dieser Lehre war es natürlich möglich, Meinungen auszusprechen, die im Widerspruch zu theologischen Lehren standen, d. h. die Welt mit dem Anspruch auf Wahrheit und dennoch nicht durch die Brille des Theologen zu betrachten. Daß dies letztlich auf eine Trennung von Naturwissenschaft und Religion und in Konsequenz auf Kampf zwischen ihnen hinauslief, hat KEPLER treffend in dem bekannten Satz formuliert: *„Heilig ist zwar Laktanz, der die Kugelgestalt der Erde leugnet, heilig Augustinus, der die Kugelgestalt zugab, aber Antipoden leugnete, heilig das Officium unserer Tage, das die Kleinheit der Erde zugibt, aber ihre Bewegung leugnet. Aber heiliger ist mir die Wahrheit, wenn ich, bei aller Ehrfurcht vor den Kirchenlehrern, aus der Philosophie beweise, daß die Erde rund, ringsum von Antipoden bewohnt, ganz unbedeutend und klein ist und auch durch die Gestirne hineilt"* [1].

Das Werk des COPERNICUS und der Fortschritt in der astronomischen Forschung

Nicht zufällig stammen die oben zitierten Worte von einem entschiedenen Copernicaner, war es doch der von COPERNICUS mit wissenschaftlichem Anspruch hypothetisch ausgedrückte Heliozentrismus, der den größten Fortschritt der Astronomie seit der Antike nach sich zog. Der Revolution des COPERNICUS ist letztlich jener schließlich weit über die Astronomie hinausweisende Fortschritt des gesamten naturwissenschaftlichen und philosophischen Denkens zuzuschreiben, der die Entwicklung des 16. bis 19. Jahrhunderts zum Teil charakterisiert, zum Teil beherrscht. Der Heliozentrismus führte schließlich zum Ausbau der Kosmologie eines unendlichen Universums, zur Erkenntnis von den Fixsternen als Sonnen, zur Idee der Vielheit der Welten und der Verbreitung des Lebens im Weltall usw. Dieser Zusammenhang wird deutlich, wenn man das Lebenswerk von GIORDANO BRUNO betrachtet. BRUNO führte die Ideen von COPERNICUS in einer Folgerichtigkeit und Kühnheit weiter, die der einzelwissenschaftlichen Erkenntnis z. T. um Jahrhunderte voraus war. Aus dem Scheitern des Geozentrismus schloß er auf einen Kosmos ohne Mittelpunkt, in der „unzählige" – unserem Planetensystem ähnliche – Welten existieren. Dieser war ein weiterer Schritt auf dem Wege der totalen Liquidierung des seit ARISTOTELES gelehrten prinzipiellen Unterschiedes zwischen Himmel und Erde, der in seinen Grundlagen schon von der bei COPERNICUS vorkommenden Gleichsetzung der Erde mit den andern Planeten vorkommt. BRUNO verband die Kritik an der althergebrachten Kosmologie mit einem ausgesprochenen Atheismus von unglaublicher Schärfe. Seine Angriffe richteten sich damit weit unmittelbarer als das Werk des COPERNICUS sichtbar gegen die ideologischen Grundlagen des Feudalismus. Sowohl das Beispiel des Dekrets von TEMPIER [2] als auch die Haltung des GIORDANO BRUNO und die Reaktion der herrschenden Klasse darauf zeigen uns: 1. *astronomischen Sätzen wohnt seit eh und je eine weit über das Fachspezifische hinausreichende Explosivkraft inne – und dies nicht nur bei „Elite"–Theorien oder -Hypothesen (COPERNICUS, GALILEI, Urknall u. ä.)*, 2. *Die Geschichte der Astronomie ist ein geignetes Hilfsmittel, die weltanschaulichen Potenzen der Astronomie zu erschließen, denn im historischen Arsenal dieser Wissenschaft liegen sie verborgen.*

Astronomisches Weltbild, Astronomie, Weltanschauung

Verstehen wir unter dem Begriff „Weltanschauung" die Gesamtauffassung, mit der wir die Natur, die Gesellschaft und den Menschen betrachten [2], so ist es klar, daß die Weltanschauung unmittelbar vom Stand der Erkenntnis abhängig ist. Jede wissenschaftliche Entdeckung, jede kulturelle Leistung, ebenso der Klassencharakter einer Gesellschaftsordnung nehmen folglich einen mehr oder weniger entscheidenden Einfluß auf die jeweils mögliche

Weltanschauung. Daraus geht andrerseits hervor, daß es falsch ist, eine *unmittelbare* weltanschauliche Bedeutung der Astronomie anzunehmen, wie dies mitunter geschieht. Auch darf man keineswegs den spezifischen Beitrag der Astronomie zur Weltanschauung mit dem *astronomischen Weltbild* identifizieren, wozu der Umstand verführt, daß beide Begriffe früher gelegentlich als Synonyma verwendet wurden. Die Astronomie leistet *einen Beitrag* zur Weltanschauung des Menschen, dieser aber unterscheidet sich nicht prinzipiell von den Beiträgen, die andere Naturwissenschaften zu erbringen vermögen. Auf die erforderliche saubere Trennung zwischen *Philosophie* und *Astronomie* ist vor kurzem zu Recht hingewiesen worden [3]. Sinngemäß gilt das Gleiche von der Weltanschauung, die niemals allein aus der Astronomie erwachsen kann. Will man den Beitrag der Astronomie zur Weltanschauung auf der Grundlage der materialistischen Philosophie kennenlernen, so kommt es darauf an, im einzelnen jene Bestandteile der Astronomie (einschl. ihrer Geschichte) festzustellen, die weltanschauliche Relevanz besitzen; es gilt aufzuzeigen, worin diese besteht. Für den Astronomieunterricht ergibt sich darüber hinaus die Frage, in welcher Weise diese Potenzen unterrichtswirksam werden können und wie sie sich im Lehrplan widerspiegeln [4].

Nicht jedes astronomische Forschungsergebnis ist zu jeder beliebigen Zeit von weltanschaulicher Bedeutung. Der Beitrag astronomischer Forschungsergebnisse zur Weltanschauung trägt also *historischen Charakter*. Ob sich z. B. nach neuesten Messungen auf dem Planeten Mars mehr oder weniger Wasser befindet, ob sich dort eine mondähnliche oder erdähnliche Morphologie der Oberfläche herausgebildet hat, ist weltanschaulich weit weniger bedeutsam, als die „einfache" Beobachtung von GALILEI (1610), daß die Mondoberfläche mit Bergen und Tälern bedeckt ist. Diese Entdeckung war nämlich ein unmittelbarer Kampfbeitrag gegen das ARISTOTELESsche Dogma vom prinzipiellen Unterschied zwischen Himmel und Erde. In den Tagen GALILEIS mußten sich an dieser Entdeckung zwangsläufig scharfe Debatten entfachen, die seitens der Gelehrten, die bewußt oder unbewußt die Ideologie der herrschenden Klasse reflektierten, bis zur Ablehnung des Teleskops als Hilfsmittel der Welterkenntnis führten [5].

Will man also Forschungsergebnisse der Astronomie weltanschaulich wirksam popularisieren, so muß dem historischen Charakter des weltanschaulichen Gehalts einer astronomischen Entdeckung präzise Rechnung getragen werden. Die Entdeckung der Jupitermonde durch GALILEI kommentiert BRECHT mit den treffenden Worten: „Sechzehnhundertzehn, zehnter Januar, GALILEO GALILEI sah, daß kein Himmel war". Vom Standpunkt unserer Zeit erscheint dieser Reim unverständlich. „Nur" der Himmel des frühen 17. Jahrhunderts wurde nämlich tatsächlich durch die GALILEIsche Entdeckung zertrümmert. Aber die Vertreter der idealistischen Philosophie haben – gerade infolge solcher vernichtenden Einbrüche – keine Mühe gescheut, immer „neue Himmel" zu erfinden, die sich stets jenseits der Grenze des gegenwärtigen Wissens befinden. Daher verlagert sich die Auseinandersetzung mit der vordringenden Front der Forschung (siehe Beitrag HÖRZ/GEHLHAR in diesem Heft). Doch darin sehen wir nichts Außergewöhnliches. *Es ist die jahrtausendalte weltanschauliche Auseinandersetzung von Materialismus und Idealismus, deren Inhalt durch den jeweils neuesten Stand der Forschung bestimmt wird. Auch in Zukunft bleibt sie ein Kampffeld unversöhnlicher Auffassungen.*

Literatur:

[1] KEPLER, JOHANNES: **Astronomia Nova,** Heidelberg 1609, zit. n. Johannes Kepler, Der Mensch und die Sterne. Aus seinen Werken und Briefen, Wiesbaden 1953, S. 41.

[2] G. KLAUS und M. BUHR (Hrsgb.): **Philosophisches Wörterbuch.** Leipzig 1974, Bd. 2, S. 1287 ff.

[3] WAHSNER, R.: **Gedanken über das Verhältnis der Astronomie zur Philosophie.** Astronomie und Raumfahrt (1977), H. 1, S. 8 ff.

[4] BERNHARD, H. und HERRMANN, D. B.: **Der historische Aspekt im Astronomieunterricht.** Astronomie in der Schule 14 (1977), S. 85.

[5] BERNHARD, H.: **Astronomie und Weltanschauung.** Leipzig, Jena, Berlin 1974.

Anschrift des Verfassers:

Dr. rer. nat. DIETER B. HERRMANN
1193 Berlin-Treptow
Archenhold-Sternwarte

HANS-JÜRGEN TREDER

Probleme und Problematik der heutigen Astronomie

In den letzten Jahrfünften haben sich Methoden und Inhalte, Fragestellungen und Ergebnisse der ältesten Naturwissenschaft, der Astronomie, außerordentlich erweitert und verändert. In das Blickfeld der astronomischen Forschung ist eine Mannigfaltigkeit neuer kosmischer Objekte und Prozesse getreten. Andererseits sind einige klassische Gegenstände der

Astronomie aus den Disziplinen herausgelöst worden. Diese bilden zum Teil eigene neue physikalische Disziplinen, wie die exo-terrestrische und die planetare Physik, und werden mit Methoden behandelt, die die Experimentalphysik und Geophysik unabhängig von der Astronomie entwickelt haben.

