

Astronomie

in der Schule



1
1971

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, Volks-
eigener Verlag Berlin, 108 Ber-
lin 8, Lindenstraße 54a, Telefon
20 05 41. Postscheckkonto: Berlin
1326 26

Erscheinungsweise:

zweimonatlich, Einzelheft 0,60 M,
im Abonnement zweimonatlich
(1 Heft) 0,60 M

Redaktionskollegium:

Oberlehrer Dr. Helmut Bern-
hard (Chefredakteur), Ober-
lehrer Hans-Joachim Nitsch-
mann (stellvertretender Chef-
redakteur), Heinz Albert, Ober-
lehrer Günter Baum, Dr. habil.
Otto Günther, Rüdiger Kollar,
Dr. Klaus Lindner, Annelore Mu-
ster, Eberhard-Heinz Schmidt,
Oberlehrer Dr. Manfred Schu-
kowski, Dr.-Ing. habil. Klaus-
Günther Steinert, Joachim Stier,
Dr. Renate Wahsner, Jutta Rich-
ter (Redaktionsassistentin)

Wissenschaftlicher Beirat:

Wolfgang Büttner, Oberstudien-
rat Dr. Dorothea Dietrich, Dr.
Karl Kellner, Professor Oskar
Mader, Dr. Siegfried Michalk,
Dr. habil. Karl-Heinz Schmidt

Anschrift der Redaktion:

Sternwarte Bautzen, 86 Bautzen 1,
Friedrich-List-Straße 8, Telefon
31 35, TELEX 2-8742

Satz und Druck:

Nowa Doba, Druckerei der Do-
mowina, Bautzen
III-4-9-3632-3.5 Lizenz 1488

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 1

8. Jahrgang 1971

GÜNTHER, O. Zu einigen speziellen Aufgaben der astronomischen Forschung in der DDR	2
WINOGRADOW, A. P. Über den Ursprung der Mondgesteine (I)	4
WAHSNER, R. Gesetzesauffassung und Weltbild (I)	7
LINDNER, K. Forderungen des neuen Lehrplans an die unterrichtliche Be- handlung des Stoffgebietes „Astrophysik und Stellarastronomie“	11
OTTO, E. Zur Tätigkeit der Arbeitsgemeinschaften Astronautik nach dem neuen Rahmenprogramm für die Klassen 9 und 10	16
Unsere Bilder	19
Aus Forschung und Lehre, Rezensionen, Zeitschriftenschau, Tage der Schulastronomie 1971	
Wir beobachten mit dem Schulfernrohr	24
Karteikarte: Sternsysteme (O. GÜNTHER) Jahresinhaltsverzeichnis 1970	

ГЮНТЕР, О. О некоторых специальных задачах астрономического исследования в ГДР	2
ВИНОГРАДОВ, А. П. О происхождении лунных пород	4
ВАЗНЕП, Р. Понятие закона и миропонимание	7
ЛИНДНЕР, К. Требования нового учебного плана на трактовку темы «Астрофи- зика и звездная астрономия» в уроках астрономии	11
ОТТО, Э. О деятельности кружков по астронавтике на основе новой рамоч- ной программы для 9го и 10го классов	16
GÜNTER, O. About some Special Tasks of the Astronomical Investigation in the G. D. R.	2
WINOGRADOW, A. P. About the Origin of the Moon Rocks	4
WAHSNER, R. The Perception of Law and the Conception of the World	7
LINDNER, K. The Demands of the New Teaching Plan on the Instructional Treatment of the Topic "Astrophysics and Stellar Astronomy"	11
OTTO, E. About the Activity of the Astronautical Circles on the Basis of the New Frame Program for the 9th and 10th Classes	16

Redaktionsschluß: 20. 12. 1970

Nur Annahme von bisher unveröffentlichten Aufsätzen; Einsendung
von Beiträgen in dreifacher Ausfertigung an die Anschrift der Re-
daktion; für unverlangt eingesandte Manuskripte und Abbildungen
keine Gewähr – Nachdruck, auch auszugsweise nur mit Quellen-
angabe 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 entgegengekom-
men. Der Bezug für die BRD und Westberlin erfolgt über den Buch-
handel; für das sozialistische Ausland über das jeweilige Postzeit-
ungsvertriebsamt und für alle übrigen Länder über den Deutschen
Buch-Export und -Import GmbH, DDR, 701 Leipzig, Leninstraße 16

Zu einigen speziellen Aufgaben der astronomischen Forschung in der DDR

Der Verfasser berichtet über einige spezielle Forschungsaufgaben der Astronomie in der DDR, die sich aus der Akademiereform ergeben. Er erläutert vor allem die Tätigkeit des Zentralinstituts für Astrophysik. Die Ausführungen tragen zur Aktualisierung der im neuen Lehrplan enthaltenen Stoffgebiete 2.1., 2.2. und 2.3. bei.

1. Allgemeines über astronomische Forschungsaufgaben

Ein Beitrag in Heft 5/1969 dieser Zeitschrift [1] brachte einen Überblick über astronomische Forschungsarbeiten, die in der DDR seit ihrer Gründung geleistet worden sind. Die Motive zur Auswahl der Aufgaben wurden dabei nicht erwähnt. Es war ziemlich selbstverständlich, zunächst nach Möglichkeit traditionelle Programme der Sternwarten weiterzuführen. Früher hatten leitende Wissenschaftler diese Programme nach ihren besonderen Neigungen festgelegt und sich um entsprechende Ausstattung der Institute mit Instrumenten bemüht. (Besonders ausgeprägt ist das der Fall bei der Sternwarte Sonneberg, die aus der ursprünglichen Privatsternwarte ihres langjährigen Direktors, Prof. HOFFMEISTER, hervorgegangen ist.) Wenn durch personelle Änderungen

ein Wechsel des Beobachtungsprogramms wünschenswert wurde, mußte davon ausgegangen werden, für welche Beobachtungen die vorhandenen Instrumente geeignet waren oder durch Zusatzgeräte brauchbar gemacht werden konnten. Unter diesen Bedingungen entstanden zahlreiche Einzelarbeiten auf verschiedenen Teilgebieten der Astronomie.

Eine sehr wesentliche Erweiterung der astronomischen Arbeitsmöglichkeiten in der DDR ergab sich durch die Einrichtung des Karl-Schwarzschild-Observatoriums (s. Abb.) und durch den Einsatz elektronischer Rechengерäte. Das Spiegelteleskop des neuen Observatoriums ist nicht nur ein lichtstarkes Instrument von hoher Qualität. Es ist im Gegensatz zu fast allen anderen großen Teleskopen von vornherein für vielseitige Anwendungsmöglichkeiten konstruiert worden. Als *größter Schmidt-Spiegel der Erde* liefert es hervorragende Aufnahmen. In der Gegenwart – und wohl erst recht in der Zukunft – gewinnen auch Spektrogramme, die mit den Spektrographen dieses 2-m-Spiegels erhalten werden, zunehmende Bedeutung. Der Einsatz elektronischer Rechengерäte ermöglicht die Durchführung theoretischer Untersuchungen, die mit sehr umfangreichen Zahlenrechnungen verbunden sind. Auch eine volle Ausschöpfung der durch Beobachtungen (Aufnahmen oder lichtelektrische Messungen) erhaltenen Informationen läßt sich nicht mehr mit den früher üblichen Rechenhilfsmitteln bewältigen.

Die Arbeitsmöglichkeiten an den verschiedenen Forschungsinstituten wurden außerdem durch Verbesserungen an Beobachtungsinstrumenten und Auswertegeräten sowie durch Neuanschaffungen erweitert. Für die Nutzung der jetzt gegebenen Möglichkeiten stehen Nachwuchskräfte mit guter Fachausbildung zur Verfügung, die auch auf Forschungsarbeit im Kollektiv eingestellt sind. Wichtige Ergänzungen aus der Zusammenarbeit mit Fachkollegen anderer Länder, in erster Linie der Sowjetunion, sind zu erwarten.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß jetzt die Voraussetzungen für eine vielseitige Bearbeitung ausgewählter Schwerpunktaufgaben weitgehend erfüllt sind. Davon sind wertvollere Ergebnisse zu erwarten als von einer größeren Zahl voneinander unabhängiger Einzelarbeiten.



Kuppelgebäude des 2-m-Spiegelteleskops im Karl-Schwarzschild-Observatorium Tautenburg

2. Zu einigen speziellen Forschungsaufgaben

Solar-terrestrische Physik: Forschungen aus dem Gebiet der Sonnenphysik haben auf dem Boden der DDR eine längere Tradition. Die verschiedenen Erscheinungen der Sonnenaktivität werden bekanntlich hervorgerufen und gesteuert durch lokale solare Magnetfelder. In Potsdam werden am Einsteinurm (s. Abb. 2. Umschlagseite) an allen Tagen mit mindestens zeitweise klarem Himmel spezielle Spektrolaufnahmen mit Einschaltung einer Polarisationsoptik durchgeführt, deren Ausmessung die Stärke und Polarität der Magnetfelder in Sonnenflecken ergibt. Teile des umfangreichen Materials sind schon statistisch ausgewertet worden. Dabei ließen sich wichtige Zusammenhänge zwischen den Magnetfeldern und der Struktur der Flecke (Umbra und Penumbra) nachweisen.

Unter den Vorgängen, die sich in aktiven Gebieten der Sonnenoberfläche abspielen, interessieren besonders die Strahlungsausbrüche (Eruptionen oder Flares), die Auswirkungen auf die Hochatmosphäre und das Magnetfeld der Erde haben. [2] Die Untersuchung dieser Vorgänge erfordert eine Zusammenfassung von optischen Beobachtungen, radioastronomischen Registrierungen in verschiedenen Frequenzen und geophysikalischen Messungen. [3] Außerdem werden Messungen der solaren Röntgenstrahlung durch Satelliten in die Untersuchungen einbezogen. Die von mehreren sozialistischen Ländern gemeinsam ausgerüsteten Interkosmos-Satelliten werden auch für das Gebiet der solar-terrestrischen Physik eingesetzt. Wissenschaftler der DDR sind an der Auswertung ihrer Meßergebnisse beteiligt.

Die Forschungsaufgaben der solar-terrestrischen Physik beziehen sich vor allem auf den Ablauf und die physikalischen Vorgänge bei den Erscheinungen der Sonnenaktivität, auf Zusammenhänge zwischen Erscheinungen auf der Sonne und Vorgängen beim Eindringen solarer Korpuskularstrahlung in hohe Schichten der Erdatmosphäre sowie auf Plasmawolken und Magnetfelder im interplanetaren Raum. Zu den Aufgaben gehört aber auch die Entwicklung von Methoden zur Voraussage des Eintretens starker, durch solare Strahlung verursachter Effekte in der Erdatmosphäre und im erdnahen Raum. Solche Voraussagen sind für den Funkverkehr auf große Entfernungen erwünscht; desgleichen für bemannte Raumfahrtunternehmungen.

Magnetohydrodynamik mit astrophysikalischen Anwendungen: In der Astrophysik spielen Magnetfelder eine so große Rolle, daß viele Be-

obachtungen unverständlich bleiben, wenn die Wirkung der Magnetfelder nicht berücksichtigt wird. Bisher haben vielfach Astrophysiker sich bemüht, bei abschätzenden Rechnungen die Magnetfelder mit einzubeziehen. Größere Erfolge sind von einer engen Kooperation von Spezialisten auf dem Gebiet der Magnetohydrodynamik mit Astrophysikern zu erwarten. Dabei können z. B. im relativ einfachen Fall eines „normalen“ Sterns (etwa unserer Sonne) die Astrophysiker angeben, von welchen Ansätzen über den inneren Aufbau, die in diesem Zusammenhang wichtigen Turbulenzonen und die Rotationsverhältnisse ausgegangen werden kann. Die Magnetohydrodynamiker untersuchen dann die Entstehung, die Veränderung und beobachtbare Wirkungen der Magnetfelder. Danach prüfen die Astrophysiker, ob die theoretischen Erwartungen mit den Beobachtungen übereinstimmen und geben Hinweise, die für genauere magnetohydrodynamische Rechnungen genutzt werden können. Wenn es gelingt, Sterne mit ausgefallenen Eigenschaften zu verstehen, wird zugleich das Verständnis der „normalen“ Sterne vertieft. Eine Klasse, aus der bisher etwa 100 Sterne bekannt sind, gibt noch allerlei Rätsel auf und reizt deshalb besonders zur eingehenden Untersuchung. Es sind die sogenannten magnetischen Sterne, deren Besonderheiten offenbar weitgehend mit dem Auftreten starker Magnetfelder zusammenhängen. Sie gehören den Spektralklassen von etwa B 8 bis F 0 an.

Die magnetische Feldstärke ist bei vielen dieser Objekte periodisch veränderlich, mit oder ohne Umkehr der Polarität. Mit gleicher Periode treten Helligkeitsänderungen mit kleiner Amplitude auf, außerdem – mindestens bei einem Teil dieser Objekte – Änderungen der Intensität bestimmter Spektrallinien und Radialgeschwindigkeitsänderungen. Aus den Liniestärken in den Spektren ergeben sich anomale Häufigkeiten einiger Elemente, und zwar offensichtlich nicht gleichmäßig in der ganzen Sternatmosphäre. Gewisse Umgebungen der Magnetpole scheinen ausgezeichnet zu sein. Die Erklärung der Besonderheiten wird dadurch erschwert, daß nicht alle magnetischen Sterne gleiches Verhalten zeigen. Manche Beobachtungen lassen sich mit den bisher vorgeschlagenen Modellen noch nicht erklären.

Die Erforschung magnetischer Sterne durch ein größeres Kollektiv der oben erwähnten Art ist als Schwerpunktaufgabe der Sternphysik in der DDR gewählt worden. Die Arbeiten umfassen Beobachtungen und theoretische Untersuchungen mit gegenseitiger Anregung und Ergänzung. Ein Teil der Beobachtungen erfolgt in

günstigerem Klima auf dem Gebiet der Sowjetunion.

Relativistische und extragalaktische Forschung: Die enge Verbindung zwischen Relativitätstheorie und Astronomie ist in dieser Zeitschrift schon behandelt worden. [4] Auch die besondere Bedeutung der Gravitationstheorie wurde erläutert. [5] Es ist wohl ohne weiteres zu verstehen, daß auch auf diesem Gebiet eine enge Verbindung von Grundlagenforschung und astrophysikalischer Anwendung, von Theorie und Beobachtung sehr wertvoll ist. Wenn dafür aus dem Gebiet der Astrophysik speziell die extragalaktische Forschung ausgewählt wurde, so hat das verschiedene Gründe. Soweit es sich um die Prüfung von Folgerungen aus kosmologischen Modellen handelt, können brauchbare Ergebnisse nur aus der Untersuchung von Objekten in größten Entfernungen erwartet werden, weil erst in sehr großen Entfernungen erkennbare Unterschiede zwischen verschiedenen Weltmodellen auftreten. Wegen der endlichen Geschwindigkeit des Lichts sieht man die entferntesten Galaxien in dem Zustand, den sie bei der Aussendung der Strahlung vor einigen Milliarden Jahren hatten. Zur richtigen Interpretation werden also auch Untersuchungen über die Entwicklung von Galaxien gebraucht. Dazu ist ein sehr umfangreiches Material von gleichmäßiger Qualität auszuwerten. [6] Wichtig ist vor allem das richtige Verstehen der – relativ kurze Zeit andauernden – Entwicklungsphasen mit stark erhöhter Energieabstrahlung im optischen und bei Quasaren [7] erst recht im Radiofrequenzbereich. Wegen der starken Ausstrahlung sind die Quasare und die – ihnen bis auf die Radiostrahlung ähnlichen – quasistellaren Galaxien

die in größten Entfernungen beobachtbaren Objekte.

Mit dem 2-m-Spiegelteleskop des Karl-Schwarzschild-Observatoriums steht in der DDR ein optisch leistungsfähiges Instrument für die extragalaktische Forschung zur Verfügung. Die klimatischen Verhältnisse beschränken leider die Zahl der brauchbaren Nächte. Zur vielseitigen Bearbeitung der kurz genannten Forschungsaufgaben werden auch an anderen Stellen erhaltene radioastronomische Beobachtungen herangezogen.

Zu allen erwähnten Aufgaben liefern die Beobachtungen eine solche Fülle von Informationen, daß ohne moderne elektronische Datenverarbeitung keine auch nur annähernd vollständige Ausschöpfung möglich wäre. Diese Tatsache ist bei den Planungen berücksichtigt worden.

3. Literatur:

- [1] GÜNTHER, O.: 20 Jahre astronomische Fachwissenschaft in der DDR, *Astronomie in der Schule* 6 (1969), 3, 118.
- [2] GÜNTHER, O.: *Untersuchungsprobleme im Jahr der ruhigen Sonne*, *Astronomie in der Schule* 1 (1964) 2, 32.
- [3] TAUBENHEIM, J.: *Zur Erforschung des erdnahen Raumes*, *Astronomie in der Schule* 6 (1969) 2, 26.
- [4] TREDER, H.-J.: *Der Einfluß der Relativitätstheorie auf die astronomische Forschung*, *Astronomie in der Schule* 5 (1968) 6, 122.
- [5] TREDER, H.-J.: *Gravitationstheorie und Astronomie*, *Astronomie in der Schule* 5 (1968) 1, 2.
- [6] BRONKALLA, W., OLEAK, H., TREDER, H.-J., NOTNI, P.: *Extragalaktische Forschungen*, Jenaer Rundschau 13 (1968), 322.
- [7] GÜNTHER, O.: *Die Erforschung der Quasare*, *Astronomie in der Schule* 5 (1968) 3, 49.

Anschrift des Verfassers:

Dr. habil. OTTO GÜNTHER
15 Potsdam, Telegrafenberg A 34
Zentralinstitut für Astrophysik
der Deutschen Akademie der Wissenschaften

A. P. WINOGRADOW

Über den Ursprung der Mondgesteine (I)

Die Untersuchung des mineralogischen Aufbaus des durch Raumflugkörper zur Erde beförderten Mondgesteins gehört gegenwärtig zu den interessantesten Aufgaben der Wissenschaft. Mondgesteine, irdische Gesteine und Meteorite werden im Laboratorium nach ihren physikalischen Eigenschaften und der chemischen Zusammensetzung verglichen. Aus den Resultaten zieht man wichtige Schlüsse über den Ursprung des Mondgesteins. Die Erkenntnisse werden ständig durch die Untersuchung weiterer Bodenproben von möglichst vielen Stellen der Mondoberfläche ergänzt und präzisiert. Im folgenden Beitrag faßt der bekannte sowjetische Wissenschaftler, Akademikermittglied WINOGRADOW, die jüngsten Resultate auf diesem Gebiet zusammen und leitet daraus Schlußfolgerungen über die Entstehung der Mondgesteine ab. Das Material ist zur Aktualisierung der Stoffeinheit 1.3.2. (Zur Physik des Mondes) geeignet.

1. Vorbemerkungen

In den letzten Jahren führten sowjetische und amerikanische kosmische Apparate verschiedenartige Forschungen auf dem Mond und im mondnahen Raum durch. Es wurden Aufnahmen fast der gesamten Mondoberfläche gewonnen, die es gestatten, einen landschaftlichen Unterschied zwischen der sichtbaren und der erdabgewandten Seite des Mondes festzustellen. Auf der Rückseite befinden sich wenig Ebenen und zahlreiche Ringgebirge. Diese Eigenart der Beschaffenheit des Mondes harht noch ihrer Erklärung. Auf dem Mond wurden

Gravitationsanomalien entdeckt, die sogenannten mascons, deren Ursprung in einer gewissen Tiefe liegt. Die Herkunft der mascons¹ ist z. Z. noch ungeklärt. Es sind natürlich nicht die letzten Rätsel, die uns der Mond aufgibt.

Die größte Aufmerksamkeit jedoch lenkt heute der Charakter der Gesteine der Mondoberfläche auf sich, besonders nach den Flügen von Apollo 11, 12 und Luna 16, die Proben dieser Gesteine zur Erde befördert haben.

Die ersten unmittelbaren Bestimmungen des Gehalts an radioaktiven Elementen im Mondgestein auf Grund der Gamma-Aktivität wurden 1966 von der sowjetischen automatischen Station Luna 10 bewerkstelligt und im gleichen Jahr von Luna 12 wiederholt. Die Analyse der erhaltenen Angaben zeigte, daß das Gestein der Mondoberfläche, nach der Menge der darin enthaltenen natürlichen radioaktiven Elemente – Uran, Thorium, Kalium 40 – zu urteilen, den irdischen Tholeiitbasalten entsprechen. Gesteine mit einem hohen Gehalt an natürlichen radioaktiven Elementen von der Art der irdischen Granite wurden nicht entdeckt.

Mit Hilfe der Bestrahlung des Mondgesteins mit Alphastrahlen an den Landestellen der amerikanischen Mondstationen Surveyor 5, 6 und 7 (Mare Tranquillitatis, Sinus Medii und Nordrand des Kraters Tycho) wurde in den Jahren 1967–1968 die Zusammensetzung der Grundkomponenten ermittelt. Es wurde festgestellt, daß diese Gesteine den irdischen Tholeiitbasalten zwar sehr ähneln, sich von diesen jedoch durch einen hohen Eisengehalt unterscheiden. Man kann annehmen, daß im Mondgestein Feldspate und Pyroxene vorherrschen. Die durchgeführte Quarantäne und die biologischen Experimente mit 12 von Apollo 11 zur Erde beförderten Mondgesteinsproben zeigten, diese Proben enthalten keinerlei Bakterien oder Giftstoffe und sind für den Menschen ungefährlich. Die neuen Informationen verallgemeinernd, stellte sich der Verfasser die Aufgabe, den Ursprung der Mondgesteine zu untersuchen, indem er ihre Eigenschaften und ihre Zusammensetzung mit den Eigenschaften und der Zusammensetzung von irdischen Gesteinen und Meteoriten verglich.

2. Über Eigenschaften und Zusammensetzung des irdischen Gesteins und der Meteorite

Das Aufschmelzen von Meteoritensubstanz ist der einzige Prozeß, der auf den erdähnlichen Planeten vor sich geht.

Es scheint, daß der Prozeß der Aufschmelzung und Entgasung von Himmelskörpern einer be-

stimmten Masse, der zur Differenzierung ihrer ursprünglichen Substanz führt, ein universeller Prozeß bei der Bildung der Schalenstruktur dieser Himmelskörper ist. Dieser Vorgang geht wahrscheinlich nach dem Mechanismus der Zonenaufschmelzung² unter Aussonderung der „leichtschmelzbaren“ Komponenten vorstatten, bei dem sich die schmelzpunktreduzierenden Stoffe konzentrieren und von den Reststoffen trennen.

Dabei stellen die „leichtschmelzbaren“ Produkte einige Prozent der ursprünglichen der Differenzierung unterworfenen Stoffmenge dar. Folglich machen die Reststoffe die Hauptmasse aus. Unter den irdischen Gesteinen sind die Basalte Aufschmelzungsprodukt, während die Tiefgesteine Reststoffe sind. Die Hauptvertreter der uns bekannten kosmischen Gesteine, die als Chondrite bezeichneten Steinmeteorite, können als nichtdifferenzierte Primärschmelzsubstanz angesehen werden. Man muß annehmen, daß in den Meteoriten sowohl solche Stoffe vorkommen, die nur das meteoritische (Chondrite), wie auch solche, die auch das planetarische Entwicklungsstadium durchlaufen haben. Zur letztgenannten kann man wegen einer Reihe Eigenschaften (vor allem nach der mineralogischen Zusammensetzung) diejenigen Meteorite zählen, die sich als Stoffe aus der Kruste ehemaliger großer Himmelskörper erwiesen haben, – die kalzium- und feldspatreichen Achondrite. Unter den Meteoriten, die auf die Erde gefallen sind, beträgt ihr Anteil nicht mehr als 3 Prozent. Es sind in der Regel Brekzien, die entweder grobkörnige Mineralien, Augit oder Feldspat (Eukrit), oder verschiedene kleine Mineralbruchstücke (Howardite) enthalten. Einige Eigenschaften machen sie den irdischen Basalten und Gabbro-Diabasen ähnlich. Diese Meteorite, besonders die Eukrite, sind reich an Eisen.

Brekzien der kalzium- und feldspatreichen Achondrite kommen sowohl als Silikateinschlüsse als auch in der Eisenphase der Mesosiderite oder Stein-Eisen-Meteorite vor. Diese Tatsache ist für das Verständnis ihres Ursprungs wichtig. So entstehen die kalzium-

² Die Zonenaufschmelzung findet bei der Metallraffination eine breite Anwendung. In einem Metallbarren wird eine schmale Zone aufgeschmolzen und langsam zum anderen Ende des Barrens hinbewegt. Die leichtschmelzbaren Elemente des Gemenges sammeln sich in dieser Zone. Nach mehrmaligem Durchgang der Aufschmelzungszone in einer Richtung konzentrieren sich alle Beimischungen am Ende des Barrens. Der Mechanismus der Zonenaufschmelzung wurde von A. P. WINOGRADOW auch zur Erklärung der Aufschmelzungs-(Differenzierungs-)prozesse des Erdmantels herangezogen. Genaueres über den Mechanismus der Zonenaufschmelzung und ihre Rolle bei der Bildung der Erdschale s. A. P. WINOGRADOW, *Wie entstand der Ozean?* Erde und Weltall, Moskau, 6/1966 (russisch).

¹ Das Wort „mascon“ wurde künstlich gebildet aus mass concentration (Massekonzentration).

reichen basaltischen Feldspatchondrite im Ergebnis der Aufschmelzung der Chondrite. Die Aufschmelzung geht auf großen Himmelskörpern vorstatten, auf denen der notwendige Vorrat an Wärmeenergie akkumuliert wird. Ein solcher Prozeß kann für die Himmelskörper universell sein. Deshalb muß man einen Vergleich der Zusammensetzung der Mondgesteine mit der Zusammensetzung aller angeführten Gesteine und Meteorite anstellen. Eine solche Gegenüberstellung bildet die geochemische Grundlage für die Gewinnung neuer Erkenntnisse über den Ursprung der Mondgesteine.

3. Die physikalischen Eigenschaften der Mondgesteine

Die Mondgesteine, die Apollo 11 zur Erde brachte, wurden im südwestlichen Teil des Mare Tranquillitatis gesammelt. In diesen Ge-



Abbildung 1
Bruchstücke von Mondgestein, die von Apollo 11 mitgebracht und im Smithsonian-Observatorium untersucht wurden. Die Muster sind so ausgewählt, daß sie die Mehrzahl der Typen des Gesteinsmaterials repräsentieren. Deshalb sind die Proportionen ihres Auftretens in der Gesamtprobe nicht beibehalten. In 1676 Proben von 1–5 mm Durchmesser befanden sich 52,4 % Bodenbrekzien, 37,4 % Basalte, 5,1 % Glas, 3,0 % Feldspatgesteine, 1,5 % sonstiges Gestein (einschließlich Meteoritenteilchen). Als Bodenbrekzien werden provisorisch die lockeren feinkörnigen Oberflächenbrekzien bezeichnet. Es handelt sich wahrscheinlich um ein durch Glas zusammengehaltenes Gemisch aus feinen Mineralteilchen und hat eine basaltähnliche Zusammensetzung. Die Konsolidierung in Klumpen ist offensichtlich durch Stoßeinwirkung erfolgt.

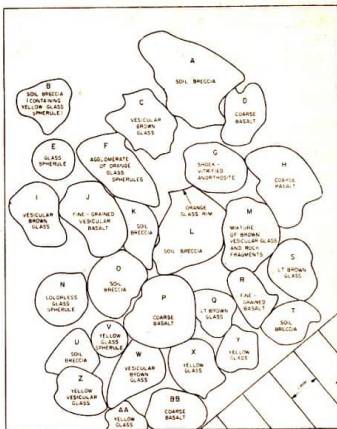


Abbildung 2
Die auf Abbildung 1 gezeigten Gesteine der Mondoberfläche repräsentieren folgendes Material: A, K, L, O, U, BB – Bodenbrekzien; B – Bodenbrekzie mit gelben Glaskügelchen; – C, I, W, K – braunes und gelbes blasiges Glas; – D, H, B – grobkörniger Basalt; E, N, V – Glaskügelchen; G – Konglomerat aus orangefarbenen Glaskügelchen; – durch Stoßeinwirkung geschmolzener Anorthosit (Feldspat); I – feinkörniger blasiger Basalt; M – Gemisch aus Glas und Gesteinsteilchen; S, X, Y, AA – braunes und gelbes Glas; R – feinkristallines Gestein (rechts unten Maßstab).

bieten ist die Mondoberfläche von einer mehrere Zentimeter dicken Schicht eines Materials bedeckt, das an Sand erinnert, auf dem die Schuhabdrücke der Kosmonauten zurückblieben. Die Gesteine sind nichtsortierte Bruchstücke verschiedener Größe; ihre Farbe schwankt zwischen dunkelbraun und hellgrau. Auf der Oberfläche der Gesteine sieht man zahlreiche Einschlagkrater; es wurden Gasbläschen entdeckt. Man trifft Glaskügelchen (geschmolzene Substanzteilchen) an. In manchen Proben wurden Spuren einer Schichtung festgestellt. Anzeichen für die Einwirkung von Wasserströmungen fehlten jedoch. Auch wasserhaltige Mineralien wurden nicht angetroffen.

Die Dichte der untersuchten Mondgesteine ($3,1$ bis $3,4 \text{ g/cm}^3$) unterscheidet sich nur wenig von der mittleren Dichte des Mondes ($3,34 \text{ g/cm}^3$) und ist merklich größer als die mittlere Dichte der Mehrzahl der meistverbreiteten irdischen Gesteine. Gleichzeitig weicht sie von der Dichte der Feldspatchondrite etwas ab. Sie ist geringer als die der Chondrite (s. Tab. 1). Die Dichte

des Mondbodens beträgt 0,87 ... 1,0 g/cm³, was mit den Ergebnissen von Luna 13 (0,8 ... 1,0 g/cm³) übereinstimmt.

Tabelle 1
Vergleich der Dichten der Mondgesteine, irdischer Gesteine und Meteorite

Gesteine	Extremwerte	Mittelwerte
Basalte	2,80 bis 3,12 g · cm ⁻³	2,97 g · cm ⁻³
Dunite	3,15 bis 3,28 g · cm ⁻³	3,26 g · cm ⁻³
Feldspat-achondrite	3,0 bis 3,3 g · cm ⁻³	3,15 g · cm ⁻³
Mond-oberflächen-gestein	3,1 bis 3,4 g · cm ⁻³	3,2 g · cm ⁻³
Chondrite	3,29 bis 3,9 g · cm ⁻³	3,58 g · cm ⁻³

Begriffserklärungen:

Basalte. Man kann zwei Typen unterscheiden, die die Erstarrungsbedingungen der Basaltschmelze charakterisieren: feinkörnige Basalte und großkristalline Basalte gabbroidischer Art. Sie bilden etwa ein Viertel aller großkörnigen Fraktionen. Die Hauptbestandteile dieser Gesteine sind Plagioklase, Pyroxene, Ilmenit und Olivin. Ihr relativer Gehalt wechselt in den verschiedenen Teilchen merklich.

Plagioklase. Weitverbreitete gesteinsbildende Mineralien. Aluminiumsilikate aus der Gruppe der Feldspäte.

Pyroxene. Große Gruppe von gesteinsbildenden Mineralien (Magnesiumsilikate, Eisen, Kalzium und Natrium). Die Pyroxene sind Bestandteile vieler magmatischer und metamorpher Gesteine, mancher davon fast ausschließlich.

Ilmenit. Gewöhnliches Mineral der Tiefen- und anderer Eruptivgesteine.

Olivin. Eines der Hauptminerale der Steinmeteoriten. Weitverbreitet in der Natur als gesteinsbildendes Mineral der ultrabasischen und basischen Gesteine.

Dunit. Körniges Tiefgestein, zuweilen mit abbauwürdig angereicherten Chromit- und Platinlegierungen.

Feldspäte. Meistverbreitete gesteinsbildende Mineralien. Aluminiumsilikat vor allem des Natriums und Kaliums.

Chondrite. Rundliche Körner (Chondren), welche in die silikatische Grundmasse eingebettet sind.

4. Die mineralogische Zusammensetzung der Mondgesteine

Die ersten Kosmonauten, die den Mond betraten, sammelten 22 kg Mondgestein: 11 kg Bruchstücke größer als 1 cm und 11 kg mit kleineren Durchmessern. Die Gesteine wurden als vulkanisch, aus einem Schmelzfluß kristallisiert erkannt. Die Proben kann man in vier Gruppen einteilen:

Typ A — feinkörnige, blasse, kristalline Gesteine

Typ B — mittelfeinkörnige, kavernöse, kristalline Gesteine

Typ C — Brekzien

RENATE WAHSNER

Gesetzesauffassung und Weltbild (I)

Der Aufsatz, dessen Veröffentlichung in den nächsten Heften fortgesetzt wird, interpretiert die ideologische Linienführung zur Überzeugungsentwicklung im neuen Astronomielehrplan. Er trägt zur theoretischen Begründung der fachübergreifenden ideologisch-erzieherischen Aufgaben des Astronomieunterrichts bei.

Typ D — Bruchstücke mit einem Durchmesser von weniger als 1 cm (Feinmaterial)
Die Hauptminerale der Gesteine sind Feldspat, Pyroxen und in für irdische Verhältnisse ungewöhnlich großen Mengen Ilmenit (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2
Vergleich der mineralischen Zusammensetzung von Basalten, Feldspatachondriten und Mondgestein (in Volumen-%)

Mineralien	Basalte	Mondgestein Typ A und B	Eukrite ¹
Pyroxen	29	46–53	44–62
Plagioklas	62	27–31	33–50
Ilmenit mit Beimengungen anderer intransparenter Mineralien	2	11–18	1–2
Olivin	bis 10	0–10	variabel
Kristoballit	—	0–5	—
Akzessorische Mineralien		bis 7	1–4

¹ Anmerkung: Nach den Daten von drei Eukriten: Nuevo Laredo, Sew County und Moore County.

Begriffserklärung:

Kristoballit. Mineral, das nur in glasigen vulkanischen Gesteinen vorkommt.

Die mineralische Zusammensetzung der Mondgesteine kommt den Basalten sehr nahe, besonders jedoch den Eukriten, kalziumreichen Feldspatachondriten.

Die Bodenprobe von Luna 16 wurde im Nordostteil des Meeres der Fruchtbarkeit entnommen, in einem Punkt mit den Koordinaten 0° 41' südlicher Breite und 56° 18' östlicher Länge, etwa 100 km westlich vom Krater Webb. Der Boden insgesamt ist ein unterschiedlich gekörntes dunkelgraues Pulver, das sich leicht formen läßt und zu einzelnen lockeren Klümpchen zusammenbackt. Darin unterscheidet es sich erheblich vom strukturlosen Erdenstaub, wenn auch die feinkörnigen Fraktionen mit durchschnittlichem Korndurchmesser von 0,08 ... 0,1 mm überwiegen. In dieser Eigenschaft erinnert der Mondboden eher an feuchten Sand oder an die Krümelstruktur unserer Böden.
(wird fortgesetzt)

Aus Zemlja i vseennaja 1970/3, S. 3–11, ergänzt durch Auszüge aus „Presse der SU“ 194/S. 6, 11 und 12.

Übersetzer: Dr. SIEGFRIED MICHALK
86 Bautzen, Schliebenstraße 2

Zum Verhältnis von Naturwissenschaft und Gesellschaftswissenschaft

Der Astronomieunterricht vermittelt den Schülern Grundwissen über Zusammenhänge kosmischer Objekte, über Gesetzmäßigkeiten kosmischer Prozesse und trägt zu der Erkenntnis bei, daß Naturwissenschaft und Technik Moment der gesamtgesellschaftlichen Entwicklung sind, deren Charakter und Ziel, deren Förderung in Art und Umfang sowie deren Anwendung von den konkreten gesellschaftlichen Verhältnissen bestimmt werden. Dadurch kommt die Naturwissenschaft mit gesellschaftswissenschaftlichen Problemen in Berührung; der Naturwissenschaftler wird vor politische und moralische Entscheidungen gestellt. Folglich hat er sich mit Problemen zu befassen, die weit über sein Fachgebiet hinausgehen. Der Naturwissenschaftler kann sich auch mit diesen Problemen *wissenschaftlich* auseinandersetzen, seitdem es eine Wissenschaft von der Gesellschaft gibt. Er muß es in steigendem Maße tun, je mehr die gesellschaftliche Entwicklung beherrschbar, d. h. je mehr die bewußte Gestaltung des entwickelten gesellschaftlichen Systems des Sozialismus notwendig wird. (Andererseits muß sich die Tätigkeit des Produktionsarbeiters immer mehr verwissenschaftlichen, denn nur so kann er zum Beherrscher des Ganzen werden.) Das 14. Plenum des ZK der SED wies nachdrücklich darauf hin, daß die Effektivität und Dynamik unserer Volkswirtschaft vor allem durch ihre planmäßige proportionale Entwicklung zu erhöhen ist. Um dieses zu erreichen, ist die „*Einbeziehung der Wissenschaft und Technik in die Planung des Reproduktionsprozesses*“ [1] ein unbedingtes Erfordernis. Für den Naturwissenschaftler wird es damit „zu einer wissenschaftsmoralischen Frage, daß bei der Planung der Forschung die Schwerpunkte aus dem unerschöpflichen Spektrum der Möglichkeiten ausgewählt werden, die den größten Nutzen materieller und ideeller Art für die sozialistische Gesellschaft, für die sozialistische Staatengemeinschaft erbringen, und daß die Resultate so effektiv wie möglich, das heißt z. B. auch in engster Zusammenarbeit mit den Wissenschaftlern der sozialistischen Staatengemeinschaft, erzielt werden.“ [2]

Um dieser Forderung gerecht werden zu können, braucht der Naturwissenschaftler eine gesellschaftswissenschaftliche Bildung. Denn die Naturwissenschaft selbst kann nichts über ihre Einordnung in das gesellschaftliche Gesamtsystem, über ihre Entstehung und Wirksamkeit aussagen, sie kann sich nicht selbst begreifen. Dazu werden die einzelnen Gesell-

schaftswissenschaften und die marxistisch-leninistische Weltanschauung benötigt. Diese *Einordnung der naturwissenschaftlichen Arbeit in den gesellschaftlichen Produktionsprozeß als Ganzes kann man auch als weltanschauliche Durchdringung der Naturwissenschaft formulieren.*¹

Auf diese Weise gehen in der wissenschaftlich-technischen Revolution, die unter sozialistischen Bedingungen durchgeführt wird, Naturwissenschaft und Gesellschaftswissenschaft eine immer engere Verbindung ein. Diese Einheit von wissenschaftlich-technischer und sozialistischer Revolution ist die reale Basis für die Verwirklichung der Einheit von Natur- und Gesellschaftswissenschaft. Ihr ging eine Konzeption über diese Einheit voraus, eine Konzeption, von der aus Natur und Gesellschaft einheitlich *wissenschaftlich* erfaßt werden konnten. Diese Konzeption ist die materialistische Geschichtsauffassung.

Die Entstehung der Naturwissenschaft

Mit der Begründung einer *Wissenschaft* von der Gesellschaft durch Marx war zugleich eine prinzipiell neue Auffassung von der Natur und der Naturwissenschaft gegeben. Damit vollzog sich eine prinzipielle Wandlung in der Auffassung, wodurch das Bewußtsein — also auch das Bewußtsein über die Natur — determiniert ist und was es darstellt. Es entstand folglich auch ein anderes Verhältnis von Naturwissenschaft und Philosophie, Naturwissenschaft und Weltanschauung.

„Die Naturwissenschaften haben eine enorme Tätigkeit entwickelt und sich ein stets wachsendes Material angeeignet. Die Philosophie ist ihnen indessen ebenso fremd geblieben, wie sie der Philosophie fremd blieben. Die momentane Vereinigung war nur eine **phantastische Illusion**. Der Wille war da, aber das Vermögen fehlte. Die Geschichtsschreibung selbst nimmt auf die Naturwissenschaft nur beiläufig Rücksicht, als Moment der Aufklärung, Nützlichkeit, einzelner großer **Entdeckungen**. Aber desto **praktischer** hat die Naturwissenschaft mittels der Industrie in das menschliche Leben eingegriffen und es umgestaltet und die menschliche Emanzipation vorbereitet, so sehr sie unmittelbar die Entmenschung vervollständigen mußte. Die Industrie ist das **wirklich geschichtliche Verhältnis der Natur und daher der Naturwissenschaft zum Menschen**; (Hervorhebung R. W.) *wird sie daher als exoterische (gegenständliche, äußerliche — R. W.) Enthüllung der menschlichen Wesens-*

¹ Vgl. WAHSNER, R.: *Naturwissenschaft und Weltanschauung*, URANIA-Mitteilungen 4/70

kräfte gefaßt, so wird auch das **menschliche Wesen der Natur** oder das **natürliche Wesen des Menschen** verstanden, daher die **Naturwissenschaft** ihre **abstrakt materielle** oder **vielmehr idealistische Richtung** verlieren und die **Basis der menschlichen Wissenschaft** werden, wie sie jetzt schon — obgleich in entfremdeter Gestalt — zur **Basis des wirklich menschlichen Lebens** geworden ist, und eine **andre Basis** für das **Leben**, eine **andre für die Wissenschaft** ist von vornherein eine **Lüge**.“ [3]

Industrie und Technik sind für den Menschen, für die Befriedigung seiner Bedürfnisse zurechtpräparierte natürliche Prozesse (= menschliches Wesen der Natur). Der Mensch kann sich auf diese Weise die Natur aneignen, weil er selbst ein natürliches Wesen ist, nicht außerhalb der Natur steht (= natürliches Wesen des Menschen).

Um aber den ganzen Menschen als natürliches Wesen zu erkennen, d. h. um ihn nicht in ein physisches und in ein moralisches Wesen zu spalten, muß er als Ensemble der gesellschaftlichen Verhältnisse verstanden werden. Dies bedingt die Existenz einer Gesellschaftswissenschaft. Ohne sie kann die Naturwissenschaft also nicht zum Verständnis ihrer selbst gelangen.

Da die **Industrie** das wirkliche Verhältnis des Menschen zur Natur realisiert, kann die Natur nur durch die Industrie beherrscht werden, also nur dann, wenn die Industrie und damit die Gesellschaft beherrscht wird. Mit der Naturwissenschaft,¹ — die den Menschen als Naturwesen nimmt, ohne dies zu begründen — eroberte sich der Mensch eine unabdingbare Voraussetzung zur Beherrschung der Natur. Die Naturwissenschaft entstand, indem das geozentrische Weltbild gestürzt und das heliozentrische errichtet wurde. Dieser Prozeß vollzog sich mit dem Übergang von der feudalen zur kapitalistischen Produktionsweise. Das heliozentrische Weltbild war das Weltbild der jungen Bourgeoisie.² ENGELS schreibt dazu in der „Dialektik der Natur“: „Die moderne Naturforschung, die Naturwissenschaft im eigentlichen Sinne, datiert von der Zeit der Re-

naissance, jener revolutionären Epoche des Übergangs vom feudalen Mittelalter zur bürgerlich-kapitalistischen Neuzeit. Es war die größte progressive Umwälzung, die die Menschheit bis dahin erlebt hatte, eine Zeit, die Riesen brauchte und Riesen zeugte. Riesen an Denkkraft, Leidenschaft und Charakter, an Vielseitigkeit und Gelehrsamkeit. Die Männer, die die moderne Herrschaft der Bourgeoisie begründeten, waren alles nur nicht bürgerlich beschränkt... Was ihnen aber besonders eigen, das ist, daß sie fast alle mitten in der Zeitbewegung, im praktischen Kampf leben und weben, Partei ergreifen und mitkämpfen... Auch die Naturforschung bewegte sich damals mitten in der allgemeinen Revolution und war selbst durch und durch revolutionär, hatte sie sich doch das Recht der Existenz zu erkämpfen.“ [4]

GALILEO GALILEI wurde vor 350 Jahren zum Begründer der Naturwissenschaft durch die große Erkenntnis der naturgesetzlichen Einheit des Universums. Er erkannte bei seinen astronomischen Beobachtungen, die er als erster mit einem Fernrohr durchführte, und bei der experimentellen Erforschung der Bewegung irdischer Massen die vom kopernikanischen Weltbild geforderte irdisch-physikalische Natur der Himmelskörper. GALILEI kam zu dem Schluß, daß die physikalischen Gesetze irdischer Prozesse grundsätzlich auch auf außerirdischen Körpern gelten.

Durch das Auffinden des Gravitationsgesetzes¹ (NEWTON) wurden die theoretische Astronomie (KEPLER) und die irdische Experimentalphysik (GALILEI) vereinigt. Es entstand die klassische Mechanik. [5] Sie war die erste Naturwissenschaft. Dies war sie als erste mathematisierte Wissenschaft. Mit ihr ging die Mathematik in die empirische Wissenschaft ein. Ausdruck für diesen Zusammenhang von Naturwissenschaft, empirischer Forschung und Mathematik ist das in der klassischen Mechanik formulierte Relativitätsprinzip. Ihm entspricht die Annahme bestimmter Symmetrieeigenschaften des physikalischen Raumes (Homogenität und Isotropie) und der physikalischen Zeit (Homogenität). Nach diesem Relativitätsprinzip ist die einwirkende Kraft nicht der Geschwindigkeit — wie in der aristotelischen Physik —, sondern der Beschleunigung direkt proportional. Durch dieses Gesetz, das die oben genannten Symmetrieeigenschaften voraussetzt — kann die Bewegung der ir-

¹ Die Ausführungen, die die Entstehung der Naturwissenschaft betreffen, stützen sich auf:

1. ENGELS: Anti-Dühring; Dialektik der Natur

2. TREDER, H.-J.: Extragalaktische Physik — ein neues Gebiet der Grundlagenforschung. In: Einheit 1967/3

3. WAGNER, K.: Naturwissenschaft und Humanismus, Taschenbuchreihe „Unser Weltbild“, Berlin 1969

² Es verhält sich mit dem heliozentrischen Weltbild wie mit allen revolutionären Traditionen der Bourgeoisie: teils wurden sie später verraten, teils bewies sich von Anfang an ihr bürgerlicher Klassencharakter. In diesem Falle Verabsolutierung der Voraussetzung der Naturwissenschaft, der Gleichsetzung von Mensch und Natur.