Erschließung neuer Informationskanäle

Diese grundlegende Umgestaltung der Astronomie ist in erster Linie das Ergebnis der Erschließung neuer Informationskanäle. Bis 1945 war der einzige Informationskanal der astronomischen Forschung der sichtbare Bereich des elektromagnetischen Spektrums mit kleinen Ausweitungen ins Infrarote und Ultraviolette. Nach dem zweiten Weltkrieg begann zunächst die „Öffnung des Radiofensters", die Radio-Astronomie. Dieses Radiofenster wurde für die Erforschung des Sonnensystems ergänzt durch aktive Radarmessungen. Radar-Astronomie und Atom-Uhren begründeten eine neue Stufe in der Himmelsmechanik des Planetensystems, für die EINSTEINS relativistische Effekte bereits „große Effekte" sind. Mit dem Beginn der Raketen- und Raumfahrt-Technik ergab sich die Möglichkeit extraterrestrischer Beobachtungen. Sie erlauben außerhalb der Erdatmosphäre prinzipiell einen Informationsgewinn durch den Empfang des gesamten elektromagnetischen Spektrums vom langwelligen Radiobereich bis zur harten Gammastrahlung. Die gleichzeitig vor sich gehenden neuen Entwicklungen in Physik und Technik ermöglichten es, alle diese Informationskanäle tatsächlich zu nutzen. Denn mit dem Erschließen dieser neuen Informationskanäle konnten aus den verschiedensten Gebieten von Physik, Elektronik, Informations- und Datenverarbeitungstechnik stammende hochleistungsfähige Registrier-, Analyse- und Auswertungsmethoden mit den Primär-Beobachtungen verbunden werden — Methoden, die es erlauben, die empfangenen Signale optimal zu analysieren sowie schwache Signale aus einem Rausch-Hintergrund „herauszufischen".

Die inhaltliche Erweiterung der astronomischen Forschung ergab sich aus dieser methodischen Umgestaltung und Auswertung auf Grund des fundamentalen Faktums der „Buntheit" des Himmels: Der Himmel sieht in seinen einzelnen Spektralbereichen völlig verschieden aus. Die kosmischen Strahlungsquellen strahlen nicht nur thermisch, sondern die elektromagnetische Strahlung im Kosmos hat die unterschiedlichsten physikalischen Ursachen. Es scheint so, daß jeder physikalisch denkbare Emissionsprozeß zur Erzeugung inkohärenter (und sogar auch kohärenter) Strahlung bei irgendwelchen kosmischen Objekten tatsächlich realisiert ist, wobei die Intensität der kosmischen Strahlungsquellen in den verschiedenen Spektralbereichen von Objektklasse zu Objektklasse den unterschiedlichsten Gesetzen genügen.

Sowohl im Bereich des sichtbaren Spektrums als auch im Radiowellenbereich sind die Empfangsmethoden hoch entwickelt. Sie erlauben wohldefinierte langfristige Beobachtungsreihen mit scharfer Pointierung von Richtung und Zeit. Hingegen erfolgt die Registrierung elektromagnetischer Strahlung anderer Wellenbereiche durch Satelliten und Raketen noch etwas campagneartig in zeitlich begrenzten Experimenten, deren Ergebnisse nicht dieselbe „astronomische Genauigkeit" haben wie die durch optische und Radiomethoden gewinnbaren. — Dafür führt jedes einigermaßen gut ausgerüstete extraterrestrische Experiment etwa zur Registrierung von kosmischer Röntgen- und Gammastrahlung regelmäßig zum Auffinden völlig neuartiger Objekte und Prozesse irgendwo im Kosmos.

Beobachtungsdaten und ihre Auswertung

In dieser zunächst unbegrenzt erscheinenden Fülle neugewonnener und neu gewinnbarer Entdeckungen, die zudem oft keineswegs das Verdienst wohlbegründeter Forschungsprogramme und Fragestellungen, sondern die bloße Folge des Einsatzes neuer physikalischer Geräte sind, liegt aber eine ernste Problematik: Schon vor etwa 100 Jahren stand die Astronomie einmal, wenn auch in einem quantitativ viel beschränkteren Umfang, vor einem ähnlichen Problem. KIRCHHOFFS und BUNSENS Entdeckungen und die von KIRCHHOFF begründete Spektralanalyse ermöglichten damals erstmalig eine physikalische Erforschung der Himmelskörper (zumindest ihrer Oberflächen) und eine Analyse von deren chemischer Zusammensetzung. Jedes aufgenommene Spektrum enthielt grundsätzlich Neues, und einer der Pioniere der Astrophysik, der erste Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam, H. K. VOGEL, bemerkte 1895 rückblickend und programmatisch zugleich in seiner Antrittsrede als Akademiemitglied:

„Die Gefahr, welche diese verhältnismäßige Leichtigkeit der Gewinnung von Resultaten für die Astrophysik in sich barg, dieselbe dazu verlockte, nur immer Neues zu beobachten, mit Hilfe der Phantasie Hypothesen auf Hypothesen zu bauen. Nicht alle Astrophysiker haben dieser Verlockung widerstehen können ...".

Diese Ausführungen von VOGEL treffen a fortiori auch für die heutige Astronomie zu. Die neuen Methoden werden zwar einerseits in

physikalisch wohlgeplanten und theoretisch gut durchdachten Forschungsvorhaben eingesetzt, deren systematischer Progreß zu umfassenden neuen Einsichten über Zustand und Entwicklung der Materie im Kosmos führt. Hierbei wurden auch bisher völlig unbekannte Objektklassen wie die Pulsare, die Quasare und die Kompakt-Galaxien entdeckt und allmählich in ihrer physikalischen Natur und kosmogonischen Stellung verstanden. In leider anwachsendem Umfang treten aber andererseits in der Literatur auch sehr zufällig erscheinende Mitteilungen über wenige und schlecht gesicherte Beobachtungsdaten an pekuliaren Objekten auf, die die Masse des Unverstandenen nur vergrößern. Die wenigen unverstandenen und in ihrer Zufälligkeit und Isoliertheit auch gar nicht verstehbaren Daten, die zum Beispiel bei extraterrestrischen Experimenten gewonnen wurden, werden dann für Hypothesen verwandt, auf die extremste Spekulationen über Kosmologie und Kosmogonie begründet oder gestützt werden sollen, wobei es ein (ebenfalls bereits bei VOGEL gerügtes) Prinzip zu sein scheint, von allen möglichen Interpretationen gerade diejenigen zu bevorzugen, die zu den sensationellsten und physikalisch oft auch abwegigsten Hypothesen passen.

Dabei muß man leider feststellen, daß dieser Trend bei Astrophysikern sich durchaus auf das Bestreben von Theoretikern stützen kann, die physikalisch abwegigsten mathematischen Spekulationen durch irgendwelche kosmische Objekte modelliert zu finden. Die Mißverständnisse, die dieses Vorgehen impliziert, stehen in Konkurrenz zu bedeutsamen Ergebnissen, und es ist im einzelnen oft schwer, den sachlichen Gehalt von der hypothetischen Spekulation zu trennen. Diese Schwierigkeit ist methodologisch begründet. Die von den elektromagnetischen Wellen übermittelten Informationen beziehen sich im allgemeinen a priori nicht direkt auf die physikalisch relevanten Parameter. (So zeigt die Strahlung der Sterne primär die Physik und Chemie nur der Sternoberfläche an, während die Kosmogonie und die Sternphysik natürlich vor allem an dem physikalisch-chemischen Zustand im Sterninnern interessiert sind.) Der Schluß von den primär beobachteten Größen auf die physikalisch entscheidenden Parameter verlangt daher selbst sehr viel Theorie und ist vor allem bei neuartigen Objekten oft rein hypothetisch. Kennt oder goutiert ein Astrophysiker nur eine bestimmte physikalische Interpretationsmöglichkeit seiner Beobachtungen, so bringt er die beobachteten Größen ohne weiteres mit den von ihm gewünschten physikalischen Parametern in Verbindung, ohne daß dafür eine Notwendigkeit besteht. Umgekehrt kennt der theoretische Physiker die Problematik der physikalischen Interpretation des von den Astronomen Beobachteten oft nicht (oder will sie auch nicht zur Kenntnis nehmen). Er sieht dann zu schnell in sehr wenigen Beobachtungsdaten eine Bestätigung oder Widerlegung physikalischer Theorien, mit denen diese Daten tatsächlich fast gar nichts zu tun haben.

Um aus den primären astrophysikalischen Daten auf die Werte kosmologisch oder kosmogonisch bedeutungsvoller Parameter zu schließen, bedarf die Astrophysik ausgearbeiteter mathematischer Modelle und physikalischer Theorien, die weite Extensitäts- und Intensitätsbereiche überbrücken müssen. Solchen weitreichenden theoretischen Schlüssen verdankt man zum Beispiel einen der größten Triumphe der kosmologischen Forschung: Vor 50 Jahren wurde auf der Basis von EINSTEINS Allgemeiner Relativitätstheorie die theoretische Kosmologie als Lehre von den relativistischen Weltmodellen begründet und durch die extragalaktische Astronomie seit HUBBLE astronomisch untermauert. Aus der theoretischen Kosmologie und aus der von EINSTEIN und PLANCK begründeten relativistischen Thermodynamik ergab sich die Vorstellung, daß die Metagalaxis thermodynamisch ein adiabatisch expandierender, von schwarzer Strahlung erfüllter Hohlraum ist. Seine derzeitige schwarze Strahlungstemperatur konnte auf einige Grad Kelvin ($1\ K < T < 10\ K$) abgeschätzt werden. Eine derartige Strahlung hat ihr Intensitäts-Maximum im Zentimeter-Wellenbereich.

Neuere Entdeckungen und Probleme

1964/65 war nun die Technik der Radioastronomie so weit fortgeschritten, daß die Radioastronomen zu ihrer Überraschung eine anscheinend isotrope und schwarze Hintergrundstrahlung registrieren konnten, deren Strahlungstemperatur T ungefähr 3 K betrug. Die Relativitätstheoretiker identifizierten diese Strahlung sofort als die lange vorhergesagte kosmische Hintergrundstrahlung. Die weiteren Untersuchungen bestätigten sowohl die Schwärze dieser Strahlung als auch ihre Isotropie bis auf die feinen Abweichungen, die der Doppler-Effekt hervorruft, der aus den Eigenbewegungen der Sonne und der Milchstraße resultiert.

Sternmodelle und Kernphysik gemeinsam führten auch zu der Konsequenz, daß die Sterne außer ihrer elektromagnetischen Strahlung auch Neutrinos aussenden müssen; diese kom-

men direkt aus dem Sterninnern. Im Falle der Sonne führen sie etwa 2 Prozent der gesamten Strahlungsenergie mit sich, heißere Sterne aber wesentlich mehr. Bei der Sonne wird ein kleiner Teil dieser Neutrino-Energie durch relativ hochenergetische Neutrinos ($E > 0{,}8$ MeV) transportiert. Nachdem nun Ende der 50er Jahre die bei Kernreaktionen in Atommeilern erzeugten freien Neutrinos nachgewiesen werden konnten (COWAN und REINES 1959), entstand die Frage nach dem Nachweis des aus der Theorie des Sonnenaufbaus folgenden hochintensiven Stroms solarer Neutrinos durch analoge Meßanordnungen, deren Empfindlichkeit in der Zwischenzeit groß genug war (DAVIS et. al. seit 1964).

Entgegen der theoretischen Erwartung wurden jedoch keine energiereichen Neutrinos registriert. (Neutrinos von geringer Energie sind mit der benutzten Meßanordnung prinzipiell nicht nachweisbar.) Es gilt als sicher, daß die Sonne zur Zeit überhaupt keine energiereichen Neutrinos ausstrahlt.

Wichtig ist nun noch die Frage, ob die Sonne vielleicht niederenergetische Neutrinos aussendet. Aber schon jetzt erscheinen die theoretischen Voraussagen, die das gemeinsame Ergebnis der astronomischen Sternmodelle, der Physik der Kernreaktionen und der heutigen Neutrino-Physik sind, als experimentell widerlegt. Vor Physik und Astronomie steht also das Problem, entweder die bisherigen Vorstellungen über den gegenwärtigen physikalischen Zustand im Sonneninnern grundsätzlich abzuändern und dabei anzunehmen, daß die Sonne – entgegen aller bisherigen Theorie – zur Zeit nicht thermonuklear brennt[1], oder eine prinzipielle Differenz zwischen den Eigenschaften der irdisch erzeugten und der kosmischen Neutrinos zu postulieren[2]. Beides hätte weitreichende Konsequenzen, die nicht nur die Astronomie, sondern etwa auch die Geologie oder die Elementarteilchenphysik betreffen würden.

Der bisherige negative Ausgang der Suche nach den solaren Neutrinos scheint mir von ähnlicher Bedeutung zu sein wie vor 90 Jahren das negative Resultat von MICHELSONS Suche nach dem „Ätherwind".

Allgemein ist es aber problematisch, wenn so prinzipielle Fragen wie die nach dem Spektrum der Neutrino-Strahlung der Sonne, deren experimentelle Aufklärung auf diffizilen Versuchsanordnungen und problemhaltigen mathematischen Auswertungen der Meßdaten beruht, durch eine einzige Meßeinrichtung und durch die Arbeit einer einzigen Forschergruppe entschieden werden soll. Grundidee des wissenschaftlichen Experiments ist ja gerade seine grundsätzliche Wiederholbarkeit an verschiedenen Orten und durch voneinander unabhängig arbeitende Forscher-Kollektive. Daher ist die Nachricht besonders erfreulich, daß sowjetische Physiker in einem Schacht bei Baksan im Kaukasus unter besonders guten geologischen Bedingungen sowohl für die Abschirmung der kosmischen Strahlung als auch bezüglich der Gesteins-Radioaktivität die Brookhavener Experimente mit einer noch größeren Versuchsanordnung wiederholen und die Suche nach den Solar-Neutrinos aufnehmen werden.

(Aus „Spektrum" 7 (1976) 4, mit ergänzenden Bemerkungen des Verfassers.)

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Dr. e. h. HANS-JÜRGEN TREDER

1502 Potsdam-Babelsberg

Zentralinstitut für Astrophysik der AdW der DDR

[1] Die derzeitige Quelle der Sonnenenergie wäre dann der schon von HELMHOLTZ und KELVIN beschriebene Prozeß der Gravitations-Kontraktion der Sonne, welcher für einige Zehnmillionen Jahre die Strahlungsenergie der Sonne ausbilanziert und zugleich das Sonneninnere aufheizt.

[2] Z. B. eine beschränkte Lebensdauer der Neutrinos nach PONTECORVO (1971) oder eine anomale EINSTEIN-Shift der Neutrino-Energie gemäß TREDER (1974).

Herzlichen Glückwunsch

Dr. h. c. PAUL AHNERT beging seinen 80. Geburtstag. Der Jubilar – Nestor der Amateurastronomie in der DDR – hat bleibende Verdienste an der Entwicklung der Schulastronomie. Der von AHNERT seit 1949 verfaßte und jährlich erscheinende Sternkalender ist ein unersetzlicher Ratgeber für jeden Astronomielehrer zur gezielten Beobachtung kosmischer Objekte und für den theoretischen Unterricht. PAUL AHNERT hat sich in zahlreichen Veranstaltungen zur Weiterbildung der Astronomielehrer mit Leidenschaft für die notwendige Verbindung von Theorie und Praxis bei der Aneignung von Kenntnissen über das Weltall eingesetzt. Wir wünschen Dr. AHNERT Gesundheit, weitere Jahre Schaffenskraft und Freude im persönlichen Leben.

WOLFGANG SPICKERMANN

Der Entwicklungsgedanke in der Astronomie und das Gravitationsgesetz

Zum Problem

Ergebnisse der Kosmologie — sowohl theoretische Überlegungen als auch experimentelle Befunde der Astrophysiker — werden vor allem von bürgerlichen Forschern und Publizisten häufig in Massenmedien genutzt, um einen nebulösen „Anfang der Welt" zu postulieren. Sie berufen sich dabei auf die von ALBERT EINSTEIN 1916 ausgearbeitete Allgemeine Relativitätstheorie und das ihr entsprechende Gravitationsgesetz. Die von FRIEDMAN gegebenen Lösungen der Gravitationsgleichungen beschreiben das Modell eines mit bestimmter Gesetzmäßigkeit expandierenden Kosmos, der unter Umständen auch wieder kontrahieren kann. Bildlich gesprochen: Alle Galaxien bewegen sich voneinander weg. Diese Expansion, für deren Realität es handfeste experimentelle Hinweise gibt, muß vor endlicher Zeit begonnen haben, eine Tatsache, in der einige Autoren einen „Weltanfang" sehen.

„Eine Sekunde nach Beginn der Zeit vor 10 Milliarden Jahren war alle Materie des heutigen Kosmos bereits geschaffen ..." stellte beispielsweise die bürgerliche „Süddeutsche Zeitung" (BRD) am 28. März 1975 in einem umfangreichen Wissenschaftsbeitrag fest. In dem 1973 gemeinsam von den Verlagen Mir (Moskau) und Urania (Leipzig) herausgegebenen populärwissenschaftlichen Buch „Verrückte Ideen" von I. RADUNSKAJA heißt es, um ein anderes Beispiel zu nennen: „Immerhin, so beweist die Mathematik, den Anfang der Welt gibt es ..." (S. 441).

Die beobachtete Expansion des heute mit astronomischen Geräten einzusehenden Raumes — die sogenannte Metagalaxis — ist zweifellos eine genügend abgesicherte Erkenntnis. Mit der allmählichen „Verdünnung" eines zu sehr viel früherer Zeit extrem dichten, komprimierten Materiezustandes ging parallel mit den sich ändernden physikalischen Bedingungen im Verlauf der globalen Raumexpansion auch die schrittweise Strukturierung der Teilchen und Felder zu Galaxien, Nebeln, Einzelsternen und Planeten einher. Die Gesetzmäßigkeiten dieser komplexen Entwicklung sind heute noch weitgehend unerforscht. Sie können nur von der Kosmologie und der Kosmogonie gemeinsam bearbeitet werden. Ein wichtiger Teilaspekt dabei ist die Frage nach der Expansion des Raumes und ihren Gesetzmäßigkeiten.

Diese Frage allerdings ist auf dem Fundament des NEWTONschen Gravitationsgesetzes nicht zu lösen. Auch für eine populäre, phänomenologische Darstellung der Grundaussagen der modernen Kosmologie sind Einsichten und Erkenntnisse nötig, die über die Aussagen der NEWTONschen Physik hinausgehen. Erst die Revolution der Physik in Gestalt der Allgemeinen Relativitätstheorie hat auch neue Einsichten für das Bild einer ständigen Entwicklung im All ermöglicht.

Historisches zur Herausbildung des Entwicklungsgedankens

Im Weltall befindet sich alles in ständiger Veränderung und gesetzmäßiger Entwicklung. Diese Erkenntnis, begründet durch KANT, hat heute einen festen Platz im Gefüge der astronomischen Wissenschaft eingenommen. Der Entwicklungsgedanke in der Astronomie ist durch die Forschung der letzten beiden Jahrhunderte, vor allem der letzten Jahrzehnte, ständig präzisiert und mit experimentellen Ergebnissen untermauert worden. Über Jahrhunderte hinweg hatte die Vorstellung einer im Ganzen ruhenden Welt das menschliche Denken beherrscht. Der ruhende Pol im Mittelpunkt der ARISTOTELESschen Welt war bekanntlich die Erde, umgeben von den Sphären des Mondes, der Planeten und der Fixsterne.