¹ NEWTON begründete um 1680 aus GALILEIS Fallgesetzen, den Eigentümlichkeiten der Mondbewegung und KEPLERS Gesetzen der Planetenbewegung sein allgemeines Gravitationsgesetz. (Zur Beziehung von Gravitationstheorie und Astronomie s. auch: TREDER, H.-J., Astronomie in der Schule 1968/1)

dischen und der Himmelskörper einheitlich erfaßt werden. Damit wurde das mittelalterliche geozentrische Weltbild widerlegt. *Die Erkenntnis der naturgesetzlichen Einheit der Erde und des Kosmos war die Geburtsstunde der Naturwissenschaft.*

Naturgesetzliche Einheit des Universums bedeutet:

1. *Es gibt überall Gesetze. Es gibt keinen Bereich, in dem keine Gesetze existieren.*

2. *Erde und Kosmos sind nicht grundsätzlich verschiedenen Charakters (Diesseits – Jenseits).*

Die Einheit von irdischer und kosmischer Physik bedeutet einerseits, daß die im Laboratorium erforschten und mathematisch formulierten Gesetze der Physik auf die Verhältnisse im Kosmos angewendet werden können und damit die Grundlage für die Erforschung kosmischer Phänomene bilden. Andererseits folgt aus dieser Einheit, daß die Gesetze, die wir über Bewegung und Beschaffenheit von Himmelskörpern erkennen, die Physik insgesamt, also auch unser Wissen über irdische Prozesse, bereichern.

3. *Gesetze erfassen Allgemeines, sie sind allgemeine und damit wesentliche Zusammenhänge. Ein Gesetz ist allgemein oder es ist kein Gesetz. Es gilt für unendlich viele Dinge und Erscheinungen; immer und überall, wenn entsprechende Bedingungen vorhanden sind.* Deshalb war die Erkenntnis der Einheit von Erde und Kosmos Voraussetzung, um überhaupt die Naturgesetzlichkeit, die Gesetzmäßigkeit der Natur zu erkennen, also eine Wissenschaft von der Natur zu begründen.

Erst die Wissenschaft ermöglicht es, von unmittelbar Erfahrbarem auf Unbekanntes und nicht direkt der Erfahrung Zugängliches zu schließen. Sie bezeugt, daß es zwischen Himmel und Erde keine prinzipielle Schranke gibt. Die Naturwissenschaft war insofern Beweis gegen Religion und Idealismus. Die Existenz einer prinzipiellen Schranke zwischen Erde und Himmel bedeutete, der universelle Zusammenhang ist hier unterbrochen, d.h. es gibt diesen Zusammenhang gar nicht, also es gibt keine Einheit der Welt. Folglich könnte die Welt nicht aus sich heraus bestehen, sondern sie müßte einen Schöpfer haben. Philosophisch-weltanschaulich bedeutsam war der mit dem Sturz des geozentrischen Weltbildes gelieferte Nachweis, daß es diese Lücke nicht gibt. Die Physik zeigte das Wie dieses Zusammenhangs.

Naturwissenschaft und frühbürgerlicher Humanismus

Die Naturwissenschaft konnte deshalb nur entstehen, wenn Autoritäts- und Dogmengläubigkeit durch strenge Trennung zwischen Mystischem und Rationalem überwunden wurden. Das Vertrauen der frühbürgerlichen Humanisten und Naturwissenschaftler auf die Kraft des menschlichen Verstandes beruhte auf der nun objektiv vorhandenen Möglichkeit, die Natur wissenschaftlich zu erfassen. Hierauf gründet sich die geistige Autonomie der Naturwissenschaft, die darin bestand, daß der Mensch nunmehr ein Mittel in der Hand hatte, um tiefer in die Naturvorgänge einzudringen als es die sinnlichen Wahrnehmungen allein und unmittelbar erlauben. Jetzt konnte man auf der Basis experimentell gesicherter Tatsachen zu Erkenntnissen vorstoßen, die dem äußeren Schein widersprechen.¹

Ein Spiegelbild dieser Entwicklung ist das neue astronomische Weltbild. Durch bloße Wahrnehmung kann das heliozentrische Weltssystem nicht errichtet werden. Die Erscheinung spricht für PTOLEMÄUS. Das kopernikanische System erfordert rationale Analyse. Damit wird zugleich die revolutionäre Bedeutung des rationalen, des wissenschaftlichen Vorgehens sichtbar. Das neue astronomische Weltbild zerstörte die Vorstellung eines geschlossenen, von göttlicher Weisheit regierten Weltalls, in dessen Zentrum die Erde und der auf ihr lebende Mensch als Geschöpf Gottes steht. Diese Negation der zentralen Stellung des Menschen war zutiefst humanistisch. Wenn der Mensch ein Mittel hat, um hinter den sinnlich wahrnehmbaren äußeren Schein zu sehen – die Gesetzeserkenntnis – dann verliert die göttliche Offenbarung ihre Funktion und Wirksamkeit.

Wie tief sich die Kirche als Vertreter der Feudalaristokratie durch die Begründung der Naturwissenschaft getroffen sah, beweist die Verurteilung GALILEIS, mit der gegen jeden Versuch, Dogmen einer experimentellen und rationalen Prüfung zu unterziehen, ein Exempel statuiert werden sollte. Der „Galileikonflikt“ erlangte historische Bedeutung, weil in ihm der Widerspruch zwischen Glauben und Wissen, zwischen scholastisch-dogmatischer

¹ Da die klassische Mechanik, die erste Naturwissenschaft, gleichzeitig eine Himmelsmechanik ist, die aus der Synthese der von KEPLER auf Grund des kopernikanischen Weltsystems begründeten theoretischen Astronomie und der von GALILEI begründeten experimentellen Erforschung der Bewegung irdischer Massen entstanden ist, wird klar, daß Behauptungen, die Astronomie hätte bis zum ersten Sputnik nur beobachtet, nicht zutreffend sind. Wäre dies wahr, wäre die Astronomie bis zu diesem Zeitpunkt keine Wissenschaft – als System von Gesetzen – gewesen.

und wissenschaftlich-rationaler Naturbetrachtung aufbrach. Der wissenschaftliche Standpunkt setzte sich schließlich deshalb durch, weil sich die Bourgeoisie als Klasse durchsetzte.²

Die Denkweise der Naturwissenschaft wie auch des Renaissancehumanismus als der derzeitigen Gesellschaftsauffassung war der ideelle Ausdruck des gegen die feudalabsolutistischen Mächte des Mittelalters kämpfenden aufstrebenden Bürgertums. Ihre gemeinsame weltanschauliche Grundhaltung, — die veränderte, selbstbewußte Einstellung des Menschen zur Welt und zu sich selbst — hat ihre gemeinsame sozialökonomische Wurzel im Übergang von der spätfudalen zur frühkapitalistischen Produktionsweise.

Das Bemühen der Denker jener Zeit, die natürlichen Ursachen der sozialen und Naturerscheinungen aufzudecken, die sozialen und Naturscheinungen aus sich heraus zu erklären, nachzuweisen, daß sie nicht von einem außerweltlichen Wesen geschaffen wurden, zeigt in einem die Progressivität und Inkonsistenz der Renaissancebewegung. Die *Naturerscheinungen* als durch *natürliche* Ursachen bedingt darzustellen, ist tatsächlich der Nachweis des Aus-sich-selbst-heraus-Bestehens der

Natur, und dieses Ziel der frühbürgerlichen Bewegung wurde deshalb in bestimmten Grenzen auch erreicht. Die *sozialen* Erscheinungen als durch *natürliche* Ursachen bewirkt darzustellen, kann aber nicht der Nachweis dafür sein, daß sie sich selbst bedingen. Die Gesellschaft, die sozialen Erscheinungen in ihrem eigenen und keinem phantastischen Zusammenhang aufzufassen, ist erst möglich, nachdem die *Spezifik* der objektiven Gesetzmäßigkeiten der gesellschaftlichen Entwicklung erkannt wurde. Erst dann ist es auch möglich, Natur und Gesellschaft von einem *einheitlichen* Standpunkt aus wissenschaftlich zu erfassen. Dieser Schritt vollzog sich bekanntlich erst mit dem dialektischen und historischen Materialismus, der Weltanschauung der Arbeiterklasse. Mit dieser einheitlich wissenschaftlichen Erfassung von Natur und Gesellschaft änderte sich auch der Gesetzesbegriff.

(wird fortgesetzt)

Literatur:

- [1] VERNER, P.: Bericht des Politbüros an die 14. Tagung des ZK der SED, ND vom 10. 12. 1970, S. 5.
- [2] LANIUS, K.: Physik und Weltanschauung. Einheit 1970/9, S. 1197 und 1198.
- [3] MARX, K.: Zur Kritik der Nationalökonomie, Ökonomisch-philosophische Manuskripte, MARX/ENGELS Werke, Ergänzungsband, Erster Teil, KARL MARX, Berlin 1968, S. 543.
- [4] MARX/ENGELS; Werke Bd. 20, Berlin 1962, S. 312 bis 313.
- [5] TREDER, H.-J.: Extragalaktische Physik — ein neues Gebiet der Grundlagenforschung. In: Einheit 1967/3.

Anschrift des Verfassers:
Dr. RENATE WAHNER
102 Berlin, Rathausstraße 9

KLAUS LINDNER

Forderungen des neuen Lehrplans an die unterrichtliche Behandlung des Stoffgebietes „Astrophysik und Stellarastronomie“

Der Verfasser charakterisiert Forderungen des neuen Lehrplans an die unterrichtliche Behandlung des Stoffgebietes „Astrophysik und Stellarastronomie“. Er erläutert Sachverhalte, die der Astronomieunterricht den Schülern zu vermitteln hat. Die Interpretation der Lehrplanaufgaben erleichtert die langfristige Planung und Unterrichtsvorbereitung. Diesem Zweck dient auch das beigegebene ausführliche Literaturverzeichnis.

Zu den auffallendsten Merkmalen des neuen Lehrplans für Astronomie, Klasse 10, gehört neben der straffen Gliederung in nur zwei Stoffeinheiten und den wesentlich präziseren Angaben über Umfang und Tiefe des Stoffes die Ausweitung der astrophysikalischen Themen. Sie begründet sich darin, daß in Astro-

physik und Stellarastronomie der naturwissenschaftliche Aspekt des Faches Astronomie erheblich deutlicher hervortritt als in den Betrachtungen über das Planetensystem. Das gilt sowohl für die Darbietung der Fakten und Zusammenhänge, denn Beschreibungen treten hinter Herleitungen deutlicher zurück, als auch für die Inanspruchnahme physikalischer und mathematischer Kenntnisse und Fähigkeiten der Schüler.

Während für die Behandlung der Sonne die gleiche Zeit zur Verfügung steht wie im bisherigen Lehrplan, erfährt die Unterrichtseinheit „Die Sterne“ eine wesentliche Erweiterung.

rung, die sich auch in der zeitlichen Planung (5 Stunden) ausdrückt. Dabei ist zu beachten, daß die Kosmogonie in Entstehung und Entwicklung der Sterne unterteilt wurde. (Nach dem neuen Lehrplan ist nur noch die Stellar-kosmogonie zu behandeln.) Da die Schüler die Sterne, ihre Veränderungen und ihre Entwicklung vor der interstellaren Materie kennenlernen, ergibt sich die – auf den ersten Blick unverständliche – Reihenfolge *Sternentwicklung – Sternentstehung*, wobei erstere in der Unterrichtseinheit „Die Sterne“, letztere in der folgenden Unterrichtseinheit „Das Milchstraßensystem und extragalaktische Systeme“ behandelt wird. Auf diese Umstellung ist bei der Planung des Unterrichts zu achten.

Mit der **Sonne** lernen die Schüler einen aus großer Nähe beobachtbaren *Stern* kennen. Diese Betrachtungsweise muß die gesamte Unterrichtseinheit „Sonne“ bestimmen. Sie steht in bewußtem Gegensatz zu der Stellung, die die Sonne innerhalb der 1. Stoffeinheit einnahm; dort war sie in der Hauptsache das Gravitationszentrum für die Bewegung der Planeten, Planetoiden und anderen Kleinkörper, allenfalls Quelle von Licht und Wärme für die Erde. Lediglich bei den Themen *Magnetosphäre der Erde, Kometen, Staub und Gas im interplanetaren Raum* hatten die Schüler in Andeutungen auch etwas über die Physik der Sonne erfahren. Nun betrachten sie die Sonne als Gaskugel, Strahlungsquelle, Ort gewaltiger Energieumwandlungen – kurz: als Stern. Sie erfahren dabei auch, daß für diesen Stern so günstige Beobachtungsmöglichkeiten bestehen, weil die Entfernung von der Erde gegenüber den Entfernungen anderer Sterne außerordentlich gering ist. Als Folge ergibt sich, daß wir die Sonne als Scheibe sehen und in der Lage sind, einzelne Erscheinungen auf ihrer Oberfläche wahrzunehmen und Veränderungen zu registrieren. Auch späterhin wird dieser Aspekt „Sonne als Stern“ zu beachten sein, z. B. bei der Darstellung der Galaxis und der Lage der Sonne im Sternsystem. Auch in den Zustandsgrößen der Sterne erkennen die Schüler einzelne Aussagen über die Sonne wieder. Sie sind zu der Erkenntnis zu führen, daß mit der gründlichen Erforschung der Sonne auch die Kenntnisse über die anderen – wesentlich schwerer zu untersuchenden – Sterne sicherer werden. Der Astronom kann die an der Sonne hergeleiteten Gesetze auf andere Sterne anwenden; so gelangt er durch Vergleich und Analyse zu Kenntnissen, die ihm sonst versagt bleiben müßten.

Schwierigkeiten ergeben sich bei der Erarbeitung des Sonnenspektrums, da hierfür ent-

sprechende Vorleistungen aus der Physik noch nicht zur Verfügung stehen.

Demgegenüber sind die Schüler bereits über Grundsätzliches aus der Kernphysik informiert, so daß die Energiefreisetzung in der Sonne – darauf aufbauend – behandelt werden kann. Der Astronomielehrer muß aber beachten, daß die Schüler die Masse-Energie-Relation aus dem Physikunterricht nicht kennen; dieses Thema sollte auch im Astronomieunterricht unberücksichtigt bleiben.

Die Verbindung zur 1. Stoffeinheit „Das Planetensystem“ ergibt sich an mehreren Stellen.¹ Die Erscheinungen der Sonnenaktivität, die Sonnenstrahlung (einschließlich des Sonnenwindes) und die solar-terrestrischen Beziehungen lassen sich nicht ohne Bezugnahme zu Erscheinungen auf der Erde und auf den anderen Körpern des Sonnensystems verstehen. Der Zusammenhang dieser Vorgänge und Erscheinungen untereinander ist ein bedeutender Hinweis auf den allgemeinen Zusammenhang der Dinge und Erscheinungen der objektiven Realität und dient der weltanschaulichen Bildung und Erziehung. Von gleicher Wichtigkeit ist die Erkenntnis, daß die Sonne sowohl kurzperiodische (Sonnenaktivität) als auch langsame, bleibende Veränderungen erleidet (Energiefreisetzung).

Im weiteren Verlauf des Astronomieunterrichts erkennen die Schüler diese Veränderungen als Teil eines Entwicklungsprozesses, dem alle Sterne unterliegen (Unterrichtseinheit „Die Sterne“). Auch die Überzeugung vom gesetzmäßigen Ablauf der Vorgänge (Sonnenaktivität, solar-terrestrische Beziehungen, Energiefreisetzung) gehört in diesen Zusammenhang.

Die Unterrichtseinheit „**Die Sterne**“ setzt mit der *Entfernungsbestimmung* ein. Die Schüler müssen erkennen, daß eine Aussage über den physikalischen Zustand eines Sterns nur möglich ist, wenn man seine Entfernung kennt. Die Darstellung umfaßt zwei Verfahren unterschiedlicher Reichweite. Obwohl die mathematischen Vorkenntnisse der Schüler eine Herleitung der benötigten Gleichungen durchaus gestatten würden, muß der Astronomieunterricht aus zeitlichen Gründen darauf verzichten. Trotzdem ist nicht an eine reine Faktendarbietung gedacht. Mit einem analog aufgebauten Beispiel irdischer *Entfernungsbestimmung auf trigonometrischem Wege* wiederholen die Schüler das zugrunde liegende Prinzip. Mit der Beziehung $r = \frac{1}{p}$ sind Übungs-

¹ Vgl. 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, S. 132.

aufgaben zu rechnen. Zum Verständnis der *photometrischen Entfernungsbestimmung* benötigen die Schüler Grundkenntnisse über scheinbare und absolute Helligkeit und ihre Maßeinheiten. Sie erfahren aber an dieser Stelle noch nicht, auf welchem Wege man zur Kenntnis der absoluten Helligkeit gelangt; der Lehrer muß mitteilen, daß einige Methoden zu deren Ermittlung später zur Sprache kommen. Im weiteren Verlauf des Astronomieunterrichts werden die Bestimmung aus Spektralklasse und Leuchtkraftklasse im HRD und die Bestimmung aus der Perioden-Helligkeits-Beziehung der Delta-Cephei-Sterne behandelt. Die Auswertung des (mathematisch schwieriger faßbaren) Zusammenhangs zwischen Entfernungsmodul und Entfernung erfordert eine Tabelle oder eine graphische Darstellung. Letztere wird im Lehrbuch enthalten sein.

Die *Zustandsgrößen* stellen in gewisser Hinsicht Verallgemeinerungen dessen dar, was die Schüler an der Sonne kennengelernt haben. Masse, Radius, Leuchtkraft, Oberflächentemperatur und mittlere Dichte wurden dort für den Einzelfall *Sonne* genannt; die gleichen Größen beschreiben aber in der Astrophysik eine Vielzahl recht unterschiedlicher Sterne. Sie sind auch nicht immer konstant und besitzen für viele Sterne z. T. weit auseinanderliegende Werte, deren Streubereiche oft nur schwer oder auch gar nicht vorstellbar sind. Die Zustandsgrößen *Temperatur*, *Spektralklasse* und *Leuchtkraft* charakterisieren die vom Stern ausgesandte Strahlung und beweisen im HRD ihren engen Zusammenhang. Demgegenüber beschreiben *Masse*, *Radius* und *mittlere Dichte* den Stern selbst. Daß die mittlere Dichte elementar aus Masse und Radius berechnet werden kann und daß die Folge der Spektralklassen eine Temperaturfrequenz ist, zeigt auch hier unübersehbare Verbindungen auf. (Wenn im Astronomieunterricht bei „Temperatur“ nicht ausdrücklich von der Temperatur im Sterninneren gesprochen wird, ist stets die effektive Temperatur gemeint. Sie wird in erlaubter didaktischer Vereinfachung als Temperatur an der Sternoberfläche bezeichnet.)

Neben den *Ergebnissen* der astronomischen Forschung müssen die Schüler auch Grundsätzliches über deren *Methoden* erfahren. Dabei kommt es nicht darauf an, Fähigkeiten oder gar Fertigkeiten zu erzielen, aber Verständnis und die Befähigung, wissenschaftliche Leistungen in Methode und Ergebnis zu würdigen, sind unbedingt anzustreben. Der Astronomielehrer erläutert also stets nur die Grundlagen der Bestimmung der genannten

Zustandsgrößen, nicht aber – oder nur im Ausnahmefall – die benötigten Gleichungen oder deren Herleitung. Wenn zur Vertiefung und Festigung Beispiele diskutiert werden sollen, so stehen dafür im Lehrbuch die entsprechenden Tabellen und graphischen Darstellungen zur Verfügung.

Einige der wichtigsten Zusammenhänge zwischen einzelnen Zustandsgrößen lassen sich durch das HRD beschreiben. Es dient im Astronomieunterricht als reiche Quelle von Erkenntnissen, nicht nur über die explizite in den Skalenteilungen genannten Größen, sondern auch über Massen, Radien und mittlere Dichten der Sterne. Neben möglichen Kombinationen von Temperatur und Leuchtkraft (das Diagramm sollte als Temperatur-Leuchtkraft-Diagramm eingeführt werden!) erarbeiten die Schüler am HRD genäherte Angaben vom Radius eines Sterns, Vergleiche zwischen gegebenen Sternen und der Sonne und wichtige Erkenntnisse über die Sternentwicklung. Außerdem lernen sie damit eine Möglichkeit kennen, aus gegebenen Werten für Spektralklasse und Leuchtkraftklasse die absolute Helligkeit und damit eine für die photometrische Entfernungsbestimmung benötigte Größe zu ermitteln.

Daß die Sterne Veränderungen erleiden, wird den Schülern bei der Behandlung der *Sterne mit veränderlichen Zustandsgrößen* deutlich. Dies sind jedoch keine bleibenden Veränderungen, sondern Schwankungen der Zustandsgrößen um einen Mittelwert, die im Vergleich mit den langsamen Veränderungen im Zuge der Sternentwicklung außerordentlich kurze Zeiten dauern. Hier bietet sich eine Bezugnahme auf die Erkenntnisse über die Veränderungen im inneren Aufbau der Sonne an. Mit der Perioden-Helligkeits-Beziehung der Delta-Cephei-Sterne lernen die Schüler ein zweites Verfahren zur Ermittlung absoluter Sternhelligkeiten kennen und wenden es (in Übungsaufgaben) zur photometrischen Entfernungsbestimmung an. Hierdurch ist eine günstige Gelegenheit zu effektiver und immanner Wiederholung gegeben.

Die Behandlung der *Sternentwicklung* schließt sich an das Thema „Sterne mit veränderlichen Zustandsgrößen“ an. Erst jetzt kann der Zusammenhang zwischen der beobachteten Vielfalt der Sterne (Hinweis auf das HRD!) und den Vorgängen im Sterninneren geklärt werden. Die Schüler müssen verstehen lernen, daß sich die Veränderungen im inneren Aufbau und in der Energiebilanz der Sterne auch in Verschiebungen innerhalb des HRD ausdrücken, so daß man aus diesem Diagramm unter bestimmten Voraussetzungen auch die

Entwicklungsphase eines Sterns ablesen kann. Der neue Lehrplan fordert das „Einordnen des beobachteten räumlichen Nebeneinanders von Sternen unterschiedlicher Entwicklungsstufen in das richtige zeitliche Nacheinander als Folge immer genauerer Kenntnisse über die Vorgänge im Innern der Sterne“. Hierzu bietet sich der Vergleich zwischen zwei offenen Sternhaufen unterschiedlichen Alters an; wiederum benutzen die Schüler die Darstellungsweise des HRD zu einer weiterführenden Aussage. Dabei erarbeiten sie sich eine Einsicht, deren ideologische Relevanz kaum zu übertreffen ist: Die heute existierenden Sterne sind nicht alle gleich alt, sondern entstanden zu unterschiedlichen Zeiten. Die nachfolgende Unterrichtseinheit stellt das Material zur Vervollständigung dieser Erkenntnis bereit: Auch gegenwärtig können noch Sterne entstehen. Die moderne Astrophysik verweist in zunehmendem Maße auf Beobachtungen, die solche Prozesse erfassen und bestätigen. Allerdings ist zu beachten, daß die Schüler eine Vorinformation über die Natur offener Sternhaufen benötigen. Es genügt jedoch, ihnen mitzuteilen, daß es sich dabei um Gruppen gleichzeitig entstandener Sterne handelt, die meist noch relativ jung sind.

Daß auf diese Weise neben dem Entwicklungsprinzip auch die Erkennbarkeit der Vorgänge, Erscheinungen und Zusammenhänge im Weltall überzeugend nachgewiesen wird, bedarf keiner Erläuterung. Durch die gesamte Unterrichtseinheit „Die Sterne“ erhalten die Schüler gleichzeitig eine Bestätigung für die unübersehbare Mannigfaltigkeit der kosmischen Erscheinungsformen.

In der Unterrichtseinheit „**Das Milchstraßensystem und extragalaktische Systeme**“ werden zunächst die *interstellaren Gas- und Staubwolken* vorgestellt.

Sie bilden das Material für die *Sternentstehung*.

Interstellare Wolken sollen straff systematisch behandelt werden; die Einteilung in Gas und Staub, jeweils leuchtende und nichtleuchtende Form, erleichtert die Gliederung. Auch die *Struktur der Galaxis* läßt sich gut systematisieren. Kern, Scheibe und Halo werden durch typische Vertreter charakterisiert; die offenen und die kugelförmigen *Sternhaufen* sind der Scheibe bzw. dem Halo zuzuordnen und so zu behandeln, daß die Schüler nicht nur die äußerlichen, sondern auch die physikalischen Unterschiede erfassen können: Sterndichte, Sternanzahl, räumliche Verteilung in der Galaxis (daraus folgt: Entfernung von der Erde), chemische Zusammensetzung, HRD, Alter. Obwohl der Begriff der Sternpopulation nicht be-

nutzt wird, erkennen die Schüler, daß diese beiden Arten von Sternhaufen völlig verschiedene Stern-„bevölkerungen“ besitzen.

Nimmt man die Sternassoziationen als extrem junge und kurzlebige Sternkollektive hinzu, so ergibt sich eine Skala abnehmender Konzentration zur galaktischen Ebene und zunehmender Sterndichte, die sich als Entwicklungseffekt deuten läßt. Damit besitzen die Schüler eine überschaubare Verbindung zwischen den vorangehenden Erörterungen von der Sternentwicklung, den nachfolgenden über die Sternentstehung und den abschließenden über die Anordnung der Sterne und des nichtstellaren Mediums in der Galaxis. Der – an sich naheliegende – Schritt zur Kosmogonie der Galaxis soll jedoch unterbleiben. Im Zusammenhang mit der Behandlung der Sternassoziationen und der Galaxienkerne ist die Rolle der sowjetischen Astrophysik zu würdigen und auf die Förderung der friedlichen Kosmosforschung im Sozialismus hinzuweisen.

Nach der Behandlung der Galaxis leitet der Unterricht zu den gleichartig oder ähnlich aufgebauten *außergalaktischen Sternsystemen* über. Die Schüler vergleichen unsere Vorstellung vom Bau der Galaxis mit Bildern anderer Galaxien und bringen sich zum wiederholten Male die Mannigfaltigkeit der Erscheinungsformen der Materie in Erinnerung. Sie erhalten ferner einen Eindruck von der Größe des gegenwärtiger astronomischer Forschung zugänglichen Raumes und festigen ihre Überzeugung von der Unbegrenztheit des Weltalls. (Der Ausdruck „Unendlichkeit“ ist zu vermeiden, da er zu erheblichen Mißverständnissen führen kann.) Die Fluchtbewegung der Galaxien wird nicht behandelt, da die Schüler aus dem Physikunterricht keine Kenntnisse über den DOPPLER-Effekt mitbringen. Es dürfte sich aber oftmals ergeben, daß im Zusammenhang mit der Ausdehnung des gegenwärtig erforschten Raumes Fragen nach dieser Erscheinung auftreten. Sie sollten nicht zurückgewiesen werden. Der Astronomielehrer muß vielmehr in einem solchen Falle bestätigen, daß sich die Fluchtbewegung der Galaxien aus einigen Besonderheiten ihrer Spektren folgern läßt und daß sich offenbar der Teil des Weltalls, in dem wir uns befinden, in einer seit etwa 10^{10} Jahren andauernden Expansionsbewegung befindet.

In den letzten beiden Stunden des Astronomie-Lehrgangs wird die gesamte Astrophysik wiederholt und zusammengefaßt. Einer *Übersicht unter historischem Aspekt* schließt sich die allgemeine *Zusammenfassung unseres heutigen Bildes vom Weltall* an, in der auch die Verbindungen zur 1. Stoffeinheit „Das Planetensystem“ zu erneuern sind. Die Schüler stehen

hier an den Grenzen gesicherten Wissens und bekommen eine Vorstellung davon, an welchen Problemen die astronomische Wissenschaft gegenwärtig arbeitet. Es ergeben sich besonders in dieser letzten Stunde nochmals hervorragende Möglichkeiten, den Unterricht aktuell zu gestalten und durch eine anregende Diskussion in den Schülern den Wunsch zu wecken, sich auch über die Schulzeit hinaus mit astronomischen Problemen zu befassen.

Bereits eine oberflächliche Durchsicht der 2. Stoffeinheit im neuen Lehrplan läßt erkennen, daß die **Verbindungen zu anderen Unterrichtsfächern** sehr genaue Beachtung verdienen. Besonders deutlich ist diese Forderung ausgeprägt, wenn Vorleistungen aus anderen Fächern benötigt werden. Sehr eng sind die Beziehungen zum *Physikunterricht*. Wir finden sie im einzelnen im Lehrplan; jedoch ist besonders zu erwähnen, daß der Astronomielehrer in einem Falle selbst physikalische Fakten mit den Schülern erarbeiten muß (Sonnenpektrum). Hierzu ist die Durchführung von Demonstrationsexperimenten notwendig. Darüber hinaus stellt der ständige Umgang mit physikalischen Größen, auch wenn deren Werte z. T. weit außerhalb der Erfahrung der Schüler liegen, eine wertvolle Ergänzung des Physikunterrichts dar.

Berechnungen und Darstellung bzw. Diskussion funktionaler Beziehungen — auch in analytischer Form — schaffen vielfältige Brücken zwischen *Astronomie- und Mathematikunterricht*. Die Schüler müssen erkennen, daß die astronomischen und physikalischen Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge mit mathematischen Mitteln nicht nur sehr übersichtlich darzustellen, sondern auch besonders einfach zu

handhaben sind. Die Gleichung $r = \frac{1}{p}$ (trigonometrische Entfernungsbestimmung) kann hier als besonders einprägsames Beispiel dienen.

In den letzten beiden Stunden der Stoffeinheit „Astrophysik und Stellarastronomie“ werden Kenntnisse aus dem *Geschichtsunterricht* reaktiviert und mit astronomischen Überlegungen verknüpft. Wie schon am Ende der ersten Stoffeinheit sollen die Schüler an diesem zusammenfassenden Überblick unter historischem Aspekt die Abhängigkeit der Wissenschaftsentwicklung von der Entwicklung der gesamten Gesellschaft erkennen. Im Gegensatz zum Lehrplan von 1959 sind diese historischen Betrachtungen bis zur Gegenwart weitergeführt, so daß die Schüler auch aus historischer Sicht das Entwicklungsprinzip erkennen können. Damit wird zugleich dem Anliegen des Faches *Staatsbürgerkunde* entsprochen, dessen

ideologisch-erzieherischer Inhalt eng mit dem astronomischen Lehrstoff verflochten ist.

Themen aus der Astrophysik bilden zum Teil auch den Inhalt eines **Beobachtungsabends**. Es wird empfohlen, die obligatorischen Beobachtungen in zwei Veranstaltungen von je etwa 90 Minuten Dauer durchzuführen. Die zweite dieser Veranstaltungen sollte die folgenden Aufgaben enthalten:

1. Kennenlernen der typischen Wintersternbilder;
2. Beobachtung von Einzelheiten an einem hellen Planeten;
3. Schätzen der Farbe und der scheinbaren Helligkeit des Sternlichtes (am Sternbild Orion);
4. Fernrohrbeobachtung des Doppelsternsystems Mizar;
5. Beobachtung eines offenen Sternhaufens (Plejaden) mit dem bloßen Auge und mit dem Fernrohr.

Die Aufgaben 3, 4 und 5 sind astrophysikalischen Themen zugeordnet; die Aufgaben 1 und 2 und die fünf Aufgaben des ersten Beobachtungsabends gehören der Stoffeinheit „Das Planetensystem“ an. Das mag auf den ersten Blick als ein unausgeglichenes Verhältnis erscheinen; man muß jedoch zweierlei berücksichtigen:

- Beobachtungen zur Astrophysik lassen sich mit dem den Schülern i. allg. zur Verfügung stehenden relativ kleinen Instrument nur sehr begrenzt durchführen. Die Schülerbeobachtungen wurden nicht allein unter dem Aspekt der Wissensvermittlung ausgewählt. Sie sollen auch emotionale Wirkungen ausüben, Interesse und Freude am Astronomieunterricht wachhalten. Dazu eignen sich Objekte aus dem Bereich des Planetensystems erheblich besser als die nur in sehr leistungsfähigen Fernrohren eindrucksvoll erscheinenden astrophysikalischen und stellarastronomischen Objekte.
- Die Schüler müssen vor allem an solchen Aufgaben arbeiten, bei denen sich ein exakt nachweisbares Ergebnis erzielen läßt. Das sind im wesentlichen astrometrische Probleme.

Klassenarbeiten sind im neuen Lehrplan nicht vorgesehen. **Leistungskontrollen** erfolgen nur in mündlicher Form oder als schriftliche Kurzkontrollen. Erfahrungsgemäß lassen sich mündliche Leistungskontrollen im Astronomieunterricht in sehr begrenztem Umfang ermöglichen. Nur wenige Astronomielehrer werden in einem Schuljahr auf diese Weise mehr als 1 bis 2 Noten für jeden Schüler erhalten können. Daher ist der Planung schriftlicher Kurz-

kontrollen große Aufmerksamkeit zu schenken, nicht erst in der Astrophysik, sondern schon vom Beginn des Schuljahres an. Da sich die letzten Unterrichtseinheiten zudem mit dem Prüfungszeitraum überschneiden und die Vorzensuren relativ frühzeitig fertig sein müssen, besteht die Gefahr, daß die Stellarastronomie in den Leistungskontrollen unberücksichtigt bleibt. In diesem Falle hilft eine Hausarbeit weiter. Das neue Lehrbuch enthält z. B. Aufgaben zum HRD, die ohne weiteres zu einer Hausarbeit zusammengefaßt und bewertet werden können. Damit soll natürlich nicht einer generellen Hausaufgabenerteilung im Astronomieunterricht das Wort geredet werden. Im vorliegenden Falle erscheint sie jedoch gerechtfertigt, da sie an die Stelle einer schriftlichen Kurzkontrolle tritt.

Zweifelloos ist im neuen Lehrplan der Stoffkomplex „Astrophysik und Stellarastronomie“ gegenüber der bisherigen Unterrichtskonzeption anspruchsvoller geworden. Die Forderungen an die Schüler sind gestiegen, obwohl kaum stoffliche Erweiterungen erfolgten; vielmehr muß der Stoff jetzt erheblich gründlicher durchdacht werden. Auch die Ansprüche an die Unterrichtsführung durch den Lehrer sind gestiegen. Zwar stellt der Lehrplan ein Gerüst für das zu erreichende Wissen und Können und für die geistige und praktische Tätigkeit der Schüler zur Verfügung, aber der eigentliche Unterrichtsprozeß ist damit nicht vorgegeben. Ihn zu planen, zu leiten und zu lenken wird für den Lehrplan 1971 weiterhin ein wesentlicher Teil der schöpferischen pädagogischen Arbeit jedes Astronomielehrers sein.

Literaturhinweise zur Unterrichtsvorbereitung

- Beiträge in „Astronomie in der Schule“, Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin:
 AMBARZUMJAN, V. A.: Die kosmogonische Bedeutung veränderlicher Objekte im Weltall, 6 (1969) 6, S. 143–148.
 AMBARZUMJAN, V. A.: Die Kerne in Galaxien, 7 (1970) 1, S. 6–13.
 GÜNTHER, O.: Die Erforschung der Quasare, 5 (1968), S. 49–53.
 HOFFMEISTER, C.: Die Welt der Spiralnebel, 4 (1967) 1, S. 1–2.

- POPPEL, G.: Sternphysik und Philosophie, 4 (1967) 1, S. 3–7.
 SCHUKOWSKI, M.: Die Zustandsgrößen der Sterne, 3 (1966) 6, S. 131–135; 4 (1967) 1, S. 7–11; 2, S. 37–39; 3, S. 57–58.
 SCHUKOWSKI, M.: Hauptetappen der Entwicklung der Astronomie im 19. Jahrhundert und in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, 7 (1970) 4, S. 83–88.
 SCHUKOWSKI, M.: Wesentliche astronomische Forschungsrichtungen und -methoden der Gegenwart, 7 (1970) 5, S. 104–107.
 SCHUKOWSKI, M.: Die Astrophysik im Rahmen der Fachastronomie, 7 (1970) 6, S. 127–131.
 WAHNSNER, R.: Philosophische Betrachtungen über die räumliche Ausdehnung des Weltalls, 4 (1967) 2, S. 30–37.
 WAHNSNER, R.: Kann Materie neu entstehen? 5 (1968) 1, S. 9–12.
 ZIMMERMANN, H.: Sternmodelle und Sternentwicklung, 6 (1969) 4, S. 89–94.
 BERNHARD, H.: Zur weltanschaulich-philosophischen Bildung und Erziehung im Lehrfach Astronomie, 5 (1968) 3, S. 56–65.
 BERNHARD, H.: Forderungen des neuen Lehrplans an die ideologische Erziehung im Astronomieunterricht, 7 (1970) 4, S. 73–81.
 KÖNIG, W.: Vergleichende Betrachtungen des HRD unter weltanschaulich-philosophischen Gesichtspunkten, 6 (1969) 1, S. 15–18.
 LINDNER, K.: Methodische Probleme der Astrophysik, 4 (1967) 1, S. 11–18.
 LINDNER, K.: Lehrmittel für den Astronomieunterricht, 5 (1968) 6, S. 138–139.
 LINDNER, K.: Lehrmittel für den Astronomieunterricht, 6 (1969) 5, S. 133–134.
 SCHUKOWSKI, M.: Möglichkeiten und Bedeutung von Strukturierungen für die Systematisierung im Fach Astronomie, 5 (1968) 5, S. 110–115.
 STIER, J.: Bemerkungen zum neuen Lehrplan für Astronomie, 7 (1970) 3, S. 49–57.
 Karteikarten in „Astronomie in der Schule“, Volk und Wissen, Volkseigener Verlag.
 BERNHARD, H.: Zeittafel zur Geschichte der Astronomie, 4 (1967) 6.
 BERNHARD, H.: Philosophische Grundlagen des Lehrfaches Astronomie, 6 (1969) 4.
 DORSCHNER, J.: Interstellare Materie, 7 (1970) 1.
 GÜNTHER, O.: Entwicklung der Fixsterne, 3 (1966) 2.
 GÜNTHER, O.: Entfernungen und Entfernungsbestimmungen im Universum, 5 (1968) 6.
 GÜNTHER, O.: Arbeitsmethoden der astronomischen Forschung, 6 (1969) 1.
 LINDNER, K.: Helligkeit und Helligkeitsmessungen astronomischer Objekte, 5 (1968) 1.
 LINDNER, K.: Beobachtungsobjekte im Milchstraßensystem, 7 (1970) 4.
 SCHUKOWSKI, M.: Zustandsgrößen der Sterne, 4 (1967) 4.
 SCHUKOWSKI, M.: Vergleiche zum Lehrplanabschnitt „Das Milchstraßensystem – Das Weltall“, 5 (1968) 3.
 STEINERT, K.-G.: Die Zustandsgrößen der Sterne, 3 (1966) 2.

Anschrift des Verfassers:

Dr. KLAUS LINDNER
 7024 Leipzig, Grunicekstraße 7

EDGAR OTTO

Zur Tätigkeit der Arbeitsgemeinschaften Astronautik nach dem neuen Rahmenprogramm für die Klassen 9 und 10

Auf der Grundlage des Gesetzes über das einheitliche sozialistische Bildungssystem und im Zusammenhang mit der Einführung neuer Lehrpläne orientiert das Ministerium für Volksbildung u. a. auf die Gründung von Arbeitsgemeinschaften „Astronautik“ in den 9. und 10. Klassen. „Astronomie in der Schule“

wird dazu in bestimmten Abständen anleitende Beiträge und Erfahrungsberichte mit dem Ziel veröffentlichen, die verantwortungsvolle Tätigkeit der Arbeitsgemeinschaften vielseitig zu unterstützen. Gleichzeitig bitten wir alle Leser, die Redaktion über Erfahrungen und Meinungen zu informieren. Der fol-



Schüler der Arbeitsgemeinschaft Astronautik am Satellitenbeobachtungsgerät der Sternwarte Eilenburg

gende Beitrag enthält erste Erläuterungen zum verbindlichen zentralen Rahmenprogramm für die Arbeitsgemeinschaft „Astronautik“.

Mit der „Direktive zur Einführung von Rahmenprogrammen für die Tätigkeit der Arbeitsgemeinschaften der Klassen 9 und 10 der Oberschulen“ wird die Bildung von gesellschaftswissenschaftlichen, wissenschaftlich-technischen und kulturell-künstlerischen Arbeitsgemeinschaften in den Klassen 9 und 10 der Oberschulen geregelt.¹ Damit wird eine fakultative Form der Bildung und Erziehung eingeführt, die dazu beiträgt, die Schüler zielstrebig auf spätere berufliche Anforderungen und auf ihre Qualifizierung in weiterführenden Bildungseinrichtungen vorzubereiten.

In der Reihe der vom Ministerium für Volksbildung herausgegebenen Rahmenprogramme wurde auch das Rahmenprogramm für die Arbeitsgemeinschaften der Klassen 9 und 10 „Astronautik“ als verbindliche Grundlage zur Verteilung gebracht. Da eine große Zahl von Astronomielehrern die Gelegenheit nutzen wird, in einer AG Astronautik interessierte Schüler zusammenzufassen, um sie in die historische Entwicklung, die wissenschaftlichen Grundlagen und Perspektiven der Astronautik einzuführen, sollen einige Gedanken zur Verwirklichung des Rahmenprogramms dargelegt werden.

1. Grundsätzliches zum Rahmenprogramm

Um das Rahmenprogramm mit höchster Qualität zu erfüllen, sollten fakultative Arbeits-

gemeinschaften erst nach sorgfältiger Prüfung der personellen und materiellen Voraussetzungen ihre Tätigkeit aufnehmen.

Ein zentrales Rahmenprogramm ist kein Lehrplan, in dem alle Einzelheiten festgelegt sind. Bei aller Verbindlichkeit des Rahmens hat der AG-Leiter den Plan seiner AG nach den schulischen Voraussetzungen, örtlichen Besonderheiten und aktuellen Ereignissen besonders der sowjetischen Weltraumforschung aufzustellen. Dieser Arbeitsplan ist lt. Direktive vom Direktor der Schule zu bestätigen.

2. Vorschlag einer zeitlichen Aufteilung auf zwei Jahre

Bei einer Annahme von 55 Veranstaltungen der AG in beiden Schuljahren könnte meines Erachtens etwa folgende Aufteilung auf die einzelnen Arbeitsgebiete vorgenommen werden:

1. Die geschichtliche Entwicklung der Raumfahrt 8 Veranstaltungen
 2. Physikalische und chemische Grundlagen des Raumfluges 8 Veranstaltungen
 3. Grundlagen der Himmelsmechanik 6 Veranstaltungen
 4. Raumfahrzeugtypen und ihre Aufgaben 10 Veranstaltungen
 5. Satellitenbeobachtung 8 Veranstaltungen
 6. Der Mensch im Weltraum 5 Veranstaltungen
 7. Zur besonderen Verwendung (Exkursionen, Vorbereitung auf MMM, weitere Beobachtungen, aktuelle Ereignisse usw.) 10 Veranstaltungen
- insgesamt 55 Veranstaltungen

Diese Aufstellung ist lediglich als eine Planung des zeitlichen Umfanges zu betrachten. Es erscheint mir nicht zweckmäßig, z. B. alle acht Veranstaltungen zur geschichtlichen Entwicklung der Raumfahrt als lückenlose Folge an den Anfang zu stellen. Interessanter wird der Ablauf, wenn z. B. die physikalischen Grundlagen dabei gleichzeitig vermittelt werden. Damit wird die Wechselwirkung von wissenschaftlicher Erkenntnis und Entwicklung der Produktivkräfte, wie sie auch als Leitlinie in unserem Astronomielehrplan dargestellt wird, besser erkennbar. Auch die Grundlagen der Himmelsmechanik müssen bald am Anfang vermittelt werden, da sich aus ihnen die Anforderungen an die Technik ergeben. Die Vermittlung der neueren geschichtlichen Entwicklung wird wiederum verbunden mit der Darstellung der verschiedenen Raumfahrzeugtypen und ihrer Weiterentwicklung seit 1957. Eine

¹ Siehe Direktive zur Einführung von Rahmenprogrammen für die Tätigkeit der gesellschaftlichen, wissenschaftlich-technischen und kulturell-künstlerischen Arbeitsgemeinschaften der Klassen 9 und 10 der Oberschulen. In: Verfügungen und Mitteilungen des Ministeriums für Volksbildung und des Staatssekretariats für Arbeit und Berufsausbildung Nr. 25 vom 31. Dezember 1969.

gute Koordinierung mit den Stoffplänen Astronomie und anderer naturwissenschaftlicher Fächer ist selbstverständlich wünschenswert. So wird zunächst jeder AG-Leiter seinen eigenen Plan aufbauen und erproben. Nach einem Jahr Erfahrung ist es sicher angebracht, die verschiedenen Wege zu vergleichen und Erfahrungen auszutauschen.