Nur unterhalb der Mondsphäre sei die Welt unvollkommen und veränderbar. Erst im 15. Jahrhundert begann sich mit den Vorstellungen von CUSANUS eine neue Ansicht vom Kosmos herauszubilden: „Die Welt hat ... keine Peripherie; hätte sie Zentrum und Peripherie, so hätte sie ihren Anfang und ihr Ende in sich selbst, die Welt wäre in bezug auf ein anderes begrenzt ... Es kann somit auch die Erde, die das Zentrum nicht sein kann, nicht ohne alle Bewegung sein ... am Himmel sind keine unbeweglichen und fixen Pole ..." [1; 13/14]. Das von COPERNICUS begründete Weltsystem nahm der Erde endgültig ihren Vorzugsplatz. Für G. BRUNO existierten im Kosmos bereits unendlich viele „Weltkugeln".

Seit COPERNICUS, vor allem aber seit KEPLER und NEWTON, blieben die Erkenntnisse

über die Struktur und die Entwicklung des Weltalls nicht mehr vorrangig allgemeinen philosophischen Überlegungen überlassen, sondern wurden mehr und mehr durch fundierte astronomische, physikalische oder chemische Untersuchungsmethoden und Forschungsresultate abgesichert. Von der experimentellen Seite waren es vor allem die Entwicklung neuer Beobachtungsgeräte wie Fernrohre, Spiegelteleskope und noch später Radioantennen, außerdem die Technik der von R. BUNSEN und R. KIRCHHOFF entwickelten Spektralanalyse, welche die unmittelbare Beobachtung immer weiter von der Erde entfernter kosmischer Objekte und die Analyse des von dort empfangenen Lichtes ermöglichte. Die Vorstellung eines sich ständig entwickelnden Kosmos, in dem einzelne Himmelskörper wie Sonnen und Planeten aus einem „Urgas" hervorgegangen seien, hat erstmals I. KANT in ihren philosophischen Konsequenzen untersucht.

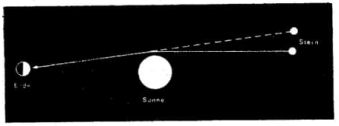
Das physikalische Fundament für die sich herausbildenden kosmologischen Vorstellungen — die NEWTONsche Physik mit ihrem Gravitationsgesetz — erwies sich dabei sehr bald als unzureichend. Die Gravitation erscheint in dieser Physik als eine im Kosmos wirkende universelle Kraft. Die Widersprüche, zu der die NEWTONsche Physik bei der Beschreibung großmaßstäblicher kosmischer Prozesse kommen muß, wurden erstmals deutlich sichtbar mit der Formulierung des photometrischen Paradoxons (W. OLBERS) und des sogenannten Gravitationsparadoxons (I. NEWTON, C. NEUMANN und H. v. SEELIGER).

Nichteuklidische Geometrie, Allgemeine Relativitätstheorie, Kosmologie

Mit Ausarbeitung der nichteuklidischen Geometrie und der Allgemeinen Relativitätstheorie trat die Entwicklung in ein neues Stadium. „Begriffe und Begriffssysteme", so bemerkte EINSTEIN, *„erhalten ihre Berechtigung nur dadurch, daß sie zum Überschauen von Erlebniskomplexen dienen; eine andere Legitimation gibt es für sie nicht. Es ist deshalb nach meiner Überzeugung eine der verderblichsten Taten der Philosophen, daß sie gewisse begriffliche Grundlagen der Naturwissenschaft aus dem der Kontrolle zugänglichen Gebiet des Empirisch-Zweckmäßigen in die unangreifbare Höhe des Denknotwendigen (Apriorischen) versetzt haben. Denn wenn es auch ausgemacht ist, daß die Begriffe nicht aus den Erlebnissen durch Logik (oder sonstwie) abgeleitet werden können, sondern in gewissem Sinne freie Schöpfungen des menschlichen Geistes sind, so sind sie doch ebensowenig unabhängig von der Art der Erlebnisse, wie etwa die Kleider von der Gestalt der menschlichen Leiber. Dies gilt im besonderen auch von unseren Begriffen über Zeit und Raum, welche die Physiker — von Tatsachen gezwungen — aus dem Olymp des Apriori herunterholen mußten, um sie zu reparieren und wieder in einen brauchbaren Zustand setzen zu können"* [2; 6].

Der „Olymp des Apriori" war von der marxistischen Philosophie allerdings einige Jahrzehnte zuvor bereits bezwungen worden. So bemerkte ENGELS: *„Die beiden Existenzformen der Materie sind natürlich ohne die Materie nichts, leere Vorstellungen, Abstraktionen, die nur in unserem Kopf existieren"* [3; 50]. „Die Frage", so bemerkte W. I. LENIN bereits 1908, *„auf welche bestimmte Art und Weise der Raum von den Menschen mit Hilfe der verschiedenen Sinnesorgane wahrgenommen wird und wie auf dem Wege einer langen geschichtlichen Entwicklung aus diesen Wahrnehmungen die abstrakten Raumbegriffe herausgearbeitet werden, ist etwas ganz anderes als die Frage, ob diesen Wahrnehmungen und diesen Begriffen der Menschheit eine von den Menschen unabhängige objektive Realität entspricht"* [4; 183].

EINSTEIN gelangte im Ergebnis seiner Überlegungen unter anderem zu der Schlußfolgerung, daß die Geometrie des objektiv existierenden vierdimensionalen Raum-Zeit-Kontinuums durch die gravitationserzeugenden Eigenschaften der stofflichen Materie bestimmt wird und gesetzmäßig mit anderen physikalischen Größen, wie Energie oder Impulsdichte verknüpft ist. Diese Gesetzmäßigkeit konnte er mathematisch formulieren. Dabei zeigte es sich, daß der reale physikalische Raum nicht den Gesetzen der euklidischen Geometrie gehorcht, sondern gekrümmt ist. Der entsprechende mathematische Formalismus war bereits Mitte des vorigen Jahrhunderts von BERNHARD RIEMANN begründet worden. Für den Spezialfall schwacher Gravitationsfelder, wie sie beispielsweise auf der Erde oder im erdnahen Kosmos herrschen, ist die Raumkrümmung freilich derartig gering, daß hier Naturvorgänge, wie die Bewegung der Planeten, mit Hilfe der NEWTONschen Physik mit ihrer euklidischen Raumvorstellung erklärt werden können. Doch selbst in den schwachen Gravitationsfeldern unseres Planetensystems gibt es Erscheinungen, die präzis nur mit Hilfe der allgemeinrelativistischen Gravitationstheorie zu beschreiben sind. Dazu zählen die Störung im Vorrücken des Merkur-Perihels, die Lichtablenkung in Sonnennähe oder die gravitationsbedingte Rotverschiebung des Sonnenlichtes im eigenen Schwerefeld.



Ablenkung des Lichtstrahls eines Sterns im Gravitationsfeld der Sonne (stark übertrieben)

Der Merkur bewegt sich bekanntlich auf einer elliptischen Bahn um die Sonne. Diese Bahnellipse liegt aber nicht fest im Raum, sondern dreht sich selbst allmählich um die Sonne. Die Rotationsbewegung dieser Ellipse, das Vorrücken des Merkur-Perihels, erreicht pro Jahrhundert einen errechneten Wert, der gegenüber dem beobachteten um 43 Bogensekunden kleiner ist. Diese Differenz ist von der NEWTONschen Mechanik nur mit Hilfe eigens zu diesem Zweck ersonnener, wenig wahrscheinlicher Hypothesen zu erklären. EINSTEINS Gravitationstheorie fordert aber geradezu als Folge der gravitationsbedingten Raumkrümmung in Sonnennähe diesen Wert von 43 Bogensekunden. Ein ähnlicher, weitaus schwächerer Effekt, konnte in den fünfziger Jahren auch für Venus und Erde experimentell nachgewiesen werden.

Der erste experimentelle Beweis für die Ablenkung von Sternenlicht beim Vorbeigang an unserer Sonne gelang bereits 1919 zwei Expeditionen, die Messungen während der Sonnenfinsternis am 29. Mai des Jahres in Sokral (Brasilien) und auf der Insel Principe (Westafrika) vornahmen. Die Genauigkeit wurde bei späteren Messungen weiter verbessert. Besonders in den letzten Jahren ist mit Hilfe der Radioastronomie und der Satellitentechnik dieser Effekt mit einer Genauigkeit von ein Prozent nachgewiesen, einer Genauigkeit, die übrigens gegen spätere relativistische Gravitationstheorien spricht, die in Konkurrenz zu EINSTEINS Gleichungen zur Diskussion gestellt wurden [5; 400].

Für die Kosmologie hingegen war die Frage von Interesse, wie die Geometrie des Kosmos in großen Maßstäben nach den allgemeinen Aussagen des EINSTEINschen Gravitationsgesetzes beschaffen sein müsse. Dieses mathematische Problem löste am überzeugendsten A. A. FRIEDMAN. Seine drei Lösungen sind ein mathematisches Modell für einen Kosmos, dessen Raumpunkte — wie bereits eingangs erwähnt — sich ständig voneinander fortbewegen. In einem dieser drei Modelle wechseln alternierend Expansions- und Kontraktionsphasen. Dabei ergibt sich natürlich die Frage, wieweit sich das ständige „voneinander Wegfliegen" aller kosmischen Objekte in die Vergangenheit zurückverfolgen läßt. Je weiter man zurückrechnet, desto näher müssen alle Punkte in der Vergangenheit benachbart gewesen sein. Formal läßt sich diese Expansion bis zu einem Zeitpunkt „Null" zurückverfolgen, wo alle Masse und Strahlung des Raumes in einem Punkt konzentriert waren. Diese Zurückführung ist physikalisch nicht sinnvoll. Denn, daß diese Bewegung in einem Nullvolumen — mit einem ersten Anstoß beginnend — ihren Anfang nahm, ist mystische Spekulation. *„Der erste Anstoß"*, so schrieb bereits FRIEDRICH ENGELS, *„ist ... bekanntlich nur ein anderer Ausdruck für Gott."*

Das EINSTEIN-FRIEDMAN-Modell ist ein brauchbares Instrument, um die genannten experimentellen Ergebnisse der Astrophysik zu ordnen und theoretisch zu deuten. Es manifestiert den erreichten Erkenntnisstand über die gesetzmäßige Veränderung des großmaßstäblichen Kosmos, eine Seite des komplexen Entwicklungsprozesses im Weltall. Wie jedes mathematische Modell enthält auch der EINSTEIN-FRIEDMAN-Kosmos voraussetzende Annahmen über die Struktur des Universums, ohne die sich FRIEDMAN nicht in der Lage sah, die von EINSTEIN formulierten Gleichungen für das Gravitationsproblem zu lösen. Gegenwärtige Beobachtungstatsachen stimmen gut mit dem expandierenden EINSTEIN-FRIEDMAN-Modell überein.

„Beiläufig bemerkt", so schrieb ENGELS vor 100 Jahren im Anti-Dühring, *„wenn in der heutigen Naturwissenschaft der KANTsche Nebelball als Urnebel bezeichnet wird, so ist dies selbstredend nur beziehungsweise zu verstehen. Urnebel ist er, einerseits, als Ursprung der bestehenden Weltkörper und, andererseits, als die früheste Form der Materie, auf die wir bis jetzt zurückgehen können. Was durchaus nicht ausschließt, sondern vielmehr bedingt, daß die Materie vor dem Urnebel eine unendliche Reihe anderer Formen durchgemacht habe"* [3; 53/54].

Der häufig als „Urknall" bezeichnete Beginn der kosmischen Expansion ist somit nichts weiter als die Interpretationsgrenze des EINSTEIN-FRIEDMAN-Modells. Über die bis heute noch unbekannten Entwicklungsmerkmale vor der allgemeinen kosmischen Expansion mit ihren vielfältigen kosmogonischen Prozessen vermag dieses theoretische Modell keine Auskunft zu geben. Naturwissenschaft, Mathematik und Philosophie müssen hier gleichermaßen neue Antworten suchen.

So können wir feststellen, daß die Gravitationstheorie, insbesondere die Allgemeine Relativitätstheorie wichtige Aspekte der Entwicklung im Kosmos beschreibt, ohne jedoch eine vollständige Erklärung dieser Prozesse geben zu können.

Literatur:

[1] GROPPO, O.; FIEDLER, F. (Herausgeber): **Von Cusanus bis Marx.** Leipzig 1965.

[2] EINSTEIN, A.: **Grundzüge der Relativitätstheorie.** Berlin, Oxford, Braunschweig 1969.

[3] MARX/ENGELS: **Werke Bd. 20.** Berlin 1962.

[4] LENIN, W. I.: **Materialismus und Empiriokritizismus.** Berlin 1964.

[5] DEHNEN, H.: **Physikalische Blätter.** 25/1969.

Anschrift des Verfassers:
Dr. WOLFGANG SPICKERMANN
1055 Berlin
Prenzlauer Allee 208

JOHANNES HOPPE

Zu einigen Hypothesen über die Entstehung des Planetensystems

Die ersten kosmogonischen Hypothesen unseres Planetensystems

Der Entwicklungsgedanke — und damit auch die Idee von der Veränderung und Entstehung der Körper im Weltall — ist vor etwa 400 Jahren durch die Beobachtung zweier Supernovae und mehrerer Kometen von BRAHE und KEPLER erstmalig in der astronomischen Wissenschaft diskutiert worden. Etwa 150 Jahre später entstanden die ersten Kosmogonien, die auf wissenschaftlichen Erkenntnissen (klassische Mechanik) basierten. Zuvor waren kosmogonische Hypothesen in Form naturphilosophischer Spekulation (z. B. DESCARTES) entwickelt worden.

Die Hypothese von KANT (1755)

Den Ausgang bildet die Annahme einer gleichmäßig im Raum verteilten Wolke materieller Teilchen in nahezu ungeordneter Bewegung, der Gravitation unterworfen, so daß durch Zusammenstöße der Teilchen eine zentrale Verdichtung und allmählich einsetzende Rotation entsteht. Der ursprünglich sphärische Nebel entwickelt sich so zu einer Scheibe, in der lokale Verdichtungen zu Planeten mit ihren Mondsystemen werden.

Die Hypothese von LAPLACE (1796)

Den Ausgang bildet hier eine bis über die Plutobahn reichende, langsam rotierende Gaskugel (Ursonne), die als Folge ihrer Ausstrahlung kontrahiert. Nach dem Drehimpulssatz nimmt die Rotationsgeschwindigkeit zu; Abplattung und Ablösung von Gasringen am Äquator, bei ständig weitergehender Kontraktion, sind die Folge. Die Masse der Gasringe schiebt sich zu Urplaneten zusammen, an denen der gleiche Prozeß zur Bildung der Mondsysteme führt.

Ungeklärt bleibt in beiden Hypothesen die Tatsache, daß die etwa 1 Promille ausmachende Masse der Planeten 99 Prozent des Drehimpulses des Sonnensystems hat. Auf die Beseitigung dieser Diskrepanz richtete sich nach einer zeitlichen Pause von über 100 Jahren der folgende Erklärungsversuch.

Die Hypothese von JEANS (1919)

Den Ausgang bildet dabei die nahe Begegnung zwischen einem dichten Stern und der noch weitausgedehnten Sonne. Aus den auf der Sonne und auch auf dem Stern entstehenden Flutbergen tritt ein gasförmiger Materiestreifen aus, der in der Mitte (im Periastron) am massereichsten ist und durch die Mitführung des Sternes den großen Drehimpuls erhält. Der Gasstreifen kondensiert und zerfällt in einzelne Massenzentren (Planeten), zwischen denen wieder Flutkräfte die Bildung der Mondsysteme ermöglichen.

Gegen diese Theorie spricht die Seltenheit einer sehr nahen Begegnung zwischen zwei Sternen im Milchstraßensystem.

Der Übergang zur heutigen kosmogonischen Vorstellung

In der bisherigen Betrachtung sind schon einige, weniger überzeugende Hypothesen der Planetenkosmogonie übergangen worden (LIGONDÈS, MOULTON, FAYE, SEE, ARRHENIUS). Da es insgesamt über drei Dutzend Hypothesen gibt, ist ein Eingehen selbst auf die wesentlichsten unmöglich. Es ist aber auch nicht notwendig, da sich in den einzelnen Hypothesen gleiche oder ähnliche Gedanken wiederholen und aus inzwischen gewonnenen neuen Erkenntnissen, von verschiedenen Autoren die gleichen Elemente zur Kosmogonie des Planetensystems beigetragen wurden, aus denen sich allmählich mosaikartig die gegenwärtigen Vorstellungen entwickelt haben. So brachten v. WEIZSÄCKER und, in modifizierter Form, KUIPER den Gedanken der turbulenten Reibung in die Diskussion, wobei radiale Zirkulationsströme Masse zum Zentrum und Drehimpuls nach außen befördern. Derselbe Mechanismus spielt auch bei den Überlegungen von CAMERON und HOYLE eine Rolle, bei HOYLE außerdem auch noch die Wechselwirkung eines stärkeren solaren Magnetfeldes mit der die Sonne umgebenden Plasmascheibe.

Weitere Einzelheiten zum Problem der Herkunft und der physikalischen Eigenschaften der solaren Gas-Staub-Wolke wurden von den

sowjetischen Astrophysikern FESSENKOW, SCHMIDT, GUREWITSCH und LEBEDINSKI untersucht. Erwähnt sei noch, daß ALFVÉN die Bedeutung magnetogasdynamischer Wirkungen zur Übertragung des Hauptteils des Drehimpulses der Sonne auf das umlaufende Gas-Staub-Gemisch besonders hervorgehoben hat.

Die gegenwärtige Vorstellung von der Entstehung des Planetensystems

Das Bild, das wir uns heute von der Entstehung und Entwicklung unseres Planetensystems machen, ist wesentlich bedingt durch die neuen von Raumsonden gewonnenen Erkenntnisse über den gegenwärtigen Zustand der verschiedenartigsten Körper im interplanetaren Raum. Die Erkenntnisse sind geschaffen im Zusammenwirken von Astronomen, Geophysikern, Planetologen, Chemikern, Mineralogen, Meteoriten- und anderen Fachleuten. Dieses Bild ist noch keineswegs widerspruchsfrei und vermag auch nicht alle bekannten Tatsachen zu erklären. Es wird sich folglich im Laufe der Zeit durch künftige Forschungsergebnisse weiterentwickeln.

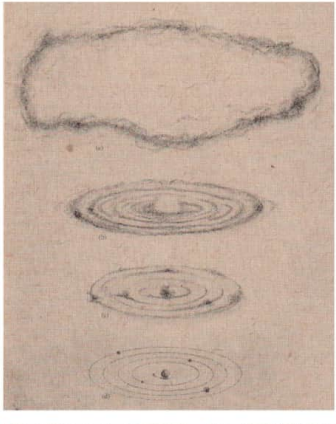
In der modernen Theorie sprechen die Tatsachen mehr für die sogenannte *Kaltentstehung*, d. h. es spielen kondensierte Stoffe eine wesentliche Rolle. Zum besseren Verständnis dieser Entstehungsart sei gesagt, daß z. B. Eisen kosmogonisch kalt ist, wenn seine Temperatur 1000 bis 1500 K beträgt. Welche Tatsachen muß eine *endgültige Theorie* der Entstehung des Planetensystems erklären?