3. Hinweise auf Lehr- und Arbeitsmittel zu den Abschnitten des Rahmenprogramms

Die in den Bezirks- und Kreisstellen für Unterrichtsmittel vorhandenen Tonbänder, Filme und Bildreihen sowie Lehrmittel für den Unterricht besonders in Astronomie und Physik sollten genutzt werden, um eine interessante und effektive Arbeit zu leisten. Die nachstehenden Angaben erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es können zusätzliche örtliche Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit den Kreisvorständen der Urania und der DSF sowie den Militärklubs ausgeschöpft werden, die über Anschauungsmaterial zu den einzelnen Themen verfügen. Die nachstehenden Zahlenangaben bezeichnen die Nummern der Bildreihen und deren Einzelbilder. Es waren folgende Bildreihen durchgesehen:

- R 345 Eroberung des Weltalls
- R 449 1. Raumflug des Menschen
- R 478 Raumflug des Menschen II
- R 542 Gesetze der Planetenbewegung

3.1. Die geschichtliche Entwicklung der Raumfahrt

- Ziolkowski R 345/1
- Erfolge der UdSSR R 449, 7–10, 17–19, 23, 24
- R 478/1–4, 15–19, 33–40

3.2. Physikalische und chemische Grundlagen des Raumfluges

- R 478/6
- R 345/2, 7, 8
- Lehrtafel „Flüssigkeitsrakete“

3.3. Grundlagen der Himmelsmechanik

- R 542/8–9, 16–19
- F 806 Gesetze der Planetenbewegung
- Tellurium und Planetenschleifengerät (ohne Projektor)
- R 345/9, 10, 14, 15, 24
- R 449/15, 16

3.4. Raumfahrzeugtypen und ihre Aufgaben

- Sammlung von Angaben aus Zeitungen und Zeitschriften

3.5. Satellitenbeobachtung

Anschauungsmittel:

- TF 763 Satellitenbeobachtung a. d. Schulsternwarte Rodewisch
- R 449/11–14
- R 478/5
- R 345/19–22, 28
- Anschauungstafel „Horizontsystem“
- Tonband MB – A 461 „Funkverbindungen mit künstlichen Himmelskörpern“

3.6. Der Mensch im Weltraum

- R 478/8–11
- R 449/1–6
- Tonfilm (Color) „Und wieder zu den Sternen“
- Tonfilm (Color) „Himmelsbrüder“
- Diese Progreß-Filme sind bei den Bezirksstellen für Unterrichtsmittel erhältlich.

Zusätzliche Angaben zu den Literaturhinweisen im Rahmenprogramm

- Der Weg zum Mond HEINZ MIELKE
- Astronomie-Lehrbuch Klasse 10
- Der Mensch im Weltall LEONOW/LEBEDEW
- Probleme der Raumflug-Medizin BEIER/DÖRNER
- Der Sprung ins Weltall GAGARIN/LEBEDEW
- Raumfahrt-Lexikon MIELKE

Zeitungen und Zeitschriften

- Astronomie in der Schule
- Urania
- Junge Welt
- Presse der SU
- Wissenschaft und Fortschritt
- Technikus
- Sowjetunion

4. Bemerkungen zum Abschnitt Satellitenbeobachtung

Die im Rahmenprogramm (Abschnitt 5) gestellten Anforderungen sind nicht leicht zu erfüllen, da in den meisten Fällen die gerätemäßigen Voraussetzungen fehlen. Hier wird eine Beschränkung auf das Mögliche zwangsläufig erfolgen. Einfache Beobachtungen und Vermessungen sollten jedoch angestrebt werden. Die Voraussetzung zur Beobachtung von Satelliten ist vor allem die Kenntnis der voraussichtlichen Durchgangszeiten und Positionen (sogenannte Ephemeriden). Diese Bahn-daten lassen sich nur sehr kurzfristig in einer der nachstehenden Satellitenbeobachtungsstationen der DDR erfragen: Sternwarte Bautzen, 86 Bautzen, Friedrich-List-Straße 8,

Volks- und Schulsternwarte „JURI GAGA-RIN“, 728 Eilenburg/Mansberg, Schulsternwarte Rodewisch, 9706 Rodewisch, Sternwarte Schwerin, 27 Schwerin, Weinbergstraße 17.

Die Einrichtungen sind sicher bereit, dort vorliegende Angaben weiterzuleiten. Eine Positionsvermessung auch mit einfachen Mitteln erfordert die Kenntnis des Horizontsystems, das am Anfang der 10. Klasse in Astronomie behandelt wird.

Als optische Geräte sind vor allem Instrumente mit schwacher Vergrößerung und großem Gesichtsfeld, die auf einem Stativ befestigt sind, geeignet. Auch einfache Visiergeräte ohne Optik (z. B. das Lindenthaler Schülerübungsgerät für Astronomie) sind für helle Objekte verwendbar. Zur Zeitmessung genügt eine Stoppuhr, mit der man die Zeitdifferenz oder in Verbindung mit einer genauen Uhr den Meßzeitpunkt ermittelt. Die Durchführung genauer Messungen ist nur in Verbindung mit einer Satellitenstation möglich. Eine solche Exkursion sollte rechtzeitig geplant und angemeldet werden. Eine Einführung in die Beobachtungen ist auch in einem Kleinplanetarium möglich.

5. Exkursionen zu Sternwarten und Satellitenbeobachtungsstationen

In den Vorbemerkungen zum Rahmenprogramm Astronautik werden derartige Exkursionen empfohlen, da nicht jede AG direkt an solchen Einrichtungen stationiert ist. Die Schüler sollen dabei besonders erkennen, wie genauere Vermessungen von künstlichen Erdsatelliten vorgenommen werden und welcher Geräteaufwand notwendig ist, um die Meßgenauigkeit zu steigern.

Vielfach wird sich die Exkursion auch in den Dienst des Astronomieunterrichts stellen las-

sen, so daß selbst größere Anfahrtswege (z. B. an einem Wandertag, der differenziert AG verschiedener Richtungen dienen kann) vertretbar sind.

An der Sternwarte Eilenburg, zu der ein Kleinplanetarium und die Satellitenbeobachtungsstation gehören, wären z. B. folgende Aufgaben bei einer Exkursion zu erfüllen:

– Darstellung im Planetarium

Der Verlauf einer Satellitenbahn am Himmel, das Horizontsystem als Gradnetz für Positionsvermessungen, Orientierung am Sternhimmel

– Besichtigung der Station

Kenntlernen der Geräte zur Satellitenvermessung, Vorführung der Zeitanlage und der Funkempfangsanlage

– Durchführung von Satellitenbeobachtungen

mit bloßem Auge und optischen Geräten (je nach Wetterlage) mit Positionsvermessungen

– Erläuterung der Auswertung von Beobachtungen

mit der Darstellung von internationalen Beobachtungsprogrammen und deren Bedeutung

– Konsultationen zu Fragen der Astronautik

Erläuterung der zielstrebigsten Entwicklung der sowjetischen Raumfahrt

Ergänzende Literatur:

1. NÜRNBERGER, K.-H.: **Schulpolitische und inhaltliche Fragen bei der Einführung der Rahmenprogramme in den Klassen 9 und 10.** In: Pädagogik, 25 (1970) 7, 653–659.
2. STIER, J.: **Bemerkungen zum neuen Lehrplan Astronomie.** In: Astronomie in der Schule, 7 (1970) 3, 49–57.
3. OTTO, E.: **Satellitenvermessungen am Schulfernrohr.** In: Astronomie und Raumfahrt, 1969, 3, 67–69.

Anschrift des Verfassers:

Oberlehrer EDGAR OTTO jun.

728 Eilenburg/Mansberg

Volks- und Schulsternwarte „JURI GAGARIN“

UNSERE BILDER

Titelseite – Junge Modellbauer einer Arbeitsgemeinschaft Astronautik in der Moskauer Vorstadt Schelkovo unter Leitung von A. SOLODNIKOWA bauen verschiedene Modelle ein- und mehrstufiger Raketen. Diese Modelle sind flugfähig und erheben sich mittels eines Raketenmotors, der mit Brennstoff betrieben wird. Die Schüler aus Schelkovo konnten in einem Wettbewerb mit ihrer Arbeit den ersten Platz erringen und wurden dafür mit dem Gagarin-Pokal ausgezeichnet. Auf unserem Bild bereiten KOLJA BULGAKOW (rechts) und JURA SCHUSCHKIN das Raketenmodell „Sojus“ zum Start vor.
Aufnahme: W. LEWKINA, NOWOSTI

2. Umschlagseite – Große Instrumente zur Beobachtung der Sonne werden meist als Turmteleskope gebaut. Ein Coelostat wirft das Sonnenlicht in ein waagrecht in der Kuppel angeordnetes Objektiv, von wo aus es durch den Turmschaft zu den im allgemei-

nen unterirdisch angelegten Spektrografenräumen geleitet wird. Unser Bild zeigt den in den Jahren 1920 bis 1922 in interessanter und eigenwilliger Architektur errichteten „Einstein-Turm“ auf dem Telegraphenberg in Potsdam. Der Coelostatenspiegel in der Kuppel hat einen Durchmesser von 85 cm, das Objektiv eine Brennweite von 14,5 m.
Aufnahme: M. STROHBUSCH, Potsdam

3. Umschlagseite – Orientierungskarte für den Beitrag „Wir beobachten mit dem Schulfernrohr“.

Zeichnung: H.-J. NITSCHMANN, Bautzen
Zentrallegend des Sternbildes Orion, aufgenommen mit einer Zeiss-Amateur-Astrokamera 71/250, Belichtungszeit 30 Minuten, Aufnahmematerial ORWO ZU 2.
Aufnahme: H. NIEMZ, Bautzen

4. Umschlagseite – Der Große Orionnebel in einer Aufnahme mit der Schmidtamera des 2-Meter-Universal-Spiegelteleskops des Karl-Schwarzschild-Observatoriums in Tautenburg bei Jena. Belichtungszeit 30 Minuten. Siehe dazu unseren Beitrag „Wir beobachten mit dem Schulfernrohr“.

Aufnahme: Prof. Dr. N. RICHTER, Tautenburg

AUS FORSCHUNG UND LEHRE

● Temperaturen der Exosphäre der Planeten

In der äußeren, dünnsten Schicht der Erdatmosphäre, der Exosphäre, ist die thermische Geschwindigkeit der Teilchen so groß, daß sie in den interplanetarischen Raum entweichen können. Das gilt insbesondere für die leichten Gase – für Wasserstoff und Helium. Eine ähnliche Erscheinung ist auch für die höchsten Teile der Sonnenkorona charakteristisch.

I. M. MATORA, Mitarbeiter am Vereinigten Kernforschungsinstitut in Dubna, verglich die dimensionslose Beziehung $3,2 \text{ kT/mgU}$ der Atome des Wasserstoffs miteinander (mH – Masse des Wasserstoffatoms), die sich in den oberen Schichten der Exosphäre der Erde und in den höchsten Teilen der Sonnenkorona befinden, wozu er die entsprechenden Werte für die Temperatur und das Gravitationspotential einsetzte. Es zeigte sich, daß diese Beziehungen nicht nur gut übereinstimmen, sondern auch dem Wert 0,5 nahekommen. Bekanntlich wird die oberste Grenze der möglichen Temperaturen vieler Sterne durch deren Gravitationspotential bestimmt. Von diesem Standpunkt aus besitzen die Exosphären der Erde und der Sonne Höchsttemperaturen. Überraschend ist hierbei, daß nicht die gravitierenden Unterschiede der Magnetfelder von Erde und Sonne, nicht die Zusammensetzung und der Ionisationsgrad der Teilchen in deren Exosphären sowie andere Unterschiede in den Bedingungen den bestimmenden Einfluß der eigenen Gravitationsfelder dieser Himmelskörper auf die Temperatur der irdischen Exosphäre und der Sonnenexosphäre beeinträchtigen. Das interplanetare Gas in der Umgebung der Bahnen anderer Planeten (außer der Erde) besteht hauptsächlich aus Wasserstoff – atomarem oder ionisiertem –, weswegen zu erwarten ist, daß die Beziehung $3,2 \text{ kT/mgU}$ für die Exosphären von Merkur, Venus, Mars und Jupiter ebenfalls nahe bei 0,5 liegt. Schätzungen ergaben, daß unter diesen Voraussetzungen, die auch die Ergebnisse der Erforschung der Venusatmosphäre durch kosmische Apparate berücksichtigen, die Temperaturen der Exosphären von Merkur, Venus und Mars entsprechend 400 K, 800 K und 300 K betragen. (Die Temperatur der Exosphäre der Erde beträgt rund $1,5 \cdot 10^3 \text{ K}$ und die der obersten Sonnenkorona – $2 \cdot 10^6 \text{ K}$.) Da auf diese Weise errechnete Temperatur der Exosphäre des Jupiters beträgt 25 000 K.

„Priroda“ Nr. 70-1970 aus Presse der SU 103 70

● Gasgemische für Sicherheit der Kosmonauten

Trotz der recht umfangreichen Erfahrungen aus den Weltraumflügen verfügt die Wissenschaft noch nicht über die „ideale Atmosphäre“, welche die Sicherheit der Kosmonauten völlig gewährleisten kann. Zu dieser Schlußfolgerung gelangte der sowjetische Kosmobiologe N. A. AGADSHANJAN. Um die Widerstandsfähigkeit der Kosmonauten zu erhalten, schlägt er vor, das Gasgemisch in der Kabine entsprechend der Dauer und dem Programm des Fluges zu ändern, während man bis dahin umgekehrt bestrebt war, die Stabilität der Zusammensetzung, des Drucks und der Temperatur des Gasgemisches in Raumflugkörpern aufrechtzuerhalten. Als am zweckmäßigsten hat sich herausgestellt, daß in der Kabine beim Start und während der aktiven Flugphase ein Gasgemisch wie auf der Erde vorhanden ist – darin verträgt der Organismus des Menschen die Beschleunigung, Vibration und Überhitzung am besten. Eine solche Atmosphäre ist jedoch für den Ausstieg des Menschen in den Kosmos ungeeignet, dabei tritt die Höhenkrankheit sehr heftig auf. In den Skaphandern zum Ausstieg in den offenen Weltraum ist reiner Sauerstoff mit einem Druck von etwa 200 mm Quecksilbersäule unerlässlich. Bei einem langandauernden Flug und im Zustand der Schwerelosigkeit ist es am besten, Gasgemische aus Sauerstoff und Stickstoff in verschiedenen Verhältnissen und unter einem Druck von 760 bis zu 380 mm Quecksilbersäule aufeinander folgen zu lassen. Andernfalls werden die Kosmonauten die Überlastungen bei den Manövern und bei der Landung

schlecht vertragen. In großen Raumschiffen sowie Orbital- und Planetenstationen müssen in den verschiedenen Räumen unterschiedliche Gasgemische herrschen, von der „irdischen“ bis zur reinen Sauerstoffatmosphäre mit einem Druck von 200 mm, um Gesundheitschädigungen, hervorgerufen durch Gaskverminderung, zu verhüten. Das bietet gleichzeitig die Möglichkeit, die Höhenkrankheit sowie die toxische Wirkung reinen Sauerstoffs zu vermeiden und die Fähigkeit des Menschen zu erhalten, Beschleunigungen zu ertragen.

„Priroda“ Nr. 4-1970 aus Presse der SU 101 1970

● Sonnenlaboratorium mißt ultraviolette Strahlen

Im astronomischen Institut der Universität Wrocław wurde unter Leitung von Prof. Dr. JAN MERGENTALER eine Meßapparatur entwickelt, mit der die Kurzwellenstrahlung der Sonne bestimmt werden kann. Die Apparatur erhielt die Bezeichnung Röntgenspektroheliograph und wird in nächster Zeit in einem der sowjetischen Erdsatelliten installiert, der in den Weltraum startete.

Mit diesem „Sonnenlaboratorium“ im Innern der geophysikalischen Rakete kann man während des Flugs in den Weltraum die von der Sonne ausgestrahlten ultravioletten Strahlen, die in erheblichen Grad von der Erdatmosphäre absorbiert werden, genau untersuchen.

Das auf diese Weise in einer Höhe von etwa 100 km über der Atmosphäre aufgezeichnete „Sonnenbild“ erlaubt es, nach Rückkehr der Apparatur auf die Erde die Strahlungsintensität abzulesen. Die zur gleichen Zeit auf der Erde durchgeführten optischen Beobachtungen der Sonne ergänzen die Untersuchungen im Kosmos.

Interpress aus Presse der SU 87/1970

● Krinovit – ein bisher unbekanntes Mineral

In Meteoriten sind alle auf der Erde bekannten chemischen Elemente vertreten. Die Zusammensetzung und Struktur der Meteorite weisen jedoch eine Reihe von Besonderheiten auf, die die spezifischen Bedingungen bei der Bildung der Meteoritensubstanz widerspiegeln. So fehlen in den Meteoriten der uns bekannten Typen die Merkmale einiger physikalisch-chemischer Prozesse der Mineralbildung, die in der Erde weit verbreitet sind. Das führt zu einer Verminderung der Anzahl der in Meteoriten möglichen Minerale und deren Verbindungen im Vergleich zu den irdischen Mineralen. Außerdem ist in Meteoriten meistens Mangel an Sauerstoff spürbar; in ihnen kommen nur niedere Oxide vor.

Dieser Umstand schränkt ebenfalls die Vielfalt der möglichen Minerale in Meteoriten ein, zugleich führt er jedoch dazu, daß in ihnen eine Reihe Phasen und Minerale vorhanden sind, die man auf der Erde nicht antrifft und die somit Meteoriten eigen sind. Die wesentliche Besonderheit der Meteoritensubstanz ist der Umstand, daß die metallische Phase in Form von Nickelteufen darin weit verbreitet ist. Es kommen in Meteoriten beträchtlich weniger Minerale vor als in der Erdkruste, aber dafür auch solche, die es bei uns nicht gibt.

Bis 1960 waren in Meteoriten insgesamt rund 30 Minerale entdeckt worden, während damals auf der Erde etwa 1500 bekannt waren. Im letzten Jahrzehnt jedoch stieg diese Anzahl in Verbindung mit dem zunehmenden Interesse der Wissenschaftler an der Erforschung der außerirdischen Substanz und insbesondere der Meteoritensubstanz sowie mit der Anwendung neuer und verbesserter Forschungsmethoden auf mehr als das Doppelte. Besonders interessant sind die spezifischen Meteoritenminerale. Dazu gehört das 1968 von den amerikanischen Mineralogen E. OLSEN und L. FUCHS entdeckte neue Silikat, das in Graphiteinschlüssen dreier Eisenmeteorite gefunden wurde. Dieses Mineral wurde von den Entdeckern zu Ehren des bekannten sowjetischen Meteoritenforschers, des Doktors der geologisch-mineralogischen Wissenschaft J. L. KRINOW, Krinovit genannt. Durch die Methode der elektronischen Son-

dierung wurde die chemische Zusammensetzung des Minerals bestimmt. Es ergab sich dafür die chemische Formel $\text{NaMg}_2\text{CrSi}_2\text{O}_{10}$. Seine Kristallstruktur und die Parameter des Gitters, das spezifische Gewicht sowie andere physikalische Eigenschaften wurden ebenfalls bestimmt. Versuche, dieses Mineral bei Temperaturen von 650 bis 1400 °C bei langer Einwirkungszeit (bis zu einigen Wochen) oder bei hohen Drücken (bis zu 25 Kilobar) synthetisch herzustellen, blieben erfolglos, was von den schwierigen Bedingungen seiner Entstehung zeugt.

„Priroda“ Nr. 3-1970 aus Presse der SU 78/1970

● Astronomische Beobachtungen beim Camping

In den vergangenen Sommerferien zelteten wir vier Wochen am Zeltplatz „Portenschmiede“ an der herrlichen Saalealtersperr. Zu unserer Fotostärkung gehörte auch ein Teleskopobjektiv von 40 cm Brennweite, das wir zu einem Fernrohr umbauten, indem wir die hintere Staubschutzkappe mit einem kreisrunden Loch von 24,5 mm $\varnothing$ versahen (Laubsäge) und dort das 6-mm-Zeiss-Okular hineinsteckten. Handelsübliche Zwischenringe sorgen für den erforderlichen Abstand. Mit der 6fachen Vergrößerung konnten wir bei leichter Abblendung Jupiter, Venus und Mond sowie mit der Projektionsmethode die Sonnenflecken ausgezeichnet beobachten. Wir waren äußerst überrascht, welches Interesse vorhanden war. An jedem klaren Abend kamen neue Besucher aller Altersgruppen hinzu. Die Gespräche umfaßten einen weiten Rahmen und dauerten oft bis in die späte Nacht, und bei vielen wurden doch recht unwissenschaftliche Vorstellungen beseitigt. Alle hatten das Gefühl, ihre Freizeit sinnvoll genutzt zu haben. Deshalb kann man dieses Beispiel zur Nachahmung empfehlen. Es sei erwähnt, daß verschiedene Teleskope in einer neuartigen Leichtbauweise mit Hilfe aus dem Schrott geretteter älterer Achromate selbst gebaut wurden. Die Qualität ist ausgezeichnet, und sie haben sich seit Jahren bewährt.

Interessenten wenden sich an GERD HUTHMANN, 425 Eisleben, Erweiterte Oberschule.

GERD HUTHMANN

● Selbstbau eines Kleinplanetariums

Erfahrungsgemäß fällt es vielen Schülern im Astronomieunterricht nicht leicht, die komplizierten Gesetze der Himmelsmechanik zu begreifen. Der Besuch eines Planetariums ist in den meisten Fällen nur einmal im Schuljahr möglich; außerdem können feste Erkenntnisse nur nach wiederholtem Besuch vermittelt werden.

Von diesen Überlegungen ausgehend entwickelten und bauten Lehrer und Schüler der Oberschule 3391 Brumby im Schuljahr 1969/70 ein Planetarium, das der Öffentlichkeit auf der Schulmesse, der Kreismesse und der Bezirksmesse der Meister von morgen vorgestellt wurde.

Das Planetarium mit einem Standgerät mit den Abmessungen 100 × 85 × 60 cm. Der Sternhimmel mit etwa 300 Fixsternen, der Sonne und dem Mond wird auf eine Halbkugel aus Klarglas, die außen mit einem weißen Farbanstrich versehen ist, projiziert.

Der Projektor ist ein Sternglobus (normale Größe) mit etwa 300 Nadeleinischen verschiedener Stärke entsprechend den Größenklassen der Fixsterne. Im Mittelpunkt des Sternglobus befindet sich eine verhältnismäßig starke punktförmige Lichtquelle von 12 V, 25 W.

Der Projektor wird von einem Spielzeugmotor (4 V) angetrieben. Die Untersezung erfolgt durch ein Uhrwerk; sie ist so ausgelegt, daß sich der Globus in 7 Minuten einmal um seine Achse bewegt. Die scheinbare Bewegung des Sternhimmels wird also im Zeiterfassungssystem demonstriert. Der Projektor mit Antrieb ist so aufgehängt, daß seine Neigung verändert werden kann. Es läßt sich also durch Veränderung seiner Neigung die Bewegung des Sternhimmels auf den Breiten zwischen 90° N und etwa 30° N veranschaulichen.

Auf der Ekliptik befinden sich entsprechend den Sonnenständen vom März, Juni, September und Dezember 4 Bohrungen von etwa 10 mm Durchmesser, von denen jeweils 3 Bohrungen durch Haftmagneten

abgedeckt werden. Dadurch wird die Veranschaulichung der Sonnenbahnen zu den 4 Jahreszeiten ermöglicht. Eine der Bohrungen kann gegebenenfalls durch teilweise Abdeckung die Mondbahn demonstrieren.

Mit dem Planetarium lassen sich im wesentlichen folgende Begriffe veranschaulichen bzw. erklären:

- die scheinbare Bewegung des Sternhimmels auf den Breiten zwischen 90° N und 30° N,
- die Sonnenstände bzw. Sonnenbahnen am 21. 3., 21. 6., 23. 9. und 21. 12.,
- die Begriffe Zirkumpolarsterne, obere und untere Kulmination, Zenit, Polhöhe, mathematischer und natürlicher Horizont, Polartag und Polarnacht.

Das Gerät ist bereits bei nur leicht verdunkeltem Klassenraum einsetzbar.

Das Umdenken auf die Betrachtungsweise von „außen“ bereitet den Schülern keine Schwierigkeiten. Mit wenigen Handgriffen kann eine Vorrichtung montiert werden, die das Vermessen eines Sternes im Horizontsystem nach Höhe und Azimut gestattet. Die Materialkosten belaufen sich auf etwa 100,- Mark. Nicht in diesen Preis einbezogen ist die Halbkugel. Interessenten wenden sich an den Kollegen FECHNER, 3391 Brumby, Oberschule.

● Amateurastronomen wollen helfen

Wie bereits mitgeteilt (Astronomie in der Schule 7, (1970) 6, S. 117), veranstaltete der Zentrale Fachausschuß Astronomie des Deutschen Kulturbundes gemeinsam mit dem Ministerium für Volksbildung eine Arbeitstagung zur Unterstützung des Astronomieunterrichts. Sie fand am 14. und 15. 11. 1970 in Berlin statt; über 60 Amateurastronomen nahmen daran teil. Außerdem durch mehrere Mitarbeiter des Ministeriums für Volksbildung und der APW war die Schulastronomie auch durch Redaktionsmitglieder unserer Zeitschrift vertreten.

Im ersten Referat der Tagung charakterisierte Dr. KLAUS LINDNER die Aufgaben, die mit der Einführung des neuen Lehrplanes für unser Fach von allen Astronomielehrern der Republik zu bewältigen sind. Er wandte sich dabei an die Amateurastronomen mit der Bitte, den Astronomieunterricht vor allem bei der Durchführung der obligatorischen Schülerbeobachtungen zu unterstützen. Als weitere Möglichkeiten der Mitarbeit nannte er die Tätigkeit als Leiter außerunterrichtlicher Arbeitsgemeinschaften und die Hilfe bei der Qualifikation der Astronomielehrer für die Beobachtungstätigkeit.

HEINZ ALBERT hielt das zweite Referat. Er informierte die Amateure über die Besonderheiten der Methodik astronomischer Schülerbeobachtungen und verwies dabei auf die Notwendigkeit einer strengen Bindung an die Lehrplanforderungen. Die Schließung eines Beobachtungsabends mit Schülern zeigte den Anwesenden an einem konkreten Beispiel die Unterschiede zwischen der amateurmäßigen und der schulischen astronomischen Beobachtung.

In der Diskussion zu beiden Vorträgen wurde deutlich, daß die Amateurastronomen an einer Mitarbeit bei der Durchführung von Schülerbeobachtungen sehr interessiert sind. Kritische Bemerkungen richteten sich vor allem gegen einige Astronomielehrer bzw. Schritte, die in den vergangenen Jahren entsprechende Angebote in ihrem Territorium zurückwiesen oder unbeachtet ließen. Auch zum Problem der Qualifikation der Astronomielehrer gab es kritische Hinweise. Dr. FRITZ MEIER (Ministerium für Volksbildung) kündigte an, daß die Bezirkschulräte über das Ergebnis der Tagung informiert werden und schlug vor, im ersten Halbjahr 1971 Beratungen der örtlichen Volksbildungsorgane mit den entsprechenden Fachgruppen durchzuführen.

Am zweiten Beratungstage fand der Vortrag von Dr. JOHANNES DORSCHNER (Universitätssternwarte Jena) zum Thema „Aufbau und Geschichte des Universums im Lichte der modernen Kosmogonie“ außerordentliches Interesse und viel Beifall.

In Auswertung der Tagung hat der Zentrale Fachausschuß Astronomie des Deutschen Kulturbundes beschlossen, daß alle Bezirksfachausschüsse konkrete Angaben über die Möglichkeiten der einzelnen Fachgruppen zur Mitarbeit erarbeiten und den Bezirkschulräten zur Verfügung stellen.

REZENSIONEN

Kalender für Sternfreunde 1971, herausgegeben von Dr. P. AHNERT, Sonneberg, 1971, 208 Seiten mit 37 Abbildungen, broschiert, 4,50 M. Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig.

Der für jeden Astronomielehrer, Leiter einer schulastronomischen Einrichtung oder Arbeitsgemeinschaft unentbehrlich gewordene „Ahnert“ war bereits im Oktober des vergangenen Jahres auf dem Büchermarkt zu haben. Wie immer finden wir in diesem Büchlein die astronomischen und physischen Ephemeriden von Sonne und Mond, die Sternzeit für jeden Tag des Jahres, die Daten der Finsternisse, die heliozentrischen und geozentrischen Positionen der großen Planeten und der hellen Planetoiden, die Erscheinungen der Mondsysteme von Jupiter und Saturn sowie Vorausberechnungen des Lichtwechsels veränderlicher Sterne.

Rund ein Viertel des Umfangs nehmen diesmal Kurzberichte über neuere astronomische Arbeiten und Entdeckungen sowie Aufsätze über aktuelle und historische Themen ein. Ein zwölfseitiger Tafelteil bringt in sehr guter Wiedergabe Aufnahmen, die Raumfluggeräte vom Mond und vom Planeten Mars gewonnen haben.

Wie der Herausgeber im Vorwort sehr treffend vermerkt, stellt das vorliegende Büchlein keinen Kalender im Sinne des Wortes dar. Herausgeber und Verlag sollten deshalb überprüfen, ob in Zukunft nicht ein anderer Titel gewählt werden sollte, der dem Charakter des „Ahnert“ als kleines astronomisches Jahrbuch mehr gerecht würde.

NITSCHEMANN

Mit **Teaching of Astronomy and Astronomy Educational Material (AEM)** werden zwei Veröffentlichungen benannt, die von Prof. Dr. EDITH A. MÜLLER, Vorsitzende der Kommission Nr. 46 bei der Internationalen Astronomischen Union (IAU Commission 46), im Jahre 1970 herausgegeben worden sind. Die erste Publikation umfaßt 58 Seiten und enthält einen Überblick über den derzeitigen Stand des Astronomieunterrichts in 27 Staaten (von Argentinien bis zu den USA). An der Vorbereitung dieser Veröffentlichung,

die für die Sitzung der Kommission der IAU, Nr. 46 im Verlauf des XIV. Kongresses der IAU 1970 in Brighton/Sussex (England) bestimmt ist, beteiligten sich 28 Autoren. Jeder Beitrag ist in einen Abschnitt eingeteilt, der einerseits den Astronomieunterricht an den mittleren Schulen (Secondary Schools) und andererseits die Astronomieausbildung an den Hochschulen (Universities), einschließlich der Ausbildung der Astronomielehrer, betrifft. Aus den sozialistischen Staaten arbeiteten mit: Dr. N. S. NIKOLOV (Bulgarien), Dr. J. SÍROKY (CSSR), Prof. Dr. H. LAM-BRECHT (DDR), Dr. B. SEIDL (Ungarn), Dr. N. L. DINULESCU (Rumänien) und Prof. Dr. E. V. KONONOVICH (UdSSR).

An der zweiten Veröffentlichung, AEM, die 193 Seiten umfaßt, beteiligten sich 39 Autoren; sie ist in 6 Abschnitte eingeteilt:

1. Bücher (66 Seiten)
2. Atlanten, Kataloge, Wörterbücher, Enzyklopädien, Handbücher (30 Seiten)
3. Magazine, Zeitschriften, Jahrbücher (16 Seiten)
4. Vorlesungsnotizen, Übungen, Probleme der Prüfungen (27 Seiten)
5. Filme (18 Seiten)
6. Bildbänder, Fotos, Diapositive (18 Seiten)

Es muß hervorgehoben werden, daß die Lehrmaterialien nicht nach Staaten eingeteilt worden sind, sondern vielmehr nach Sprachen.

So enthält z. B. der 1. Abschnitt – Bücher – 15 Sprachen, von Arabisch bis Schwedisch; entscheidend ist die Sprache der Veröffentlichung, nicht der Erscheinungsort. Von den europäischen Sprachen fehlen z. B. Finnisch und Rumänisch. Die in Englisch geschriebenen Bücher umfassen 10 Seiten; dann folgen Russisch mit 9 Seiten, Spanisch mit 5 Seiten, Französisch, Deutsch und Japanisch mit jeweils 4 Seiten; ferner Tschechisch mit 3 Seiten usw.

Bei jedem Werk ist vermerkt, ob es für den allgemeinen Gebrauch (G. P. – General Public) oder für Schüler der Grundschulen im Alter von 6 bis 12 Jahren (E. = Elementary Schools), der mittleren Schulen im Alter von 12 bis 18 Jahren (S. = Secondary Schools), der Grundkurse an den Hochschulen (U. G. = General Universities) evtl. für Studenten im Spezialfach Astronomie (A. = Astronomy) bestimmt ist.

Dr. JAROMÍR SÍROKY
(übersetzt von A. ZENKERT)

ZEITSCHRIFTENSCHAU

HORIZONT, HORST HOFFMANN: **Interstat und Interputnik**, 3 (1970) 36, 22/23. Eine Dokumentation um kommerzielle und politische Probleme der internationalen Nutzung von Fernmeldesatelliten. Der kapitalistischen Variante in Form der von den USA beherrschten Interstat (= Internationales Konsortium für Fernmeldesatelliten) wird der von der UdSSR und anderen sozialistischen Staaten vorgeschlagene „Vertrag zur Schaffung eines internationalen Fernmeldesystems mittels künstlicher Erdsatelliten“ (Interputnik) gegenübergestellt.

URANIA, SIEGFRIED MARX: **Pulsare – Leuchtfeuer im Weltall**, 1970, 8, 4–7. Entdeckung, Eigenschaften und Deutung der Pulsare als Neutronensterne. – A. B. BLAGONRAWOW/J. SAIZEW: **Wissenschaft und Raumfahrt**, 1970, 8, 10–17. Übersichtsbeitrag über astronomische und irdische Nutzungsmöglichkeiten der Raumfahrt sowie über das beiderseitige förderliche Wechselverhältnis zwischen Wissenschaft und Raumfahrt. – SIEGFRIED MARX: **Jupiter und seine Monde**, 5/1970. – **Der Andromedanebel**, 6/1970. – **Der Ringplanet Saturn**, 7/1970. – **Die Sternhaufen h und chi Perseus**, 8/1970. – **Das Siegestorn**, 9/1970 (jeweils S. 77 des betreffenden Heftes).

PRESSE DER SOWJETUNION, T. KRUPINA: **Die Kosmosapotheke**, 1970, 85, 5; aus: „Sowetskaja rossija“ vom 18. 6. 1970. Zur medizinischen Betreuung von Kosmonauten während des Fluges. – NIKOLAJEW und SEWASTJANOW noch einmal im Blickpunkt der Öffentlichkeit, 1970, 86, 3–5; aus: „Prawda“ vom 10. 6. 1970. Pressekonferenz nach dem erfolgreichen Abschluß des Fluges von Sojus 9. – W. KURT: **Teleskop auf der Umlaufbahn**, 1970, 87, 6; aus: „Iswestija“ vom 17. 6. 1970. Darlegungen zu astronomischen Forschun-

gen von Satelliten aus. – F. A. ZIZIN: **Weltall und Unendlichkeit**, 1970, 89, 7–8; aus: „Priroda“ 6/1970. Ausführungen zu dem Buch „Unendlichkeit und All“ (Moskau 1969), das das überarbeitete und ergänzte Material eines Symposiums zur dialektisch-materialistischen Analyse der Unendlichkeit des Alls (1965) enthält. – P. PIDKASSISTY: **Die Schüler das Lernen lehren**, 1970, 95, 19–20; aus: „Utschitskaja gaseta“ vom 16. 6. 1970. – W. MOROS: **Was wissen wir von der Venus**, 1970, 101, 6–8; aus: „Prawda“ vom 19. 8. 1970. – W. SCHIROKOW: **Gespräche mit Wettersatelliten**, 1970, 103, 4; aus: „Prawda“ vom 7. 8. 1970.

JUGEND UND TECHNIK, K.-H. NEUMANN: **18 Tage im Weltraum**, 18 (1970) 8, 678–681. Zum Flug von Sojus 9.

ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT, JOHANNES CLASSEN: **Gas auf der Mondoerfläche**, 1970, 2 33 bis 42. Autor diskutiert zunächst bisherige Erklärungen lunarer Leuchterscheinungen und trägt sodann den Gedanken vor, daß es sich bei den beobachteten Leuchterscheinungen um Lumineszenzvorgänge in den dem Mond entströmenden Gasen handelt.

HORST HOFFMANN: **Kooperation im Kosmos**, 1970, 2, 54–58. Informationsbericht über den XX. Kongreß der Internationalen Astronautischen Föderation. – W.-D. FROMM: **Der Einsatz von Bodenrechnern in Raumfahrzeugen**, 1970, 2, 59–62. – SIEGFRIED MARX: **Photographische Photometrie in der Astronomie**, 1970, 3, 65–70. Nach theoretischen Erläuterungen legt der Autor dar, wie mit in der DDR produziertem Photo- und Filmmaterial das RGU- und das UVB-System dargestellt werden können.

Abgeschlossen: 30. September 1970

Dr. MANFRED SCHUKOWSKI

TAGE DER SCHULASTRONOMIE

VOM 8. BIS 13. JULI 1971 IN BAUTZEN

DONNERSTAG, DEN 8. JULI 1971

9.30 Uhr Eröffnung der Tagung

Neuere Ergebnisse der astronomischen Forschung – Dr. habil. O. GÜNTHER, Potsdam

Forderungen des neuen Lehrplans zur Orientierung am Sternhimmel und ihre Verwirklichung im Astronomieunterricht – R. KOLLAR, Radebeul

Arbeitsaufgaben und Forschungsvorhaben der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften zur Entwicklung der Methodik des Astronomieunterrichts – J. STIER, Berlin

FREITAG, DEN 9. JULI 1971

Vorbereitung, Durchführung, Auswertung und Organisationsformen der vom neuen Lehrplan geforderten obligatorischen Schülerbeobachtungen – H. ALBERT, Crimmitschau

Astronomische Ereignisse im Schuljahr 1971/72 und ihre Einbeziehung in die Lösung der Lehrplanaufgaben – Dr. K. LINDNER, Leipzig

Stellung und Funktion der Beobachtung und des Experiments in der naturwissenschaftlichen Forschung – Dr. H. BERNHARD, Bautzen

Johannes Kepler – Leben und Werk – Dr. Hermann, Berlin

SONNABEND, DEN 10. JULI 1971

Der Einsatz des Schulfernrohres im Astronomieunterricht und in den Arbeitsgemeinschaften H. NIEMZ, Bautzen

Die Herstellung einfacher Meßgeräte und ihre Verwendung für die astronomischen Schülerbeobachtungen – P. GRAF, Bautzen

MONTAG, DEN 12. JULI 1971

Der „Kalender für Sternfreunde“ und seine Anwendungsmöglichkeiten bei der Vorbereitung der astronomischen Schülerbeobachtungen – Dr. P. AHNERT, Sonneberg

Etappen und Perspektiven der sowjetischen Raumfahrt – H. MIELKE, Berlin

Ziele, Aufgaben und Probleme der Tätigkeit in den Arbeitsgemeinschaften der Klassen 9 und 10 Dr. M. SCHUKOWSKI, Rostock

DIENSTAG, DEN 13. JULI 1971

Ziel, Inhalt, Methoden und Ergebnisse der Tätigkeit der Arbeitsgemeinschaften „Astronautik“ E. OTTO, Ellenburg

10 Jahre Forschungsarbeit mit dem 2-Meter-Universal-Spiegelteleskop des Karl-Schwarzschild-Observatoriums in Tautenburg bei Jena – Prof. Dr. RICHTER, Tautenburg

RAHMENVERANSTALTUNGEN

- Praktische Übungen mit dem Schulfernrohr
- Praktische Übungen zur Orientierung am Sternhimmel
- Übungen mit der drehbaren Schülersternkarte
- Leserkonferenz der Zeitschrift „Astronomie in der Schule“
- Literaturverkauf
- Für Kollegen, die in ihren Heimatorten keine Gelegenheit zur Absolvierung des Beobachtungspraktikums des Kurssystems hatten, besteht die Möglichkeit, das geforderte Beobachtungspraktikum durchzuführen

Programmveränderungen vorbehalten!

Die Einschreibgebühr beträgt 10,- Mark. – Teilnehmermeldungen nimmt ab sofort bis zum 15. April die Sternwarte Bautzen, 86 Bautzen 1, Postfach 65, entgegen.

Technische Universität
Dresden
Sektion Geodäsie
und Kartographie/Astronomie

– Sternwarte Bautzen –
Bezirkskabinett für Weiter-
bildung der Lehrer
und Erzieher Dresden

Redaktion der Zeitschrift
„Astronomie in der Schule“

WIR BEOBACHTEN MIT DEM SCHULFERNROHR

Zum Astronomieunterricht gehört auch die praktische Tätigkeit in Form von Beobachtungen und einfachen Messungen, deren Ergebnisse durch die Schüler in jedem Falle protokolllarisch festzuhalten sind. Im neuen Lehrplan für das Fach Astronomie wird im Abschnitt 3.2. unter anderem das Ordnen der Orionsterne nach ihrer scheinbaren Helligkeit gefordert. In diesem Zusammenhang sollte auch die Fernrohrbeobachtung des Großen Orionnebels erfolgen. Das Sternbild Orion kulminiert Anfang März gegen 19 Uhr und zur Beobachtung im Klassenverband bieten sich vor allem die Abende nach dem 15. März bis zum Ende des Monats an.

Der Große Orionnebel ist das bekannteste Beispiel eines Emissionsnebels. Wenn er auch bereits für das bloße Auge als diffuser Lichtfleck wahrnehmbar ist, werden doch erst im Feldstecher oder Schulferrrohr bei guten Beobachtungsbedingungen erste zarte Einzelheiten der Nebelstruktur erkennbar. Wir finden diesen hellen Gasnebel, der die Bezeichnungen M 42 und M 43 trägt, wenig unterhalb des mittleren der drei Gürtelsterne, wo er zusammen mit benachbarten Nebelmassen und einer Reihe unscheinbarer offener Sternhaufen das sogenannte „Schwertgehänge“ des Himmelsjägers Orion bildet. Im Zentrum des großen Nebels befindet sich das Trapez, ein Vierfachsternsystem. Die Helligkeiten der Komponenten sind 5^m 4, 6^m 9, 6^m 9 und 8^m 0. Emissionsnebel sind wolkige Verdichtungen der interstellaren Materie, in deren Nähe sich extrem heiße Sterne der Spektralklassen O 5 bis B 1 befinden. Durch die intensive Ultraviolettstrahlung dieser Sterne wird das Gas ionisiert und zum Leuchten in bestimmten Spektralbereichen angeregt. So ist es auch beim Großen Orionnebel, der zu 60 Prozent aus Wasserstoff, zu 38 Prozent aus Helium und zu 2 Prozent aus staubförmigem Material besteht, wobei ein kleiner Teil des zu uns gelangenden Lichtes von diesen interstellaren Staubmassen reflektiert wird. Beim Großen Orionnebel sehen wir nur einen Teil der Nebelwolken. In Wirklichkeit ist der Nebel weitaus größer, was vor allem durch die Absorption des Lichtes dahinterliegender Sterne erkennbar wird.

Die Dichteverteilung im Großen Orionnebel ist uns recht gut bekannt. Ihre Bestimmung erfolgte durch optische und radioastronomische Methoden. Dabei stellte man fest, daß die Dichte vom Zentrum nach außen hin außerordentlich rasch abnimmt. Aus diesem Grunde ist der Nebel auch ein recht schwierig zu fotografierendes Objekt, da auf kurzbelichteten Aufnahmen wohl die Strukturen des Zentrums sichtbar werden, nicht aber die weitaus lichtschwächeren Randpartien. Bei Langzeitbelichtungen hingegen wird die Feinstruktur der äußeren Zonen erkennbar, während das helle Zentrum überbelichtet wird. Die Dichte der Nebelmassen beträgt im Zentrum etwa 10 000 Atome je Kubikzentimeter, die Temperatur 10 000 K. Die Masse des sichtbaren Nebels schätzt man auf 10 Sonnenmassen. Der Orionnebel ist von großräumigen Strömungen und turbulenten Bewegungen erfüllt, und wir haben dort mit größter Wahrscheinlichkeit einen der Orte der Entstehung neuer Sterne vor uns.

Über die Entfernung liegen noch recht unterschiedliche Angaben vor. Nach neuesten Ergebnissen ist der Nebel rund 1600 Lichtjahre von uns entfernt, sein Durchmesser dürfte etwa 50 Lichtjahre betragen.

Vorbereitung der Beobachtung

Die Durchführung des Beobachtungsabends erfordert seitens des Lehrers eine gute organisatorische Vorbereitung. Die Schüler sollen zum Beobachtungsabend vorbereitete Protokollblätter, die drehbare Sternkarte, abgeblendete Taschenlampen und, wenn möglich, Feldstecher mitbringen. Die Aufteilung in Gruppen ist ratsam.

Instrumentelle Anforderungen

Zur Beobachtung ist bereits jeder gute Feldstecher geeignet, ja in mancher Hinsicht dem Schulferrrohr sogar überlegen. Bei der Verwendung des Schulferr-

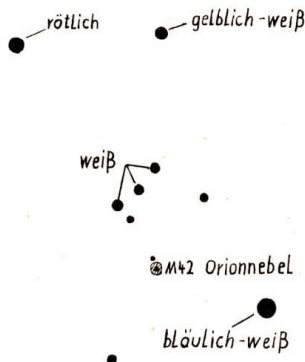
rohres sollte zunächst die schwächste Vergrößerung gewählt werden.

Methodische Hinweise

Für den Verlauf des Beobachtungsabends werden folgende Teilschritte vorgeschlagen:

- Die Schüler suchen das Sternbild Orion nach den Angaben der drehbaren Schülersternkarte auf.
- Sie skizzieren die Lage der hellen Orionsterne zueinander ohne Zuhilfenahme der Sternkarte, ord-

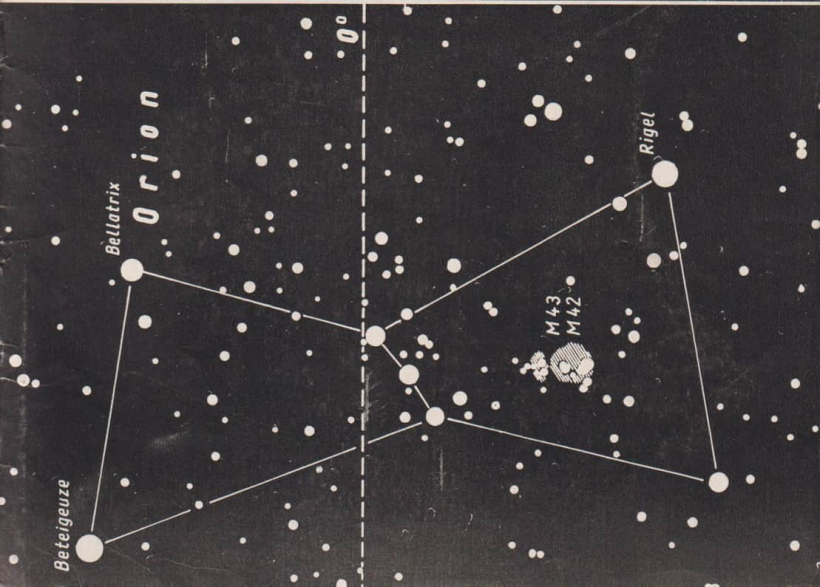
Name: Häbler Vorname: Bernd
 Schule: Fr. Schiller Klasse: 10V3
 Datum: 28.11.1970 Zeit: 21^h 10^m
Orion



nen die Sterne nach ihrer scheinbaren Helligkeit und vermerken auf dem Protokollblatt Wahrnehmungen über Farbsonderheiten der Sterne (Beitelgeuze, Rigel).

- Mit Hilfe der drehbaren Schülersternkarte wird der Verlauf des Himmelsäquators im Bereich des Sternbildes Orion festgestellt.
- Die Schüler tragen die Lage des Großen Orionnebels in ihr Protokollblatt ein.
- Nunmehr erfolgt die Fernrohrbeobachtung des Nebels. Die Schüler vergleichen das Gesehene mit fotografischen Aufnahmen des gleichen Objekts (nebenstehende Amateuraufnahme und Aufnahme auf der 4. Umschlagseite) und erkennen, in welchem Maße der Informationsgewinn mit zunehmender Leistungsfähigkeit des optischen Systems ansteigt (bloßes Auge – Schulferrrohr – Amateurlinse – Schmidt-Kamera).

Bei den Schülern soll sich am Ende des Beobachtungsabends die Erkenntnis gefestigt haben, daß sich im Kosmos alles in ständiger Veränderung und Entwicklung befindet, daß der Mensch in der Lage ist, die Strukturen und Prozesse im Kosmos und die ihnen zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und daß die Entwicklung der astronomischen Erkenntnisse letztlich abhängig ist vom Entwicklungsstand der Produktivkräfte. H.-J. NITSCHMANN



Beteigeuze

Bellatrix

Orion

Rigel

M43
M42

0°



Astronomie

in der Schule



$\frac{2}{1971}$

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, Volks-
eigener Verlag Berlin, 108 Ber-
lin 8, Lindenstraße 54a, Telefon
20 05 41, Postscheckkonto: Berlin
1326 26

Erscheinungsweise:

zweimonatlich, Einzelheft 0,60 M,
im Abonnement zweimonatlich
(1 Heft) 0,60 M

Redaktionskollegium:

Oberlehrer Dr. Helmut Bern-
hard (Chefredakteur), Ober-
lehrer Hans-Joachim Nitsch-
mann (stellvertretender Chef-
redakteur), Heinz Albert, Ober-
lehrer Günter Baum, Dr. habil.
Otto Günther, Rüdiger Kollar,
Dr. Klaus Lindner, Annelore Mu-
ster, Eberhard-Heinz Schmidt,
Oberlehrer Dr. Manfred Schu-
kowski, Dr.-Ing. habil. Klaus-
Günther Steinert, Joachim Stier,
Dr. Renate Wahsner, Jutta Rich-
ter (Redaktionsassistentin)

Wissenschaftlicher Beirat:

Wolfgang Büttner, Oberstudien-
rat Dr. Dorothea Dietrich, Dr.
Karl Kellner, Professor Oskar
Mader, Dr. Siegfried Michalk,
Dr. habil. Karl-Heinz Schmidt

Anschrift der Redaktion:

Sternwarte Bautzen, 86 Bautzen 1,
Friedrich-List-Straße 8, Telefon
31 35, TELEX 2-8742

Satz und Druck:

Nowa Doba, Druckerei der Do-
mowina, Bautzen
III-4-9-560-3,3 Lizenz 1488

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 2

8. Jahrgang 1971

Zwei Ereignisse von historischer Bedeutung und unser Auftrag	26
OTTO, E.	
Begegnung mit JURI GAGARIN	27
Interview mit dem Generalsekretär der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Prof. Dr. E. A. LAUTER	27
HOFFMANN, H.	
Zu einigen Aspekten des Verhältnisses von Raumfahrtforschung und Gesellschaftsordnung	28
WINOGRADOW, A. P.	
Über den Ursprung der Mondgesteine (II)	36
LINDNER, K.	
Zum Unterrichtsmittelbedarfsplan für das Fach Astronomie	40
SEVERIN, W.	
Erste Astronomieolympiade im Kreis Wittenberg	41
Aus Forschung und Lehre	44
Unsere Bilder, Rezensionen, Zeitschriftenschau	45
Wir beobachten mit dem Schulfernrohr	48
Karteikarte: Unser Milchstraßensystem (R. KOLLAR)	
Два события исторического значения и наша задача	26
OTTO, Э.	
Встреча с ЮРИЕМ ГАГАРИНЫМ	27
Беседа с генеральным секретарем Немецкой академии наук в Берлине проф. д-р. Э. А. ЛАУТЕРОМ	27
ХОФМАНН, Х.	
О некоторых аспектах отношения космического исследования к общественному порядку	28
ВИНОГРАДОВ, А. П.	
О происхождении лунных пород (II)	36
ЛИНДНЕР, К.	
О плане потребности в учебных пособиях для предмета астрономия	40
Первая олимпиада по астрономии в Виттенбургском районе	41
Two Events of Historical Significance and our Task	26
OTTO, E.	
Meeting with JURY GAGARIN	27
Interview with the General Secretary of the German Academy of Sciences, Prof. Dr. E. A. LAUTER	27
HOFFMANN, H.	
On Some Aspects of the Relation between Space Research and Society	28
WINOGRADOW, A. P.	
On the Origin of the Moon Rocks (II)	36
LINDNER, K.	
On the Planning of Appliances for the Subject Astronomy	40
SEVERIN, W.	
The First Astronomy Olympiad in the District of Wittenberg	41

Redaktionsschluss: 20. Februar 1971

Nur Annahme von bisher unveröffentlichten Aufsätzen; Einsendung
von Beiträgen in dreifacher Ausfertigung an die Anschrift der Redak-
tion; für unverlangt eingesandte Manuskripte und Abbildungen
keine Gewähr – Nachdruck, auch auszugsweise nur mit Quellen-
angabe 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 entgegengenom-
men. Der Bezug für die BRD und Westberlin erfolgt über den Buch-
handel; für das sozialistische Ausland über das jeweilige Postle-
tungsvertriebsamt und für alle übrigen Länder über den Deutschen
Buch-Export und -Import GmbH, DDR, 701 Leipzig, Leninstraße 16

Zwei Ereignisse von historischer Bedeutung und unser Auftrag

In diesen Tagen begehen wir den 25. Jahrestag der Vereinigung von KPD und SPD zur Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands. Die Gründung der SED war der historische Wendepunkt in der Geschichte der deutschen Arbeiterbewegung. Unter der Führung der SED wurde die Arbeiterklasse auf der Grundlage der wissenschaftlichen Weltanschauung befähigt, im Bunde mit allen in der Nationalen Front vereinigten Kräften die großen gesellschaftlichen Umwälzungen von der Entwicklung der antifaschistisch-demokratischen Ordnung bis zur gegenwärtigen Periode des umfassenden Aufbaus des Sozialismus in der DDR zu vollziehen.

Seit ihrem Bestehen hat die Partei der Arbeiterklasse der humanistischen Menschenbildung im Sinne des Friedens, der Demokratie und des Sozialismus größte Bedeutung beigemessen. Ihrer wissenschaftlichen Führungstätigkeit verdanken wir die zielstrebige und kontinuierliche Schul- und Bildungspolitik, die den prognostischen Forderungen der gesellschaftlichen Entwicklung entspricht. Das „Gesetz über das einheitliche sozialistische Bildungssystem“ ist eines der überzeugendsten Dokumente für das kluge und weitsichtige Handeln der SED.

Die Aufnahme des Faches Astronomie in die Stundentafel der allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule im Jahre 1959 war eine folgerichtige Maßnahme aus damals herangereiften objektiven Bedingungen, unter denen die SED vorausschauend von unserem Bildungswesen forderte, den Unterricht – vor allem in den naturwissenschaftlichen Fächern – auf den neuesten Erkenntnisstand zu bringen und grundlegend zu verbessern.

In wenigen Wochen findet der VIII. Parteitag der SED statt. Er wird mit klugen Gedanken und Ideen sowie mit guten Taten vorbereitet. Wir Pädagogen leisten unseren Beitrag zum Parteitag, wenn wir in der täglichen Arbeit noch konsequenter nach Qualität, Effektivität und Solidität streben. Jeder Astronomielehrer sollte kritisch prüfen, ob er die ihm vom VII. Pädagogischen Kongreß gestellten Aufgaben verwirklicht, indem er jede Unterrichtsstunde gut vorbereitet, sie lehrplangetreu erteilt und effektiv für die Bildung und Erziehung nutzt. Er sollte dafür sorgen, daß an seiner Schule inhaltlich, materiell und organisatorisch alle Voraussetzungen getroffen werden, damit ab 1. September 1971 der neue Astronomielehrplan mit hoher Qualität verwirklicht werden kann.

Seit ihrer Gründung läßt sich die Partei der Arbeiterklasse von den Prinzipien des proletarischen Internationalismus leiten. Ein besonders enges und brüderliches Verhältnis verbindet sie mit der KPdSU. Die deutsch-sowjetische Freundschaft entwickelte sich dank der Politik der SED zu einem entscheidenden Faktor auf allen Gebieten unseres gesellschaftlichen Lebens. Jeder Erfolg der UdSSR ist auch ein Erfolg für die DDR, weil dadurch das sozialistische Gesellschaftssystem gestärkt und gefestigt wird.

Unsere Bürger schauen mit Hochachtung auf die großartigen Leistungen des sowjetischen Brudervolkes, die es auch auf dem Gebiet der Raumfahrt vollbringt. Wir erinnern uns mit Freude an jenen 12. April 1961, als der sowjetische Kosmonaut J. A. GAGARIN erstmalig in der Menschheitsgeschichte eine Erdumkreisung mit einem Raumflugkörper vollzog. Das war eine Tat von historischer Bedeutung, mit der vor zehn Jahren das Zeitalter der bemannten Raumfahrt eingeleitet wurde. Der Flug GAGARINS war organischer Bestandteil komplexer und umfangreicher Vorhaben der sowjetischen Raumfahrt. Er zeigte eindrucksvoll, zu welchen wissenschaftlich-technischen Höchstleistungen das Sowjetvolk auf Grund seiner sozialistischen Produktionsverhältnisse unter der Führung der Partei LENINS fähig ist. Der XXIV. Parteitag der KPdSU setzte für den wissenschaftlich-technischen Fortschritt und die allseitige Entwicklung der Forschung neue Maßstäbe.

KPdSU und SED streben nach einer ständigen Erweiterung und Vertiefung der wissenschaftlich-technischen Beziehungen zwischen beiden Ländern. Koordinierung der Forschung und Kooperation bei der Lösung von herangereiften Problemen gewinnen an Bedeutung. Das gilt ganz besonders für eine der modernsten Wissenschaftsdisziplinen, die Raumforschung. Hier entwickelt sich die Zusammenarbeit der sozialistischen Staaten zunehmend, wofür das Interkosmosprogramm ein Beweis ist.

Aus diesen Tatsachen ergibt sich für jeden Astronomielehrer der Auftrag, in seinem Unterricht überzeugend darzulegen, warum die sozialistische Gesellschaftsordnung der Sowjetunion die führende Position auf dem Gebiet der Raumfahrt sichert. Am Beispiel GAGARINS sollte den Schülern bewußt werden, was wir in der sozialistischen Gesellschaft unter einem Helden unserer Zeit verstehen, der jedem Jugendlichen leuchtendes Vorbild ist.

Begegnung mit Juri Gagarin

Es ist das unvergängliche Verdienst JURI ALEXEJEWITSCH GAGARINS, den ersten „Sprung ins Weltall“ unternommen zu haben. Er war einer der besten Menschen unserer Zeit. Wer das Glück hatte, ihn kennenzulernen, wird diese Augenblicke nie vergessen. Wir trafen mit ihm am 20. Oktober 1963 in Berlin zusammen, als ein festlicher Empfang des Zentralkomitees der SED, des Staatsrates, des Ministerrates und des Nationalrates der Nationalen Front den Besuch der beiden Kosmonauten JURI GAGARIN und VALENTINA TERESCHKOWA krönte.

Wenn auch unser Gespräch kaum eine Viertelstunde dauerte, so bestätigte sich bereits hier die Schilderung JURI GAGARINS durch seine Lebens- und Kampfgefährten als eines klugen, ehrlichen und sehr bescheidenen Menschen — als eines wahren Kommunisten. Sein ganzes, leider so kurzes Leben ist eine Bestätigung dafür, daß man die historische Aufgabe, den ersten Schritt ins Weltall zu unternehmen, keinem besseren Menschen hätte anvertrauen können.

Wie vielen unbekannten Einflüssen ist der erste Mensch im Weltall ausgesetzt! Die Schwerelosigkeit läßt sich im Flugzeug nur für kurze Zeit erzeugen, auf der Umlaufbahn des Raumschiffes ist sie ungewohnter Dauerzustand! Der „schwarze“ und „kalte“ Kosmos umgibt das Raumschiff, aber die Erde bietet einen herrlichen Anblick. JURI GAGARIN schreibt in seinem Buch „Der Sprung ins Weltall“, das er kurz vor seinem tragischen Tod im März 1968 vollendete, über seine Eindrücke: „Tief bewegt schaute ich in diese für mich ungewohnte neue Welt und war bemüht, alles zu

sehen und mir einzuprägen. Erstaunlich klar und kalt erblickte ich durch die Bordfenster die Sterne. Zu ihnen war es noch weit — so weit! — und dennoch schienen sie von der Bahn des Raumschiffes „Wostok“ aus näher zu sein als von der Erde. Natürlich geht es hier nicht



um einige hundert Kilometer, die im Vergleich zu den Lichtjahren, die uns von den Sternen trennen, wie ein Tropfen im Ozean sind. Vielmehr handelt es sich um das Prinzip: Der Mensch hat die Schwerkraft der Erde überwunden und ist in den Weltraum vorgestoßen.“ Die Tat vom 12. April 1961 kennzeichnet JURI GAGARIN als Helden unsrer Zeit. Das Beispiel seines Lebens wird der Erziehung vieler Generationen dienen. Wir sehen darin unsre Verpflichtung.

EDGAR OTTO, Leiter der Volks- und Schulkartographie JURI GAGARIN, Ellenburg

Interview mit dem Generalsekretär der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Professor Dr. E. A. Lauter

Herr Professor! Wie beurteilen Sie die Perspektiven der internationalen Zusammenarbeit, besonders die Kooperation sozialistischer Staaten auf dem Gebiet der kosmischen Forschung?

1974 bis 1976 wird ein großes internationales Forschungsprogramm zur systematischen Erkundung der meteorologi-



gischen Vorgänge in der Erdatmosphäre anlaufen. Damit sollen Vorarbeiten geleistet werden, um etwa 1980, unter Einsatz der Computertechnik der vierten Generation, ein umfassendes System der Wettervorhersage für etwa einen halben Monat im voraus aufbauen zu können.

Ein weiteres wichtiges Gebiet unserer Zusammenarbeit ist die Erforschung der Sonnenaktivität geworden. Solarwellen und Partikelstrahlung bestimmen wesentlich den Zustand der Hochatmosphäre und des interplanetaren Rau-

mes. Die Entdeckung des Sonnenwindes und der starken Variabilität der Sonnenstrahlung im ultravioioletten und Röntgenstrahlenbereich waren von wesentlichem Einfluß auf die Entwicklung der Nachrichtentechnik, Raumforschung und Raumtechnik. *Auch hier wird es Mitte der siebziger Jahre ein Großforschungsprogramm geben. Das sogenannte „Magnetosphärenprojekt“ wird den vom Erdmagnetfeld erfüllten interplanetaren Raum erforschen.* Weitere Schwerpunkte sind: die *Erforschung des Mondes und unserer Nachbarplaneten.* Auf Grund der rasch fortschreitenden

Raumforschungstechnik sind auch hier, wie die sowjetischen Erfolge in der Mond- und Venus-Erkundung zeigen, sensationelle Ergebnisse zu erwarten. Ein viertes Gebiet der Raumforschung befindet sich erst in den Anfängen, wenngleich erste Ergebnisse schon große Entdeckungen brachten, die *astronomische Forschung mit raumfahrttechnischen Methoden.* Es handelt sich hierbei um die Erforschung von Sternsystemen, die im ultravioioletten und Röntgenbereich Strahlungen aussenden.

(gekürzt aus Tribüne vom 29. 1. 1971)

HORST HOFFMANN

Zu einigen Aspekten des Verhältnisses von Raumfahrtforschung und Gesellschaftsordnung

Anhand vielfältiger konkreter Informationen und Fakten charakterisiert der Verfasser Ziele und Inhalt der Raumfahrtprogramme in den beiden Gesellschaftssystemen. Die Vorzüge der sozialistischen Gesellschaftsordnung, die der UdSSR den führenden Anteil in der Raumfahrt sichern, werden an der Komplexität, Planmäßigkeit, Rationalität und Kontinuität der sowjetischen Raumfahrtforschung gezeigt. Das Material trägt wesentlich zur Aktualisierung der im neuen Lehrplan enthaltenen Stoffeinheiten 1.2.1., 1.3.3., 1.4.2. und 1.4.4. bei. Es sollte auch in die Tätigkeit der Arbeitsgemeinschaften „Astronautik“ einbezogen werden.

1. Vorbemerkungen

Im ökonomisch-wissenschaftlichen Ringen der beiden Gesellschaftssysteme hat die Meisterung der wissenschaftlich-technischen Revolution eine zentrale Bedeutung. Dabei bestimmen *Kernenergetik, Kybernetik und Kosmonautik* in immer entscheidenderem Maße das Tempo und die Dynamik des Prozesses der wissenschaftlich-technischen Revolution, der Mitte unseres Jahrhunderts begann, heute alle Zweige des gesellschaftlichen Lebens erfaßt und weit in das nächste Jahrtausend hinein wirksam sein wird. Das *Atom*, der *Computer* und die *Rakete* sind deshalb zu den augenfälligsten wissenschaftlich-technischen Symbolen unseres Säkulums geworden.

Viele dieser Früchte vom Baum der modernen Erkenntnis reiften zuerst in der Sowjetunion, die infolge sozialistischer Produktionsverhältnisse heute das wahre Land der unbegrenzten Möglichkeiten ist:

1951 nahm die erste vollautomatische Fabrik der Welt, das Kolbenwerk Stankokonstrukzija, unweit Moskaus die Produktion auf und eröffnete damit das Zeitalter der Automation, das in den USA mit den ersten Transferstraßen begann.

1954 begann das erste Atomkraftwerk der Erde

in Obninsk bei Moskau zu arbeiten. An diesem 27. Juni, als ein sowjetisches Kernkraftwerk den ersten Strom abgab, und nicht an jenem 6. August 1945, als die erste amerikanische Uranbombe fiel, begann das Atomzeitalter.

1957 startete der erste künstliche Erdsatellit der Menschheit, Sputnik 1, vom Kosmodrom Bajkonur. Auch hier gilt: Nicht mit dem Start der faschistischen Raketenwaffe V 2 am 3. Oktober 1942, sondern mit den Signalen des sowjetischen Satelliten am 4. Oktober 1957 wurde das Zeitalter der Raumfahrt eingeleitet.

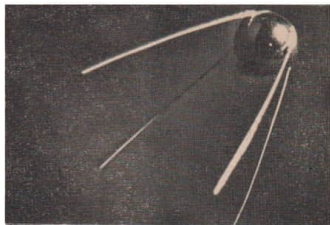


Bild 1: Der erste künstliche Erdsatellit Sputnik 1

Auf dem XXI. Internationalen Astronautischen Kongreß 1970 in Konstanz wiesen verschiedene Forscher darauf hin, daß die moderne Wissenschaft und Technik heute überall in der Welt vor dem Problem der „Wissens-explosion“ und der mit ihr verbundenen „Informationsflut“ steht [1]:

● *Das Wissensgut der Menschheit verdoppelt sich heute in etwa 10 Jahren.*

- Das Informationsmaterial das auf dieser Grundlage aufbaut, steigt jedoch bereits alle 5 Jahre auf das Doppelte.
- 1000 Patente werden täglich registriert.
- 100 000 Fachzeitschriften erscheinen periodisch.
- 300 000 Bücher kommen jährlich neu auf den Markt, davon etwa ein Viertel technische Titel.
- 1 000 000 verschiedenartige wissenschaftliche Informationen wie Forschungsergebnisse, Dissertationen, Kommentare usw. werden jährlich bekannt.
- 2 000 000 Fachartikel schreiben Experten pro Jahr, bei einer Zuwachsrate von 200 000.

Einen wesentlichen Anteil an dieser „Literaturflut“ hat die Raumfahrtforschung, die sich im letzten Jahrzehnt besonders stürmisch entwickelte und heute alle wissenschaftlichen und technischen Disziplinen inspiriert und revolutioniert (s. Tabelle S. 33).

Welchen gesellschaftlichen Einfluß die Kosmonautik heute hat, mögen folgende Zahlen deutlich machen:

50 Prozent des gesamten finanziellen und organisatorischen Aufwandes, der jemals in der Geschichte der Menschheit aufgebracht wurde, entfällt auf die letzten 10 Jahre, in denen die aktive Raumfahrt ihren ersten großen Aufschwung hatte.

50 Prozent aller Berufe, die von Hochschulabsolventen des letzten Jahres ergriffen wurden, existierten zum Zeitpunkt ihrer Geburt überhaupt noch nicht. Einen großen Teil dieser Berufe würde es heute nicht geben, wenn nicht durch die Anforderungen der Raumfahrt völlig neue wissenschaftliche und technische Disziplinen entstanden wären, die jetzt ein selbstständiges Dasein führen.

90 Prozent aller jemals in der Geschichte der Menschheit ausgebildeten Wissenschaftler leben heute auf der Erde. Davon arbeitet ein großer Teil in den Zentren der Raumfahrtforschung und -industrie und ein noch größerer Teil an der Peripherie, wo die Ergebnisse dieser Forschungen und Entwicklungen in Wechselwirkung zu den anderen Zweigen der Wissenschaft und Industrie stehen.

Trotz dieses großen personellen, materiellen und finanziellen Aufwandes, den die Raumfahrt beansprucht, läßt sich bereits heute nachweisen, daß der Nutzen durchaus höher sein kann als die Kosten. Allerdings hängt dieses Kosten-Nutzen-Verhältnis von einer rechtzeitigen und richtigen wissenschaftlichen Zielstellung ab, von einer rationellen und revolutionären technischen Lösung, von der gründlichen und großzügigen wissenschaftlich-tech-

nischen Auswertung sowie von einer schnellen wirtschaftlich-industriellen Anwendung aller Erkenntnisse und Ergebnisse. Letzten Endes wirkt hierbei der Charakter der jeweiligen Gesellschaftsordnung bestimmend. Ein typisches Beispiel dafür bietet die Gegenüberstellung der Mondforschungsprogramme der UdSSR und der USA.

2. Zur Überlegenheit der sowjetischen Konzeption bei der Erforschung des Mondes mittels Raumflugkörper

Die amerikanische Astronautik wurde im letzten Jahrzehnt in gewisser Beziehung ihr eigenes Opfer. Die Regierung der USA und die NASA waren nämlich der Autosuggestion verfallen, daß auf dem Gebiet des bemannten Raumfluges zwischen den USA und der UdSSR ein „dramatischer Kopf-an-Kopf-Wettlauf zum Mond“ stattfände. Das geschah, obwohl führende sowjetische Kosmosforscher wie Prof. Dr. BLAGONRAWOW, Vorsitzender des Komitees für Weltraumforschung bei der Akademie der Wissenschaften der UdSSR und Vizepräsident des COSPAR, und Prof. Dr. SEDOW, der sowjetische Chef der Mission und Vizepräsident der IAF, auf den jährlichen Kongressen dieser beiden größten und bedeutendsten internationalen Organisationen der Weltraum-Wissenschaftler, immer wieder darauf hinwiesen, daß für die Sowjetunion der Mond kein Ziel eines Wettkampfes sei; Kosmonauten würden erst dann auf unserem natürlichen Trabanten landen, wenn Automaten alle erdenklichen Vorarbeiten geleistet hätten. [2] So erklärte Prof. Dr. KUZMIN auf der XII. Plenartagung des COSPAR im Mai 1969 in Prag, also kurz vor der Apollo-11-Landung und lange vor den Experimenten mit Luna 16, Luna 17 und Lunochod 1:

„Zu einem dafür angebrachten Zeitpunkt werden auch sowjetische Kosmonauten auf dem Mond landen. Allerdings sind die Sammlung von Proben des Mondbodens und deren Rückführung zur Erde sowie die Installation von Meßgeräten auf der Oberfläche unseres natürlichen Satelliten auch mit Hilfe von unbemannten Sonden möglich. Im Rahmen der wissenschaftlichen Kooperation zwischen der UdSSR und Frankreich ist z. B. geplant, daß mit einer sowjetischen Station ein von französischen Technikern entwickelter Reflektor für Laserstrahlen auf dem Mond gelandet wird.“

Die Entwicklung der amerikanischen „Mond-Monokultur“, jene einseitige Orientierung auf das bemannte Saturn-Apollo-Programm über ein Jahrzehnt, ist eine der wesentlichen Ursachen für die heutige Krise der Astronautik



Bild 2: Die automatische Station Luna 9 auf der Mondoberfläche

in den USA. Entschieden wurde dieses Programm, als der damalige amerikanische Präsident JOHN F. KENNEDY am 21. Mai 1961 im Capitol von Washington die „moonward-ho“-Parole ausgab: „*Noch in diesem Jahrzehnt einen Amerikaner auf den Mond und zurück.*“ KENNEDY begründete diese Zielstellung, die sechs Wochen nach dem historischen Flug JURI GAGARINS, vom 12. April 1961 erfolgte, damit, daß „... kein einziges kosmisches Projekt in dieser Zeit einen stärkeren Eindruck auf die Menschheit machen werde.“ HUGO YOUNG, BRIAN SILCOCK und PETER DUNN kamen in ihrer Analyse des Apollo-Programms zu dem Schluß [3]:

„Die Mondlandung war kein wissenschaftliches Wagnis, kein Triumph der Menschheit – sie war ein Sieg des militärisch-industriellen Komplexes in einem Wettlauf um Macht und Geld. Für das Apollo-Programm spielten wissenschaftliche Kriterien keine Rolle, vielmehr war es eine politische Entscheidung... Die Hoffnung, die Vereinigten Staaten könnten durch eine bemannte Mondlandung ihre Stellung in der Welt entscheidend verbessern, war einer statischen Weltanschauung entsprungen... Gesteinsproben hätten auch automatische Sonden holen können.“

Selbst der Mann, der als erster Mensch seinen Fuß auf den Mond setzte, NEIL ARMSTRONG, klagte am ersten Jahrestag der Landung: „*Ich hatte wirklich gehofft, daß die Wirkung nachhaltiger sein würde. Ich hatte gehofft, daß wir uns von den irdischen und zeitlichen Problemen lösen könnten, denen wir als Gesellschaft gegenüberstehen... Ich habe nicht viel davon bemerkt. Wir scheinen alle vollauf mit den Problemen der Heute beschäftigt zu sein.*“ Eine Umfrage über das Apollo-Programm, die von der bedeutendsten wissenschaftlichen Zeitschrift der USA „Science“ unter führenden Forschern Amerikas angestellt wurde, ergab, daß 69 Prozent von ihnen den bemannten

Mondflug bis 1970 für eine unvernünftige Zielstellung hielten.

Diese von Inhalt, Form und Termin her gesehen eng begrenzte Aufgabenstellung zwang auch die Raketentechnik zu bestimmten Lösungen. So mußte ein Raketensystem entwickelt werden, welches das Mutterschiff mit drei Astronauten auf direktem Wege in die Nähe des Mondes brachte, die Landung einer Fähre mit zwei Lunonauten gestattete sowie die Rückkehr der Kommandokapsel zur Erde sicherte.

Das Ergebnis war die Saturn V, eine dreistufige Rakete mit einer Höhe von 111 Metern. Die erste Stufe verfügt über fünf Triebwerke von je 680 Megapond, die zweite Stufe über fünf Triebwerke von je 94 Megapond und die dritte hat ein Triebwerk von 94 Megapond Schub. Der Gesamtschub der mit Kerosin und Sauerstoff arbeitenden Triebwerke beträgt also rund 4000 Megapond. Die Längsanordnung der Triebwerke führte zu der beachtlichen Höhe von über 100 Metern, die einen sicheren Start bei ungünstigem Wetter ersichert.

Heute sind sich auch die Verantwortlichen der NASA darüber im klaren, daß das *Saturn-Apollo-System nicht nur das teuerste Transportmittel ist, das jemals entwickelt und hergestellt wurde, sondern auch in seinen Einsatzmöglichkeiten wissenschaftlich äußerst begrenzt und wirtschaftlich wenig effektiv ist.* Mit Recht wurde die Saturn V mit einem extravaganten „Maßanzug“ verglichen, den man nur zu einer „Mondparty“ trägt. Dieses Trägerraketensystem, das ausschließlich für den Flug Erde–Mond–Erde konstruiert wurde, ist für Experimente im erdnahen Raum viel zu groß und aufwendig, für bemannte Flüge zu den Planeten jedoch nicht leistungsstark genug.

Das Kosten-Nutzen-Verhältnis im Apollo-Programm zeigt ebenfalls eine negative Bilanz. Insgesamt gab die NASA seit 1958 40,052 Milliarden Dollar für Raumflugunternehmen aus. Davon entfallen auf das Apollo-Programm 21,349 Milliarden Dollar. Von den 48 Milliarden Dollar, die überhaupt in den USA für die Raumfahrt aufgewendet wurden, beanspruchten die 23 bemannten Unternehmen 26 Milliarden Dollar. Für die mehr als 500 unbemannten Satelliten und Sonden, von denen weit über 300 ausschließlich militärische Aufgaben hatten, gaben der Staat und zu einem kleinen Teil die großen Nachrichtenkonzerne für ihre „Privatsatelliten“ 22 Milliarden Dollar aus. Mit den vor allem der Wissenschaft dienenden unbemannten Raumflugkörpern, die etwa ein Drittel aller Experimente ausmachen, hat die US-

Astronautik jedoch weit mehr und bedeutendere Ergebnisse und Erkenntnisse erzielt, als mit den Apollo-Missionen, die mehr als die Hälfte aller Mittel verschlangen.

„Die größte Entdeckung des Raumfahrtzeitalters, die des irdischen Strahlungsgürtels durch Prof. JAMES A. VAN ALLEN, wurde mit einem acht Kilogramm schweren Raumflugkörper für weniger als eine Million Dollar gemacht – für Entwicklung und Bau der jeweils 50 Tonnen schweren Apollo-Vehikel mußten wir aber Milliarden Dollar ausgeben.“ [4] Das schrieb der Atom- und Astrophysiker Dr. RALPH E. LAPP, der als Berater des US-Senats fungiert. Von einer möglichen Polemik gegen Wertigkeit und Priorität der Entdeckung der Strahlungsgürtel abgesehen, unterstreichen die finanziellen Feststellungen von LAPP die Effektivität der jüngsten sowjetischen Mondexperimente.

Prof. Dr. BORIS PETROW, Direktor des Instituts für Raumfahrtforschung bei der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, sprach kürzlich davon, daß *„in der Regel der Flug eines automatischen Apparates 20- bis 50mal billiger als ein bemanntes Unternehmen ist“*. Das macht unter anderem auch das Massenverhältnis von acht zu eins zwischen der Apollo-Landefähre (14,5 Tonnen) und der Luna-Landestufe (1,8 Tonnen) deutlich. Selbst wenn wir von der obersten Kostengrenze für eine automatische Mondstation – fünf Prozent des Aufwandes einer bemannten Landung – ausgehen, bedeutet das ein Leistungsverhältnis der wissenschaftlichen Forschungsergebnisse von zwanzig zu eins. Mit den Kosten für eine Apollo-Landung könnten also z.B. 10 Luna-16-Expeditionen und 10 Luna-17/Lunochod-1-Exkursionen ausgeführt werden.

3. Die sowjetische Raumfahrtforschung im Dienste des Fortschritts der Menschheit

Optimale Sicherheit des Kosmonauten und maximaler Nutzen für Wissenschaft und Wirtschaft gehören von Anfang an zu den Axiomen der sowjetischen Raumfahrtforschung. Es sei nur daran erinnert, daß vor dem Flug JURI GAGARINS fünf unbemannte Testraumschiffe starteten, von denen drei sicher und sanft auf sowjetischem Territorium landeten, sowie eine Vielzahl verschiedener Tiere, darunter wurden sieben Hunde, an Bord von Raumflugkörpern mitgeführt, die – außer der Eskimohündin Laika in Sputnik 2 – alle wohlbehalten zur Erde zurückkehrten. Bereits Sputnik 3 war ein großzügig ausgestattetes automatisches Laboratorium, dessen Arbeit für

die sowjetische Volkswirtschaft Bedeutung hatte.

Die 13jährige Ära aktiver Raumfahrtforschung, die hinter uns liegt, und der 10. Jahrestag des ersten bemannten Raumfluges am 12. April 1971 sind Anlaß genug zu untersuchen, welche Versuche und Vorhaben im Kosmos für den Fortschritt der Menschheit von Bestand und Bedeutung sind. Gerade in den letzten beiden Jahren wurden von den führenden Kosmosforschern der Welt auf den Tagungen des COSPAR, der IAF und auch der IAU immer wieder drei Aspekte betont, die maßgebend dafür sind, ob ein Raumfahrtprogramm den Anforderungen unsrer Zeit entspricht.

1. Das Hauptziel der Raumfahrtforschung ist die Erde; mit Hilfe von Experimenten im Kosmos soll das Leben der Menschen verbessert werden. Deshalb muß sich die Kosmonautik vorrangig den Aufgaben widmen, die den größten und schnellsten Nutzen bringen. Das sind nach übereinstimmender Meinung aller Experten gegenwärtig unbemannte Forschungssatelliten, wie jene, die uns neue Erkenntnisse über die Prozesse der Krebsbildung und der Kernfusion vermittelten und Anwendungssatelliten, die den verschiedenen volkswirtschaftlichen Aufgaben dienen; es sind bemannte Orbitalstationen, die global und universell nutzbar sind.

2. Die Hauptaufgabe der Raumfahrtorganisationen und -institutionen besteht darin, alles zu tun, um den Nutzen, der aus der Kosmonautik gezogen wird, allen Völkern zugänglich zu machen.

3. Die Hauptform der Lösung dieser Aufgaben kann nur die komplexe kosmische Kooperation aller Staaten auf der Grundlage der Gleichberechtigung und des gegenseitigen Vorteils sein.

Diese Forderungen lassen sich voll jedoch nur in einer Welt verwirklichen, in der Frieden und Sicherheit herrschen. Deshalb muß das Ringen um die Realisierung eines solchen Raumfahrtprogramms immer mit dem Kampf um den gesellschaftlichen Fortschritt verbunden werden.

Die Sowjetunion, in der auf Grund des Charakters ihrer Gesellschaftsordnung Frieden und Fortschritt höchstes Gebot sind, erfüllt seit mehr als einem Jahrzehnt in der Raumfahrtforschung gerade jene Aufgaben, die heute von den wissenschaftlichen Weltorganisationen als vordringlich bezeichnet werden. Von Anfang an erfolgen alle Weltraumexperimente nach einem langfristigen Plan, dienen der internationalen Zusammenarbeit und sind

in den Forschungsvorhaben sozialistischer Länder integriert.

So startete bereits der erste künstliche Erdsatellit Sputnik 1 im Rahmen des Internationalen Geophysikalischen Jahres, und seine mehr als 400 Nachfolger, bis zu Interkosmos 4, dienen allen Disziplinen der Wissenschaft und allen Zweigen der Volkswirtschaft im gesamten sozialistischen Weltsystem.

Seit einem Jahrzehnt sind bemannte *Orbitalstationen* das erklärte Ziel der sowjetischen Kosmonautik. Doch es war ein langer und komplizierter Weg von den ersten Testgeräten mit Tieren an Bord, die bereits 1960 aus dem Orbit zur Erde zurückgeführt wurden, bis zur Montage der ersten bemannten Versuchsstation Sojus 4 und Sojus 5 1969 und zu dem achtzehntägigen Rekordflug von Sojus 9 (1970). Damit legte die sowjetische Wissenschaft die Grundlage für das, was der führende sowjetische Astrobiologe, Professor Dr. OLEK GAZENKO 1970 sagte: „In spätestens drei Jahren wollen wir unsere erste ständige Station errichtet haben.“ [5]

Die „Zukunftsmusik“, die zur Zeit von der NASA unter Projektbezeichnungen wie „Skylap“ und „Space Shuttle“ intoniert wird, kündigt von einem Weg, der über experimentelle „Himmelslaboratorien“ und wiederverwendbare „Raumfähren“ bis Ende des Jahrzehnts zu einer ständigen Orbitalstation führt. Damit stellt sich heute die amerikanische Astronautik die gleiche Hauptaufgabe, die die sowjetische Kosmonautik gestern bereits in Angriff nahm.

In den letzten beiden Jahren wurde immer deutlicher, daß die Apollo-Missionen zwar Höhepunkte, zugleich aber auch den Schlußpunkt bemannter Mondflüge darstellen; denn bereits 1972 soll die letzte Landung auf unserem Trabanten erfolgen. Was also den „umstrittenen“ Mond anbetrifft, so stellen die vollautomatische Expedition von Luna 16 und die monatelangen Exkursionen von Lunochod 1 Höhepunkte der sowjetischen Mondforschung dar, der weitere folgen werden. Das macht auch der Kommentar des britischen Radioastronomen Sir BERNARD LOVELL deutlich: „Die Aufgabe, die die Station Luna 16 gelöst hat, bedeutet eine regelrechte Umwälzung in der Erschließung des Kosmos. Der Erfolg des Luna-16-Experiments hat gezeigt, daß die sowjetischen Wissenschaftler vollkommene automatische Systeme entwickelt haben, die ihnen grenzenlose Möglichkeiten zur Erschließung des Kosmos bieten. Die sowjetische Wissenschaft und Technik hat außerdem völlig neue exakteste Methoden zur Fernsteuerung von Raumschiffen aus-

gearbeitet, die gleichfalls eine Revolution aller unserer bisherigen Vorstellungen von den Perspektiven der Raumflüge und der Raumforschung bewirken. Wir stehen an der Schwelle erstaunlicher kosmischer Leistungen.“ [6]

4. Der humanistische Charakter des sowjetischen Raumfahrtprogramms

Ein Vergleich der Kosmos-Programme der beiden großen Raumfahrtnationen macht deutlich, daß die **humanistischen Forderungen der internationalen Raumfahrtorganisationen in letzter Instanz nicht vom guten Willen der Wissenschaftler, sondern von den Gesetzmäßigkeiten abhängig sind, die den gegensätzlichen Gesellschaftsordnungen innewohnen.** Die Ursachen für die führenden Positionen der Sowjetunion auf dem Gebiet der Raumfahrtforschung und Raketentechnik sind vor allem in folgendem zu sehen:

● **Politisch** ist die Kosmonautik der UdSSR in ihrer Zielstellung den Prinzipien der sozialistischen Außen- und Innenpolitik untergeordnet, sie dient dem Frieden und Fortschritt in der ganzen Welt. So ist die Sowjetunion z. B. seit 13 Jahren der Initiator für den Abschluß von Abkommen und Verträgen, die ihre Politik der Koexistenz auf den Kosmos ausdehnen. Bereits am 15. März 1958, unmittelbar nach dem Start der ersten vier Erdsatelliten – Sputnik 1 und 2 sowie Explorer 1 und 2 – **schlug die UdSSR der UNO den Abschluß eines umfassenden internationalen Vertrages über die Nutzung des Weltraumes zu friedlichen Zwecken, den Abbau von Militärstützpunkten auf fremden Territorien und eine weltweite Zusammenarbeit bei der Erforschung des Weltraumes vor.** Die USA und ihre Verbündeten lehnten jedoch ab. Am 6. Juni 1962, nachdem die ersten vier Kosmonauten geflogen waren – GAGARIN, TITOW, GLENN und CARPENTER – legte die sowjetische Delegation im Juristischen Unterausschuß des UNO-Weltraumkomitees den Entwurf eines internationalen Abkommens für die Bergung von Raumfahrern und Raumschiffen vor. Wenn die UNO in den letzten Jahren völkerrechtlich verbindliche Verträge über die ausschließlich friedliche Nutzung des Weltraumes und über Raumrettung beschlossen hat, so ist das vor allem der Aktivität der sozialistischen Mitgliedsstaaten zu danken. Die USA können für sich den traurigen Ruhm buchen, daß bereits ihr dritter Erdsatellit SCORE (Signal Communications Orbit Relay Experiment) ausschließlich der imperialistischen Propaganda diene. Er führte die auf Tonband gespeicherte Weihnachtsbotschaft 1958 des da-

Beispiele des Nutzens von Raketentechnik und Raumfahrt für die Erdbevölkerung

Naturwissenschaften Neue Erkenntnisse

Astronomie
Beobachtungen und Messungen im Kosmos mit Hilfe von Raumflugkörpern

Astrophysik
Nahaufnahmen von der Rückseite des Mondes, vom Mars; Mondbodenproben, Messungen in der Venusatmosphäre

Biologie
Experimente im Kosmos z. B. Auswirkung von Schwerelosigkeit und kosmischer Strahlung auf verschiedene Organismen

Geodäsie
Erdbemessungen durch Satelliten, z. B. exakte Entfernungsbestimmungen

Geologie
Bahnvermessungen von Satelliten, z. B. zur Lagerstätten erkundung von Bodenschätzen

Geophysik
Erforschung der Erdatmosphäre, des erdnahen Raumes und der solar-terrestrischen Beziehungen, z. B. Entdeckung des Strahlungsgürtels, Erkenntnisse über Struktur der Ionosphäre

Meteorologie
Studium globaler Prozesse der Wetterbildung durch Satelliten, z. B. Entstehung von Zyklogen

Ozeanologie
Kontrolle des Meereszustandes durch Satelliten, z. B. Verschmutzung und Eislage

Auswirkungen der Erkenntnisse auf alle wissenschaftlichen Disziplinen

Technik Neue Verfahren

Produkte
die bereits existieren, werden durch die extremen Anforderungen verbessert, z. B. Halbleiter- und Transistorentechnik

Produktionsprozesse
für bestimmte Materialien werden verbessert, z. B. Dünnfiltertechnik

Bearbeitungsmethoden
werden durch spezielle Anforderungen verbessert, z. B. Schweißtechnik

Steuerungsprozesse
über große Entfernungen werden möglich, z. B. Fernwirktechnik in Industrie und Verkehrswesen

Prüf- und Meßgeräte
werden durch extreme Toleranzen revolutioniert, z. B. Registriergeräte

Werkstoffe
völlig neuer Art werden entwickelt, z. B. Schutzanstriche, Isoliermaterialien, Kunststoffe

Geräte
spezieller Art entstehen, z. B. Automaten, Batterien, Computer, Zentrifugalpumpen

Organisationsmethoden
neuer Art für Planung, Leitung und Kontrolle komplexer Vorhaben entstehen, z. B. System-Analyse, System-Integration

Impulse für alle Zweige der Industrie

Bekleidung
Sicherheitsanforderungen für die Kosmonauten führen z. B. zu Spezialanzügen für Hochfahranarbeiter

Wirtschaft Bessere Lebensbedingungen

Nachrichtenwesen
Kommunikations-satelliten ermöglichen z. B. globale Telefonie, Telegrafie, Telefunk, Telefernsehen

Wetterdienst
Meteorologische Satelliten gestatten z. B. bessere, schnellere und langfristige Wettervorhersagen

Verkehrswesen
Navigationssatelliten erhöhen z. B. die Sicherheit der Schifffahrt und Luftfahrt

Volksbildung
Bildungssatelliten unterstützen Beseitigung des Analphabetentums in den Entwicklungsländern

Land- und Forstwirtschaft
Agrarsatelliten erhöhen die Erträge, z. B. durch Terminbestimmung für Aussaat und Ernte, Warnung vor Bränden und Schädlingsbefall, Erschließung unterirdischer Ströme und Gletscherkapazitäten

Fischereiwirtschaft
Ozeanografische Satelliten erhöhen die Fangergebnisse, z. B. durch Feststellung von Fischschwärmen

Konsumgüter
Extreme Anforderungen von Raketentechnik und Raumfahrt führen zur Miniaturisierung von Gebrauchsgütern, z. B. Kleinstradios mit Sonnenbatterien

Haushaltwaren
Entwicklungen der Astronautik erleichtern die Hausarbeit, z. B. Geschirraus Teflon

Auswirkung auf alle Bereiche des gesellschaftlichen Lebens

Medizin Besseres Gesundheitswesen

Diagnostik
Medizinisch-biologische Überwachung der Kosmonauten, revolutionierende Untersuchungsmethoden, z. B. verschluckbarer Sender zur Untersuchung des Magen-Darm-Traktes

Therapie
Anforderungen der bemannten Raumfahrt inspirierten neue Behandlungsmethoden, z. B. Herzschrittmacher

Prophylaxe
Trainingsmethoden für Weltraumpiloten förderten neue Vorbeugungsmittel, z. B. Zentrifuge gegen Netzhautablösung

Physiologie
Grenzbelastungen des Organismus führen z. B. zu neuen Erkenntnissen und Geräten

Pharmazie
Bemannte Raumflüge gestatten z. B. das Testen von Medikamenten

Hygiene
Lebenshaltungssysteme in Raumschiffen regen sinnvollere Ernährung, Kleidung, Wohnung und Arbeitsbedingungen an

Medizintechnik
Telemetrische Routineuntersuchungen für Raumfahrer führen zu neuen Geräten, z. B. Kontrollautomat für Kreislaufkrankheiten

Psychologie
Stress-Situationen im Kosmos ergeben z. B. neue Erkenntnisse über das Verhalten des Menschen

Auswertung aller dieser Erkenntnisse in der Allgemeinen, Human- und Veterinärmedizin

maligen Präsidenten EISENHOWER zur Erde. Die dritte Satellitenserie mit der Bezeichnung Discoverer hatte rein militärische Aufgaben: Durchführung von Spionageaufnahmen und Rückführung der Filmmaterialien zur Erde.