1. *Die Massenverteilung auf die Sonne und die übrigen Körper; Sonne : Planetensystem = 745 : 1*
2. *Die Drehimpulsverteilung; Sonne : Planetensystem = 1:92*
3. *Die angenähert kreisförmigen Bahnen der großen Planeten in nahezu einer Ebene mit gleichem Umlaufssinn*
4. *Die Folge der Abstände der Großkörper von der Sonne (Titius-Bodesche Regel)*
5. *Die drei Haupttypen der Planeten:*
   a) *Erdähnliche (lithophile). Merkur, Venus, Erde, Mars*
   b) *Jupiterähnliche (Hauptbestandteil Wasserstoff und Helium), Jupiter, Saturn*
   c) *äußere Planeten, Uranus. Neptun*
6. *Die Kleinkörper: Systeme der Satelliten, Planetoiden und Kometen, Systeme und Verteilung der Meteoriten und des interplanetaren Staubes*
7. *Die überwiegend einheitliche Rotation im Umlaufssinn. Ausnahmen: Fast gebundene bei Merkur, Abweichung bei Uranus*

Die Bildung des Planetensystems hängt zusammen mit der Sternentstehung der Sonne, aus einer gravitationsinstabil gewordenen interstellaren Wolke aus Gas und Staub, die vor etwa $5 \cdot 10^9$ Jahren durch ihre Eigengravitation zusammenstürzte. Die Temperatur des dadurch dichter werdenden Gases stieg gleichzeitig an. Der sich bildende Gasball strahlte entsprechend der Temperatur im Infrarotbereich solange ab, bis durch die Kontraktion der Staubanteil so verdichtet wurde, daß er die Strahlungsenergie in zunehmendem Maße absorbierte. Dadurch stieg die Temperatur im Innern des Gasballes noch stärker an, die potentielle Energie der zum Zentrum fallenden Masse wurde also in die innere Energie des sich bildenden Sternes umgesetzt. Gleichzeitig bewirkte die Erhaltung des Drehimpulses eine Zunahme der Rotationsgeschwindigkeit und somit eine Abplattung des ursprünglich kugelförmigen Gasballes. Als die Masse der Ursonne sich bereits bis etwa innerhalb der heutigen Merkurbahn zusammengezogen hatte, überstieg schließlich im Bereich ihres Äquators die Fliehkraft die Anziehungskraft. Der Stern Sonne wurde rotationsinstabil und verlor in der Rotationsebene gasförmige Masse mit einer Temperatur von etwa 3000 K, die bereits teilweise ionisiert, also ein Plasma war. Das in der ursprünglichen Wolke vorhandene schwache interstellare Magnetfeld war bei dem Kontraktionsprozeß, weil in dem Plasma „eingefroren", ebenfalls komprimiert worden und ist dadurch an der Sonnenoberfläche auf eine hohe Feldstärke angestiegen. Dieses nun mit der Sonne rasch rotierende Magnetfeld reichte bis in das Plasma der Umgebung und beschleunigte es. Dadurch gab die sich weiter kontrahierende Sonne in zunehmendem Maße von ihrem Drehimpuls an die sie scheibenförmig umgebende Masse ab, so daß diese sich immer weiter in den Raum hinausschob. Auf diese Weise wurde die Sonnenrotation abgebremst, während die interplanetare Plasmascheibe in einigen tausend Jahren bis über die Plutobahn hinauswuchs. Mit zunehmendem Abstand von der Sonne und durch Ausstrahlung kühlte das Material in der Scheibe ab. Es konnten sich verschiedene Moleküle bilden, später auch Silikate, bei Temperaturen um 1000 K auch feste Eisenpartikel, also insgesamt das Material, aus dem die Meteorite bestehen. Solange die kondensierten Partikel klein waren, wurden sie vom umlaufenden Gas mitgerissen. Je größer sie wurden, desto geringer war der Beschleunigungsdruck des Gases, der praktisch unwirksam wurde, sobald die nun als *Planetesimals* bezeichneten Körper dekametergroße Dimensionen erreicht hatten. Von

nun ab bewegten sie sich auf nur wenig gestörten KEPLERschen Bahnen. Dadurch erfolgten die gegenseitigen Zusammenstöße mit nur relativ geringer Differenzgeschwindigkeit, so daß es im allgemeinen zu keiner Verdampfung oder Zersplitterung der Körper kam. Die Stoßenergie reichte meist nur zu einer Verschmelzung.

Schließlich bekamen die ständig wachsenden Körper so große Massen, daß sie durch die eigene Gravitation aus einem immer größer werdenden Bereich umlaufende Körper mit sich vereinigten, bis sie zu planetengroßen Weltkörpern wurden.



Eine zeichnerische Darstellung über die Möglichkeit der Entstehung des Sonnensystems:
(a) Eine gewaltige Wolke aus Staub und Gas beginnt zu kontrahieren.
(b) Die Rotation der Wolke verstärkt den Drehimpuls.
(c) Der größte Teil der Masse kondensiert in einem Zentralkörper, während kleinere Masseansammlungen ihrerseits kondensieren und den großen Körper zu umkreisen beginnen.
(d) Allmählich wird ein bedeutender Teil des ursprünglichen Staubes und Gases zu Planeten und ihren Monden.

Inzwischen war durch die bis dahin unaufhaltsame Kontraktion im Zentrum der Sonne eine Dichte vom zehn- bis fünfzigfachen der Wasserdichte und eine Temperatur von weit über eine Million Grad erreicht, so daß die Kernreaktionen der Wasserstoffverbrennung beginnen konnten. Die nun freigesetzte Energie brachte durch den nach außen gerichteten Strahlungsdruck die Kontraktion zum Stillstand. Die Sonne hatte damit ein über mehrere Milliarden Jahre dauerndes Gleichgewicht gewonnen, in dem sie ihre Strahlungsenergie aus der Fusion des Wasserstoffs zu Helium bezog.

Durch die entstandenen Planeten und Planetoiden wurde der Raum der zirkumsolaren Gasscheibe allmählich von den später gebildeten Planetesimals und kleineren lichtabsorbierenden Teilchen gesäubert. Die nunmehr hindurchdringende Sonnenstrahlung räumte die restlichen und neu sich bildenden Kondensate über die Grenzen des von den Planeten erfüllten Raumes. Der zu dieser Zeit noch erheblich heftiger wirkende Sonnenwind tat dasselbe mit den Resten der Gase des ursprünglichen Sonnennebels, vorwiegend Wasserstoff und Helium. Die so vertriebenen Massen siedelten sich in den äußeren Bezirken der solaren Gravisphäre an, dem Ursprungsraum der kometarischen Körper. Übrig blieben die sich nahezu in einer Ebene um die Sonne bewegenden größeren und kleineren planetarischen Körper, die aber nur reichlich ein Promille der Sonnenmasse besitzen, auf die jedoch über 99 Prozent des gesamten Drehimpulses des Systems übertragen worden ist. Durch die Wechselwirkung der kometarischen Materie des äußeren Bereiches der solaren Gravisphäre mit der interstellaren Materie konnten sich auch dort bis zu kilometergroße, wenn auch locker aufgebaute Körper, die Kometenkerne, bilden.

Abschließend kann festgestellt werden, *daß die heutige Auffassung von der Bildung eines Planetensystems an den Prozeß der Sternentstehung geknüpft ist und in erweiterter Perspektive nur eine Variante der allgemeinen Entwicklung der stellaren Materie zum Doppel- oder Mehrfachstern darstellt.* Was aus einer instabil werdenden interstellaren Gas-Staub-Wolke wird, ist abhängig von der Menge der kollabierenden Materie, ihrer chemischen Zusammensetzung, von dem ihr im Urzustand eigenen Drehimpuls und dem an das in ihr befindliche Plasma gebundene Magnetfeld. Die Untersuchung dieses Fragenkomplexes ist eine der gegenwärtig interessantesten Aufgaben der kosmogonischen Forschung, die noch ungeahnte und überraschende neue Erkenntnisse zutage fördern wird.

Weiterführende Literatur:

JOHANN DORSCHNER: **Kondensierte Materie im Kosmos II.** In: Die Sterne 47 (1971) 1.
JOHANN DORSCHNER: **Kondensierte Materie im Kosmos III.** In: Die Sterne 47 (1971) 3.
JOHANN DORSCHNER: **Heutige astronomische Vorstellungen über die Entstehung des Planetensystems.** In: Die Sterne 50 (1974) 2.
JOHANN DORSCHNER: **Der kosmische Staub und seine Rolle bei der Sternentstehung.** In: Astronomie und Raumfahrt 1974/4.
JOHANN DORSCHNER: **Sind wir allein im Weltall?** In: Akzent-Reihe, Urania-Verlag 1974, S. 64 ff.

JOHANN DORSCHNER: **Wie entstand die Erde?** In: Astronomie und Raumfahrt 1977/3.
OTTO GÜNTHER: **Vorstellungen über die Entstehung des Planetensystems.** In: Die Sterne **44** (1968), 3–4 und 5–6.
OTTO GÜNTHER: **Ergebnisse und Probleme der Kosmogonie des Sonnensystems.** In: Astronomie in der Schule 6 (1969) 1.
SIEGFRIED MARX: **Zur Physik der Planeten.** In: Astronomie in der Schule **14** (1977) 3.

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. JOHANNES HOPPE
69 Jena
Sonnenbergstraße 12, 336–09

JOHANNES DORSCHNER

Die Bewohnbarkeit des Weltalls

Die historische Frage nach der Bewohnbarkeit der Himmelskörper

Als in der Antike von manchem Gelehrten die Vorstellung vertreten wurde, daß der Mond und vielleicht sogar auch die anderen Gestirne selbständige Himmelskörper sein könnten, kam auch die Frage nach den Bewohnern dieser Welten auf. Seitdem geben Spekulationen über die Andersartigkeit dieser Wesen, über ihre mögliche intellektuelle, technische und ethische Überlegenheit, aber auch darüber, welchen Problemen ein unmittelbar mit diesen Wesen konfrontierter Erdenbürger gegenüberstehen würde, ein faszinierendes literarisches Thema ab.

Zu einem Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen konnten die Lebewesen aus anderen Welten allerdings erst werden, nachdem zu Beginn des 17. Jahrhunderts das Fernrohr diese Welten zu erkunden gestattete. In der Tat wurde die Aussicht, Lebenszeichen auf anderen Himmelskörpern mit Hilfe des Fernrohrs zu entdecken, zu einem starken Ansporn für die Planetenforschung. Im Zeitalter der visuellen Planetenbeobachtung, der Planetographie, bot der Planet Mars den meisten Anlaß für die Vermutung, daß er Leben trage, ja sogar von denkenden Wesen bevölkert sei. Wie keine andere planetographische Entdeckung hat das Auffinden der Marskanäle vor genau 100 Jahren (September 1877) der Suche nach vernunftbegabtem außerirdischen Leben Auftrieb gegeben, aber auch der hemmungslosen Spekulation Vorschub geleistet.