● **Wirtschaftlich** ist die Kosmonautik der UdSSR in die Gesamtplanung der sozialistischen Volkswirtschaft integriert, deren oberstes Gesetz das *Streben nach maximaler Befriedigung der ständig wachsenden Bedürfnisse der Gesellschaft und jedes einzelnen* ist. So standen bei allen unbemannten und bemannten Raumfahrt-experimenten Aufgaben im Vordergrund, die mittelbar und unmittelbar der industriellen und landwirtschaftlichen Entwicklung dienen. So umfaßte das Programm der wissenschaftlichen Satelliten Probleme der Grundlagenforschung aus allen naturwissenschaftlichen und technischen Disziplinen. Bei den Anwendungssatelliten wurden solche Lösungen gewählt, die mit dem geringsten Aufwand den volkswirtschaftlich größten Nutzen erbringen. Typisch dafür sind die Nachrichtensatelliten vom Typ Molnja, die mit ihren stark elliptischen Bahnen, deren Apogäen über der Nordhalbkugel liegen, eine für das sozialistische Weltsystem optimale und effektive Lösung darstellen.

Die sowjetische Raketenindustrie, zu der eine Vielzahl sozialistischer Produktions- und Entwicklungsbetriebe in allen Teilen des riesigen Landes gehört, arbeitet unter direkter Anleitung der Regierung der UdSSR und ihrer entsprechenden Fachministerien.

In den USA gibt es nach Angaben der NASA rund 20 000 Firmen, die ausschließlich oder teilweise für die Raumfahrt arbeiten. Unter ihnen bilden etwa 20 gigantische Konzerne den Kern der amerikanischen Raumfahrtindustrie, die als Zweig der Luftfahrtindustrie entstand und heute ein immer stärkeres selbständiges Dasein führt. Zwischen diesen Konzernen tobt ein erbitterter und erbarmungsloser Konkurrenzkampf um die Aufträge des Capitols und des Pentagons. Die Methoden dieses Dschungelkrieges nach dem Wolfsgesetz reichen von der Anwerbung von Astronauten und Generalen für die Lobby über die Abwerbung von Wissenschaftlern und Technikern aus dem In- und Ausland bis zu kriminellen Handlungen.

Ein Beispiel dafür enthielten britische Raumfahrtpublizisten [7], indem sie bewiesen, daß der ehemalige NASA-Direktor JAMES E. WEBB nicht nur ein Intimus des inzwischen verstorbenen Senators ROBERT KERR war und dieser wiederum dem Vorsitzenden des Raumfahrt Ausschusses und späteren US-Präsidenten LYNDON BAINES JOHNSON sehr

nahestand. WEBB, der selbst kein Wissenschaftler ist, schob höchst eigenmächtig und gegen den Rat einer Expertenkommission von 192 NASA-Forschern den Auftrag für das Apollo-Raumschiff nicht der Firma Martin-Marietta, sondern der North American Aviation zu.

Desgleichen beeinflussten die beiden texanischen Politiker JOHNSON und KERR die Wahl des Sumpfgeländes bei Houston in Texas für den Bau des Kontrollzentrums. Am meisten davon profitierte die Humble Oil Company, der dieses Terrain gehörte. WEBB, der seine Ernennung zum NASA-Administrator Senator KERR zu verdanken hatte, war zuvor Direktor in dessen gewaltigem Erdöl- und Uranimperium, der Kerr-McLure Oil Industries. Die westdeutsche „Frankfurter Rundschau“ kommentierte die Folgen dieser Fehlentscheidung: „Ob nun das Leck von Apollo 13 noch auf JAMES WEBBS damalige Entscheidung zurückgeht, wird erst noch festgestellt werden müssen. Zwar ist KERR tot, aber die Humble Oil Company bleibt und LYNDON B. JOHNSON dürfte es heute nicht ganz wohl bei dem Gedanken sein, daß sich die 1 600 km zwischen Houston und Kap Kennedy als recht unvorteilhaft auch für das Unternehmen Apollo 13 ausgewirkt haben.“

Der Kommandant von Apollo 13, JAMES LOVELL, erklärte [8]: „Verantwortlich für das Unglück war ein unverzeihlicher Fehler der Industrie. Die Thermostaten für die Sauerstofftanks waren vor dem Start nicht gegen solche ausgetauscht worden, die, wie das Heizungssystem, an eine höhere Spannung angepaßt waren. Daher ereignete sich im Moment der Erhitzung der Heizungssysteme ein Kurzschluß, der zu den folgenschweren Explosionen an Bord der Apollo 13 führte.“

● **Wissenschaftlich** ist die Kosmonautik in der UdSSR durch *Planmäßigkeit* und *Systematik*, *Komplexität* und *Kontinuität* charakterisiert. So wurde z. B. bereits im April 1955, also zweieinhalb Jahre vor dem Start von Sputnik 1, beim Präsidium der Akademie der Wissenschaften der UdSSR die ständige „Kommission für den Interplanetaren Verkehr“ gebildet, die alle Arbeiten bei der Erforschung des Weltraumes koordiniert. Noch vor dem Start der ersten sowjetischen Satelliten veröffentlichten Zeitschriften wie „Fortschritt der Physikalischen Wissenschaften“ im Juni 1957 die Sendefrequenzen der zukünftigen Raumflugkörper, und im September erschienen detaillierte Angaben über deren Aufbau, Ausrüstung und Aufgaben.

In den USA hingegen erfolgte die Gründung

der NASA erst im Jahre 1958 in Auswirkung des „Sputnikschocks“. Trotz aller Bemühungen der amerikanischen Wissenschaftler und Techniker um Koordinierung und Konzentration der Raumfahrtforschung, bestimmen heute wie damals Profitsucht und Prestigestreben von Kapital und Capitol die Programme.

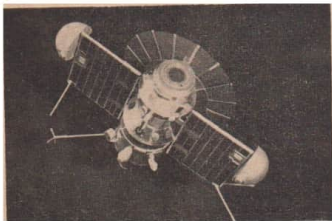


Bild 3: Raumflugerät der sowjetischen „Sonda“-Serie

Gegenwärtig kommt auf etwa 1.000 Erdbewohner ein Wissenschaftler; denn bei einer Weltbevölkerung von über 3 Milliarden Menschen gibt es ungefähr 3 Millionen Wissenschaftler. 800.000, also rund 27 Prozent aller Wissenschaftler sind in der Sowjetunion tätig, obwohl der Anteil der UdSSR an der Weltbevölkerung nur 7 Prozent beträgt. Allein im Jahre 1970 wandte die sowjetische Regierung rund 10 Milliarden Rubel für die Entwicklung der Wissenschaft auf. Die UdSSR bildet gegenwärtig bei einer Bevölkerung von etwa 230 Millionen Einwohnern mehr als doppelt soviel wissenschaftlich technische Kader an Hoch- und Fachschulen aus als die USA mit rund 200 Millionen Einwohnern und mehr denn alle imperialistischen Staaten zusammen. Die USA decken ihren Bedarf an Wissenschaftlern und Technikern zu einem erheblichen Teil durch „Importe“ von anderen Ländern – man schaue sich nur einmal die Namenliste der „amerikanischen“ Nobelpreisträger oder die Personallisten der NASA und Raumfahrtkonzerne an.

● **Ideologisch** ist für die sowjetische Kosmonautik die Position des sozialistischen Wissenschaftlers von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Dieser wendet in der Forschungsarbeit bewußt den dialektischen Materialis-

mus an, der durch seine Übereinstimmung mit den tatsächlichen Entwicklungsvorgängen in der Natur, die einzige wissenschaftlich-philosophische Grundlage für jede Arbeitsmethode darstellt. *Er lebt in einem sozialistischen Staat und erhält durch diesen Staat die Garantie, daß seine Forschungsergebnisse immer für die Erhaltung des Friedens und die Förderung des Fortschritts benutzt werden, selbst wenn es sich um Waffen handelt.* Schließlich wirkt er in einem Kollektiv von Gleichgesinnten, das im Rahmen des sozialistischen Wettbewerbs die wechselseitige Information, Koordination und Kooperation einschließt und mit anderen Forschungsgemeinschaften letztlich einem gemeinsamen Ziel zustrebt.

Wie anders im Kapitalismus, wo jeder Konzern sein eigenes Entwicklungsprogramm besitzt; wo das Wolfsgesetz des Kapitalismus – jeder ist des anderen Feind – auch für die Forscherteams und den einzelnen Wissenschaftler gilt. Dort lebt er in ständiger Sorge, daß seine Forschungsergebnisse mißbraucht werden. Immer mehr Wissenschaftler und Techniker der kapitalistischen Welt fragen sich, wie Professor Dr. ROBERT JUNGK nachwies: „Wozu produziere ich? – Für wen produziere ich? – Welche Wirkung hat meine Arbeit? Ist sie gut? Ist sie böse?“ [9]

(wird fortgesetzt)

Literatur:

- [1] SCHOLZE, O.: The Active Information – Key Position for the Future. Dokumente des XXI. IAF-Kongresses 1970 in Konstanz.
- [2] Dokumente des XVIII. IAF-Kongresses 1967 in Belgrad.
Dokumente des XIX. IAF-Kongresses 1968 in New York.
Dokumente des XX. IAF-Kongresses 1969 in Madrid.
- [3] YOUNG, H./SILCOCK, B./DUNN, P.: Der Mond, das Superding – Wettlauf um Macht und Geld. Übersetzung aus dem Englischen, Piper-Verlag, 1970.
- [4] LAPP, R. E.: Space – Science or Spectacle. New York, 1970.
- [5] Dokumente des XXI. IAF-Kongresses 1970 in Konstanz.
- [6] S. NEWSKI: Glanzleistung der sowjetischen Raumfahrt. Neue Zeit 40, 7. Oktober 1970.
- [7] YOUNG, H./SILCOCK, B./DUNN, P.: Journey to Tranquility. (Siehe deutsche Ausgabe [3].)
- [8] Pressekonferenz der Apollo-13-Mannschaft auf dem XXI. IAF-Kongreß 1970 in Konstanz.
- [9] JUNGK, R.: Die Zukunft hat schon begonnen. Alfred Scherz Verlag, Bern und Stuttgart 1963.

Anschrift des Verfassers:

HORST HOFFMANN
1122 Berlin-Weißensee, Lindenallee 49

Über den Ursprung der Mondgesteine (II)*

5. Die chemischen Hauptelemente der Mondgesteine

Die chemische Zusammensetzung der Proben wurde spektralanalytisch bestimmt und die Kontrolle nach den internationalen Normen durchgeführt. Der Fehler betrug 10 Prozent. Die biologische Probe wurde mit Hilfe der Atomabsorptions- und der kolorimetrischen Methode erforscht. Die Ergebnisse entsprechen im allgemeinen den Angaben von Surveyor 5,

achondrite im allgemeinen übereinstimmt, bestehen zwischen ihnen doch gewisse Unterschiede. Die Kieselsäure ist in den Mondgesteinen schwächer vertreten als in den Basalten und Achondriten. Nach ihrem Gehalt an Tonerde stimmen die Achondrite, besonders die Eukrite, mit den Mondgesteinen überein und stehen über den Basalten. Dabei beträgt der Gehalt an Tonerde in allen drei genannten Gesteinstypen 11 bis 14 Prozent, was sie deut-

Tabelle 3

Zusammensetzung irdischer Gesteine, der Mondgesteine und Meteorite in Gewichtsprozenten

chemische Zusammen- setzung	ultrabasische Gesteine der Erde (Peridotite) (23) ¹	gewöhnliche Chondrite (94)	Mondgesteine		kalziumreiche Feldspatchondrite	
			Extremwerte	Mittelwerte	Eukrite	Howardite
SiO ₂	43,54	38,04	36 ... 43	41	48,5	49,75
TiO ₂	0,05	0,11	7,0 ... 12,5	9,5	0,60	0,03
Al ₂ O ₃	3,99	2,5	7,7 ... 13	11,0	12,96	8,70
Fe ₂ O ₃	2,51	12,45	15,6 ... 21	18,0	17,6	15,56
FeO	9,84	(FeO)	(FeO)	(FeO)	(FeO)	(FeO)
MnO	0,21	0,25	0,22 ... 0,55	0,34	0,43	0,88
MgO	34,02	23,84	6,3 ... 10	7,8	8,28	16,09
CaO	3,46	1,95	9 ... 12	10,2	10,23	6,95
Na ₂ O	0,56	0,98	0,2 ... 0,65	0,5	0,75	0,97
K ₂ O	0,25	0,17	0,06 ... 0,22	0,15	0,24	0,31
Cr ₂ O ₃	0,34	0,36	0,31 ... 0,95	0,55	0,36	0,40
P ₂ O ₅	0,05	0,21	—	—	0,1	0,03
Fe + Ni (Metall)	—	11,76	—	—	0,80	0,33
FeS	—	5,76	—	—	0,46	0,89
H ₂ O	0,76	0,25	—	—	0,17	0,16
in 10 ⁻⁴ Gewichtsprozenten						
Li	0,5	2	10 ... 25	16	3	
Rb	1,0	5	0,8 ... 6,5	2,5	0,25	
Yb	0,2	0,2	1,3 ... 7	3,5	2	
Y	1	2	100 ... 310	204	22	
Sc	1,5	8	45 ... 170	88	35	
Sr	10	12	55 ... 230	105	80	
Ba	1	6	50 ... 180	80	32	
Ga	2	4	4 ... 8	6	—	
V	40	70	20 ... 80	36	50	
Co	200	800	3 ... 22	12	40	
Ni	2000	13 500	55 ... 320	200	1000	
Cu	20	150	3 ... 10	6		
Zr	30	30	250 ... 2000	800	60	
U	0,01	0,025	0,39 ... 0,78	0,65	0,2	
Th	0,020	0,040	1,8 ... 3,4	2,5	0,5	

¹ In Klammern steht die Anzahl der Analysen. Angaben von Noccolds, Urey, Craig.

6 und 7. Der Gehalt an Aluminium, Kalzium und Silizium liegt niedriger, der an Magnesium, Eisen und Titan höher. In der Tabelle 3 werden nur die Extrem- und Mittelwerte des Vorkommens der chemischen Elemente angeführt (auf Grund von 12 Proben). Obwohl die chemische Zusammensetzung des Mondgesteins, der irdischen Basalte und der Feldspat-

lich von den Chondriten unterscheidet (2,5 bis 4 Prozent). Magnesiumoxid ist in denselben drei Gesteinsarten zu 8 Prozent enthalten, was sie ebenso von der Substanz der Chondrite unterscheidet (24 Prozent). Das Verhältnis SiO₂/MgO ist auf der Sonne, auf der Erde als Ganzes und in den Chondriten annähernd gleich 1 (primäre Sonnensubstanz). Das Verhältnis SiO₂/MgO in den Basalten, Mondgesteinen und Eukriten schwankt zwischen den Werten 5 und 8, was ein Beweis für ihre sekundäre

* Vgl. WINOGRADOW, A. P.: Über den Ursprung der Mondgesteine (I). In: Astronomie in der Schule 8 (1971) 1, S. 4-7.

Herkunft ist (Ausschmelzung). Sehr viel Eisenoxid (Oxydul) enthalten die Mondgesteine und Achondrite, besonders die Eukrite, bis zu 20 Prozent. Die Basalte enthalten davon etwa 10 Prozent. Offensichtlich ist der Einfluß des Eisens auf die übrige Zusammensetzung der Mondgesteine sehr groß. Ein hoher Eisengehalt ermöglicht das Einfangen von Titan- und Zirkonien in den Silikatgittern. Es ist nicht ausgeschlossen, daß unter gewissen Bedingungen eine Aussonderung von Titan aus den Silikatgittern vonstatten geht. Wahrscheinlich läßt sich durch solche Erscheinungen der hohe Ilmenitgehalt (FeTiO_3) der Mondgesteine erklären. In den Gesteinen der Mondoberfläche wurden nur wenige Nickeleisenkugeln gefunden. Für irdische Gesteine ist das überhaupt nicht charakteristisch, wohl aber weitverbreitet in den Meteoriten. In den Feldspatachondriten jedoch ist wie im Mondgestein wenig metallisches Eisen enthalten. Das Verhältnis Eisen/Nickel ist im Mondgestein im allgemeinen dasselbe wie in der Silikatphase der Chondrite. Wenn der Stoff, aus dem die Mondgesteine aufgeschmolzen wurden, einen dem der Chondrite analogen Eisengehalt aufweisen würde (etwa 25 Prozent Eisen in verschiedenen Formen und 16 Prozent in der Silikatphase der Mondgesteine), so kann man in der Restsubstanz des Mondes (analog zu den Duniten des Erdmantels) etwa 8 Prozent Eisen

dichten Gesteins von Luna 16, verglichen mit den Angaben für die Proben von Apollo 12. Es zeigt sich eine Tendenz zur Verminderung des Gehalts einiger Elemente in der Feinfraktion im Vergleich zum dichten Gestein bei FeO , TiO_2 u. a. Bei anderen ist eine Zunahme in der Feinfraktion zu verzeichnen, namentlich bei Al_2O_3 , Th, U u. a. Der Gehalt an Th und U ist ebenso groß wie in den Proben von Apollo 12 und Apollo 11, Th in der Größenordnung 10^{-4} , U 10^{-5} Prozent. Obwohl die Probenentnahmestelle von Apollo 11 im Meer der Ruhe nur 900 Kilometer entfernt liegt, unterscheiden sich die Proben erheblich voneinander. Bei den ersteren ist der Gehalt an TiO_2 , ZrO_2 , Elementen seltener Erden und einigen anderen niedriger und der Gehalt an FeO höher. Interessanterweise haben die Proben von Luna 16 und Apollo 11 in den Feinfraktionen einen gleich hohen Gehalt an den kosmogenen Edelgasen He, Ne, Ar, Xe und Kr, ganz anders als in den Proben von Apollo 12. Zugleich kommt Luna 16, wie aus der Tabelle ersichtlich, in der Gesamtzusammensetzung der Proben denen von Apollo 12 näher, die in rund 2500 Kilometer Entfernung vom Landeplatz der Luna 16, im Meer der Stürme, entnommen worden sind. Aber die Mächtigkeit des Regoliths ist im Gebiet des Meeres der Stürme offenbar unbedeutend.

Tabelle 4
Chemische Zusammensetzung der Mondgesteine

	Basaltgestein Luna 16	Feinfraktion Luna 16	Basaltgestein Apollo 12	Feinfraktion Apollo 12
SiO_2	43,8	41,7	40	42
TiO_2	4,9	3,39	3,7	3,1
Al_2O_3	13,65	15,32	11,2	14
FeO	19,35	16,8	21,3	17
MgO	7,05	8,73	11,7	12
CaO	10,4	12,2	10,7	10
Na_2O	0,33	0,37	0,45	0,40
K_2O	0,15	0,10	0,065	0,18
MnO	0,2	0,21	0,26	0,25
Cr_2O_3	0,28	0,31	0,55	0,41
ZrO_2	0,04	0,015	0,023	0,09

in Form von Silikaten erwarten. Folglich bleibt zur Bildung eines Eisen-Nickel-Kerns des Mondes praktisch kein Eisen übrig. Das Fehlen eines metallischen Mondkerns wird auch durch andere Tatsachen bestätigt.

In den Mondgesteinen ist sehr viel Titanoxid enthalten (7 bis 12 Prozent). Alkalien des Natriums und Kaliums sind im Mondgestein und in den Feldspatachondriten sehr selten, während in den Tholeiitbasalten der Erde der Gehalt an Na_2O den Wert 2,5 Prozent erreicht. Die Tabelle 4 enthält einige Angaben über die Zusammensetzung der Feinfraktion und Stücke

6. Die Spurenelemente in den Mondgesteinen

Die Beimischungen der Spurenelemente stören im allgemeinen nicht die gute Übereinstimmung zwischen der Zusammensetzung der Mondgesteine und der der Feldspatachondrite. Dadurch wird der Grundgedanke von der Entstehung der Gesteine der Mondoberfläche durch Aufschmelzungsprozesse bestätigt. So ist z. B. der Gehalt an Ytterbium, Yttrium, Scandium, Strontium und Barium in den Mondgesteinen und den Feldspatachondriten (genau wie in den Basalten) bedeutend, manchmal um eine ganze Größenordnung höher als in den

Chondriten und in den ultrabasischen Gesteinen der Erde.

Die die Mondoberfläche bildenden Gesteine sind nicht mit Schwermetallen wie Nickel, Kupfer und Manganerz angereichert. Kohlenstoff ist im Mondgestein zu weniger als 0,0001 Prozent enthalten, während er an der Zusammensetzung der Meteorite (besonders der kohlenstoffhaltigen Chondrite) bis zu 0,1...0,01 Prozent teilnimmt. Der Gehalt an Edelgasen ist von der Geschichte der Mondsubstanz her, aber auch von der Einwirkung des Sonnenwindes – des konstanten Partikelstroms aus Richtung Sonne – her bestimmt. Von diesem Strom wird die Mondoberfläche intensiv bombardiert. Dadurch hervorgerufene Kernreaktionen führen auch zur Bildung verschiedener Elemente, z. B. der Edelgase. Sie wurden viel im Sand und in den Brekzien, weniger in den massiven Mondgesteinsproben gefunden. Diese Tatsache erklärt bis zu einem gewissen Grade den hohen Edelgasgehalt der brekzienartigen Achondrite.

Das absolute Alter der Mondgesteine beträgt nach der Kalium-Argon-Methode 3 bis 4 Milliarden Jahre, was etwas weniger ist als das Erdalter.

7. Die Mondkruste und der Mondmantel

Die ersten Forschungsergebnisse über die Gesteine der Mondoberfläche stellen eine sehr große Bereicherung unserer Vorstellungen vom natürlichen Begleiter der Erde dar. Dabei wurden die Gesteine der Lavaseen der Mondmeere einer Analyse unterzogen und das aus einem sehr begrenzten Gebiet. Gleichzeitig kann man, gestützt auf diese Analysen, die Mondgesteine zielstrebig untersuchen. Die Mehrzahl der Forscher zieht das Modell eines Mondes mit einheitlicher Struktur vor. Jetzt besteht kein Zweifel mehr darüber, daß auf dem Mond eine vulkanische Aktivität aufgetreten ist, da die Mondgesteine kristalline Ergußgesteine sind. Die kristallinen Oberflächengesteine der Mondmeere sind vom gleichen Basalttyp, unterscheiden sich aber etwas im Gehalt an einigen chemischen Grundstoffen. Ihre Zusammensetzung nähert sich der der primitiven Basalte der Erde.

Die Mondmeere sind Ebenen, die irgendwann einmal von vulkanischer Lava überflutet worden sind. Gesteine vom Basalttyp bilden sich als der am leichtesten schmelzbare Teil beim zonalen Durchschmelzen der inneren Substanz eines Planeten. Man darf annehmen, daß die Differenzierung der Erd- und der Mondsubstanz und wahrscheinlich auch der Substanz anderer Planeten vom Erdtyp im wesentlichen

ähnlich verlaufen ist, allerdings unterschiedliche Entwicklungsetappen erreicht hat.

Die Substanz dieser Lavameere unterlag der Mondzerkleinerung, vielleicht kann man auch sagen der „Mondverwitterung“. Auf der Erde vollzieht sich die Verwitterung, die Zerstörung von Gesteinen, vor allem unter dem Einfluß von Kohlensäure, Wasser und Organismen. Auf dem Mond gibt es nicht dergleichen. Auf dem Mond wirken ganz andere Faktoren bei der Zerstörung der Gesteine – der Solarwind, die kosmische Korpuskularstrahlung, die Meteoriteneinschläge, die beträchtlichen Temperaturschwankungen an der Oberfläche und das kosmische Vakuum. Es muß geklärt werden, welche Faktoren bei der Desintegration der Oberflächengesteine des Mondes die wichtigsten sind.

Die Einschläge von Meteoriten oder Mikrometeoriten, die mit großer Geschwindigkeit auf den Mond fliegen können, mögen die Oberflächengesteine des Mondes in gewaltiger Menge zerstören und das gesamte lockere Material durcheinandermischen. Aber man muß ausreichende Merkmale dieser Meteoriten im Mondboden finden. Die Korpuskularstrahlung wirkt zweifellos auf das Mondgestein. Induzierte Radioaktivität tritt auf, aber die Strahlung dringt nicht tief in das Gestein ein. Schließlich können Vulkanausbrüche auf dem Mond vielleicht im kosmischen Vakuum Zerkleinerungsvorgänge und die Bildung von ascheartiger Substanz auslösen. Jedoch handelt es sich vorläufig nur um Vermutungen, die noch bewiesen werden müssen.

Die Untersuchung des Mondgesteins ist für das Verstehen der Vorgänge auf der Erde in ihrer früheren Existenzzeit besonders wichtig. Die Anerkennung einer vulkanischen Aktivität auf dem Mond auf Grund der unmittelbaren Erforschung seiner Oberflächengesteine führt zu der Feststellung, daß sich die Mondsubstanz in Schalen differenziert hat und daß sich eine Mondkruste bildete. Offensichtlich sind die Dünste, Dämpfe und Gase, die den Prozeß ihrer Aufschmelzung aus den Tiefengesteinen begleiteten und die sich bei Lavaergüssen bildeten, verlorengegangen. Das Schwerefeld des Mondes konnte ihre Atome und Moleküle nicht festhalten. Deshalb verflüchtigten sie sich in den Weltraum. So hatte der Mond niemals eine konstante Atmosphäre. Wahrscheinlich ist unter seiner Oberfläche auch kein Eis erhalten geblieben. Bisher wurden keinerlei Spuren einer Einwirkung von Wasser auf das Mondgestein ermittelt.

Die Analogie zwischen den Gesteinen der Mondmeere und den Tholeiitbasalten der Erde

sowie den Eukriten führt gesetzmäßig zu der Frage nach der Zusammensetzung des Primärmaterials, aus dem der „Mondmantel“ besteht. Für die Erde nehmen wir eine chondritartige Zusammensetzung des Mantels an. Ihr Aufschmelzungsprodukt sind die Basalte, ihre Reststoffe die Dunite.

8. Zur Entstehung des Mondes

Es gibt Hypothesen über die Abtrennung des Mondes von der Erde und solche, wonach der Mond von außen hinzugekommen ist, z. B. aus dem Planetoidengürtel. Im erstgenannten Fall wäre eine Abtrennung von der noch undifferenzierten Erde (dem aber widerspricht der Dichteunterschied zwischen Erde [$5,5 \text{ g/cm}^3$] und Mond [$3,34 \text{ g/cm}^3$]), aber auch nach der teilweisen Aufgliederung der Erde in eine Metall- und eine Silikatphase (mit dem Mond wurde nur die letztgenannte losgetrennt) möglich. Dann hätte der Aufschmelzungsprozeß zur Bildung einer Mondkruste aus Tholeiitbasalt mit einem 10prozentigen FeO-Gehalt und einem geringen TiO_2 -Gehalt führen müssen, was den oben angeführten Tatsachen widerspricht.

Die Lostrennung des Mondes von der endgültig differenzierten Substanz der Erdrinde ist noch weniger möglich.

Die zweite Variante untersucht das Einfangen des Mondes durch die Erde. Der Mechanismus einer solchen Wechselwirkung war Gegenstand einer Reihe kosmogonischer Arbeiten.

Die mittlere Dichte des Mondes beträgt $3,34 \text{ g/cm}^3$. Wenn man die Abplattung und andere physikalische Faktoren in Betracht zieht und die mittlere Dichte des Mondes auf Normaldruck und -temperatur zurückführt, beträgt ihr Wert $3,5 \dots 3,6 \text{ g/cm}^3$. Folglich hatte das Ausgangsmaterial, aus dem sich der Planet bildete, eine geringere Dichte. Also gab es darin überhaupt keine Eisenphase, oder sie war sehr gering. Oben wurde versucht, diese Aufgabe unter Berücksichtigung des hohen FeO- und des geringen Nickelgehalts der Mondgesteine zu analysieren. In vielen Chondriten beträgt die Eisenphase bis zu 2 Prozent und die Dichte $3,4 \text{ g/cm}^3$. Auch sie enthalten viel Eisen und wenig Nickel. Es ist möglich, daß das Ausgangsmaterial der Mondgesteine Chondrite mit gewöhnlichem Eisengehalt (etwa 13 Prozent) waren.

Im Ergebnis der Erhitzung der Mondsubstanz durch die beim radioaktiven Zerfall von Uran, Thorium und Kalium anfallende Wärme kam es zur Oxydation einer bedeutenden Menge

metallischen Eisens. Deshalb reicherte es sich in der Silikatphase an. Der Rest des metallischen Eisens muß sich durch einen sehr hohen Nickelgehalt auszeichnen.

Die Variante von der Entstehung des Mondes aus chondritischem Material, dessen Silikatphase stark FeO-haltig und dessen Metallphase sehr gering ist, wird den aus der Analyse der Mondgesteinsproben gewonnenen chemischen, petrographischen und mineralogischen Daten am besten gerecht. Dabei taucht die Frage nach der Entstehung der Agglomerate auf. Wenn es gelingt, herauszufinden, wo und wie dieser Prozeß der Agglomeration des achondritischen und metallischen Materials vorstatten ging, dann wird das Problem der Entstehung der Mondsubstanz (und der Erdschubstanz) wesentlich aufgehellt werden.

9. Schlußbemerkungen

Zum Schluß weist der Verfasser darauf hin, daß es nicht unwahrscheinlich ist, daß Gesteinsbruchstücke von der Mondoberfläche auf die Erde fallen. Bei Explosionen, hervorgerufen durch das Aufprallen von Meteoriten oder durch Vulkantätigkeit, können Bruchstücke von Mondgestein mit einer Geschwindigkeit ausgeschleudert werden, die höher ist, als die zweite kosmische Geschwindigkeit in dem schwachen Schwerfeld des Mondes. Diese Bruchstücke entfernen sich vom Mond und können dann vom Schwerfeld der Erde eingefangen werden. Offenbar müssen sich die Bahnen der Eukrite dieser Herkunft zur Erde von denen anderer Meteorite unterscheiden.

Der Verfasser vertritt die Meinung, daß die Oberflächengesteine des Mondes aus seinem Innern herausgeschmolzen sind. Sie kristallisierten aus einem Silikatmagma heraus. Eine große Rolle bei der Entstehung des geochemischen Aussehens der Mondgesteine spielt das Eisen in seiner Silikatphase. Es ist verantwortlich für die Verteilung von Titan und Zirkon in den Silikaten, für die Senkung des Schmelzpunkts der Substanz usw. Die Mondgesteine erwiesen sich als den Feldspatachondriten, den Eukriten überaus nahe verwandt. Berechnungen bestätigen die geringe Wahrscheinlichkeit der Existenz einer Metallphase im Mondinnern. Die wahrscheinlichste Quelle der Mondsubstanz könnten Chondrite mit einem hohen Silikateisengehalt und ohne Metallphase gewesen sein.

Aus Zemlja 1 v selennaja 1970/3, S. 3–11, ergänzt durch Auszüge aus „Presse der SU“ A 134/S. 6, 11 und 12.
Übersetzer: Dr. SIEGFRIED MICHALK
86 Bautzen, Schliebenstraße 2

Zum Unterrichtsmittelbedarfsplan für das Fach Astronomie

Der Verfasser erläutert den verbindlichen Unterrichtsmittelbedarfsplan für das Fach Astronomie. Die dort angegebenen Unterrichtsmittel gehören zu den materiellen Voraussetzungen für die Erfüllung des neuen Lehrplans in hoher Qualität.

Der neue Lehrplan für das Fach Astronomie, der am 1. September 1971 in Kraft treten wird und für die 10. Klassen einschließlich der Vorbereitungsklassen Gültigkeit besitzt, stellt an alle Astronomielehrer hohe Anforderungen. Durch die exakten Zielangaben und die in ihren Grundzügen vorgezeichneten methodischen Schritte bildet der neue Lehrplan nicht nur ein Gerüst, sondern ein ständig wirkendes Führungsdokument für den Unterricht.

Zu den notwendigen Voraussetzungen für eine Erfüllung des Lehrplanes in hoher Qualität gehört neben Lehrbuch und Unterrichtshilfe ein gut durchdachtes System von Unterrichtsmitteln. Dieses System wird vom Lehrplan vorgegeben; die geregelte Versorgung der Schulen und die Planung des Unterrichts jedes einzelnen Lehrers bedingen aber das Vorhandensein eines Einsatz- und Bedarfsplanes für die Unterrichtsmittel. Der veröffentlichte verbindliche Unterrichtsmittelbedarfsplan für das Fach Astronomie, Klasse 10, vereinigt diese beiden Funktionen.¹

Der Erarbeitung des Bedarfsplanes ging eine gründliche Analyse des vorhandenen Unterrichtsmittelsortiments und der Anforderungen des neuen Lehrplans voraus. Dabei zeigte sich, daß das bisherige Unterrichtsmittelangebot – entgegen anderslautenden Urteilen – überraschend umfangreich ist; für mehrere Unterrichtseinheiten des alten Lehrplanes existieren mehr Unterrichtsmittel, als jemals in einer Klasse zum Einsatz kommen können. Das betraf zum Beispiel Lichtbilder zum Thema „Astronautik“ und die gesamte erste Stoffeinheit „Orientierung am Sternhimmel“. Für deren sechs Unterrichtsstunden beispielsweise wurden angeboten:

- die Wandkarte „Der nördliche Sternhimmel“,
- die Schiefertuchkarte „Tierkreiszone“,
- die Arbeitskarten „Nördlicher Sternhimmel“ und „Tierkreiszone“,
- die drehbare Sternkarte,

- drei Anschauungstafeln der Koordinatensysteme,
- zwei verschiedene Arten von Tellurien,
- der Himmelsglobus,
- das Planetenschleifengerät,
- das Modell zur Veranschaulichung der scheinbaren Sonnenbahnen,
- drei Unterrichtsfilme (F 793, F 794, F 806),
- eine Lichtbildreihe (R 608),
- sechs Selbstbauanleitungen.

Demgegenüber fehlten in mehreren Unterrichtseinheiten notwendige Unterrichtsmittel, beispielsweise in der Kosmogonie und zum Thema „Struktur der Galaxis“. Der nunmehr vorliegende Bedarfsplan stellt eine erste Lösung der damit verbundenen Probleme dar. Er enthält eine Auswahl aus dem bisherigen Sortiment, und zwar diejenigen Karten, Anschauungstafeln, Geräte, Modelle, Filme und Lichtbilder, die sich als notwendig erwiesen, im unterrichtlichen Einsatz bewährt haben und für die Erfüllung der im neuen Lehrplan ausgewiesenen Bildungs- und Erziehungsziele erforderlich sind. Entsprechend den Anforderungen der Praxis werden drei Versorgungsarten unterschieden:

1. *die zentrale Lieferung an die Schulen (betrifft vornehmlich Neuentwicklungen);*
2. *der Kauf beim Staatlichen Kontor für Unterrichtsmittel und Schulmöbel;*
3. *die leihweise Inanspruchnahme von Unterrichtsmitteln (insbesondere Filmen und Lichtbildern), die bei den Kreisstellen für Unterrichtsmittel zentralisiert sind.*

Über die gegenwärtig vorliegenden Unterrichtsmittel hinaus enthält der Bedarfsplan auch eine Reihe von Neuentwicklungen, die in den kommenden Jahren realisiert werden bzw. sich bereits in Arbeit befinden. Dabei handelt es sich um

- ein Schulfernrohr mit Winkelmeßrichtung für Azimut und Höhe,
- einen neuen Mondglobus,
- eine Projektionsfolie „Drehbare Sternkarte“ für den Tageslichtprojektor „Polylux“,
- eine Tonbildreihe „Wichtige Etappen der Raumfahrt“ und
- eine Tonbildreihe „Vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild“.

Weitergehende Vorstellungen zielen darauf ab, für das Fach Astronomie mehrere kurze Unter-

¹ Vgl. Unterrichtsmittel für Astronomie, Klasse 10. In: Verfügungen und Mitteilungen des Ministeriums für Volksbildung und des Staatlichen Amtes für Berufsbildung, Jahrgang 1970, Nr. 7, S. 83.

richtsfilme zu entwickeln, die ebenfalls zentral an alle Schulen geliefert werden sollten. Damit trägt der Unterrichtsmittelbedarfsplan auch der Tatsache Rechnung, daß der Ausstattungsgrad unsrer Schulen mit hochwertigen technischen Unterrichtsmitteln (Tageslichtprojektoren, Kassettenfilmgeräten, automatischen Diaprojektoren) laufend erhöht wird. Ein weiteres bedeutendes Merkmal des Bedarfsplanes ist die *Abstimmung der Unterrichtsmittel mit dem Inhalt des Lehrbuches*. In dieser Hinsicht ist in der Vergangenheit oft sehr achtlos vorgegangen worden; die Wiederholung von Bildinhalten und sogar von Darstellungen im Lehrbuch und in Lichtbildern ist häufig vorzufinden. (Gewiß lassen sich Überschneidungen nicht völlig vermeiden; sie machen sich zum Beispiel in den Fällen nötig, in denen die Schüler eine Lehrbuchdarstellung zur häuslichen Arbeit benötigen, während die unterrichtliche Behandlung eine großformatige Wiedergabe des Objektes erfordert. Hier wären unterschiedliche Darstellungen unter Umständen sogar von erheblichem Nachteil.) Bei der Erarbeitung des Unterrichtsmittelbedarfsplanes wurde sehr genau darauf geachtet, welche Sachverhalte in Form eines Unterrichtsmittels und welche im Lehrbuch als Abbildung erscheinen sollen. Diese Entscheidung setzte Klarheit über die didaktische Funktion jedes einzelnen Unterrichtsmittels voraus, denn es sind, um nur ein Beispiel zu nennen, Lichtbilder, an denen ein Sachverhalt eingeführt und erarbeitet wird, grundsätzlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterworfen, als

Lichtbilder für die Wiederholungs- und Festigungsphase.

Augenfällige Disproportionen im bisherigen Unterrichtsmittelsortiment sind durch den Bedarfsplan beseitigt worden. Weniger bedeutende und durch den neuen Lehrplan nicht mehr geforderte Unterrichtsmittel erfuhren, wenn sie den gestiegenen Anforderungen standhalten können, die Einstufung „verwendbar“. Sie sind damit, wie zum Beispiel viele Lichtbilder, das Tellurium TL 03 oder der bisherige Mondglobus, nicht völlig auszumustern, sollten aber von den Schulen nicht mehr angeschafft und demzufolge von der Industrie auch nicht mehr produziert werden. Den damit verbundenen Einschränkungen stehen erhebliche Mehraufwendungen gegenüber für die Versorgung der Schulen mit neuen Unterrichtsmitteln. Das wird deutlich, wenn man bei der Lektüre des Unterrichtsmittelbedarfsplans darauf achtet, wie viele Unterrichtsmittel in zentralen (und das heißt auch kostenlosen) Lieferungen an die Schulen gelangen. Der *Unterrichtsmittelbedarfsplan* für das Fach Astronomie, Klasse 10, erweist sich als ein *wesentliches Nachfolgedokument zum neuen Lehrplan* für unser Fach. Er dient der Sicherung des vom Lehrplan vorgezeichneten Bildungs- und Erziehungsprozesses und sollte von jedem Astronomielehrer als Hilfe bei der Planung und Führung des Fachunterrichts berücksichtigt werden.

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

WOLFGANG SEVERIN

Erste Astronomieolympiade im Kreis Wittenberg

Unter der Leitung der Fachkommission Astronomie fand im vergangenen Schuljahr eine Astronomieolympiade im Kreis Wittenberg statt. Der Verfasser berichtet über Vorbereitung, Durchführung und Ergebnis der Olympiade. Die Ausführungen stehen zur Diskussion und fördern zur Darlegung eigener Erfahrungen und Vorstellungen auf.

Vorbemerkungen

Angeregt durch den Aufsatz über die Moskauer Astronomieolympiade und in dem Bestreben, dem Astronomieunterricht im Kreis Wittenberg neue Impulse zu geben, beschloßen wir im vergangenen Schuljahr in der Fachkommission Astronomie, erstmalig auch bei uns eine Olympiade durchzuführen. [1] Wir sind von den Überlegungen ausgegangen, durch einen Leistungsvergleich der besten Schüler der 10. und 12. Klassen unseres Kreises einen fachlichen Beitrag zum Leninjahr zu

leisten und den Stand der Fähigkeiten und Fertigkeiten der Schüler zu überprüfen. Dabei haben wir einige Forderungen des neuen Lehrplans zugrunde gelegt, um damit eine kontinuierliche Vorbereitung auf diesen Plan zu erreichen, und um einen Maßstab für die Qualität unserer Unterrichtsarbeit zu bekommen. Der fachliche und methodische Vorlauf, den wir durch diesen Leistungsvergleich haben, ist uns nach der Auswertung der Referate auf dem VII. Pädagogischen Kongreß bestätigt worden.

Dieser Bericht soll anregen und zu kritischer Stellungnahme auffordern.

Vorarbeit

Unsere Olympiade baute auf der guten Arbeit der vergangenen Jahre auf, die in unserem

Kreis durch den Fachberater und die Fachkommission mit Unterstützung der Abteilung Volksbildung geleistet wurde. Wir ließen eine Kreiskontrollarbeit in Astronomie schreiben und werteten sie gründlich aus. Anleitungen wurden für alle Kollegen herausgegeben, die Empfehlungen zur Arbeit mit der drehbaren Schülersternkarte enthielten. Die Gruppenhospitationen dienten der Überprüfung von Fähigkeiten und Fertigkeiten der Schüler und bei gemeinsamen Beobachtungen diskutierten die Kollegen über die effektive Durchführung von Schülerbeobachtungen. Durch diese langfristige Vorarbeit fiel es der Abteilung Volksbildung leicht, unser Vorhaben zu genehmigen und es finanziell zu unterstützen.

Begründung

Im Vorwort des neuen Lehrplans heißt es beim Beitrag des Faches Astronomie zur geistigen Bildung und Erziehung der Schüler, daß sie zu befähigen sind, an einigen Beispielen durch Anwendung mathematischer Verfahren zu quantitativen Aussagen zu kommen, einfache Beobachtungen durchzuführen, die drehbare Schülersternkarte zu benutzen sowie Diagramme auszuwerten. Unter 1.4.4. heißt es: „Wichtige Ersterfolge der Raumforschung: Erkennen der führenden Rolle der sowjetischen Kosmonautik.“ [2]

Unter dieser Aufgabenstellung hatten wir die einzelnen Fragen der Olympiade zusammengestellt.

Aufgaben

1. „Im Leninjahr 1970 erinnern Sie sich bestimmt vieler Pionierleistungen sowjetischer Kosmonautik. Zählen Sie recht viele davon auf!“

Diese Aufgabe stellt hohe Anforderungen an das Gedächtnis der Schüler; sie sollten in der Lage sein, eine große Anzahl von Fakten zu reproduzieren und sie in die Thematik dieser Frage einzuordnen. Wir hatten unseren Fachkollegen empfohlen, die sowjetischen Ersterfolge besonders herauszuarbeiten und die propagandistische Überbetonung der US-Mondunternehmungen sachlich richtig einzuordnen. Den Schülern sollte mit dieser Aufgabe nochmals die führende Rolle der sowjetischen Kosmonautik deutlich gemacht werden.

2. „Beobachten Sie mit dem Schulfernrohr die Sonne und geben Sie die Beobachtungsergebnisse wieder. Zeichnen Sie dazu die typischen Besonderheiten der Sonnenoberfläche!“

Wir wußten natürlich, daß noch nicht alle Schulen mit einem Schulfernrohr, das eine direkte Beobachtung der Sonnenoberfläche ermöglicht, ausgerüstet sind. Aber wir wollten erstens den Schülern mit dieser selbständigen Beobachtung auch emotional etwas Besonderes bieten; zweitens ließ der Zeitpunkt der Durchführung der Olympiade nur eine Sonnenbeobachtung zu. Glücklicherweise schien an diesem Tag die Sonne, so daß dieses Erlebnis von den Schülern besonders geschätzt wurde.

3. „Lösen Sie mit der drehbaren Schülersternkarte folgende Aufgaben:

- 3.1. Welchen Stern können Sie am 1. September um 21.00 Uhr mit einem Azimut 95° und einer Höhe 21° sehen?
- 3.2. Zu welchem Zeitpunkt und mit welchem Azimut geht die Sonne am 1. Juni unter?
- 3.3. Welcher Stern hat die Rektaszension $7^h 31^m$ und die Deklination $+32^\circ$?
- 3.4. Der Planet Saturn hatte am 7. Oktober die Rektaszension $1^h 28^m$ und die Deklination $+6,16^\circ$. Welche Horizontkoordinaten hatte dieser Planet an diesem Tag um 20.00 Uhr?“

Diese Aufgabe erforderte ein sorgfältiges Arbeiten mit der drehbaren Schülersternkarte, wie es der Lehrplan verlangt. Selbstverständlich haben wir bei der Bewertung eine gewisse Fehlergrenze, die durch die ungenaue Heftung der Deckblätter bedingt ist, zugelassen. Doch mußten die Schüler gerade bei dieser Aufgabe zeigen, daß sie selbständig und genau mit der Sternkarte zu arbeiten imstande sind.