Im Zeitalter der Astrophysik spielt die Radioastronomie die entscheidende Rolle bei der wissenschaftlichen Beschäftigung mit den möglichen anderen Bewohnern des Universums. Seit 1960 suchen Radioastronomen nach künstlichen Signalen aus dem Kosmos, seit 1974 unternehmen sie sogar erste bescheidene Aktivitäten, sich ihren Kollegen in extrasolaren Planetensystemen bemerkbar zu machen. Durch diese Bemühungen kam das Problem der Suche intelligenten Lebens im Weltall aus der Sackgasse heraus, in die es eine Reihe enthusiastischer Marsbeobachter hineinmanövriert hatten. Daß es keine Marskanäle gibt, steht seit der Kartierung des Mars durch den Satelliten Mariner 9 endgültig fest. Mehr als 10 Jahre zuvor wurde jedoch die Frage der Bewohnbarkeit der Himmelskörper durch die Radioastronomie von der Bindung an die Planetenerkundung gelöst und dem allgemeineren Problemkreis der galaktischen Forschung eingegliedert.

Die erkenntnistheoretische Situation bei der Suche außerirdischen Lebens

Sieht man von Spekulationen über die Besuche fremder Astronauten im Sonnensystem ab, dann gibt es für den Nachweis außerirdischen Lebens auf absehbare Zeit hinaus nur zwei reale Möglichkeiten:

1. *Man findet Organismen (einschließlich resistenter Dauerformen) oder zumindest fossile Spuren davon auf den raumflugtechnisch erreichbaren Himmelskörpern. In Anbetracht der bisherigen Ergebnisse der astronautischen Planetenforschung heißt das wahrscheinlich nur noch: Man findet Mikroorganismen auf dem Mars (oder eben auch nicht!).*
2. *Man entdeckt in Form künstlich beeinflußter elektromagnetischer Wellen Intelligenzäußerungen hochentwickelter Lebewesen, die in der Umgebung eines anderen Sterns ansässig sind.*

Ob es auf dem Mars Leben gibt oder jemals gab, wird sich in absehbarer Zeit durch biologische Felduntersuchungen herausstellen. Wann die Radioastronomen auf die Signale anderer Bewohner der Galaxis stoßen, ist so gut wie nicht vorhersehbar, weil es nur Vermutungen darüber gibt, wie häufig Zivilisationen vernunftbegabter Lebewesen im Weltall sind, welche Energiemengen sie zu Kommunikationszwecken einsetzen können und wie sich intelligentes Leben anderswo im Kosmos verhält. Prinzipiell kann mit einer Zufallsentdeckung elektromagnetischen „Intelligenzmülls" gerechnet werden; es ist aber kaum anzunehmen, daß dieses Ereignis heute sozusagen in der Luft

liegt. Große Geldmittel, vergleichbar etwa den Ausgaben für Mond- und Planetenflugprogramme, wird vorerst niemand in ein gigantisches Suchprogramm (für das es durchaus schon Projektvorschläge gibt) investieren. Die Suche nach außerirdischen intelligenten Lebewesen wird erst dann den Rahmen radioastronomischer Routineüberwachung des Himmels verlassen, wenn eine ausreichende Motivation dafür vorhanden ist.

An die Suche von Leben außerhalb des Sonnensystems durch astronautische Mittel ist vorerst nicht zu denken. Für interstellare Raumflüge fehlen auf absehbare Zeit hinaus die technischen Voraussetzungen. Auch ist gegenwärtig kein den unvorstellbaren Aufwand eines solchen Unterfangens rechtfertigendes Motiv in Sicht. Wenig wahrscheinlich, aber genauso auszuschließen ist auch, daß andere Zivilisationen, falls sie existieren (was ja solange unklar bleibt, solange keine Zivilisation definitiv entdeckt ist), die technischen Möglichkeiten und ein Motiv für den interstellaren Raumflug haben.

Der kosmologische und kosmogonische Hintergrund für die Existenz von Leben im Universum

Die irdische Biosphäre benötigte für die Evolution bis zur Höhe vernunftbegabter Lebewesen rund $4 \cdot 10^9$ Jahre. Ein so zeitaufwendiges Phänomen ist offenbar nur dadurch möglich, daß die Zeitskala der Entwicklung des überschaubaren Universums genügend groß ist. Der für das gegenwärtige Entwicklungsstadium charakteristische Umstand, daß die Stoffdichte weit größer als die Strahlungsdichte ist, besteht mit Sicherheit seit mehr als $4 \cdot 10^9$ Jahren. Hervorgegangen ist der durch das Dominieren des Stoffes gekennzeichnete kühle Sternkosmos aus dem extrem heißen Strahlungskosmos oder dem „Feuerballstadium" des Universums, von dem heute noch die Drei-Kelvin-Strahlung und der unerwartet hohe Deuterium- und Heliumgehalt der kosmischen Materie zeugen.

Die Entstehung des Lebens im Universum wurde durch eine Reihe von bemerkenswerten Umständen beim Verlassen des Feuerballstadiums grundsätzlich möglich gemacht: Die Expansion des Weltraumes erfolgte nämlich so schnell, daß nicht alle vorhandenen Protonen und Neutronen Gelegenheit hatten, sich am Aufbau von Heliumkernen zu beteiligen. Anders ausgedrückt: Die Eigenschaften der Nukleonen sind offensichtlich so beschaffen, daß wegen der schnell sinkenden Materiedichte Kernfusionsprozesse nur in begrenztem Umfange zum Zuge kamen. Aus diesem Grunde wurde Wasserstoff und nicht etwa Helium zum Hauptbestandteil der später entstehenden Sterne. Wie die Sternkosmogonie überzeugend beweisen konnte, besitzen nur vorwiegend aus Wasserstoff bestehende Sterne Lebensdauern, die mit der Entwicklungszeitskala lebender Materie verträglich sind. Äußerst bedeutungsvoll ist weiterhin der Umstand, daß sich beim Verlassen des Feuerballstadiums im rasch auskühlenden Stoff Inhomogenitäten bildeten, die unter der Wirkung der Schwerkraft in sich zusammenfielen, so daß trotz der rapiden Expansion sich ständig verdichtende Materieanhäufungen in Erscheinung traten. Dieser Neigung zum Gravitationskollaps verdanken die Galaxienhaufen, Galaxien und in diesen wiederum die Sterne und Planeten ihre Existenz.

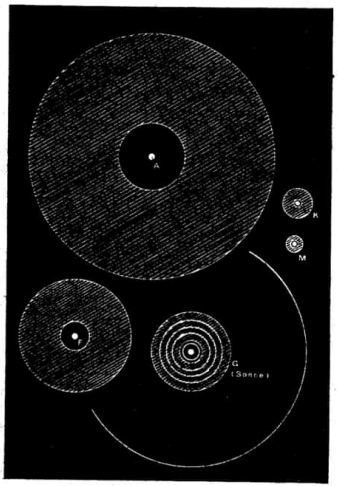
Die fundamentale Materieeigenschaft, schwer zu sein, ist aber nicht nur die Ursache der Sternentstehung, sondern auch der Motor der Sternentwicklung. Die Gravitation macht die Kernfusionen im Sterninnern möglich und sorgt so für den Aufbau schwerer Elemente. Damit wird prinzipiell das Baumaterial für erdartige Planeten (die im Sonnensystem hauptsächlich aus O, Si, Fe und Mg bestehen), aber auch für lebende Organismen (die auf der Erde aus C, H, O, N u. a. aufgebaut sind) erst durch die Sternentwicklung bereitgestellt.

Jeder Stern bestreitet die längste Zeit seines Lebens seine Ausstrahlung aus der Energiefreisetzung bei der Fusion von H zu He. Alle Sterne mit Massen unterhalb von 1,5 Sonnenmassen haben durch das Wasserstoffbrennen eine konstante und länger als $4 \cdot 10^9$ Jahre anhaltende Energiequelle zur Verfügung. Dadurch sind in der Umgebung dieser Sterne die energetischen Voraussetzungen für die Entstehung und Entwicklung lebender Molekülsysteme gegeben.

Notwendige Bedingungen für die Entstehung von Leben im Kosmos

Jedes chemische System arbeitet nur in einem bestimmten Temperaturbereich. Jene wäßrige Lösung von Proteinen, Nukleinsäuren, Polysacchariden, Lipiden u. a. Molekülen aus dem Reich der Kohlenstoffverbindungen, die Träger des Lebens auf unserem Planeten ist, „lebt" nur, wenn das Lösungsmittel Wasser flüssig ist. Grundsätzlich läßt sich für jeden Sterntyp eine Abstandszone angeben, in der sich auf einem durchschnittlichen erdartigen Planeten eine mittlere Temperatur innerhalb des zum Leben notwendigen Bereichs einstellen kann. Diese Zone, die den Namen „*Ökosphäre*" oder „Zone der Bewohnbarkeit" trägt, erstreckt sich bei der Sonne ungefähr von der Venus- bis zur Marsbahn. Die Bildung lebender Molekülsysteme kann nur auf einem Planeten erwartet werden, der sich in der Ökosphäre seines Sterns befindet. Betrachtet man Lage und Größe der Öko-

sphären der verschiedenen Sterne mit Massen unterhalb von 1,5 Sonnenmassen, die sich gerade im Stadium des Wasserstoffbrennens befinden, dann zeigt sich, daß die kühlen roten Sterne der Spektralklasse M aus den Betrachtungen ausscheiden müssen. Ihre Ökosphären sind viel zu schmal und liegen zu dicht am Stern, als daß sich in ihnen ein Planet aufhalten könnte. Planetensysteme mit bewohnten Planeten sollte man daher nur bei entsprechenden Sternen der Spektralklassen F, G und z. T. auch noch K erwarten. Es ist aber nicht zu erwarten, daß auf jedem erdartigen Planeten in der Ökosphäre dieser Sterne Leben entstanden ist, denn auch die Ökosphäre der Sonne weist bekanntlich sterile Himmelskörper auf!



Die Dimensionen der Ökosphären bei verschiedenen Sternen

Bei den weißen Sternen (Spektralklasse A) liegen die Ökosphären weit außen und sind sehr ausgedehnt. Bei den gelben Spektralklassen F und G rücken sie näher an den Stern heran und werden zudem kleiner. Bei den roten Sternen (Spektralklasse M) schrumpfen sie zu einen kleinen Saum um den Stern herum. Bei der Spektralklasse G (Sonnentyp) wurden die Planetenbahnen von Merkur bis Jupiter eingezeichnet (Aus „Sind wir allein im Weltall?").

Wie wahrscheinlich die Lebensentstehung auf einem erdartigen Planeten in der Sternökosphäre wirklich ist, wissen wir heute nicht, denn zu dieser Frage gibt es begreiflicherweise noch kein gesichertes Wissen, sondern nur ein breites Spektrum subjektiver Expertenmeinungen. Das hängt u. a. damit zusammen, daß das Problem der Entstehung des Lebens auf der Erde das Stadium der Hypothese noch nicht verlassen hat. Entscheidend für die sich an einer Planetenoberfläche einstellenden physikalischen und chemischen Bedingungen sind vor allem stoffliche Beschaffenheit und Masse des betreffenden Planeten. Leben kann nur auf auf einem Planeten entstehen, der genügend flüchtige Bestandteile enthält, die eine Atmosphäre und eine Hydrosphäre aufbauen können, und dessen Masse einerseits so groß ist, daß sie die flüchtigen Bestandteile wirkungsvoll am Entweichen in den Weltraum behindern kann, andererseits aber klein genug ist, um die schnelle Ausbildung einer zumindest stückweise stabilen und kühlen Kruste zuzulassen. Beide Parameter, Chemismus und Masse, werden durch den Prozeß der Planetenentstehung bestimmt, über den wir leider heute auch noch nicht viel wissen.

Wie kompliziert die Suche nach hinreichenden Bedingungen für die Lebensentstehung ist, erhellt nichts besser als die Tatsache, daß es im Sonnensystem zwei benachbarte, masse- und größenmäßig fast identische Planeten, nämlich Erde und Venus, gibt, die sich hinsichtlich der Biogenese aber völlig gegensätzlich verhielten.

Das Auffinden einer zweiten Stelle im Sonnensystem, an der Leben entstand, würde sehr viel Klarheit schaffen. Leider sind die Chancen nach den ersten Lebensnachweisexperimenten auf dem Mars nicht sehr groß, dort Leben anzutreffen, wenn auch das letzte Wort über dieses Problem noch nicht gesprochen ist.

Literaturhinweise:

[1] DORSCHNER, J.: **Sind wir allein im Weltall?** Akzent – Urania-Verlag, Jena/Leipzig/Berlin, 1974.
[2] EUGSTER, J.: **Die Forschung nach außerirdischem Leben.** Zürich 1969.
[3] SCHKLOWSKI, J. S.: **Das Problem der außerirdischen Zivilisationen und seine philosophischen Aspekte.** In: Sowjetwissenschaft – Gesellschaftswisenchaft 26 (1973), 7.
[4] SCHKLOWSKI, J. S.: **Über die mögliche Einmaligkeit vernunftbegabten Lebens im Weltall.** In: Sowjetwissenschaft – Gesellschaftswissenschaft 30 (1977), 9.
[5] SCHKLOWSKI, J. S.: **Vernunftbegabtes Leben im Weltall.** Verlag Wissenschaft, Moskau 1976 (russisch).
PETROWITSCH, N. T.: **Signale aus dem All.** VEB Verlag Technik, Berlin 1972.

Anschrift des Verfassers:
Dr. JOHANN DORSCHNER
69 Jena, Universitäts-Sternwarte
Schillergäßchen 2

REZENSIONEN

I. S. ŠKLOVSKIJ: **O vozmožnoj unikal'nosti razumnoj žizni vo Vselennoj (Über die mögliche Einmaligkeit vernunftbegabten Lebens im Weltall).** Voprosy filosofii, Heft 9/1976, S. 80–93. (Übersetzung: Sowjetwissenschaft/Gesellschaftswissenschaftliche Beiträge, Heft 9/1977)

Der Autor des Artikels, Korrespondierendes Mitglied der Akademie der Wissenschaften der UdSSR ŠKLOVSKIJ, ist Bereichsleiter im Institut für kosmische Forschungen der AdW der UdSSR. Er gibt einen kurzen Überblick darüber, wie sich im Laufe der Jahrhunderte die Idee von der Mannigfaltigkeit bewohnter Welten veränderte. Ein wirklich wissenschaftliches Herangehen an dieses interessante Problem wurde jedoch erst in der letzten Zeit möglich; es ist einerseits bedingt durch die stürmische Entwicklung der Astronomie und die ersten Schritte der Menschheit auf dem Wege der Eroberung des kosmischen Raumes und andererseits durch die Erfolge der Molekularbiologie. Diese hat nach und nach das Geheimnis der Vererbung enthüllt und schon heute ermöglicht, die Frage nach der Entstehung des Lebens auf der Erde korrekt zu stellen. Herrschte in der ersten Hälfte des XIX. Jahrhunderts noch die Ansicht einer totalen Besiedelung des Weltalls vor, so entstand im Laufe weiterer Erkenntnisse eine Tendenz, die die mögliche Anzahl besiedelter kosmischer Objekte immer mehr einschränkte. Der Autor vertritt den Standpunkt, daß das für unsere Zeit charakteristische Bestreben, das allgemeine Problem der Mannigfaltigkeit besiedelter Welten zu ersetzen durch das Problem der Kommunikation mit außerirdischen Zivilisationen, nicht gerechtfertigt ist.

Eine solche Abgrenzung der beiden Probleme ist meines Erachtens nicht ohne weiteres statthaft. Wir können nämlich nur zuverlässige Kenntnisse über die Existenz wenigstens einer außerirdischen Zivilisation erhalten, wenn wir mit Hilfe der uns zur Verfügung stehenden Kommunikationsmittel diese Zivilisation entdecken (z. B. auf der Grundlage von ihr erhaltener Signale). Jede allgemein-theoretische Lösung, ungeachtet ihres Wertes, gibt uns nur Hinweise bezüglich der Möglichkeit einer solchen Existenz.

Der Autor führt die bekannte Formel von Drake zur Bestimmung der Anzahl hochentwickelter Zivilisationen in einem Sternsystem an. Indem er jeden Faktor dieser Formel einzeln analysiert, zeigt ŠKLOVSKIJ, wie gering die mit Hilfe der Formel berechnete Anzahl von Zivilisationen in unserer Galaxis ist. Offensichtlich ist, daß wir noch nicht über hinreichende Kenntnisse für genauere Berechnungen verfügen. Die Wahrscheinlichkeit der Entstehung von Leben aus unbelebter Materie ist nach ŠKLOVSKIJ äußerst gering. Er begründet seine Behauptung damit, daß, solange uns die Gesetzmäßigkeiten derartiger Prozesse unbekannt sind, dieses Ereignis als glücklicher Zufall erscheint. Die Erkenntnis der Bedingungen, die mit Notwendigkeit diesen qualitativen Sprung in der Entwicklung der Materie hervorrufen, wird in der Zukunft erlauben, den entsprechenden Faktor in der Formel von Drake zu präzisieren.

Der Autor schlägt ein anderes Herangehen an die Lösung des betrachteten Problems vor. Nach seiner Meinung besteht die wichtigste Besonderheit der Entwicklung vernunftbegabten Lebens in einem Streben nach unbegrenzter Expansion. Dieses Streben wird eines Tages zur „Erschöpfung" der Erdressourcen und zur Notwendigkeit der Eroberung des Kosmos führen, wovon bereits ZIOLKOWSKI gesprochen hat.

Mit diesem Problem beschäftigt sich gegenwärtig u. a. eine Gruppe von Physikern und Ingenieuren in Princeton. ŠKLOVSKIJ führt Daten ihrer Berechnungen an. Aus ihrem Modell geht hervor, daß eine Zivilisation für die Eroberung der Galaxis zehn Millionen Jahre benötigt.

Ausgehend davon, daß diese Zahl im Verhältnis mit dem Dasein der Galaxis äußerst gering ist, zieht ŠKLOVSKIJ folgenden Schluß: „Wenn solche Zivilisationen in unserer Galaxis existieren würden, wäre es nicht schwierig, sie zu entdecken. Aber bis heute ist uns das nicht gelungen. Alle „kosmischen Wunder" (Pulsare, Nova-Ausbrüche) fanden eine völlig natürliche Erklärung; die spektakulären Hypothesen über einen Erd„besuch" von Vertretern außerirdischer Zivilisationen konnten jedoch wissenschaftlich nicht bestätigt werden.

Also sind wir allein, folgert ŠKLOVSKIJ, wenn vielleicht auch nicht im gesamten Weltall, so auf jeden Fall in unserer Galaxis. Diese Schlußfolgerung ist aber nicht als Absage weiterer Forschungen bezüglich adäquaterer Lösungen des Problems zu verstehen, sondern sie konzentriert die Aufmerksamkeit der Menschheit auf die Lösung konkreter Aufgaben, die für das Schicksal unseres Planeten und unserer Zivilisation entscheidend sind.

GALINA PAUL

UNSERE BILDER

Titelseite – FRIEDRICH ENGELS und Titelblatt der 3. Ausgabe des „Antidühring". Die erste Ausgabe erschien 1878.

2. Umschlagseite – GALILEI: Dialog über die beiden hauptsächlichen Weltsysteme.
Aufnahme: Archenhold-Sternwarte, Berlin-Treptow (Archiv)

3. Umschlagseite – „Stephans Quintett", ein weit entfernter Galaxienhaufen.
Aufnahme: Archiv

4. Umschlagseite – Observatorium Abastumani (UdSSR)
Aufnahme: Nowosti

Wir entbieten unsern Lesern, Autoren und Mitarbeitern die herzlichsten Wünsche zum Jahreswechsel

2703 Michaelis B
Calpiner Str