4. „Berechnen Sie folgende Aufgabe: Die Entfernung des Planeten Jupiter beträgt nach dem Kalender für Sternfreunde am 24. Mai 1970 4,577 AE. Wie lange braucht ein Lichtstrahl von ihm zu uns? (Rechenstab!)“

Auf den ersten Blick scheint diese Aufgabe recht leicht zu sein, zumal, wenn man bedenkt, welche mathematische Forderungen der neue Lehrplan enthält. Doch setzte sie immerhin einige physikalische Kenntnisse voraus, verlangte die Durchführung eines bestimmten Rechenweges und forderte die Anwendung des Rechenstabes. Damit trägt unser Unterricht zur Festigung mathematisch-physikalischer Kenntnisse bei, ohne die ein exakter Astronomieunterricht nicht denkbar ist. Die im Lehrplan verlangte Zusammenarbeit besonders mit dem Fach Physik kommt bei dieser Frage zwingend zur Geltung. Selbstverständlich werden in späteren Olympiaden die Anforderungen bei einem mathematischen Problem gemäß dem neuen Lehrplan erhöht werden müssen.

5. „Machen Sie über den Ihnen im HERTZ-SPRUNG-RUSSELL-Diagramm gegebenen Stern physikalische Angaben hinsichtlich seines Durchmessers, seiner Dichte, seiner Leuchtkraft und seiner Farbe!“

Dazu heißt es im neuen Lehrplan (Seite 26): „Die Schüler sollen befähigt werden, verschiedene Zustandsgrößen auf anderen abzuleiten und das HRD in seinen wichtigsten Zusammenhängen und Aussagen zu interpretieren.“ Die Beantwortung dieser Frage durch den Schüler setzte voraus, daß der Fachkollege das HRD gewissenhaft eingeführt, mit dem Diagramm gearbeitet hat und die Schüler befähigte, daraus selbständige Schlußfolgerungen ableiten zu können. Wir hatten dieses Stoffgebiet, das im neuen Lehrplan Schwerpunkt ist, hineinnehmen können, da die Olympiade im Mai durchgeführt wurde. Hier konnten die Schüler am Ende des Schuljahres fundiertes Wissen, logisches Denken und geschultes Abstraktionsvermögen beweisen.

Vorbereitung

Allen Astronomielehrern war das Vorhaben, in diesem Jahr eine Olympiade durchzuführen, laut Arbeitsplan der Fachkommission bekannt. In einem Rundschreiben wurden sechs Wochen vorher alle Direktoren der 10- und 12klassigen Oberschulen auf den Termin der Olympiade hingewiesen und die Komplexe bekanntgegeben. Von jeder 10. bzw. 12. Klasse sollte der beste Schüler am 26. Mai 1970 zur DIESTERWEG-Oberschule in Wittenberg geschickt werden. Das Pädagogische Kreiskabinett vervielfältigte die Aufgaben. Die genannte Schule stellte die notwendigen Räume und das benötigte Material, wie Schulfernrohr mit Sonnenfilter, Schülersternkarte, Rechenstäbe und das HRD mit Maniperimplättchen zur Verfügung.

Durchführung

Alle Kollegen unsrer kleinen Fachkommission und der Leiter der Station Junger Techniker und Naturforscher halfen bei der reibungslosen Durchführung der Olympiade. Entsprechend den gestellten Fragen waren fünf Klassenräume vorbereitet, in denen die Aufgaben gelöst werden mußten. Wir teilten die zu erwartenden 38 Schüler schon vorher in fünf Gruppen auf. Nach jeweils 15 Minuten wechselten alle Gruppen planmäßig die Räume und hatten somit neue Aufgaben zu lösen. Die verantwortlichen Kollegen bewerteten inzwischen die Lösungen nach einer vorgegebenen Punkttabelle, so daß nach zwei Stunden die Sieger bekannt waren und die Auszeichnungen vor-

genommen werden konnten. Die besten Schüler erhielten Urkunden und wertvolle Buchpreise.

Schlußfolgerungen

Die Abteilung Volksbildung unseres Kreises schätzte die Durchführung der ersten Astronomieolympiade positiv ein. Die Lokalpresse veröffentlichte einen anschaulichen Bericht mit dem Bild des Siegers. Interessant sind die



Michael Puhlmann, Diesterweg-Oberschule Wittenberg – Sieger der Astronomieolympiade im Kreis Wittenberg

fachlichen Schlußfolgerungen, die aus der Leistung der besten Schüler unsrer Schulen für die weitere Arbeit der Astronomielehrer des Kreises gezogen werden konnten. So waren die Kenntnisse über die sowjetische Kosmonautik im allgemeinen recht gut gewesen; auch die Arbeit mit der drehbaren Schülersternkarte zeigte sehr gute Ergebnisse. Oft waren es nur ungenaue Angaben (bezogen auf die eingeräumten Fehlergrenzen der drehbaren Sternkarten), die die einzelnen Kandidaten voneinander unterschieden. Bei der direkten Sonnenbeobachtung zeigten die Schüler großes Interesse. Die meisten erfüllten diese Aufgabe und zeichneten die Fleckengruppe richtig ein. Bei der Zeitberechnung traten relativ viele Fehler auf. Zehnerpotenzen wurden nicht oder falsch benutzt; einige Schüler arbeiteten nicht mit dem Rechenstab, es gab auch Kandidaten, die die Aufgabe gar nicht lösen konnten. Eine stärkere mathematische Durchdringung des Astronomieunterrichts bei gegebenen Gelegenheiten scheint nötig zu sein. Die größten Unsicherheiten und Fehlleistungen zeigten sich bei der Arbeit mit dem HRD. Nur 39 Prozent der Teilnehmer konnten die Frage vollständig

beantworten, und immerhin 18 Prozent hatten keine richtige Angabe gemacht. Dieses Ergebnis zeigte doch, daß die verstärkte physikalische Durchdringung des Astronomiestoffes, wie es der neue Lehrplan ab 1971 verlangt, außerordentlich wichtig ist.

Hier liegt für uns bei der Weiterbildung der Astronomielehrer in diesem Jahr der Schwerpunkt.

Die Auswertung der Arbeit im Schuljahr 1970/71 auf der Grundlage der Materialien des VII. Pädagogischen Kongresses wird in unserem Kreis dazu beitragen, die Einführung des neuen Lehrplans noch intensiver vorzubereiten. Sicherlich werden das neue Lehrbuch für Astronomie und die Unterrichtshilfe dazu beitragen, die Lehrer zu befähigen, einen noch besseren Astronomieunterricht zu erteilen.

Auf Anregung des Leiters der Station wurde eine Astronomieolympiade mit veränderter Thematik erneut in den Maßnahmenplan der Abteilung Volksbildung des Kreises aufgenommen. Damit tragen wir zur kontinuierlichen Arbeit in diesem Fach bei und fördern zugleich das Interesse der Schüler für astronomische Probleme.

Literatur:

- [1] GEIDEL, CH.; SCHUKOWSKI, M.: XVIII. Moskauer Astronomische Schülerolympiade. In: Astronomie in der Schule 4 (1967) 4, S. 85.
- [2] Lehrplan für Astronomie, Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin 1969.

Anschrift des Verfassers:

WOLFGANG SEVERIN
46 Wittenberg, Ernst-Thälmann-Straße 83

AUS FORSCHUNG UND LEHRE

● Sowjetisches Geschenk für die UNO

Vor zehn Jahren, am 12. April 1961, wurde das erste bemannte Raumschiff auf eine Umlaufbahn um die Erde gebracht. Pilot war der Sowjetbürger JURI GAGARIN.

Die ganze Welt hielt diese beispiellose Tat für einen großen Sieg über die Naturkräfte und für eine der größten wissenschaftlichen und technischen Errungenschaften.

Danach gab es viele Raumflüge, aber der erste ging in die Menschheitsgeschichte ein. Als bleibende Erinnerung daran wird ein Monument errichtet werden, dessen Ausführung Montage- und Spezialbaukollektiven in der UdSSR übertragen wurde.

In Genf, im Park des Palastes der Nationen, wird das Monument seinen Platz finden. Es ist ein Geschenk der sowjetischen Regierung an die Vereinten Nationen. Es wird die Form eines Obelisks haben und rund 30 Meter hoch sein. Das Gerippe soll aus nichtrostendem Stahl hergestellt und mit polierten Titanplatten verkleidet werden.

Gegenwärtig sind die Bau- und Montagearbeiten im Gange. Im April dieses Jahres wird das Monument eingeweiht.

„Stroitelnaja gaseta“ Nr. 147 — 1970

● Sowjetische Weltrekorde im Dauerflug bestätigt

Die Internationale Astronautische Vereinigung (FAI) hat die von der Besatzung des Raumschiffes Sojus 9, den Kosmonauten der UdSSR A. G. NIKOLAJEW und W. I. SEWASTJANOW, aufgestellten absoluten Weltrekorde bestätigt.

Die Unterlagen über den Flug von Sojus 9, die nach Paris, dem Hauptsitz der FAI, gesandt wurden, enthalten ausführliche Informationen. Zum Beispiel wird darin angegeben, daß der Maximalschub der elf Flüssigkeitsstrahltriebwerke aller Stufen der Träger- rakete 650 000 kp, die Masse des Raumschiffes 6500 kg betrug.

Sportfunktionäre hatten Start und Landung von Sojus 9 exakt registriert. Die Messungen erfolgten nach einem Einheitszeitsystem mit Elektronenröhren von einer Präzision bis zu 0,001 Sekunden. Nach Bearbeitung aller Werte im Koordinierungs- und Rechenzentrum wurde die Gesamtflugdauer genau festgehalten: 424 Stunden, 58 Minuten und 50 Sekunden auf einer erdnahen Umlaufbahn mit einer Flugstrecke von insgesamt 11 889 027 Kilometer.

Somit hat die Besatzung des Raumschiffes Sojus 9

in bezug auf Flugdauer und Flugstrecke zwei absolute Weltrekorde aufgestellt. Außerdem gelten beide Ergebnisse auch als Weltrekorde in der Wertungskategorie für Flüge mehrsitziger Raumschiffe auf einer Umlaufbahn. Dies bedeutet, daß die von den amerikanischen Astronauten BORMAN und LOVELL mit dem Raumschiff „Gemin 7“ vom 4. bis zum 18. Dezember 1965 aufgestellten Weltrekorde von den sowjetischen Kosmonauten übertroffen worden sind.

Die Umlaufbahn von Sojus 9 blieb nicht konstant. Bei der ersten Erdumkreisung betrugen Perigäum und Apogäum entsprechend 220 und 635 bzw. 207 und 995 Kilometer, gegen Ende des Fluges jedoch verringerte sich bei der 286. Umkreisung das Apogäum um mehr als 18 Kilometer und betrug nur noch 202,3 Kilometer, das Perigäum 189,0 Kilometer.

Nach Konstruktion und Anordnung war Sojus 9 im wesentlichen mit Sojus 6 identisch. Einige Besonderheiten: Um eine lange Flugdauer zu sichern, war die Orbitalsektion mit Wasser- und Fruchtsaftcontainern, die insgesamt 55 Liter faßen, sowie mit Essensrationen in Büchsen, Päckchen und Tuben versehen. Außerdem gab es eine komplette Ausrüstung, zu der unter anderem Dinge der persönlichen Hygiene, Hängematten, Schlafsäcke und spezielle Westen mit Stoßdämpfern für Gymnastikübungen gehörten.

Über Fernmeßkanäle waren die Kosmonauten unter ständiger ärztlicher Kontrolle. So hatten zum Beispiel zehn Minuten vor dem Start A. G. NIKOLAJEW und W. I. SEWASTJANOW einen Puls von 96 und 84 und am vierten Flugtag von 63 und 54 Schlägen in der Minute. Vor Abschluß des Fluges erhöhte sich die Pulsfrequenz bei NIKOLAJEW auf 100 Schläge und bei SEWASTJANOW auf 81 Schläge in der Minute. Dies erklärt sich vor allem durch die stärkere emotionelle Belastung der Kosmonauten in entscheidenden Flugphasen.

Bekanntlich überstanden die Kosmonauten den Dauerflug gut und erfüllten das vorgesehene Programm vollständig. Pdsu 17 — 1971

● Verwendung der drehbaren Schülersternkarte in Verbindung mit dem Projektor „Polylux“

Die drehbare Schülersternkarte ist seit Jahren zu einem unentbehrlichen Lehr- und Arbeitsmittel im Astronomieunterricht geworden. Mit Hilfe des Lichtschreibegerätes „Polylux“, das wohl an allen Oberschulen vorhanden ist, läßt sich das Arbeiten mit der Schülersternkarte noch effektiver gestalten. Dazu ist

es notwendig, sich ein Diapositiv von der Schülersternkarte anzufertigen.

Man löst zunächst die Deckscheibe vorsichtig von der Grundplatte. Von der Grundplatte fertigt man ein Negativ an. Dazu ist wegen der Rotempfindlichkeit auf jeden Fall panchromatischer Film zu verwenden. Außerdem empfiehlt sich die Verwendung einer Kamera mit dem Format 6 cm X 6 cm oder auch größer. Dieses Negativ vergrößert man auf Dokumentenfilm auf die Größe der Sternkarte. Von dieser Vergrößerung fertigt man anschließend eine Kontaktkopie auf Dokumentenfilm an. Dieses Diapositiv zeigt die Helligkeitswerte der Sternkarte umgekehrt. Der Himmels hintergrund ist schwach hellgrau gehalten, die verschiedenen Linien und die Sterne erscheinen schwarz. Schließlich schließt man die Deckscheibe auf diese Kopie mit einem Niet. Falls panchromatischer Film in der Größe der Sternkarte zur Verfügung steht, läßt sich das Verfahren wahrscheinlich noch vereinfachen. Man könnte dann gleich eine Kontaktkopie von der Sternkarte versuchen.

Mit Hilfe dieser durchsichtigen Sternkarte lassen sich der Aufbau der Schülersternkarte und die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten leicht und für alle Schüler gut sichtbar erläutern. Die Schüler können ihre eigenen Einstellungen und Ablesungen mit dem Projektionsbild vergleichen. Fehler und ihre Ursachen werden leichter und schneller erkannt.

KLAUS SCHÖNSTEIN
6312 Langewiesen, Wümbacher Str. 10

UNSERE BILDER

Titelseite – Der erste Kosmonaut der Menschheit, J. A. GAGARIN, in der Kabine des Raumschiffes *Wostok 1* wenige Minuten vor dem Start. Aufnahme: Nowosti

2. Umschlagseite – Das Fernsehbild zeigt einen Teil der Landestufe der Mondsonde *Luna 17* mit einer der vier heruntergeklappten Abfahrtsrampen (vgl. Abb. auf der 4. Umschlagseite) für das Mondmobil *Lunochod 1*. Im rechten unteren Teil des Bildes ist eines der acht Räder, rechts oben eine der Antennen des Fahrzeuges zu erkennen. Aufnahme: Nowosti

3. Umschlagseite – Vereinfachte Konstruktion der Bedeckung des Doppelsternes Beta Scorpii durch den Planeten Jupiter (siehe „Wir beobachten...“). Schülerarbeit von Rüdiger Christoph, Bautzen. – Beobachtungskarte für die Bedeckung. Zeichnung: Nitschmann, Bautzen

4. Umschlagseite – Zeichnerische Darstellung der Abfahrt des Mondmobils *Lunochod 1* von der Landestufe auf die Mondoberfläche (vgl. Abb. auf der 2. Umschlagseite). Aufnahme: Nowosti

REZENSIONEN

HEINZ MIELKE, *Lexikon Raumfahrt*, Transpress VEB Verlag für Verkehrswesen Berlin, 1970, 367 Seiten mit 438 Abbildungen und zahlreichen Tabellen, Ganzleinen, in farbigem Schutzumschlag, 18,00 M

Nach der im Jahre 1967 vom VEB Bibliographisches Institut Leipzig erfolgten Herausgabe des Taschenlexikons „Raketentechnik – Raumfahrt“ liegt nun das vom gleichen Verfasser, dem bekannten Fachschriftsteller HEINZ MIELKE, verfaßte Werk vor uns. Das rund 1200 Stichwörter und Synonyme umfassende Lexikon ermöglicht uns eine bisher einzigartige Information über alle Belange der Raketen- und Raumfahrtstechnik sowie der Geschichte und Gegenwart der Raumfahrt. Die 438 instruktiven Bildwiedergaben und hervorragenden Graphiken runden neben einer Vielzahl von Übersichtstabellen das Werk in geeigneter Weise ab. Ein fast 5 Druckseiten umfassender Nachtrag, der dem Stand vom Oktober 1970 Rechnung trägt, läßt das Lexikon trotz der Schnellebigkeit der Raumfahrt in einer bisher nicht dagewesenen Aktualität erscheinen. Sowohl der Inhalt als auch die sehr gelungene Gestaltung lassen das vorliegende Buch zu einer für alle Astronomielehrer und Leiter astronautischer und astronomischer Schülerarbeitsgemeinschaften wertvollen Fundgrube werden. Nitschmann

Prof. Dr. C. HOFFMEISTER † unter Mitarbeit von Dr. G. RICHTER und Dr. W. WENZEL, *Veränderliche Sterne*, Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1970, 214 Seiten mit 104 Abbildungen und 38 Tabellen, Ganzleinen in Schutzumschlag, 36,- M

Dieses hervorragende Buch, das vor allem für Leiter von Schulsternwarten und astronomischen Schülerarbeitsgemeinschaften von großem Interesse sein dürfte, macht uns erstmalig in zusammengefaßter und übersichtlicher Form mit einer grundlegenden Typologie der veränderlichen Sterne bekannt. Vor allem die ausführliche Erläuterung der verschiedenen Beobachtungstechniken wird sicher manchen Astronomielehrer zu ersten eigenen Beobachtungen veränderlicher Sterne anregen, zumal bereits mit kleinen Instrumenten derartige Beobachtungen mit Erfolg durchgeführt werden können. Der Verfasser, der selbst mehr als 9500 veränderliche Sterne entdeckte, schrieb das Werk in seiner alten Astronomielehren von den Weiterbildungsveranstaltungen in Bautzen her bekannten allgemeinverständlichen Sprache, konnte jedoch leider das Erscheinen des Buches nicht mehr erleben. Der verhältnismäßig hohe Preis dürfte durch die niveauvolle Aufmachung des Buches durchaus gerechtfertigt sein. Nitschmann

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Die folgende Übersicht enthält Hinweise auf wichtige Beiträge, die im Jahrgang 1969 der Zeitschrift „*Zemlja i vselennaja*“ („Erde und Weltall“) erschienen sind. Jeder Astronomielehrer kann die Zeitschrift über den zentralen Postzeitungsvertrieb der DDR zum Jahrespreis von 8,40 Mark beziehen (s. auch „Astronomie in der Schule“ 5 (1968) 6, S. 139).

Erde und Weltall (Zemlja i vselennaja)

W. G. KURT: Die gegenwärtigen Vorstellungen von der Venusatmosphäre. 1, 10–19. Druck, Temperatur und chemische Zusammensetzung der Venusatmosphäre im Lichte der neuesten astronomischen, radioastronomischen sowie der direkten Beobachtungen von Bord der sowjetischen und amerikanischen

Venussonden. W. I. BARANOW: Das Alter der Körper des Sonnensystems. 1, 22–27. Bestimmung des Alters der chemischen Elemente, der Meteoriten und der Erde auf Grund des Zerfalls von radioaktiven Elementen und ihre Bedeutung für die Planetenkosmogonie. K. TORN: Der Gravitationskollaps. 1, 40–48. Allgemeinverständliche Darlegung der Theorie des Gravitationskollapses. O. D. DOKUTSCHAJEWA: Die Photographie in der Astronomie. 1, 49–56. Neue Entwicklungen speziell für die Astrophotographie bestimmten Photomaterials, u. a. auch für die Farbphotographie. Verschiedene Methoden der Summierung optischer Informationen. N. L. KAJDANOWSKIJ: Semjon Emmanuilowitsch Chajkin. 1, 57–60. Nekrolog des Begründers der sowjetischen experi-

mentellen Radioastronomie. J. P. PSKOWSKI: **Walter Baade, 1. 60-62. J. K. FILIPPOV: Die Marskanäle ein Netz des Lebens?** 1. 70-73. Es werden verschiedene Netze der toten und der lebenden Natur sowie der gesellschaftlichen Kommunikation danach untersucht, in welchem zahlenmäßigen Verhältnis die in ihnen enthaltenen dreistrahligen und vierstrahligen Knotenpunkte zueinander stehen. Das Netz der Marskanäle ist in dieser Hinsicht den irdischen Verkehrsnetzen am ähnlichsten. W. W. BASKIN: **Wie wächst die Zahl der künstlichen Erdsatelliten?** 1. 74-78. Eine statistische Untersuchung und Prognose. R. M. BARENBOJM: **Sphärische Astronomie in der Oberschule, 1. 79-80.** Diskussion einer von LEWITAN in Zemlja i veselennaja 1968/1 aufgeworfenen pädagogischen Frage. N. N. MICHELSON: **Für Amateurastronomie – über Fernrohre IV.** 1. 81-86; 2. 76-81; 3. 86-88. W. P. ZESSEWITSCH: **Beobachtet Veränderungen!** 1. 86-88. Aufruf an Amateurastronomen zur visuellen Beobachtung von Veränderlichen. Beschreibung der Methode nach E. PICKERING. G. I. PETROW: **Wozu braucht die Menschheit die Eroberung des Weltraums?** 2. 4-14. Überblick über die wichtigsten bisherigen wissenschaftlichen und praktisch nutzbaren Ergebnisse der Weltraumforschung. W. A. AMBURZUMJAN: **Die Kerne in Galaxien.** 2. 25-34. Es werden Forschungsergebnisse über die Materieverdichtungen in den galaktischen Kernen besprochen. Die Hypothese wird begründet, daß die Radio-galaxien, Gasausbrüche aus den Galaxien sowie die Spiralarme der Galaxien das Ergebnis der Aktivität der Kerne sind. Deutsch in: *Astronomie in der Schule* 1970/1. 6-13. N. N. SJAGAJLO: **Der kosmische Staub in der Galaxis.** 2. 35-42. Die bisherigen Beobachtungsergebnisse und ihre Interpretation hinsichtlich der Verteilung, Struktur und Absorptionswirkung der interstellaren Staubwolken. N. B. DIBARI: **Waschilj Grigorjewitsch Fessenkow.** Würdigung des Wissenschaftlers anläßlich seines 80. Geburtstages. Vgl. *Astronomie in der Schule* 1970/2. 60-65. W. A. SOGLASNOW: **Die Erforschung der Pulsare wird fortgesetzt.** 2. 50-52. Übersicht über die bisher entdeckten Pulsare, Nachweis ihrer Zugehörigkeit zum Milchstraßensystem, Neutronensternhypothese. M. N. GNEWSCHEW: **Die totale Sonnenfinsternis vom 22. September 1968.** 2. 54-58. Bericht über eine Beobachtungsexpedition. D. J. MARTYNOW: **Die gegenwärtige Etappe der Planetenforschung.** 2. 69-73. Vortrag auf dem Symposium über Mond- und Planetenphysik in Kiew 1968. Überblick über neueste Forschungsergebnisse. R. W. KUNIZKIL: **solche Programme eine Hilfe für den Lehrer?** 2. 74-75. Kritik des Programms an einem fakultativen Lehrgang für Schüler der 10. Klasse über „Physik des Weltraums“. J. B. SELDOWITSCH: **Das heiße Weltall.** 3. 5-11. Kosmologische Interpretation der 1965 entdeckten Reliktstrahlung. S. B. PIKELNER: **Interstellares Gas, Kosmische und Röntgenstrahlen.** 3. 20-24. Kosmische und Röntgenstrahlen als Ursache des Leuchtens der interstellaren Gasnebel. S. P. KONDRATJEWA u. a.: **Optische Elektronenröhrenbeobachtungen des Ikarus.** 3. 33-34. Bericht über die Beobachtung von Ikarus während seiner Annäherung an die Erde auf 6,36 Millionen Kilometer am 14. Juni 1968. J. RYBKASS: **Die neue Sternkarte der Jagelloni-schen Universität Krakau.** 3. 53-56. Geschichtlicher Überblick. W. P. ZESSEWITSCH: **Die Cepheiden.** 3. 81-85. Bericht über die neuesten Forschungsergebnisse. L. IBEN: **Sternentwicklung.** 4. 19-26. Die Entwicklung massereicher Sterne nach dem Verlassen der Hauptreihe, mathematisches Modell und Beobachtungstatsachen. B. W. KOMBERG: **Eigentümlichkeiten im Spektrum der Quasare.** 4. 27-30. Unstimmigkeiten in der Rotverschiebung der Emissions- und Absorptionslinien in den Spektren der Quasare und Versuche ihrer Deutung. W. P. ARCHIPOWA: **Die planetarischen Nebel.** 4. 39-45. Neue Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der planetarischen Nebel, die möglicherweise ein normales Entwicklungsstadium der Sterne mit annehmender Sonnenmasse darstellen. W. W. SCHEWTSCHENKO: **Die Physik der Oberflächenschicht des Mondes.** 4. 57-62. Bericht eines Teilnehmers am Internationalen Symposium über Physik des Mondes und der Planeten. N. P. GRUSCHINSKI: **Die Ausbildung von Astronomen im System der Hochschulbildung.** 4. 76-78. Kritik an

der bisherigen Ausbildung, die die Anforderungen der Praxis in den Grad der Spezialisierung zu wenig berücksichtigt. G. D. TUJEV: **Die Schulsternwarte „Jugend“ in Ufa.** 4. 79-82. Bericht über die Einrichtung und die Arbeit der seit 1966 bestehenden einzigen Schulsternwarte der Baschkirischen Autonomen Sozialistischen Sowjetrepublik. W. W. MICHAJLOW: **Die ersten Menschen auf dem Mond.** 5. 4-5. Kurzbericht über Apollo 11. W. G. FESSENKOW: **Probleme und Errungenschaften der Kosmonautik.** 5. 6-14. Bemerkungen zur Geschichte des Raumfahrtgedankens, Methoden seiner Verwirklichung, Erforschung der Körper des Sonnensystems mit Hilfe der Kosmonautik. I. I. TSCHERKASSOW u. a.: **Mondlandschaften im Gebiet der Vulkane Kamtschatka.** 5. 26-35. Geologischer Vergleich zwischen dem Boden der Mondmerde und irdischen Lavafeldern. I. D. NOWIKOW: **Verfügt das Vakuum über Anziehungskraft?** 5. 36-41. Beobachtungen der entferntesten Objekte des Weltalls, der Quasare, haben gezeigt, daß das Vakuum möglicherweise über die Eigenschaft der Repulsionskraft (negative Gravitation) verfügt, die bei gigantischen kosmischen Entfernungen in Erscheinung tritt. N. N. MICHELSON: **Führungssysteme für Fernrohre.** 5. 51-54. B. A. MAKSIMATSCHEW: **Der erste Direktor des Moskauer Planetariums.** 5. 60-63. Würdigung der Verdienste K. N. SCHISTOWSKIS, des Gründers des Moskauer Planetariums. W. A. DOMBROWSKI u. a.: **Die Entwicklung von Astronomie und Geophysik an der Universität Leningrad – anläßlich des 150. Jahrestages der Gründung der Universität.** 5. 64-68. J. P. LEWITAN: **Elemente der Astronomie und Kosmonautik.** In der neuen Zehnjahresschule. 5. 72-78. Kritik an der niedrigen Studen-zahl, die auch in dem neuen Lehrplanwerk für die Astronomie vorgesehen ist. Gründliche Analyse des gesamten Lehrplanwerks unter dem Gesichtspunkt der Aufdeckung von Möglichkeiten der Kosmisierung anderer Lehrfächer. Forderung nach der Ausarbeitung eines Systems der Vermittlung astronomischer Kenntnisse im Rahmen anderer Lehr-fächer. S. KOROTSCHEW: **Museum der Welt-raumfahrt.** 5. 77-82. Bericht über das Staatliche Zio-kowski-Museum für Geschichte der Raumfahrt in Kaluga. W. P. ZESSEWITSCH: **Die Cephiden vom Typ W. Virginis.** 5. 86-89. Beobachtungsanleitung für Amateurastronomen. B. N. PANOWKIN: **Außerirdische Zivilisationen und die Kybernetik.** 6. 2-5. Es wird der Gedanke begründet, daß kybernetische Methoden bei der Lösung des Problems der außerirdischen Zivilisationen die gleiche hervorragende Rolle spielen könnten, wie die theoretische Physik für die moderne Astrophysik. G. W. WOITKEWITSCH: **Ausgestorbene Isotope in der Geschichte des Sonnen-systems.** 6. 8-13. Die chemische Geschichte der Erde und der anderen Körper des Sonnensystems steht mit dem radioaktiven Zerfall nicht nur der bis heute weiterbestehenden radioaktiven Elemente Uran, Thorium und Kalium⁴⁰ in Zusammenhang, sondern höchstwahrscheinlich auch mit dem Zerfall heute ausgestorbener Isotope. P. LEDOW: **Äußere Schichten und innerer Aufbau der Sterne.** 6. 14-20. Wie beeinflussen die äußeren Schichten eines Sterns die physikalischen Bedingungen und den inneren Aufbau desselben? Vortrag auf dem XII. Kongreß der IAU. G. S. GOLIZYN: **Das Wetter auf anderen Planete-n.** 6. 25-30. Atmosphärische Bewegungen auf Mars, Erde, Venus und Merkur, Beobachtungstatsachen und Berechnungen. L. I. MIROSCHNITSCHENKO: **Die solaren kosmischen Strahlen.** 6. 31-36. Die korpuskulare Strahlung der Sonne und ihre Auswirkung auf die Erde nach neuesten Forschungsergebnissen, die u. a. auch mit Hilfe der sowjetischen interplaneta-ren automatischen Stationen von Typ Venus ge-wonnen wurden. N. N. MICHELSON: **Über Spektro-graphen und Elektrophotometer.** 6. 46-49. Außerdem enthält jedes Heft der Zeitschrift die Rubrik „Meteore in den Monaten . . . 1969“ sowie Kurzinformationen über interessante Forschungsergebnisse, die in in- und ausländischen wissen-schaftlichen Zeitschriften erschienen sind.

Übersetzung und Annotationen:

Dr. Siegfried Michalk
86 Bautzger, Schliebenstraße 2

Weigert/Zimmermann

Brockhaus ABC Astronomie

3., von Dr. rer. nat. habil. Helmut Zimmermann, Jena,
überarbeitete Auflage.

Etwa 440 Seiten mit 16 Schwarzweißtafeln, zahlreichen Textabbildungen und 5 Sternkarten in Tasche. 12,5×20,0 cm. Ganzleinen mit farbigem Schutzumschlag. Vorzugspreis DDR 12,70 Mark.

In alphabetisch geordneten Einzelartikeln werden die Örter und Bahnen der Sterne, ihre chemische Zusammensetzung und ihre physikalischen Eigenschaften, die Entstehung und Entwicklung der Himmelskörper erklärt; astronomische Instrumente werden erläutert, die Erfolge der Weltraumfahrt werden in entsprechender Weise berücksichtigt.

Sie erhalten Brockhaus-Nachschlagewerke in jeder Buchhandlung. Auf Anforderung senden wir Ihnen unsere Prospekte kostenlos zu.



VEB F. A. Brockhaus Verlag Leipzig

WIR BEOBACHTEN MIT DEM SCHULFERNROHR

Einer Literaturbesprechung entnehmen wir, daß im Jahre 1971 das seltene Ereignis einer Bedeckung eines Fixsternes, des Doppelsternes Beta Scorp., durch den Planeten Jupiter stattfindet. Leider fehlte jedoch jeglicher Hinweis auf Datum und Uhrzeit.

Hier ergab sich nun ein interessantes Aufgaben-gebiet für die Schüler unserer Arbeitsgemeinschaften Astronomie. Ihnen gehören Schüler der Klassenstufen 9 und 10 an, die zum Teil aber schon seit dem siebenten Schuljahr dabei sind. Die Schüler erhielten den Auftrag, auf rechnerischen und grafischem Wege Datum und Uhrzeit dieser Sternbedeckung zu ermitteln und zugleich festzustellen, ob das Ereignis bei uns überhaupt beobachtet werden kann. Das Ergebnis wurde in folgenden Teilschritten erhalten:

1. Zunächst erfolgte die Bestimmung der geozentrischen Koordinaten des Doppelsternes Beta Scorp. aus dem „Atlas Coeli 1950,0“ von A. Bečvář.

2. Der nun folgende Vergleich mit den geozentrischen Koordinaten des Planeten Jupiter im Jahre 1971 („Kalender für Sternfreunde 1971“, Seite 96) ergab, daß Jupiter im Verlaufe seiner Oppositionsschleife die Nähe des Doppelsternes Beta Scorp. dreimal, und zwar in der Zeit zwischen dem 29. Januar und dem 8. Februar, zwischen dem 9. und 19. Mai und zwischen dem 26. September und 6. Oktober, passiert. Bereits bei dieser ersten groben Betrachtung konnte festgestellt werden, daß der letzte Vorübergang mit einer Deklination von -20° aus den weiteren Untersuchungen ausgeklammert werden kann.

3. Als weiteres und genaueres Arbeitsmittel wurden nunmehr der „Atlas Eclipticalis“ von A. Bečvář und der dazugehörige Katalog eingesetzt, denen das Äquinoctium 1950,0 zugrunde liegt. Zu einer möglichst genauen Ermittlung des Zeitpunktes der Bedeckung mußte deshalb zuerst die Position von Beta Scorp. für das Äquinoctium 1971,0 berechnet werden: Beta Scorp. 1950,0 lt. Katalog: Komponente 1 Rektaszension $16^h02^m31s,5$; Deklination $-19^\circ40'13''$; Komponente 2 Rektaszension $16^h02^m31s,9$; Deklination $-19^\circ40'00''$

Zur Vereinfachung wurde gemittelt:

Komponenten 1, 2 Rektaszension $16^h02^m31s,7$; Deklination $-19^\circ40'07''$

Jährliche Änderung lt. Katalog: Rektaszension $3s,49$; Deklination $-9'',9$

Somit ergab sich folgende einfache Rechnung:

Jährliche Änderung in Rektaszension	$3s,49 \cdot 21 = 1^m13s,29$
Rektaszension 1950,0	$16^h02^m31s,70$
	$+ \quad 1 \quad 13,29$
	$16^h03^m31s,99$

Jährliche Änderung in Deklination	$-9'',9 \cdot 21 = 3'27'',9$
Deklination 1950,0	$-19^\circ40'07'',0$
	$- \quad 3 \quad 27,9$
	$-19^\circ43'34'',9$

Im Ergebnis wurden somit die geozentrischen Koordinaten des Doppelsternes Beta Scorp. für das Äquinoctium 1971,0 zu Rektaszension $16^h03^m31s,99$; Deklination $-19^\circ43'34'',9$ erhalten.

4. Entsprechend der für das Äquinoctium 1971,0 errechneten Position von Beta Scorp. erfolgte nunmehr die Anfertigung eines Ausschnittes aus dem Sternatlas in stark vergrößertem Maßstab. Er umfaßt den Bereich Rektaszension 16^h00^m bis 16^h08^m und Deklination $-19^\circ00'$ bis $-20^\circ00'$ (siehe Schülerzeichnung auf der 3. Umschlagseite).

Nach der äußerst sorgfältigen Eintragung der Sternposition und der noch in Frage kommenden beiden Jupiterpositionen (auf der Schülerzeichnung ist nur die maßgebliche enthalten) sowie der Unterteilung des erhaltenen Bahnstückes des Planeten Jupiter in 10 Tage konnte der Bedeckungstermin genähert für

1971 Mai 13, MEZ 19h30min bestimmt werden. Die anschließenden Untersuchungen, die mit Hilfe der drehbaren Schülersternkarte und der Angaben im „Kalender für Sternfreunde“ durchgeführt wurden, ergaben, daß das Ereignis in die Zeit des Jupiteraufganges für unser Gebiet fällt, bestimmt jedoch das Wiederauftauchen des Doppelsternes am Jupiter- rand beobachtet werden kann.

Eine anschließende Anfrage bei Herrn Dr. AHNERT, Sternwarte Sonneberg, bestätigte die grundsätzliche Richtigkeit der Ermittlungen, die seitens der Schüler der Arbeitsgemeinschaften weitgehend selbständig vorgenommen wurden. Wir erhielten von Herrn Dr. AHNERT folgende genaue Daten: Eintritt 1971 Mai 13, MEZ 19h24min, Positionswinkel 228° , Austritt 1971 Mai 13, MEZ 20h52min, Positionswinkel 133° .

Damit bestätigte sich aber auch, daß die Beobachtungsmöglichkeiten für das Gebiet der DDR stark beschränkt sind. Die folgende Tabelle, die uns ebenfalls von Herrn Dr. AHNERT zur Verfügung gestellt wurde, mag dies veranschaulichen:

Ort	Eintritt	Sonnen- untergang	Jupiter- aufgang	Austritt
Bautzen		19h43min	20h24min	
Berlin	19h24min	19h52min	20h33min	20h52min
Eisenach		19h59min	20h40min	
Rostock		20h03min	20h46min	

Jupiter steht 15 Minuten nach seinem Aufgang rund 4 Vollmonddurchmesser, 30 Minuten nach seinem Aufgang rund 8 Vollmonddurchmesser über dem Horizont. Aus der Tabelle können wir entnehmen, daß das Verschwinden von Beta Scorp. hinter dem Planeten Jupiter noch vor dessen Aufgang erfolgt und daß erfolgversprechende Beobachtungsmöglichkeiten im wesentlichen für den südöstlichen Teil unserer Republik gegeben sind.

Instrumentelle Anforderungen

Zur Beobachtung sind das Schulferrnrohr und alle größeren Instrumente geeignet. Es sollte eine mittlere Vergrößerung gewählt werden.

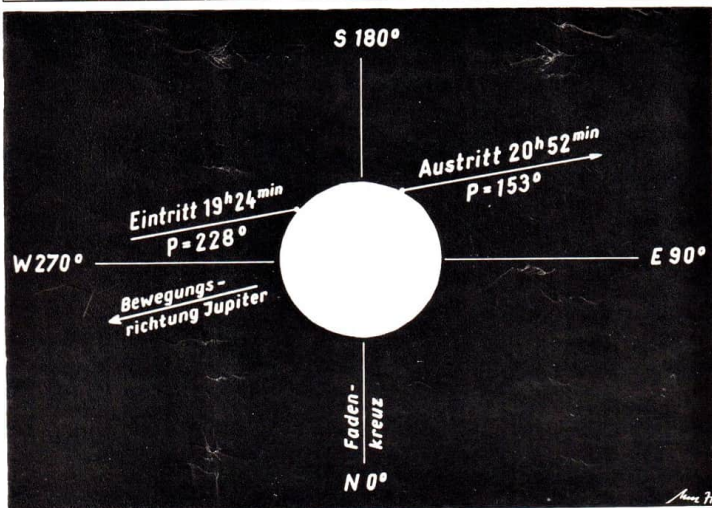
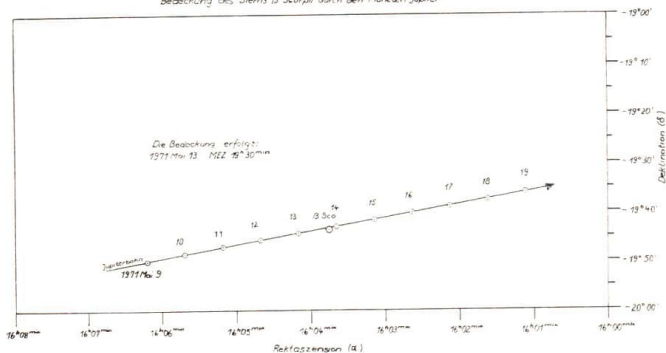
Methodische Hinweise

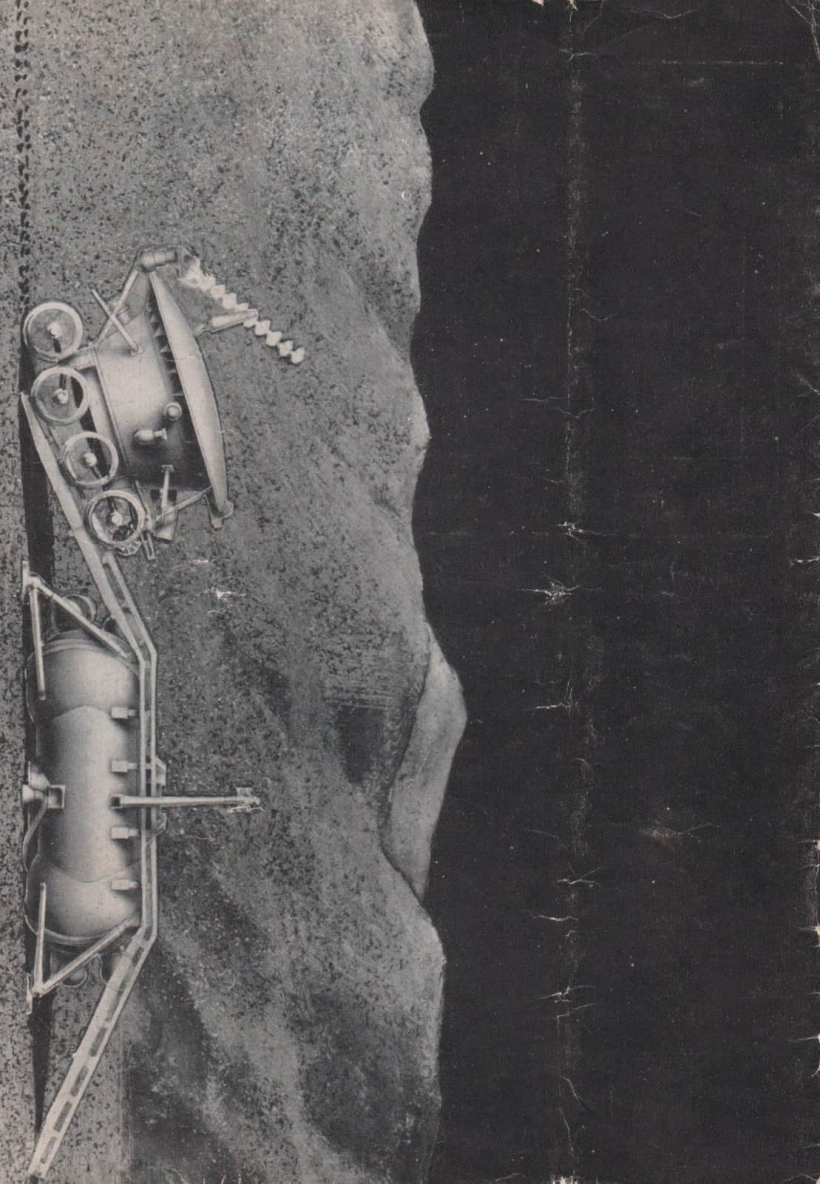
- Vor der Beobachtung zeichnen die Schüler die Oppositionsschleife des Planeten Jupiter in die Arbeitskarte „Tierkreiszone“ ein.
- Sie entnehmen dem „Kalender für Sternfreunde“, daß zum Zeitpunkt des Ereignisses der Planet Jupiter einen Abstand von rund 4,4 AE von der Erde hat und daß das Licht von ihm bis zu uns rund 36 Minuten unterwegs ist.
- Bei der Beobachtung im Fernrohr erkennen die Schüler in dem allmählich größer werdenden Abstand des Planeten Jupiter von dem Doppelstern Beta Scorp. unmittelbar die Bewegung des Planeten in seiner Umlaufbahn um die Sonne.
- Sie erhalten von Astronomielehrer oder dem Leiter der Arbeitsgemeinschaft eine Information darüber, daß Sternwarten, für die das Ereignis günstig liegt (z. B. Taschkent, Samarkand), aus der Schwächung des Sternlichtes am Jupiter- rand wichtige Schlüsse auf die Beschaffenheit der Jupiteratmosphäre ziehen können.

Wenn auch diese Sternbedeckung von ihrem zeitlichen Ablauf her gesehen nicht sehr günstig für uns liegt und selbst bei guten atmosphärischen Bedingungen eine Gewähr für eine erfolgreiche Beobachtung nicht für das gesamte Gebiet der DDR gegeben ist, zeigt doch die geschilderte rechnerische und grafische Arbeit eine interessante und reizvolle Aufgabe für astronomische Schülerarbeitsgemeinschaften. Selbstverständlich konnte infolge der Vernachlässigung von Aberration und Nutation keine exakte Zeit errechnet werden, aber die Tatsache, daß die Richtigkeit der geführten „Ermittlungen“ weitgehend bestätigt wurde, war für die Schüler ein Erfolgserlebnis.

H. J. NITSCHMANN, H. NIEMZ

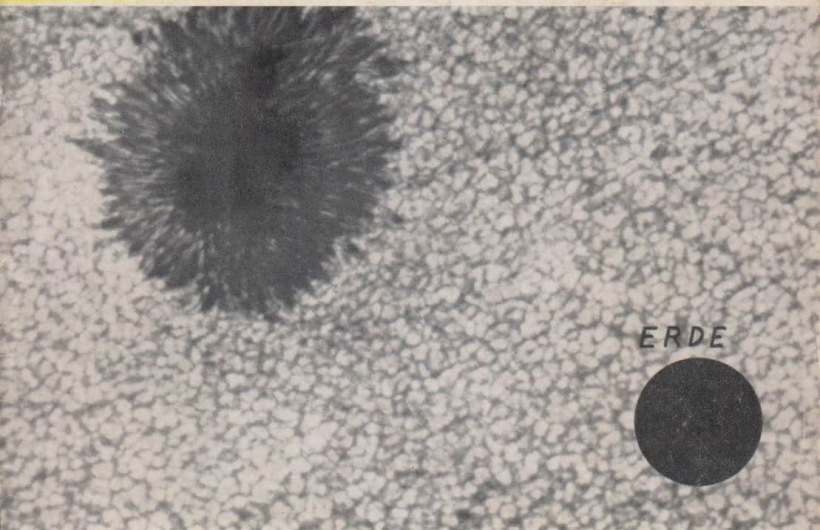
Bedeckung des Sterns β Scorpii durch den Planeten Jupiter





Astronomie

in der Schule

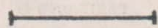


ERDE

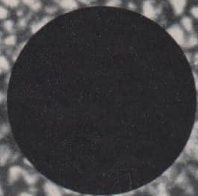
3
1971
INDEX 31 053
PREIS 0,60 M



VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN



10 000 km



Astronomie

in der Schule

Zeitschrift für die Hand
des Astronomielehrers

Herausgeber:

Verlag Volk und Wissen, Volks-
eigener Verlag Berlin, 108 Ber-
lin 8, Lindenstraße 54a, Telefon
200541, Postscheckkonto: Berlin
132626

Erscheinungsweise:

zweimonatlich, Einzelheft 0,60 M,
im Abonnement zweimonatlich
(1 Heft) 0,60 M

Redaktionskollegium:

Oberlehrer Dr. Helmut Bern-
hard (Chefredakteur), Ober-
lehrer Hans-Joachim Nitsch-
mann (stellvertretender Chef-
redakteur), Heinz Albert, Ober-
lehrer Günter Baum, Dr. habil.
Otto Günther, Rüdiger Kollar,
Dr. Klaus Lindner, Annelore Mus-
ter, Eberhard-Heinz Schmidt,
Oberlehrer Dr. Manfred Schu-
kowski, Dr.-Ing. habil. Klaus-
Günther Steinert, Joachim Stier,
Dr. Renate Wahsner, Jutta Rich-
ter (Redaktionsassistentin)

Wissenschaftlicher Beirat:

Wolfgang Büttner, Oberstudien-
rat Dr. Dorothea Dietrich, Dr.
Karl Kellner, Professor Oskar
Mader, Dr. Siegfried Michalk,
Dr. habil. Karl-Heinz Schmidt

Anschrift der Redaktion:

Sternwarte Bautzen, 86 Bautzen 1,
Friedrich-List-Straße 8, Telefon
3135, TELEX 2-8742

Satz und Druck:

Nowa Doba, Druckerei der Do-
mowina, Bautzen
III-4-9-1241-3,5 Lizenz 1488

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 3

8. Jahrgang 1971

KELDYSH, M. W. Aufgaben der Kosmosforschung	50
PETROW, B. N. Wozu dient eine Orbitalstation?	50
AMBARZUMJAN, W. A. Was wäre die Wissenschaft ohne den Lehrer?	51
WAHSNER, R. Gesetzesauffassung und Weltbild-(II)	52
SCHUKOWSKI, M. Forderungen des neuen Lehrplanwerkes an den Beitrag des Astronomieunterrichts zur Fähigkeitsentwicklung	56
LINDNER, K. Komplexe Planung der Stoffeinheit „Das Planetensystem“	63
KÖNIG, W. Zur Selbsttätigkeit der Schüler im Fach Astronomie	68
Aus Forschung und Lehre, Zeitschriftenschau	70
Unsere Bilder	71
Wir beobachten mit dem Schulfernrohr	72
Karteikarte: Jupiterähnliche Planeten – physikalische Eigenschaften (H. RISSE)	
КЕЛДЫШ, М. В. Проблемы исследования космоса	50
ПЕТРОВ, Б. Н. К чему служит орбитальная станция?	50
АМБАРУМЯН, В. А. Чем была наука без учителей?	51
ВАЗНЕР, Р. Понятие закона и миропонимание (II)	52
ШУКОВСКИ, М. Требования нового учебного плана от преподавания астрономии по отношению развития способностей	56
ЛИНДНЕР, К. Комплексное планирование темы «Планетная система»	63
КЕНИГ, В. О самостоятельности учеников по астрономии	68
KELDYSH, M. W. Problems of Space Research	50
PETROW, B. N. What is the Task of an Orbital Station	50
AMBARZUMJAN, W. A. What Science Would Be without Teachers?	51
WAHSNER, R. The Perception of Laws and the Conception of the World (II)	52
SCHUKOWSKI, M. The Demands of the New Teaching Plan on Astronomy Instruction Referring to Skill Development	56
LINDNER, K. Compound Planning of the Topic „The Planetary System“	63
KÖNIG, W. On the Pupils' Spontaneous Activity in Astronomy	68

Nur Annahme von bisher unveröffentlichten Aufsätzen; Einsendung
von Beiträgen in dreifacher Ausfertigung an die Anschrift der Redak-
tion; für unverlangt eingesandte Manuskripte und Abbildungen
keine Gewähr – Nachdruck, auch auszugsweise nur mit Quellen-
angabe 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 entgegenge-
nommen. Der Bezug für die BRD und Westberlin erfolgt über den Buch-
handel; für das sozialistische Ausland über das jeweilige Post-
zeitungsvertriebsamt und für alle übrigen Länder über den Deutschen
Buch-Export und -Import GmbH, DDR, 701 Leipzig, Leninstraße 16

Aufgaben der Kosmosforschung*

Der Präsident der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Professor M. W. KELDYSCH, führte in seiner Ansprache auf dem XXIV. Parteitag der KPdSU u. a. folgendes aus:

„Der astronomischen Forschung gelangen in den letzten Jahren bedeutende Entdeckungen. Es besteht aller Grund zu der Annahme, daß die unlängst entdeckten sogenannten Pulsare die von unseren Theoretikern vorausgesagten Neutronensterne sind, deren Materie eine so hohe Dichte hat, daß ein Kubikzentimeter davon 100 Millionen Tonnen wiegt. Es wurden auch noch andere erstaunliche astrophysikalische Objekte und Prozesse entdeckt. Möglicherweise sind wir auf dem Wege zur Entdeckung neuer Gesetze der Umwandlung der Materie. In der Sowjetunion wird viel getan, um die Forschungen in all diesen Wissenschaftsgebieten zu erweitern. Für das laufende Planjahr fünf ist es wichtig, daß die experi-

mentalbasis der Kernphysik mittlerer Energien weiter verstärkt wird.

Unser Land, das den Weg in den Kosmos bahnte, hat in den vergangenen fünf Jahren hervorragende Erfolge bei der Schaffung von Orbitalstationen sowie bei der Erforschung des Mondes und der Planeten erzielt. Während wir die Ausnutzung kosmischer Mittel für die Erforschung des Weltalls weiter ausbauen, müssen wir diese Mittel zugleich in stärkerem Maße für die Lösung praktischer Aufgaben im Nachrichtenwesen, in der Meteorologie und Navigation, für die Erforschung von Naturschätzen sowie für geographische und ozeanologische Untersuchungen einsetzen.“

* Der vollständige Wortlaut des Diskussionsbeitrages von M. W. KELDYSCH wurde in der „Presse der Sowjetunion“ Ausgabe A Nr. 42 vom 8. 4. 1971 veröffentlicht.

B. N. PETROW

Wozu dient eine Orbitalstation?

Der bekannte sowjetische Wissenschaftler, Akademienmitglied Professor B. N. PETROW, erläuterte die Bedeutung der Orbitalstationen. „Astronomie in der Schule“ veröffentlicht nachfolgend die Kerngedanken dieser Ausführungen.

● Experimentierfeld für hochqualifizierte Wissenschaftler und Techniker

- Forschungslaboratorium mit hohem Automatisierungsgrad unter der schöpferischen Beteiligung des Menschen als Experimentator

● Forschungen auf dem Gebiet der Physik

- Untersuchungen unter den Bedingungen des Hochvakuums auf den Gebieten der Elementarteilchen und kosmischen Strahlung
- Experimente zur Überprüfung der Relativitätstheorie und Erforschung der Granulation
- Neue Bedingungen für die Untersuchung des Plasmas und für Versuche in der Magnetohydrodynamik

● Forschungen auf dem Gebiet der Geophysik

- Informationen über den geomorphologischen Charakter und über die Typen des Reliefs bestimmter Gebiete der Erde
- Suche nach Bodenschätzen

● Forschungen auf dem Gebiet der Hydrologie

- Erkundung des Wärmehaushaltes ozeanischer Strömungen
- Rechtzeitige Registrierung von Sturmflutwellen
- Untersuchungen über den Grad der Wasserverschmutzung
- Informationen über die Ausdehnung von Plankton und Fischschwärmen

● Forschungen auf dem Gebiet der Biologie und Medizin

- Medizinisch-biologische Versuche über den Ablauf von Lebensprozessen bei Raumflügen
- Studium des Einflusses der kosmischen Strahlung bei längeren kosmischen Flügen auf verschiedene Organismen

● Forschungen auf dem Gebiet der Astronomie

- Untersuchung der kurzwelligen elektromagnetischen Strahlung der Sonne, Supernovae, Radiogalaxien, Quasare und Pulsare sowie der Korpuskularstrahlung der Sonne und ihrer Korona

Fortsetzung auf Seite 63

Was wäre die Wissenschaft ohne den Lehrer?



Professor W. A. AMBARZUMJAN, Astrophysiker, Präsident der Akademie der Wissenschaften der Armenischen SSR.

Die Welt in der Perspektive zu sehen, mit der Zeit zu leben und gleichzeitig das Gestern, Heute und Morgen gegenüberzustellen, das ist in erster Linie das Recht und die Pflicht der Lehrer. Ohne Lehrer gäbe es keine Wissenschaftler. Diese Tatsache ist zwar nicht neu, doch in unseren Tagen hat sie besondere Bedeutung. Ohne Lehrer sind das Aufblühen der sozialistischen Gesellschaft und der Aufbau des Kommunismus nicht möglich.

Unser Zeitalter ist schnelllebig, und deshalb erlangt die uralte Frage nach dem Sinn des Lebens besondere Bedeutung. Wir leben nicht auf einer Insel, wir errichten den Kommunismus nicht losgelöst von den anderen Menschen, neben uns existieren noch kapitalistische Länder, und diese propagieren aktiv ihre Gesellschaftsform und ihre Lebensweise.

Jeden jungen Menschen so zu erziehen, daß er diesen Einflüssen nicht unterliegt, jedem unsere kommunistischen Ideale sowie die richtige

Vorstellung von der Verbindung der ideellen mit den materiellen Interessen, von der Verknüpfung aller persönlichen Interessen mit denen der Gesellschaft insgesamt zu vermitteln — das ist die wichtigste Aufgabe der Schule, die Aufgabe unserer Lehrer.

Doch was heißt lehren? Die moderne Gesellschaft und ihre Wirklichkeit haben die Qualifizierung eines einzelnen in den Vordergrund gerückt. Die gesellschaftlichen Anforderungen an die Allgemeinbildung wachsen unaufhaltsam. Daraus ergibt sich auch, daß die Qualität der Wissensvermittlung zunehmend an Bedeutung gewinnt. Die minimale Menge an Information, die der Jugend vermittelt werden soll, wächst von Jahr zu Jahr in geometrischer Reihe. Vor 200 Jahren war die höhere Schule noch in der Lage, dem Schüler einen bedeutenden Teil des Gesamtwissens zu vermitteln. Schon im letzten Drittel des vergangenen Jahrhunderts erwies sich das als undenkbar. Vor 60 bis 70 Jahren konnte diese Aufgabe nur von den Universitäten gelöst werden. Gegenwärtig ist das nicht einmal mehr im modernsten Universitätsstudium möglich.

Aus diesem Grunde wird die Aufgabe der Lehrer an den Oberschulen mit jedem Jahr schwieriger. Was und wie ist zu unterrichten? Das Wertvollste und Notwendigste aus der Schatzkammer des Wissens für jeden, unabhängig von seiner Berufswahl, auszuwählen, ist heute so schwer, daß in der ganzen Welt die Schulen zwangsläufig zu Standardlehrplänen übergegangen sind.

Worauf muß in der Schulbildung das Schwergewicht gelegt werden?

Die wissenschaftliche Information kann grundverschieden sein, doch eine Information, deren Wert so absolut ist, daß es genügt, sie im Gedächtnis zu behalten, gibt es kaum. Physikalische Konstanten prägt man sich zwar leicht ein, doch zweifellos ist es wichtiger, physikalische Erscheinungen logisch zu erfassen. Natürlich ist es notwendig, ein Kind fehlerlos schreiben zu lehren, doch noch wichtiger ist es meiner Ansicht nach, es dazu anzuhalten, seine Gedanken richtig darzulegen. Mag man auch vergessen, wann der eine oder andere Regent seinen Thron bestiegen hat, doch sollte man stolz sein auf sein Land und seine Geschichte und jene achten, die ihre Freiheit und ihr Leben für die Zukunft opferten.

In den Unterrichtsfächern Literatur und Geschichte ist die Aufgabe der Informationsvermittlung unmittelbar der Aufgabe unterstellt, den Menschen zu einem bewußten Staatsbürger zu erziehen. Doch nicht nur in diesen Fächern, sondern im gesamten Schulunterricht muß die Aufgabe der Informationsvermittlung dem höchsten Ziel untergeordnet sein — der Erziehung des allseitig gebildeten Menschen.

Wenn die Schüler bei einer Informationsvermittlung kein Interesse zeigen und sich nicht begeistern können, dann hat der Lehrer seine Mission nicht erfüllt und sein Ziel nicht erreicht. Die Kunst des modernen Lehrers liegt meiner Meinung nach in der festgefügtten Einheit von drei Dingen: *wissenschaftlich zu unterrichten*, das heißt, den Unterricht durch Fakten zu bereichern, sein Fach gut zu beherrschen; *pädagogisch zu unterrichten*, das heißt, den Unterricht unter Berücksichtigung des Alters und der Entwicklung der Schüler verständlich und interessant zu gestalten; *emotional zu unterrichten*, das heißt, die Schüler mit Liebe zur Sache und zur Wissenschaft zu erfüllen.

Der Lehrer muß diese Schönheit veranschaulichen, und der Schüler muß sie nachempfinden. Die Schönheit des Fluges von Luna 16 nicht zu spüren, ist für einen Menschen des 20. Jahrhunderts ebenso betrüblich, als wenn er die Vollkommenheit der Beethovenischen Sonaten oder der Bauwerke des Architekten Rossi nicht empfindet.

Jeder Lehrer muß neben seinem Unterrichtsfach über die grundlegenden Fragen der Wissenschaft orientiert sein. Nicht nur die Physiker, Chemiker, Biologen und Mathematiker, sondern auch die Geschichts-, Fremdsprachen- und Sportlehrer müssen heute die wichtigsten Fakten über das Weltall kennen, sie müssen eine Vorstellung von den Sternsystemen haben und müssen wissen, daß sich der überwiegende

Teil der Weltallmaterie in gasförmigem Zustand befindet. Ebenso muß der Lehrer die modernen Vorstellungen vom Aufbau der Materie, von den Molekülen, den Atomen und Elementarteilchen kennen. Natürlich braucht er nicht erklären zu können, was ein Sigmahyperon ist, doch sollte er meiner Meinung nach wissen, daß es nichtstabile Teilchen gibt, die schwerer sind als das Proton.

Zum „Wissenschaftlichen Pflichtminimum“ jedes Lehrers würde ich weiterhin die Darwinische Theorie und die Grundvorstellungen von der modernen Genetik, die Grundgesetze der Vererbung und die Gesetzmäßigkeiten bei der Übertragung genetischer Informationen rechnen. Hinzu kommen zweifellos die wichtigsten Entwicklungsgesetze der menschlichen Gesellschaft, die Folgerichtigkeit der historischen Gesellschaftsformationen, die Grundlagen der politischen Ökonomie, die Entwicklungsgeschichte des sozialistischen Gedankens und die Dialektik der gesellschaftlichen Entwicklung.

Kann man sich denn ohne diese Kenntnisse heute überhaupt noch als gebildeter Mensch oder gar als Lehrer bezeichnen?

Jeder Lehrer muß sich darüber im klaren sein, was der moderne technische Fortschritt bedeutet. Einst verlagerten wir die körperliche Arbeit auf die Maschinen, jetzt übertragen wir ihnen auch die Speicherung und Nutzung von Informationen.

Die Maschine kann und muß zum Helfer des Lehrers werden. In den Unterricht sind bereits Film und Fernsehen eingeführt worden. **Doch die Hauptaufgabe der Schule — die Erziehung des denkenden Staatsbürgers — bleibt wohl unstrittig das Privileg des Lehrers, des fortschrittlichen Menschen seiner Gesellschaft und seiner Epoche.**

(Gekürzt aus „Utscheskaja gaseta“ vom 5. 11. 1970)

RENATE WAHSNER

Gesetzesauffassung und Weltbild (II)*

Begründung des dialektisch-historischen Gesetzesbegriffes durch MARX und ENGELS

MARX und ENGELS begründeten den dialektisch-historischen Gesetzesbegriff in der Ause-

einandersetzung mit dem klassischen (mechanischen) Determinismus. Er ist Moment des bürgerlichen Materialismus. In ihm reflektiert sich die Art und Weise der Realisierung von Gesetzen unter den sozialökonomischen Be-

* S. WAHSNER, R.: Gesetzesauffassung und Weltbild (I). In: *Astronomie in der Schule* 8 (1971) 1, S. 7–11.

dingungen der kapitalistischen Gesellschaftsformation. Die gesellschaftlichen Beziehungen der Produzenten nehmen im Kapitalismus die Form der Beziehung von Sachen an. Sie erscheinen nicht unmittelbar als gesellschaftliche Beziehungen, d. h. als Beziehungen zwischen menschlichen Individuen, sondern als Beziehungen zwischen Dingen. Versachlichung der gesellschaftlichen Beziehungen heißt aber Herrschaft der Sachen über den Produzenten und ist nur ein anderer Ausdruck für die Herrschaft des Kapitals über die Arbeit, des Kapitalisten über den Lohnarbeiter. Unter diesen Bedingungen treten dem Menschen die Gesetze seines eigenen Handelns als äußere ihn zwingende Notwendigkeit gegenüber. Ihr ist der Mensch unterworfen. Er wird von den Gesetzen beherrscht. Sie erscheinen ihm als Antipode seiner Freiheit, als Negation seiner schöpferischen Tätigkeit.

Der klassische Determinismus erkennt die durchgängige objektive Determiniertheit der Welt an. Er ist jedoch in seinem deterministischen wie materialistischen Prinzip notwendig inkonsequent, da er die objektiven Zusammenhänge auf die mechanischen, also auf die schon bekannten, reduziert (Identifizierung von Begriff und Wirklichkeit). Deshalb schlägt er bei der Betrachtung der gesellschaftlichen Entwicklung unvermeidlich in Idealismus um. Der Mensch wird im klassischen Determinismus als mechanisches und reines Naturwesen betrachtet, insofern er ewigen Naturgesetzen unterworfen sein soll.

Gesetze sind nach dieser Konzeption die ewige unwandelbare Ordnung, die unvermeidliche Verbindung der Ursachen mit den von ihnen hervorgerufenen Wirkungen. Gesetze werden mit Kausalzusammenhängen identifiziert. Kausalität ist deshalb der zentrale Begriff des klassischen mechanischen Weltbildes. Aus dieser Gleichsetzung von Gesetz und Kausalität folgt die Annahme der absoluten Vorherbestimmtheit aller Ereignisse, die Leugnung des objektiven Zufalls und der menschlichen Freiheit (Fatalismus). *Die Gesetzeskonzeption des bürgerlichen Materialismus ist daher unhistorisch.* Sie berücksichtigt nicht die Entwicklung der Bedingungen. Die Welt wird mit allen ihren Beziehungen als unveränderlich gegeben betrachtet. Dies zielt auf die theoretische Begründung der Ewigkeit der kapitalistischen Produktionsweise.

Gesetze der gesellschaftlichen Entwicklung

Das klassische bürgerliche Weltbild mit seinem mechanistischen Gesetzesbegriff wurde durch die Begründung der materialistischen Ge-

schichtsauffassung überwunden. Diese neue Qualität wurde möglich und notwendig vom Standpunkt der Arbeiterklasse. Das Proletariat kämpft gegen die Herrschaft des Kapitals über die Produzenten und damit gegen die Herrschaft der Sachen, der Produkte über die gesellschaftlichen Beziehungen der Individuen; es hebt mit der sozialistischen Revolution die Bedingungen für die Gesetze der kapitalistischen Gesellschaftsformation auf. Die neue dialektisch-materialistische Gesetzeskonzeption ist eine theoretische Voraussetzung, um die historische Mission der Arbeiterklasse zu verwirklichen.

Der dialektische Determinismus als konsequente Lehre vom durchgehenden objektiven Zusammenhang ist nur möglich, wenn man anerkennt und nachweist, daß immer und überall, also auch in der Gesellschaft, objektive Gesetze existieren. *Die Gesetzmäßigkeit der gesellschaftlichen Entwicklung setzt aber die Geschichtlichkeit der Natur voraus.*

Die Gesetzmäßigkeit der gesellschaftlichen Entwicklung wurde durch den Nachweis erkannt, daß die Arbeit als gesellschaftliche Produktion die grundlegende Existenzbedingung menschlicher Gesellschaft ist. Die Menschen finden ihre Existenzbedingungen nicht vor, sie müssen sie sich schaffen. Sie können ihre Bedürfnisse nur durch produktive Tätigkeit befriedigen. Diese Art der Bedürfnisbefriedigung bedingt aber, daß die Befriedigung eines Bedürfnisses zugleich ein neues Bedürfnis erzeugt, das nun mit neuen Mitteln befriedigt werden muß. So gewinnt der Mensch im Produktionsprozeß die Herrschaft über die Natur, indem er sie für seine eigenen Zwecke umgestaltet. Die Umgestaltung der Natur zu menschlichen Zwecken setzt jedoch voraus, daß die Natur umgestaltbar, veränderlich ist, daß sie eine Geschichte hat. In diesem Sinne spricht MARX vom naturgeschichtlichen Entwicklungsprozeß der ökonomischen Gesellschaftsformationen. Er formulierte diesen Grundgedanken der materialistischen Geschichtsauffassung, indem er aus der Gesamtheit der gesellschaftlichen Verhältnisse die Produktionsverhältnisse als die grundlegenden, die ursprünglichen, alle übrigen Verhältnisse bestimmenden heraus hob. Mit diesen wesentlichen Beziehungen fand er das Objektive, das Gesetzmäßige in den gesellschaftlichen Beziehungen. Es wurde dadurch möglich, auf die gesellschaftlichen Verhältnisse das Kriterium der Wiederholbarkeit anzuwenden. Dabei sind die das Handeln und Erkennen der Menschen in letzter Instanz determinierenden ökonomischen Gesetze keine äußeren, fremden Naturmächte. Sie sind — als allgemeine, notwendige, wesent-

liche, relativ stabile und wiederholbare Zusammenhänge im geschichtlichen Prozeß — Gesetze der Tätigkeit der Menschen selbst. Die gesellschaftlichen Gesetze geben die *Möglichkeiten* des menschlichen Handelns an.

Der historische Charakter von Gesetzen

Die Menschen machen ihre Geschichte selbst, aber stets unter bestimmten objektiven Voraussetzungen, Bedingungen. Diese Voraussetzungen sind das Resultat des Wirkens vorangegangener Generationen. Gesetze in den gesellschaftlichen Beziehungen zu erkennen, ist nur möglich, begreift man Gesetze als historische Gesetze. Diesen historischen Charakter tragen alle Gesetze, auch die Naturgesetze. Erkannt werden konnte dies allerdings erst, nachdem die Gesetzmäßigkeit der Gesellschaft aufgedeckt wurde, was aber wiederum voraussetzte, daß man die Geschichtlichkeit der Natur anerkannte. Deshalb betonte ENGELS so stark den *historischen Charakter von Naturgesetzen*.

In der „Dialektik der Natur“ schreibt er dazu: **„Die ewigen Naturgesetze verwandeln sich auch immer mehr in historische. Daß Wasser von 0 bis 100 °C flüssig ist, ist ein ewiges Naturgesetz, aber damit es Geltung haben kann, muß 1. Wasser, 2. die gegebene Temperatur und 3. Normaldruck da sein. Auf dem Mond ist kein Wasser, auf der Sonne nur seine Elemente, und für diese Weltkörper existiert das Gesetz nicht. — ... Wenn wir also von allgemeinen Naturgesetzen sprechen wollen, die auf alle Körper — vom Nebelfleck bis zum Menschen — gleichmäßig passen, so bleibt uns nur die Schwere und etwa die allgemeinste Fassung der Theorie von der Umwandlung der Energie, vulgo mechanische Wärmetheorie. Aber diese Theorie selbst verwandelt sich mit ihrer allgemeinen konsequenten Durchführung auf alle Naturerscheinungen in eine geschichtliche Darstellung der in einem Weltssystem von seiner Entstehung bis zu seinem Untergang nacheinander vorgehenden Veränderungen, also in eine Geschichte, in der auf jeder Stufe andre Gesetze, d. h. andre Erscheinungsformen derselben universalen Bewegung herrschen, und somit als durchgehend Allgemeingültiges nichts bleibt als — die Bewegung.“** [1]

Das Prinzip von der durchgehenden Entwicklung der Welt sagt also nicht aus, daß sich alles immer verändert, daß alles nur fließt und es nichts Festes gibt. Es sagt, daß es nichts absolut Unveränderliches, nichts absolut Stabiles gibt. Wenn LENIN schreibt, daß die Bewegung die Daseinsweise der Materie ist, so setzt er voraus, daß die Bewegung das Moment der Ruhe ent-

hält. Anderenfalls wäre die Welt nicht erkennbar, da nicht in Gesetze faßbar.¹

Das Gesetz ist nach LENIN das ruhige Abbild der Erscheinungen. Es ist das Herausfinden oder Herausgreifen des Stabilen, des Invarianten der Erscheinungen. Das Stabile ist aber zugleich das Allgemeine. Es ist das, was im Wechsel der Erscheinungen allen gemeinsam ist, das Wiederholbare. Verstehen wir nun die (relativ) stabilen Beziehungen eines Prozesses als Struktur, so können wir im wesentlichen den Strukturbegriff mit dem Begriff Gesetz identifizieren. Dabei wird deutlich: *Ein Gesetz (Struktur) wird stets nur in bezug auf ein bestimmtes System formuliert*, d. h. es existiert nur unter den Bedingungen, die das System ausmachen. Insofern diese Bedingungen wandelbar sind, tragen die Gesetze historischen Charakter. Mit anderen Worten: Etwas ist stabil immer nur in bestimmter Hinsicht, immer nur bezogen auf ein bestimmtes System.

Das dialektisch-deterministische Weltbild als Theorie von der Bedingtheit und Bestimmtheit der Dinge und Erscheinungen im Gesamtzusammenhang vereinigt die wesentliche Bewegtheit und durchgängige Entwicklung der Welt mit dem Moment der Ruhe und der Stabilität im Begriff des historischen Gesetzes (bzw. des historischen Charakters von Gesetzen), dem zentralen Begriff dieser Theorie. Nur auf der Grundlage dieser Gesetzeskonzeption können die Geschichtlichkeit der Natur (und der Gesellschaft) und die Gesetzmäßigkeit der Gesellschaft (und der Natur) anerkannt und bewiesen werden. Unter dem Gesichtspunkt des Verhältnisses zwischen Gesetz und Bedingungen erscheinen Gesetze als objektive Möglichkeiten. Die Bedingungen für die Existenz eines Gesetzes sind also die Bedingungen für das Vorhandensein objektiver Möglichkeiten. Wir unterscheiden *notwendige* und *hinreichende* Bedingungen für die allgemeine Existenz von Gesetzen einerseits und andererseits Begleitbedingungen, von denen die konkrete Realisierung der im Gesetz erfaßten Möglichkeiten abhängt. Daraus resultiert die Erkenntnis, daß eine konkrete Erscheinung nicht durch ein Gesetz allein erklärt werden kann, sondern stets nur durch einen Komplex verschiedener Gesetze. Im Prozeß der wissenschaftlichen Erkenntnis geht es vor allem um die Erfassung von Bedingungen für die Existenz von Gesetzen. Eine immer genauere Bestimmung der Bedingungen schon bekannter Gesetze ist deshalb ein Weg, um neue Gesetze zu erkennen. Die Entdeckung

¹ Vgl. WAHSNER, R.: *Philosophische Betrachtungen über die räumliche Ausdehnung des Weltalls*. In: *Astronomie in der Schule* 4 (1967) 2, S. 30.

von sogenannten Ausnahmen hat dabei im Prozeß der Gesetzeserkenntnis großen heuristischen Wert. Während die Differenzierung von Möglichkeiten und ihrer Realisierung in Abhängigkeit von den vorhandenen Bedingungen charakteristisch für den Gesetzesbegriff der dialektisch-materialistischen Weltanschauung ist, identifiziert der metaphysische Determinismus in für ihn typischer Weise Möglichkeit und Wirklichkeit. Er setzt alle Gesetze mit dynamischen Gesetzen gleich, bei denen es sich um die notwendige Verwirklichung einer Möglichkeit in verschiedenen einzelnen Prozessen handelt. Der dialektische Determinismus dagegen begründet, daß auch statistische Gesetze Gesetze sind. Beim statistischen Gesetz handelt es sich um die notwendige Verwirklichung einer Gesamtheit von Möglichkeiten durch eine Vielzahl von einzelnen Prozessen. *Die Verwirklichung einer bestimmten Möglichkeit durch einen Einzelfall ist im Gesetz als Wahrscheinlichkeit erfaßt.* Da bezüglich der Gesamtheit von Möglichkeiten die Realisierung einer bestimmten Möglichkeit somit zufällig ist, geht in diese Gesetzesauffassung die Anerkennung der Objektivität des Zufalls ein.

Zur Bedeutung der dialektisch-materialistischen Gesetzesauffassung für die Praxis

Diese Gesetzesauffassung bietet die theoretische Grundlage für den bewußten organisierten Kampf der Arbeiterklasse. Der Aufbau der sozialistischen Gesellschaft bedeutet bewußte Realisierung von Gesetzen durch die sozialistische Menschengemeinschaft unter der Führung der Arbeiterklasse und ihrer Partei. Dazu sind Bedingungen zu schaffen, unter denen sich die Gesetze des Sozialismus voll entfalten können. Voraussetzung hierfür bieten wissenschaftliche Prognosen. Diese sind das Resultat von Entscheidungen auf der Grundlage erkannter objektiver Gesetze sowie der gegebenen Randbedingungen. Sie dienen der Vorbereitung neuer Entscheidungen, neuer Handlungen, indem sie objektive Möglichkeitsfelder sichtbar machen. Richten sich die Menschen in ihren Entscheidungen nicht nach diesen objektiven Möglichkeiten, versuchen sie, die gesellschaftlichen Gesetze zu überlisten, so werden ihre Handlungen nicht die von ihnen gewollten Ziele erreichen. [2] Auch die moderne Naturwissenschaft erkannte die Bedingtheit ihrer Gesetze. Diese Tatsache wird an der Relativitätstheorie deutlich. EINSTEIN zeigt, mit seiner die NEWTONsche Gravitationstheorie verallgemeinernden Gravitations- und allgemeinen Relativitätstheorie, daß und wie das Gravitationsfeld die geome-

trische und chronometrische Struktur von Raum und Zeit im Universum bestimmt. Die geometrische Struktur des Universums gibt aber die Bedingungen an, denen die physikalischen Gesetze genügen müssen. Diesen Zusammenhang deckte die spezielle Relativitätstheorie auf. Sie charakterisiert die Beschaffenheit von Raum und Zeit als Bedingung für die von der übrigen Physik untersuchten Bewegungen. Die relativitätstheoretischen Aussagen über die Beziehung von Kausalstruktur und Raum-Zeit-Struktur geben die Minimalbedingung an für alles physikalische Geschehen, für alle Prozesse überhaupt. Diese Theorie weist nach, daß *nur* Ereignisse, die zeitlich absolut aufeinander folgen, kausal zusammenhängen können. Sie sagt aber nichts darüber aus, welche Ereignisse mit zeitartigem Abstand wirklich kausal miteinander zusammenhängen. Diese Zusammenhänge gehören zum Untersuchungsgegenstand der Physik.

Die geometrische Struktur des Universums muß so beschaffen sein, daß die Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit makrophysikalischer Prozesse möglich ist.

Nur wenn die ein physikalisches System charakterisierenden Eigengrößen im ganzen Kosmos miteinander vergleichbar sind, ist es möglich, die in der irdischen Physik erschlossenen physikalischen Gesetze auf den ganzen Kosmos anzuwenden und umgekehrt. [3] Damit erscheint die naturgesetzliche Einheit des Universums nicht nur als theoretische Voraussetzung, um Naturwissenschaft zu betreiben, sondern ihre Notwendigkeit für die Existenz der Naturwissenschaft wird heute¹ von dieser selbst begründet. Oder besser: **Die moderne Naturwissenschaft liefert ein Moment für den Beweis der naturgesetzlichen Einheit des Universums als Voraussetzung dafür, die Welt wissenschaftlich zu erfassen.**

Literatur:

- [1] MARX/ENGELS, Werke Bd. 20, S. 505/506 (Hervorhebung von Verfasser).
- [2] STOPF, W.: Zur Begründung des Volkswirtschaftsplanes 1971. Berlin 1970, S. 17.
- [3] TREDER, H.-J.: Die Eigenschaften physikalischer Prozesse und die geometrische Struktur von Raum und Zeit. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie 1966/5.

Anschrift des Verfassers:

Dr. RENATE WAHSNER
102 Berlin, Rathausstraße 9

¹ Diese Begründung seitens der Naturwissenschaft vollzog sich gleichzeitig (im historischen Maßstab gesehen) mit der Verwandlung des wissenschaftlichen Sozialismus, der Weltanschauung der Arbeiterklasse aus einer Hypothese (wie dies LENIN einmal bemerkte) in eine bestätigte Theorie durch den Sieg der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution.

Forderungen des neuen Lehrplanwerkes an den Beitrag des Astronomieunterrichts zur Fähigkeitsentwicklung

Ausgehend von der Fähigkeitsentwicklung, welche fester Bestandteil des komplexen Unterrichtsprozesses ist, charakterisiert der Verfasser die Forderungen des neuen Lehrplans an die Entwicklung allgemeiner und fachspezifischer Fähigkeiten im Astronomieunterricht.

„Der Sozialismus braucht eine Jugend, die gelernt hat, Wissen zu erwerben, sich Wissen selbstständig anzueignen, die fähig ist, wissenschaftlich zu denken und das Gelernte in der Arbeit und im gesellschaftlichen Leben bewußt und schöpferisch anzuwenden.“

MARGOT HONECKER,
VII. Pädagogischer Kongreß

1. Fähigkeitsentwicklung ist Teil des komplexen Unterrichtsprozesses

Das Ziel der allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule ist der *allseitig und harmonisch gebildete sozialistische Mensch*.

Die Anstrengungen aller Lehrer und Erzieher – die Astronomielehrer eingeschlossen – sind auf einen spezifischen, dem Alter der Schüler und dem Lehrfach angemessenen Beitrag zur Persönlichkeitsentwicklung der Heranwachsenden gerichtet. Alle Teilaufgaben, die dabei im Unterricht zu lösen sind – Aneignung von Kenntnissen, Gewinnung von Erkenntnissen, Entwicklung von Fähigkeiten und Fertigkeiten, Herausbildung sozialistischer Grundüberzeugungen und Verhaltensweisen –, gewinnen erst ihren tiefen Wert, wenn sie vom Lehrer in ihrer dialektischen Wechselbeziehung und als Elemente der genannten übergeordneten Aufgabe verstanden, entsprechend eingeordnet und planmäßig verwirklicht werden.

Das neue Lehrplanwerk, als dessen Bestandteil im Schuljahr 1971/72 der Lehrplan für Astronomie eingeführt wird, zeichnet sich unter anderem dadurch aus, daß die Persönlichkeitsentwicklung der Schüler als *komplexer Prozeß von Erkenntnisgewinnung, Fähigkeitsentwicklung und sozialistischer Erziehung* gesehen [1; S. 729] und der Anteil der Fächer und Klassenstufen am Wachsen der jungen Persönlichkeit besser ausgewiesen wird.

Wenn wir uns in diesen Ausführungen mit den *Persönlichkeitsqualitäten des Könnens* und dabei speziell mit den *Fähigkeiten* befassen, so wollen wir uns – auch wenn das im

folgenden nicht ständig ausgesprochen wird – darüber klar sein, daß erst die *Übereinstimmung von Wissen, Können, Überzeugungen und Verhalten die sozialistische Persönlichkeit ausmacht*, daß sich diese Persönlichkeitsqualitäten wechselseitig beeinflussen und bedingen und daß die isolierte Betrachtung einer einzelnen Eigenschaft der Persönlichkeit – z. B. der Fähigkeiten – einen wissenschaftlichen Kunstgriff darstellt, eine Vereinfachung, die nur unter dem Gesichtspunkt einer gezielteren Betrachtungsweise ihre Berechtigung hat.

2. Fähigkeitsentwicklung und Allgemeinbildung

Auf dem Wege zur Erreichung des der sozialistischen Schule gestellten Zieles steht die Frage nach dem Wesen, dem Inhalt und den Entwicklungstendenzen der Allgemeinbildung. Überlegungen in dieser Hinsicht helfen gleichzeitig zu erkennen, welche Fähigkeiten während der Schulzeit vor allem entwickelt werden müssen, um die Jugend auf Zukunftsforderungen vorzubereiten.

Die *allseitig und harmonisch* entwickelte sozialistische Persönlichkeit ist eine historische Kategorie, deren Bestimmung und Realisierung von den konkreten gegenwärtigen und zukünftigen historisch-gesellschaftlichen Bedingungen abhängt. [2; S. 6/7] Solche grundlegenden schulpolitischen Entscheidungen wie die Konzipierung, Erarbeitung und Einführung eines neuen Lehrplanwerkes setzen darum voraus,

- daß die gesellschaftliche und die wissenschaftlich-technische Entwicklung prognostisch erkundet wurde,
- daß daraus das Profil der Persönlichkeit abgeleitet wird, die zur Bewältigung der sozialistischen Zukunftsaufgaben befähigt sein soll,
- daß die effektivsten Wege gesucht und begangen werden, um dieses Persönlichkeitsbild zu verwirklichen.

Die Tätigkeit des Lehrers ist auf die Berücksichtigung zukünftiger Erfordernisse gerichtet. Er muß wissen, wie sich die Wesensmerkmale der Allgemeinbildung entsprechend der Gesellschafts- und der Wissenschaftsprognose verschieben müssen.

Untersuchungen zeigen, daß die Entwicklungstendenzen der Allgemeinbildung in folgende Richtungen weisen:

- **Stärkere Betonung des Theoretischen:** Das Besondere und Einzelne ordnet sich dem Allgemeinen unter; die Einzellösung tritt hinter der Methode zurück; die Anwendung erwächst aus dem Prinzip; usw. **Allgemein:** Der untergeordnete Gesichtspunkt wird in dem übergeordneten aufgehoben.
- **Stärkere Berücksichtigung der Dynamik der wissenschaftlichen Entwicklung:** Darstellung der Wissenschaften schon in der Schule als für weitere Erkenntnisse offene Systeme; Bekanntmachen der Schüler mit den Grundrichtungen der wissenschaftlich-technischen Entwicklung; Befähigung zu prognostischem und perspektivischem Denken als wichtiges neues Erziehungsziel; usw.
- **Einbeziehung der Grundformen der Methoden der wissenschaftlichen Arbeitens in die Schularbeit:** Die Methoden der Wissensfindung und -nutzung gewinnen gegenüber der gedächtnismäßigen Wissensspeicherung weiter an Bedeutung; zwischen allgemeinen und fachspezifischen Methoden ist ein solches Verhältnis herzustellen, daß für die Schüler ein Grundgerüst der Befähigung zu wissenschaftlicher Arbeit als Bestandteil der Allgemeinbildung erwächst; usw. (Vgl. u. a. [3; S. 56/57] und [4; S. 98])

Unter solchem Blickwinkel müssen wir die Forderungen an die Entwicklung (richtiger: Weiterentwicklung) von Fähigkeiten im Astronomieunterricht sehen. Das diesem Artikel vorangestellte Zitat enthält ein ganzes Programm für die Fähigkeitsentwicklung. Im Ensemble aller Unterrichtsfächer hat das Fach Astronomie dazu beizutragen, die Fähigkeit zum selbständigen Lernen und zur Arbeit nach wissenschaftlichen Methoden bei den Schülern zu entwickeln und sie zu befähigen, das erworbene Wissen und Können schöpferisch in der Praxis anzuwenden. [1; S. 721]

3. Bedingungen und Besonderheiten für die Fähigkeitsentwicklung im Astronomieunterricht

3.0. Die Ziele der Fähigkeitsentwicklung sind im Laufe von zehn Schuljahren zu erreichen. Der Beitrag der Unterrichtsfächer zur Erreichung der geforderten Denkkapazitäten weist Unterschiedlichkeiten auf, die

- vom wissenschaftlichen Gegenstand des Faches und den spezifischen Zielen, die es

innerhalb des Systems der Unterrichtsfächer zu erfüllen hat,

- vom Entwicklungsstand (vom Alter) der Schüler und von der Stellung des Faches in der zeitlichen Abfolge der Unterrichtsfächer,
- von der zur Verfügung stehenden Zeit, also von der Zahl der Unterrichtsstunden und ihrer Verteilung auf die Schuljahre abhängen.

3.1. Von den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern wird in erster Linie gefordert, daß sie die Fähigkeiten bei den Schülern entwickeln, Denk- und Arbeitsweisen der jeweiligen Naturwissenschaft – der Physik, der Chemie, der Biologie oder der Astronomie – zum Ermitteln von Tatsachen, Zusammenhängen und theoretischen Verallgemeinerungen nutzen zu können, und daß sie damit zur Ausbildung der geistigen Disponibilität der Schüler beitragen. [5; S. 536]

Im Unterschied zur Physik, Chemie und Biologie kann sich der Schüler in Astronomie nur mittelbar mit den Objekten dieser Wissenschaft befassen. In den drei anderen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern hat er die Objekte (den elektrischen Stromkreis, den sich bewegenden Wagen, die reagierenden Chemikalien, die Tiere, die Pflanzen usw.) sozusagen „in der Hand“. Er kann an ihnen Messungen vornehmen, die das biologische, chemische, physikalische Verhalten beeinflussenden Faktoren regulieren und einzelne Parameter konstant halten, um die Abhängigkeit der anderen voneinander gezielt untersuchen zu können. Im Astronomieunterricht dagegen steht ihm nur der Lichtstrahl zur Verfügung, durch den er mit „seinen“ Objekten verbunden ist. Damit kommen wir zu einem spezifischen Merkmal des Astronomieunterrichts, das ihn von den anderen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern unterscheidet. Während die Schüler in Physik, Biologie und Chemie mit den Gegenständen experimentieren, können sie das im Astronomieunterricht nicht. Denn experimentieren heißt, die zu untersuchende Erscheinung möglichst weitgehend von störenden Einflüssen zu isolieren, künstliche Bedingungen zu schaffen. [6; S. 186] In diesem Sinne ist die bloße Beobachtung (auch wenn sie durch ein Mikroskop oder ein Fernrohr erfolgt) auch dann kein Experiment, wenn sie mit einer Fragestellung verbunden ist.

Wir müssen also feststellen: Im Unterschied zu den drei anderen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern kann die Befähigung zum Experimentieren im Astronomieunterricht

kaum eine Rolle spielen. So nahe sich sonst Physik und Astronomie sind – in dieser Hinsicht unterscheiden sie sich wesentlich. Man kann auch nicht der astronomischen Beobachtung die Rolle übertragen, die das Experiment im Physik-, Chemie- und Biologieunterricht besitzt. Abgesehen davon, daß zwischen Experiment und Beobachtung grundsätzliche Unterschiede bestehen, sollte man beachten, daß für Physik, Chemie und wohl auch Biologie in der Tat das Experiment die charakteristische Forschungsmethode darstellt, während in der Astronomie heute die Auswertung von Fotografien oder Registrierungen Hauptmethode der Forschung ist.

Mit aller Konsequenz müssen wir uns darüber klar sein, daß die seit mehr als siebenzig Jahren in der astronomischen Forschung vorherrschenden Methoden bis heute in die Schule keinen Eingang gefunden haben, daß unsere Schüler die kennzeichnenden Methoden der Erkenntnisgewinnung in der Astronomie nur passiv aufnehmen und daß damit besonders hohe Anforderungen an die pädagogischen Fähigkeiten des Lehrers wie an das Abstraktionsvermögen der Schüler gestellt werden. Was bedeutet das für die Fähigkeitsentwicklung?

3.1.1. Die Fähigkeit, astronomische Objekte und Erscheinungen beobachten zu können, hat eine sehr hohe, weit über das Fach Astronomie hinausgehende Bedeutung. Aber bei aller Wertschätzung der Beobachtung dürfen wir nicht in den Fehler verfallen, sie für die *kennzeichnende* Methode der astronomischen Forschung auszugeben.

3.1.2. Astronomische Forschungen, d. h. die Auswertung der fotografisch, radioastronomisch oder über Raumsonden gewonnenen Informationen mit dem Ziel, neue Erkenntnisse zu erlangen, vollziehen sich vor allem an den Auswertegeräten und an den Schreibtischen. Im Astronomieunterricht kann es gegenwärtig und in näherer Zeit nur darauf ankommen, den Schülern an ausgewählten Beispielen die Methoden astronomischer Erkenntnisgewinnung so überzeugend nahezubringen, daß sie die wesentlichen Wege astronomischer Forschung im Prinzip verstehen, d. h., daß sie begreifen, auf welche Weise wir zu Aussagen über den Zustand (sogar einen vergangenen oder einen zukünftigen Zustand!) von Himmelskörpern kommen, mit denen wir nur über ihre Strahlung verbunden sind.

3.1.3. Die stürmische Entwicklung der Astronomie in der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts, insbesondere die Erschließung neuer Informationskanäle und der Beginn extraterrestrischer

astronomischer Forschungen im Zusammenhang mit der zunehmenden Technisierung der Astronomie gibt uns Gelegenheit,

- unseren Schülern die Dynamik der wissenschaftlichen Entwicklung in der Astronomie deutlich zu machen,
- sie zu befähigen, die Erscheinungsformen und die Auswirkungen der wissenschaftlich-technischen Revolution in der Astronomie zu verstehen (vgl. [7]),
- ihnen begreiflich zu machen, daß das Kenntnis- und das Methodensystem der Astronomie, wie sie es jetzt in der Schule kennenlernen, in der Entwicklung begriffen ist. Wenn wir zusammen mit den Fakten nicht die Fähigkeit vermitteln, die Weiterentwicklung als normalen wissenschaftlichen Vorgang und die Auseinandersetzung mit neuen Erkenntnissen als notwendige Fähigkeit des modernen Menschen zu verstehen, dann nutzt der Astronomieunterricht die ihm gegebenen Möglichkeiten zur Persönlichkeitsbefähigung nur unvollkommen.

3.2. Astronomie wird in der Abschlußklasse der zehnklassigen Oberschule bei Schülern unterrichtet, deren Entwicklung vorangeschritten ist. In den vorausgehenden Lebensjahren gewannen sie bereits wichtige Kenntnisse, Fähigkeiten und Überzeugungen. Die Astronomielehrer können und sollen mit diesem Fakt rechnen, um ihre Kräfte in richtiger Weise und an den richtigen Stellen einzusetzen. Sie können auf wesentliche Fähigkeiten aufbauen, die in anderen Fächern und Klassenstufen entwickelt wurden. So verfügen die Schüler zu Beginn der 10. Klasse u. a. bereits über Fähigkeiten zum richtigen, gezielten Beobachten. In hohem Maße können sie ihre Muttersprache als Mittel des Informationsaustausches, zum Ausdrücken von Gedanken einsetzen. In gewissem Umfang können sie vergleichen, zusammenfassen und verallgemeinern.

Wir können feststellen: Aus dem Alter der Schüler und der Lage des Faches in der Abschlußklasse ergibt sich, daß der Schwerpunkt nicht auf der *Entwicklung*, sondern auf der *Weiterentwicklung* der Fähigkeiten liegt. Wir fangen im Astronomieunterricht hinsichtlich der Fähigkeitsentwicklung nicht von vorn an, sondern bauen Vorhandenes aus.

3.3. Der Astronomieunterricht hat von allen Unterrichtsfächern der allgemeinbildenden Schule die geringste Stundenzahl. In dreißig Unterrichtsstunden sind die Möglichkeiten begrenzt, zur Weiterentwicklung allgemeiner bzw. zur Entwicklung spezifischer Fähigkei-

ten beizutragen. Daraus folgt, daß sich der Astronomielehrer sehr sorgfältig darauf einstellen muß, zur Entwicklung welcher Fähigkeiten er gezielt beitragen kann, will und muß und bei welchen Gelegenheiten und in welcher Weise das am wirksamsten zu geschehen hat.

4. Im Lehrplan implizite enthaltene Forderungen zur Fähigkeitsentwicklung

In Anlehnung an FAUST [8; S. 4] verstehen wir darunter Forderungen, die der Lehrer in jedem Unterrichtsfach zu berücksichtigen hat, ohne daß sie im Lehrplan ausdrücklich angeführt sind.

Erinnern wir uns, welche grundlegenden Aufgaben durch die Fähigkeitsentwicklung zu lösen sind:

- Vor allem müssen die Schüler zur *Kommunikation* mit ihrer Umwelt befähigt werden. Sie müssen in die Lage versetzt werden, schriftlich niedergelegte oder mündlich vorgetragene Gedanken sowohl von anderen aufzunehmen als an andere weiterzugeben. Dazu bedarf es der Fähigkeit zu mündlicher und schriftlicher Formulierung von Gedanken, zum Beschreiben von Vorgängen, Auffassungen oder Aufgaben, der Fähigkeit zum Begründen von Vorschlägen oder Meinungen usw. Das alles kann natürlich nur auf der Basis von Kenntnissen und im Zusammenhang mit spezifischen Fähigkeiten – z. B. der Fähigkeit zur richtigen Verwendung der Fachsprache – geschehen.

Für die weitere Entwicklung der sprachlichen Befähigung der Schüler tragen auch die Astronomielehrer Verantwortung. Durch persönliches Beispiel und Konsequenz in den Forderungen läßt sich die Erziehung zu exaktem, auf das Wesentliche konzentriertem, logisch aufgebautem Sprechen und Schreiben auch in unseren wenigen Unterrichtsstunden noch beeinflussen.

- Die Schüler müssen zu *schöpferischer Auseinandersetzung mit ihrer Umwelt, zur Nutzung ihrer Kenntnisse für die Gewinnung neuer Erkenntnisse* befähigt werden. Sie dürfen nicht nur das in der Schule Gelernte reflektieren, sondern sie müssen über den Bereich ihrer Kenntnisse hinaus in neue Bereiche vorstoßen können. Um diese schöpferischen Eigenschaften der Jugendlichen zu entwickeln, bedarf es der Fähigkeit, verschiedene Erscheinungen, Vorgänge, Vorschläge, Theorien u. ä. miteinander vergleichen zu können, um z. B. über-

geordnete Gesichtspunkte zu erkennen. Unsere Schüler müssen zu logischem Denken und nüchtern-sachlicher Wertung ebenso wie zu schöpferischer Phantasie fähig sein. Die Fähigkeit zum *Vergleichen*, die im Erkenntnisprozeß eine wichtige Rolle spielt, benutzen wir im Astronomieunterricht und entwickeln sie weiter, wenn die Schüler

- Objekte oder Erscheinungen miteinander vergleichen (z. B. die Helligkeit von Sternen, das Aussehen von Galaxien oder die Dichten von Sternen und irdischen Stoffen),
- Modelle miteinander vergleichen (z. B. Größen- und Entfernungsverhältnisse im Sonnensystem, zwischen Sternen, zwischen Galaxien usw.; aber auch zwischen irdischen und kosmischen Objekten, z. B. Strahlungsleistungen von irdischen und kosmischen Energiequellen),
- Begriffe miteinander vergleichen (z. B. „Größe“ in der Astronomie und in der Mathematik; „Leuchtkraft“ in der Astronomie mit „Kraft“ in der Physik).

Indem wir die Schüler zu Vergleichen anregen und befähigen (bzw. indem wir diese Befähigung auf unsern wissenschaftlichen Gegenstand ausweiten) tragen wir zur Erkenntnisfähigkeit bei, die eine wichtige Komponente für die selbständige Aneignung und Festigung von Erkenntnissen ist. Die Fähigkeit zur *Zusammenfassung, Verallgemeinerung und Systematisierung* gewinnt immer größere Bedeutung. Der heranwachsende junge Mensch wird in seinem Leben immer häufiger in die Lage kommen, Einzelerkenntnisse unter verallgemeinernden Gesichtspunkten zusammenzufassen, sie in übergeordneten Systemen aufzuheben, sich innere Beziehungen deutlich machen zu müssen. [9] Wir sollten diesem Teil der Fähigkeitsentwicklung im Astronomieunterricht noch größere Aufmerksamkeit widmen, weil damit Zukunftserfordernisse berücksichtigt werden und einer Entwicklungstendenz der Allgemeinbildung entsprochen wird.

- Die Schüler müssen befähigt werden, sich in der sich mit zunehmender Geschwindigkeit entwickelnden Wissenschaft und Gesellschaft *selbständig zu orientieren*. Sie müssen sich stets neu in die Lage versetzen können, neuen Aufgaben gewachsen zu sein und sich vorausschauend auf neue Aufgaben zu orientieren. Dazu bedarf es vor

allem und zuerst der Fähigkeit, Lehr- und Fachbücher, Nachschlagewerke, tabellarische und graphische Darstellungen, aktuelle Informationsmittel wie Zeitungen und Zeitschriften richtig benutzen zu können.

Auch in dieser Richtung kann man die Schüler im Astronomieunterricht anregen und befähigen. Wer Informationsmittel benutzen will, muß sie kennen. Also müssen wir die Schüler auf ihre *Existenz* aufmerksam, sie mit ihrem *Anliegen* bekannt und ihrem *Umgang* vertraut machen.

Dem Wort *anregen* messe ich in dieser Hinsicht besondere Bedeutung bei. Denn um dauerhafte Wirkung zu erzielen, muß die Benutzung von Informationsmitteln zum Bedürfnis werden. Das gilt es zu entwickeln.

Wir deuteten an, daß und wie im Astronomieunterricht zur Weiterentwicklung aller dieser Fähigkeiten in einem gewissen Umfang beigetragen werden kann. Dabei sei noch einmal an den am Anfang ausgeführten Grundsatz erinnert, daß sich die Fähigkeitsentwicklung in den Gesamtprozeß der Persönlichkeitsentwicklung einordnen muß. Wer eigene Gedanken vortragen oder zu den Vorstellungen anderer Stellung nehmen will, wer sich schöpferisch mit seiner Umwelt auseinandersetzen will, kann das nur auf der Basis soliden Wissens. Alle Fähigkeiten, sich selbständig neue Erkenntnisse der Wissenschaften zu eigen zu machen, ist umsonst, wenn nicht gleichzeitig der Wille zum Weiterlernen wollen, Ausdauer, Beharrlichkeit, die die Mühen des selbständigen Lernens nicht scheut, eine positive Grundeinstellung zum Lernen und die Überzeugung von der persönlichen und gesellschaftlichen Bedeutsamkeit der Aneignung neuer Erkenntnisse und weiterer Fähigkeiten ausgebildet werden.

5. Im Lehrplan explizit ausgewiesene Forderungen

5.0. Im Astronomielehrplan sind diejenigen Fähigkeiten ausdrücklich angeführt, zu denen der Astronomieunterricht seinen besonderen Beitrag zu leisten hat: „Die Schüler sind zu befähigen,

- grundlegende Vorstellungen über den Weltraum zu erwerben, wichtige Strukturen zu erfassen und annähernd richtige Raumvorstellungen zu entwickeln;
- die betrachteten Einzelkörper in ihrem Systemzusammenhang zu untersuchen...;
- ihr Systemdenken... weiterzuentwickeln...;

- sich... der Hilfe von Modellen zu bedienen...;
- an einigen Beispielen durch Anwendung mathematischer Verfahren und Betrachtungsweisen zu quantitativen Aussagen zu kommen...;
- einfache Beobachtungen durchzuführen, zu protokollieren und auszuwerten, die drehbare Schülersternkarte und die Arbeitssternkarten zu benutzen und eigene Messungen kritisch einzuschätzen sowie Diagramme, Kurven, Sternkarten und Himmelsphotographien unter Anleitung auszuwerten.“ ([10; S. 6]; vgl. auch [11; S. 151] und [12; S. 52/53])

Diese Forderungen des Lehrplans zeigen, daß es im Astronomieunterricht weniger auf die Entwicklung von spezifischen Fähigkeiten als vielmehr auf die Entwicklung bzw. Weiterentwicklung allgemeiner Fähigkeiten an fachspezifischen Gegenständen ankommt.

Diese Erkenntnis kommt demjenigen nicht überraschend, der vom Ziel der allgemeinbildenden Schule ausgeht und dabei erkennt, daß die Funktion der Unterrichtsfächer im Schulunterricht in erster Linie von schulpolitisch-pädagogischen Gesichtspunkten bestimmt ist.

5.1. Einer der Schwerpunkte des Astronomieunterrichts ist zweifellos die Weiterentwicklung der Fähigkeit zu richtigem *Beobachten*. Diese Fähigkeit ist in anderen Unterrichtsfächern bereits in spezifischer Weise ausgeprägt worden, in Physik anders als in Biologie oder in Kunsterziehung. Im Astronomieunterricht wird die Naturbeobachtung auf den Bereich kosmischer Vorgänge und Erscheinungen ausgedehnt.

Die Beobachtungsaufgaben sind im Lehrplan ausgeführt. [10; S. 31/32]

Die Erfüllung dieses Auftrages kann dazu beitragen, die Schüler zu befähigen,

- scheinbare und wahre Bewegungen zu unterscheiden,
- sich nach Sternbildern zu orientieren,
- Koordinaten mit Hilfe der drehbaren Schülersternkarte zu bestimmen und einfache Messungen durchführen zu können,
- den Wechsel der Mondphasen als Folge der Beleuchtung durch die Sonne und der Bewegung zu erfassen.

Damit wird im Lehrplan explizit enthaltenen Forderungen an die Fähigkeitsentwicklung entsprochen. [10; S. 12 und 15]

5.2. Große Bedeutung hat die Entwicklung der Fähigkeit zu *selbständiger Orientierung am Sternhimmel*. Kenntnis des Sternhimmels, das

heißt Kenntnis von zehn bis zwanzig Sternbildern und etwa ebensoviel Einzelsternen, könnte man als das Alphabet oder das Einmaleins des Astronomieunterrichts bezeichnen. Die Bemühungen, die Schüler dies astronomische Einmaleins zu lehren, bleiben jedoch letztlich nutzlos, wenn das einmal Gelernte nicht zum dauerhaften, anwendbaren geistigen Besitz wird. Wir müssen damit rechnen, daß die Schüler die Fähigkeit, sich am Sternhimmel zu orientieren, bald nach der 10. Klasse wieder verlieren. Dem kann entgegengewirkt werden, indem sie befähigt werden, das einmal Gelernte und Gewußte selbständig immer neu zu reproduzieren. Die beste Möglichkeit dazu bietet wohl die drehbare Sternkarte. Mit ihrer Hilfe kann sich der junge Mensch auch nach seiner Schulzeit sicher am Sternhimmel zurechtfinden — zwei Dinge vorausgesetzt:

1. Der Umgang mit der Sternkarte muß bis zur Fertigkeit geführt worden sein.
2. Die Sternkarte muß Eigentum des Schülers sein. Er muß sie außerhalb des Unterrichts und auch nach seiner Schulzeit im Besitz behalten können.

5.3. Eine grundlegende Aufgabe jedes Faches, also auch des Astronomieunterrichts, ist es, die Schüler mit der *Fachsprache* bekannt zu machen und sie zu ihrer aktiven Benutzung zu befähigen. Diese Grundaufgabe nennen, heißt auf Schwierigkeiten für den Astronomieunterricht zu stoßen. Wir haben im Verhältnis zur Stundenzahl eine sehr große Zahl von Begriffen zu vermitteln. (Vgl. [9]) Eine Untersuchung bei Schülern am Anfang der 10. Klasse vor Beginn des Astronomieunterrichts ergab, daß viele unserer Schüler unsicher in Begriffen wie „Stern“ und „Planet“ sind, die im Astronomieunterricht von Anfang an verwendet werden. [13; S. 115–128] Wie steht es mit den vielen anderen, weniger selbstverständlichen Begriffen, die wir im Astronomieunterricht verwenden müssen? Als Lehrer setzen wir voraus, daß uns unsere Schüler verstehen, daß sie dasselbe meinen wie wir. Ist das wirklich immer so? Wir wiederholen deshalb die bereits an anderer Stelle erhobene Forderung nach Untersuchungen zu dem in der Schule zu vermittelnden astronomischen Begriffsgefüge. (Vgl. [14; S. 116])

5.4. Der Astronomielehrplan fordert, die Schüler zu befähigen, bekannte *Gesetzmäßigkeiten in neuen Zusammenhängen anzuwenden*. Es handelt sich dabei um eine grundlegende Fähigkeit, zu deren Ausprägung im Astronomieunterricht z. B.

— durch Auswertung von Daten über die Zustandsgrößen der Planeten (die Unterscheidung nach erdähnlichen und jupiterähnlichen Planeten kann von den Schülern aus Radius-, Masse- und Dichtevergleich gefunden werden) oder

— durch Diskussion der Bahn eines Raumflugkörpers in Verbindung mit seinen wissenschaftlichen Aufgaben

beigetragen werden kann. [10; S. 17 ff.]

5.5. Der o. a. Forderung nach *Anwendung mathematischer Verfahren und Betrachtungsweisen* zur Gewinnung quantitativer astronomischer Aussagen kann z. B. durch Berechnung

— der mittleren Sonnenentfernung eines Planeten aus seiner Umlaufzeit und Bahndaten der Erde,

— der Leuchtkraft der Sonne aus der Solar-konstanten und der mittleren Halbachse der Erdbahn,

— der mittleren Dichte der Sonne aus Sonnenradius und -masse,

— der absoluten Helligkeit aus scheinbarer Helligkeit und Entfernung bzw. der Entfernung aus absoluter und scheinbarer Helligkeit

entsprochen werden.

Es gibt weitere Möglichkeiten, im Astronomieunterricht zu rechnen. Die Schwierigkeit für den Astronomielehrer besteht darin, über dieser Teilaufgabe der Fähigkeitsentwicklung nicht die Gesamtheit der Aufgaben des Astronomieunterrichts zu vernachlässigen.

Wir sind der Auffassung, daß man bei der Entwicklung dieser Fähigkeit neben dem Astronomieunterricht unbedingt auch den Physikunterricht und den Mathematikunterricht sehen muß. Denn auch dort gibt es Möglichkeiten, im Zusammenhang mit den spezifischen Aufgaben dieser Unterrichtsfächer astronomische Gesetzmäßigkeiten als sachliche Grundlage für Berechnungen zu nutzen.

5.6. Die Schüler lernen im Unterricht die Zustandsgrößen Temperatur, Spektralklasse, Radius, Masse, Leuchtkraft und Dichte von Sternen kennen. Sie erfahren, daß diese Größen nicht beziehungslos nebeneinander stehen, sondern daß sie durch Relationen miteinander verbunden sind. Die Spektralsequenz lernen sie als Temperaturfolge verstehen. Die zwischen Masse und Leuchtkraft bestehende Beziehung wird ihnen mitgeteilt. Sie verstehen, daß durch die Lage eines Sterns im HERTZSPRUNG-RUSSELL-Diagramm in erster Näherung auf seine Zustandsgrößen geschlossen werden kann.

Wir halten die Entwicklung der Fähigkeit, mit dem HERTZSPRUNG-RUSSELL-Diagramm arbeiten zu können, für besonders wertvoll. Das funktionelle Denken der Schüler sollte so weit geschult werden, daß sie bei Kenntnis der Lage eines Sterns im HRD seinen physikalischen Zustand im wesentlichen erkennen und – nach Behandlung der Sternentwicklung – im Prinzip den Entwicklungsweg dieses Sterns verstehen.

Die Lehrplananforderung, die Schüler zu befähigen, *Diagramme und Kurven auszuwerten*, läßt sich bei der Behandlung des Lehrplanabschnittes „Die Sterne“ besonders wirkungsvoll umsetzen. Dabei können sie gleichzeitig befähigt werden, verschiedene Zustandsgrößen aus anderen abzuleiten, das HRD in seinen wichtigsten Aussagen zu interpretieren und die Kenntnisse über die Sonne in die sternphysikalischen Erörterungen einordnen zu können. [10; S. 26]

5.7. Über die im Astronomieunterricht zu entwickelnden Fähigkeiten im *Umgang mit technischen Hilfsmitteln* (Fernrohr, Kamera, Winkelmeßgerät) gehen die Ansichten auseinander. Das Hauptaugenmerk der Beobachtungen sollte sich auf das Kennenlernen der Objekte und Erscheinungen und das Erfassen von Erscheinungsabläufen richten; es sollte weniger auf der Technik der astronomischen Beobachtung liegen. So erheblich die Bedeutung der Beobachtungstechnik in der Astronomie ist, so untergeordnet muß ihre Rolle in der Schulastronomie wegen deren spezieller Zielsetzung innerhalb des Bildungs- und Erziehungsauftrages der Schule bleiben. In unseren Forderungen an alle Schüler sollten wir uns auf wirklich elementare Kenntnisse und Fähigkeiten beschränken: Das Wesentlichste über die beiden großen Gruppen von Fernrohrtypen (Physik), Kenntnis der beiden Montierungen (horizontal und äquatorial) und ihrer Einsatzmöglichkeiten, Wissen um das Wesen der Nachführung. Anders ist die Situation bei Schülern in Arbeitsgemeinschaften. Das ist aber eine andere Thematik.

6. Schlußbemerkungen

Aussagen zur Fähigkeitsentwicklung im Astronomieunterricht haben in bisherigen Diskussionen gegenüber der Kenntnisvermittlung und der Überzeugungsbildung eine untergeordnete Rolle gespielt. In den vorstehenden Ausführungen sollte deutlich gemacht werden, daß alle Komponenten der Persönlichkeitsentwicklung im Blickpunkt der Aufmerksamkeit des Lehrers stehen müssen. Es sollten Grundsätze für den Beitrag des Astronomie-

unterrichts zur Entwicklung von Fähigkeiten vorgetragen werden, ohne daß bei der Erläuterung von einzelnen Möglichkeiten in die Tiefe gegangen werden konnte. Es wäre zu begrüßen, wenn in „Astronomie in der Schule“ – an vorliegende Ausführungen anknüpfend – zu Einzelthemen der Fähigkeitsentwicklung theoretisch fundierte Erfahrungsberichte erschienen.

Die Aufforderung dazu ist bereits ergangen. [15]

Literatur:

- [1] HONECKER, M.: *Wir lehren und lernen im Geiste LENINS*, Referat auf dem VII. Pädagogischen Kongreß der DDR. Pädagogik 25 (1970) 8, 708–754
- [2] NEUNER, G. u. a.: *Zur Bilanzierung des Standes der Theorie der Allgemeinbildung und der Lehrplantheorie*, Pädagogische Forschung 9 (1968) 2, 3–47
- [3] DREFENSTEDT, E.: *Neubestimmung des Inhalts der Allgemeinbildung in der Oberschule*, Einheit, Berlin 20 (1963) 9, 52–60
- [4] MADER, O.: *Einige Probleme der Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts in der Oberschule*, Astronomie in der Schule 2 (1965) 5, 97–103
- [5] PLÜTZ, R.: *Zur Leitlinie „physikalische Felder“ im Physikunterricht nach den neuen Lehrplänen*, Physik in der Schule 7 (1969) 12, 535–538 und 543–545
- [6] KLAUS, G./BUHR, M. (Herausgeber): *Philosophisches Wörterbuch*, 5. Auflage Leipzig 1966
- [7] SCHUKOWSKI, M.: *Hauptetappen der Entwicklung der Astronomie im 19. Jahrhundert und in der 1. Hälfte des 20. Jahrhunderts*, Astronomie in der Schule 7 (1970) 4, 85–89. *Wesentliche astronomische Forschungsrichtungen und -methoden der Gegenwart*, Astronomie in der Schule, 7 (1970) 5, 102–106. *Die Astrophysik im Rahmen der Fachastronomie*, Astronomie in der Schule 7 (1970) 6, 128–132
- [8] FAUST, H.: *Ziele der Entwicklung geistiger Fähigkeiten in der sozialistischen Schule*, Wissenschaftliche Zeitschrift der Karl-Marx-Universität Leipzig, Gesellschaftswissenschaftliche und Sprachwissenschaftliche Reihe 19 (1970) 1, 3–16
- [9] SCHUKOWSKI, M.: *Möglichkeiten und Bedeutung von Strukturierungen für die Systematisierung im Fach Astronomie*, Astronomie in der Schule, 5 (1968) 5, 110–115
- [10] *Lehrplan für Astronomie Klasse 10*, Berlin 1969
- [11] MADER, O.: *Über den Beitrag des Astronomieunterrichts zur Bildung und Erziehung sozialistischer Persönlichkeiten*, Astronomie in der Schule, 6 (1969) 6, 149–153
- [12] STIER, J.: *Bemerkungen zum neuen Lehrplan für Astronomie*, Astronomie in der Schule 7 (1970) 3, 49–57
- [13] SCHUKOWSKI, M.: *Prognostische Untersuchungen über den Astronomieunterricht in der zehnklassigen allgemeinbildenden Oberschule unter besonderer Berücksichtigung der „Astrophysik“*, Dissertation (unveröffentlicht), Universität Rostock 1970
- [14] SCHUKOWSKI, M.: *20 Jahre Deutsche Demokratische Republik – 10 Jahre Astronomieunterricht*, Astronomie in der Schule 6 (1969) 5, 113–118
- [15] *Astronomielehrer schreiben über Erfahrungen aus der Unterrichtsarbeit*, Astronomie in der Schule 7 (1970) 4, 92

Anschrift des Verfassers:

Oberlehrer Dr. MANFRED SCHUKOWSKI
252 Rostock 22, Heisinkstraße 79

Komplexe Planung der Stoffeinheit „Das Planetensystem“

Am 1. September 1971 wird für den Astronomieunterricht in Klasse 10 ein neuer Lehrplan eingeführt. Mit Inkrafttreten dieses Lehrplans, werden gleichzeitig ein neues Lehrbuch [1] und Unterrichtshilfen [2] herausgegeben.

Die komplexe Planung der Stoffeinheit „Das Planetensystem“ (Seite 64) stellt einen Vorschlag für die Verteilung des durch den Lehrplan geforderten Wissens und Könnens auf Unterrichtseinheiten und Einzelstunden dar. Damit soll dem Lehrer die sorgfältige Planung und Unterrichtsvorbereitung sowie die Bereitstellung der erforderlichen Unterrichtsmittel [3] erleichtert werden.

Die Konkretisierung dieser Vorschläge in Form einer didaktisch-methodischen Aufbereitung der einzelnen Unterrichtsthemen, die Festlegung der Maßnahmen zur Fähigkeitsentwicklung, zur Überzeugungsbildung und die Fixierung der Leistungskontrollen muß der Lehrer unter Beachtung der jeweiligen Klassen- und Schülersituation selbst vornehmen. [4, 5, 6]

Die vorgeschlagene Stundenverteilung und die in den Unterrichtshilfen [2] dargelegte wurden aufeinander abgestimmt.

Die nachstehende Planung beachtet folgende Gesichtspunkte:

- Für jede Unterrichtseinheit sind die Ziele für den Kenntniserwerb, die Fähigkeitsentwicklung und Überzeugungsbildung genannt.
- Die erste Spalte enthält das Stundenthema.
- In der zweiten Spalte stehen die Kenntnisse und die Erkenntnisse, die sich die Schüler in der jeweiligen Stunde aneignen sollen.
- Die dritte Spalte enthält die zu erarbeitenden bzw. zu vertiefenden Begriffe.
- In der vierten Spalte stehen Schülerertig-

keiten, die der Lehrplan fordert und für die in dieser Stunde günstige Bedingungen vorhanden sind.

- Die fünfte Spalte orientiert über die Bereitstellung der notwendigen Unterrichtsmittel.
- In der sechsten Spalte werden Hinweise zur Verbindung mit anderen Unterrichtsfächern gegeben.
- Die siebente Spalte gibt an, welche Demonstrationen und Experimente in der betreffenden Stunde stattfinden.
- Die achte Spalte enthält Verbindungen zu Beobachtungsaufgaben. Die Numerierung dieser Aufgaben entspricht den Angaben in [1].

Vorschläge für die komplexe Planung zur Stoffeinheit „Astrophysik und Stellarastrophysik“ werden zu einem späteren Zeitpunkt veröffentlicht. Es wird darum gebeten, Erfahrungen, die mit dieser Planung gesammelt wurden, dem Verfasser mitzuteilen.

Literatur:

- [1] **Astronomie, Lehrbuch für Klasse 10.** Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin 1971.
- [2] **Unterrichtshilfen Astronomie, 10. Klasse.** Zum Lehrplan 1970. Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin 1971.
- [3] **Unterrichtsmittel für Astronomie, Klasse 10.** In: Verfügungen und Mitteilungen des Ministeriums für Volksbildung und des Staatlichen Amtes für Berufsbildung. Jahrgang 1970, Nr. 7, S. 83.
- [4] STIER, J.: **Bemerkungen zum neuen Lehrplan Astronomie.** In: *Astronomie in der Schule*, 7 (1970) 3, 49–57.
- [5] BERNHARD, H.: **Forderungen des neuen Lehrplans an die ideologische Erziehung im Astronomieunterricht.** In: *Astronomie in der Schule*, 7 (1970) 4, 73–81.
- [6] SCHUKOWSKI, M.: **Forderungen des neuen Lehrplans an den Beitrag des Astronomieunterrichts zur Fähigkeitsentwicklung.** In: *Astronomie in der Schule*, 8 (1971) 3, 56–62.

Anschrift des Verfassers:

Dr. KLAUS LINDNER
7024 Leipzig, Grünickestraße 7

Wozu dient eine Orbitalstation?

Fortsetzung von Seite 50

- Antennenmontage für die Radioastronomie und für kosmische Nachrichtenverbindungen
- **Möglichkeiten für die Technik**
 - Prüfung von Triebwerken, Energieanlagen, Steuerungs- und Orientierungssystemen unter den Bedingungen des kosmischen Raumes
 - Ausföhrung technologischer Prozesse unter Bedingungen des Hochvakuums und des Effektes der Schwerelosigkeit

● Basen für interplanetare Raumflugkörper

- Startplatz und Reparaturstätte für Raumflugkörper

● Nutzung als Energiesystem

- Zwischenstation zur Umwandlung der Sonnenenergie in Elektroenergie als neue Energiebasis für die Erdbevölkerung.

(Nach „Trud“ vom 22. 11. 1970)

Thema	Kenntnisse und Erkenntnisse	Begriffe	Wesentliche Schüler-tätigkeiten	Unterrichts-mittel	Verbindungen zu anderen Unterrichtsfächern	Demonstrationen, Experimente	Verbindungen zu Beobachtungsaufg. ¹
Unterrichtseinheit 1.1. Einführung in das Fach Astronomie							
Ziele: Kenntnis der historischen und der gegenwärtigen Bedeutung der Astronomie; Einsicht in die Rolle der herrschenden Klassen in der Wissenschaftsgeschichte; Auseinandersetzung mit der Verbreitung der Astrologie in den kapitalistischen Staaten; Erkenntnis der Wechselbeziehungen zwischen Astronomie und Technik.							
1. Stunde Einführung in die Geschichte der Astronomie früher und heute	Gesellschaftliche Bedürfnisse führten zur Entstehung und Entwicklung der Astronomie. Mythische Vorstellungen waren in der Unkenntnis über die Naturgesetze begründet. Gegenstand der Astronomie sind die Eigenschaften, die Struktur, die Bewegungen und die Entwicklung kosmischer Gebilde.	Astronomie Astrologie	Anwenden astronomischer Kenntnisse	Wandkarte Lichtb.: R 823/1	Geschichte, Staatsbürgerkunde		
2. Stunde Einführung in die Beobachtung	Die astronomische Beobachtung ist eine wesentliche Methode der Erforschung des Weltalls. Zwischen Astronomie und Technik bestehen enge Wechselbeziehungen.	Fernrohr Reflektor Objektiv Okular Vergrößerung	Wiederholen der Beobachtung physikalischer und mathematischer Kenntnisse, Berechnen der Vergrößerung	Schulfernrohr, 4.5. u. 6. R 823/3, 4.5. u. 6	Physik: Optische Instrumente Mathematik	Bau des Schulfernrohrs, Strahlengang im Fernrohr	5, 7, 9, 10

Unterrichtseinheit 1.2. Die Erde als Himmelskörper

Ziele: Kenntnis der wichtigsten Tatsachen über die Erde und ihre Bewegungen; Kenntnis der Besonderheiten einer astronomischen Beobachtung von der Erde aus. Fähigkeit, sich selbständigen Orientierung am Sternhimmel und zur Arbeit mit dem Horizontsystem: Erwerb von Fertigkeiten im Gebrauch der drehbaren Sternkarte; Kenntnis der Bedeutung der Himmelskugel; aus theoretischen Hilfsmittel; Schulung der Raumvorstellung. Einsicht in die Dialektik von Widerspiegelung und Realität in den scheinbaren und wahren Bewegungen der Himmelskörper.							
3. Stunde Die Erde und der irdische Raum	Die Erde ist ein Planet. Ihre Bewegungen spiegeln sich in der täglichen und der jährlichen Bewegung der Himmelskörper wider. Atmosphäre und Magnetosphäre bieten Schutz vor gefährlichen Strahlungen, wirken aber auch als Forschungshindernis.	Planet Rotation Umlauf Astr. Einheit Atmosphäre Magnetosphäre	Wiederholen und Anwenden geographischer Kenntnisse. Systematisieren	Tellurium, Globus, Physikleuchte, Lichtb.: R 638/2	Erkunde: Bewegungen der Erde, Jahreszeiten, Klimazonen, Physik: Luftkühlung, Luftdruck	Tellurium: Beleuchtung, Stellungen und Bewegungen der Erde	
4. Stunde Orientierung durch Sternbilder	Alle astronomischen Erscheinungen und Vorgänge werden an der scheinbaren Himmelskugel beobachtet. Sternbilder sind Hilfsmittel zur raschen Orientierung am Sternhimmel. Die drehbare Sternkarte ermöglicht, sich über den Himmelsanblick zu einem bestimmten Zeitpunkt zu informieren.	Himmelskugel Horizont Zenit Meridian Himmelsnordpol Sternkarte Klimazonation Auf- und Untergang	Vergleichen zwischen der scheinbaren Himmelskugel und ihren Darstellungen auf Karten und Globus. Arbeit mit der drehbaren Sternkarte	Wandkarte, drehbare Sternkarte, (Schiefeleuchtkarte Tierkreiszone), Himmelsglobus, Folie „Drehbare Sternkarte“, AT-Horizontsystem, Lichtb.: R 608/2, 12, 19	Himmelsglobus und Projektionsfolie „Drehbare Sternkarte“ (Vergleich)		1, 2, 6
5. Stunde Das Horizontsystem	Zur exakten Orientierung am Himmel werden Koordinatangaben benötigt. Im Horizontsystem sind Ort und Zeit durch zwei eindeutige Positionangaben und beide Koordinaten sind orts- und zeitabhängig.	Koordinatensystem Horizont Azimut Höhe	Schätzen und Messen von Azimut und Höhe. Vergleich zweier scheinbar ebener und sphärischen	AT „Horizontsystem“, Himmelsglobus, drehbare Sternkarte, Winkelmaß	Mathematik: Ebene rechtwinklige Dreiecke, Sinus, Kosinus, Schattenspiele, Winkel	Winkelmaßgerät (Aufbau und Wirkungsweise)	2, 3, 6

6. Stunde Das Äquator- system	Konstante Koordinaten ergeben sich, wenn man sich nach der Erde orientiert. In Äquatorsystem sind Rektaszension und Deklination konstante Koordinaten. Das Äquatorsystem geht durch Kippung aus dem Horizontsystem hervor.	Äquator- Himmels- äquator Rektaszension Deklination Frühlings- punkt	Vergleichen zwischen geo- graphischen und astronomischen Koordinaten und zwischen Horizont- und Äquatorsystem. Arbeit mit der Karte der Tier- sternkarte und der drehbaren Sternkarte	AT „Horizont- system, rotier- Himmel“, Schie- fertuchkarte „Tierkreiszone“, Himmelsglobus, (Wandkarte), Schulernorm, drehbare Stern- karte	nenhöhe), Winkel- messung	Mathematik: Gekrümmte sind Meridian- schnitt Erkunde: Geogra- phische Koordinaten	(evtl. am Schulfern- seits Mon- tierung Teilkreise)
--	--	--	---	---	---------------------------------	--	---

Unterrichtseinheit 1.3. Der Erdmond

Ziele:
Kenntnis der wichtigsten Tatsachen über den Mond und seine Bewegungen; Kenntnis des Systems Erde-Mond als Beispiel eines kosmischen Systems; Sicherheit im Deuten von Finsterniserscheinungen; Fähigkeit zum Auswerten aktueller Pressemeldungen über die astronomische Erforschung des Mondes, Einsicht in die Wechselbeziehungen zwischen Wissenschaft und Technik in Abhängigkeit vom Gesellschaftssystem; Überzeugung vom führenden Anteil der Sowjetunion an der astronomischen Mondforschung, Abgrenzung zwischen wahren und vermeintlichen Einflüssen des Mondes auf die Erde.

7. Stunde Der Mond als Begleiter der Erde	Erde und Mond bilden ein kosmisches System. Wichtigste Bewegungen des Mondes sind Umlauf um die Erde und gebundene Rotation. Mondphasen und Finsternisse sind spezielle Beleuchtungseffekte.	Mond, sider. und synod. Umlauf. gebundene Rotation. Mondphasen. Sonnen- und Mond- finsternis	Vergleichen zwischen schein- barer und wahrer Bewegung. An- nehmen physika- lischer Kennt- nisse	F 839 (bzw. Kassetten- film Sonnen- finsternis, Tellurium, Mondglobus	Physik: Reflexion, Mondphasen, Finsternisse Mathematik: Entfernungs- berechnung	Tellurium: Mondbewe- gung, Phasen, Finsternisse Mondglobus: gebundene Rotation	5
8. Stunde Zur Physik des Mondes	Die Oberflächenstruktur des Mondes wird von Ringgebirgen, Ebenen und einigen Kratern gekennzeichnet. Der Mond gibt wegen Wasser noch eine Atmosphäre. Die Gezeiten sind eine Folge der Gravitationswirkung des Mondes auf die Erde.	Ringgebirge Mare Gezeiten	Unterscheiden zwischen ver- meintlichen und tatsächlichen des Mondes auf die Erde	Lichtb.: R 837, 8, 10, 11 Mondglobus	Mathematik: Durchmesser- berechnung Rektaszension, Fallgeschleu- nigung, Dichte eines Körpers	(evtl. am Tellurium: Gezeiten)	4, 5
9. Stunde Die Er- weiterung des Mondes	Mond- und Finsternisaberglaube sind Folgen unzureichender naturwissenschaftlicher Kenntnisse. Mondentdeckung durch Fernrohr (seit 1609). Mondphotographie (seit 1890) und Untersuchung durch Raumflugkörper (seit 1959) ermöglichen eine ständige Erweiterung unserer Kenntnisse über den Mond.	Raumflug- körper Entdeckung Mondent- deckung Entwickel- geschwindigkeit Mond- landung	Auswerten einer Lehrbuch- tabelle	Lichtb.: R 767/3, 8, 10 Tellurium, Mondglobus	Geschichte Staats- bürgerkunde		

1 Die Numerierung der Beobachtungsaufgaben entspricht den Angaben des Lehrbuches Astronomie, Klasse 10 (Ausgabe 1971).

Unterrichtseinheit 1.4. Das Planetensystem

Ziele:
Kenntnis der Planetenbewegungen und der wichtigsten Tatsachen über die Physik der Planeten, der natürlichen und – in Auswahl – künstlichen Kleinkörper; Erkenntnis, daß die Planetenbewegungen im Sonnensystem durch die Gravitationswirkung des Sonnenkörpers bestimmt werden; Fähigkeit zum Anwenden physikalischer und mathematischer Kenntnisse auf astronomische Fragestellungen; intensive Schulung des Systems der Planetenbewegungen; Erkenntnis, daß wissenschaftlicher Fortschritt von den ideologischen Positionen der jeweiligen herrschenden Klasse abhängt; Einsicht, daß neue Erkenntnisse durch richtige Anwendung des vorhandenen Wissens gefördert werden; Überzeugung von der führenden Rolle der sowjetischen Raumfahrt und Kenntnis der humanistischen Ziele der sowjetischen Astronautik.

Thema	Kenntnisse und Erkenntnisse	Begriffe	Wesentliche Schüler-tätigkeiten	Unterrichts-mittel	Verbindungen zwischen Unterrichts-fächern	Demon-strationen, Experimente	Verbindungen zu Beobach-tungsaufg.
10. Stunde Die Planeten- bewegungen	Alle Planeten umlaufen die Sonne nach den von KEPLER entdeckten Gesetzen. Von der Erde aus beobachtet ergeben sich scheinbare Bahnen am Himmel. Die Planetenbewegungen sind die Folge der Überlagerung der Planetenbewegungen der Erde und des Planeten.	Tierkreis Rückläufig- keit Rechtläufig- keit Tropenkreise BEPLERSche KEPLERSche Gesetze	Vergleichen zwischen schein- baren und wahren Bewegungen. Anwenden histo- rischer Kenntnis- nisse, z.B. mit der Karte der Tierkreiszone	Lichtb.: R 823,9, R 542,9, 11, 17, R 641/11, 12 F 906 (bzw. Kas- settenfilm C-KEPLERSche Gesetze) p. 1 netenschleifen- gerät, Schleifen- tauchkarte und Arbeitskarte "Tierkreiszone"	Geschichte: GALILEI, KOPERNI- KUS Physik: Gravitation, KEPLERSche Gesetze	Planeten- schleifen- gerät: Ent- stehung der Rückläufig- keit	
11. Stunde Das Planeten- system	Die Entfernungen der Planeten von der Sonne liegen zwischen 0,4 und 38,8 A.E. Der heutige Zustand des Planetensystems ist eine Phase einer langen Entwicklung. Die Sichtbarkeit eines Planeten von der Erde hängt vom Winkel Sonne-Erde-Pla- net ab.	Planeten- namen	Berechnen einer Planetenentfer- nung, Auswerten einer Lehrbuch- skizze, Vergleich- en zwischen Modell und Real- ität, Übung im Systemdenken	Lichtb.: R 542/11, 12, 13, 14, 19, R 641/8 Planeten- schleifengerät	Mathematik: Modell eines Planeten- systems, Winkel- abstand von der Sonne	Modell des Planeten- systems Planeten- schleifen- gerät: Sicht- barkeits- bedingungen	
12. Stunde Zur Physik der Planeten	Ein Planet ist ein kugelförmiger Himmels- körper, der einen Stern umläuft und des- sen Licht reflektiert. Nach dem physikalischen Zustand sind erdähnliche und ju- pitärlähnliche Planeten zu unterscheiden.	erdähnliche und jupiter- ähnliche Planeten, Planeten- atmosphäre	Vergleichen zwischen erd- und jupiterähn- lichen Planeten. Vergleichen Zustandsgrößen der anderen Planeten und der Erde. Arbeit mit Tabellen	Lichtb.: R 641/11, 12 (Planeten- modelle)	Physik: Dichte, Ab- plattung, Entweich- geschwindigkeit chemie: Zusammensetzung der Atmosphären Biologie: Bedingungen für organ. Leben		7
13. Stunde Natürliche Kleinkörper	Planetoiden sind Kleinstplaneten, deren Bahnen zwischen Mars- und Jupiterbahn liegen. Kometen sind in Auflösung begriffene Himmelskörper, die häufig in Son- nen- und erdähnliche und einen Schweif entwickelnde Meteoriten aus dem Weltraum stammende Körper, die auf die Erdoberfläche fallen und beim Durchgang durch die Erdatmosphäre aufleuchten (Meteor).	Planetoiden Komet Kern Schweif Meteorit	Vergleichen zwischen Koma und Planeten- atmosphären. Vergleichen zwil- schen Kometen- schweif und P. bahnen, Einord- nen der Unter- systeme, Verall- gemeinern des Arbeiten mit den Begriffen "Stoff" und "Feld"		Physik: Anregung durch Strah- lung, Meteore		
14. Stunde Künstliche Kleinkörper	Künstliche Himmelskörper unterliegen den gleichen Bahngesetzen wie natürliche Himmelskörper. Die Entwicklung der Raumfahrt wird entscheidend durch die SU bestimmt.	Sputnik Erdsatellit Raumsonde Wettersatellit Nachrichtensatellit	Auswerten von Tabellen und Abbildungen, Diskutieren einer Flugbahn zum Mond (oder zu einem Planeten)	Lichtb.: R 748/2, 5, 9, 10 R 767/3, 6, 9, 10 "Raumfahrt"	Mathematik: Geschwindigkeit und Umlaufzeit eines Erd- satelliten Physik:		

15. Stunde des astronau- tisches Ereignis!	(Verlauf, Ziele, Ergebnisse, Wertung, Schlußfolgerungen.)	ten) und zurück.	Pressematerial	Kosm. Ge- schwindig- keiten, Ra- ketenantrieb
		Sammeln aktu- ellen, Ver- gleich mit anderen (ähn- lichen) Ereig- nissen, Politische Wertung		

Unterrichtseinheit 1.5. Geschichte der Astronomie

Ziele:

Kenntnis der wichtigsten Entwicklungsstadien der astronomischen Weltbildes; Verständnis für die ständige Erweiterung des erkannten Teiles der Welt; Erkenntnis der Abhängigkeit des Erkenntnisstandes von den gesellschaftlichen Verhältnissen; Vorbereitung philosophischer Einsichten, Erkenntnis der Grenzen der wissenschaftlichen Erkenntnis; Gewinn der Gewissheit, daß die Wissenschaftsgeschichte eine Entwicklung durch selbständige Anwendung historischer Kenntnisse.

16. Stunde Die Erfor- schung des Planeten- systems	Die astronomische Forschung dringt von den Erscheinungen zum Wesen vor, ihr Fortschritt hängt von den gesellschaft- lichen Verhältnissen ab. Neue Erkennt- nisse setzen sich nur im Kampf gegen das Alte durch. Die Entwicklung des Welt- bildes ist die Entwicklung der Astrono- mie und die Einbeziehung von Ma- thematik und Physik in die Astronomie markierten eine neue Epoche in der Erfor- schung des Weltalls.	Selbständiges Wiederholen. Systematisieren und Anwenden historischer Erkenntnis- vergleichen zwischen den verschiedenen Weltsystemen.	Lichtb.: R 823/1, 2 R 642/3, 4, 7, 9, 17 Tonbildreihe "Weltbild"	Geschichte Physik: KEPLERsche Gesetze, Relativitäts- gesetz, Fernrohr	1, 2, 3, 4, 5
--	---	--	--	---	---------------

1. Beobachtungsabend:

Ziele:

Entwicklung der Fähigkeit zu selbständiger Orientierung am Sternhimmel und zu zielgerichtetem Beobachten, Messen und Protokollieren; Erwerb von Fertig-
keiten im Gebrauch der drehbaren Sternkarte; Kenntnis der Orientierungspunkte und -linien an der Himmelskugel; Fähigkeit zum
Sternfinden; Erwerb von Kenntnissen über die Eigenschaften der Himmelskörper; Gewinn der Gewissheit, daß die Astronomie eine
Erziehung zu diszipliniertem Arbeiten und sorgsamem Umgang mit Instrumenten und Sternkarten; Erziehung zum Interesse und zur Freude an der astro-
nomischen Beobachtung.

Beobachtungs- aufgaben:	(1) Hauptpunkte und -linien am Himmel (2) Sternbilder, deren Lageänderung (3) Koordinaten der Sterne (4) Himmelszeit (5) Mondoberfläche	Aufsuchen der Objekte auf der Sternkarte und an Himmels- kugel, Proje- schätzen und Messen von Ko- ordinaten, Mes- sen des schein- baren Mond- durchmessers, Beobachten der Mondoberfläche	Drehbare Stern- karte, Winkel- meßgerät für Klimate und Himmelskugel, (Schnur, 37 cm lang), Fernrohr	Mathematik: Bogen- und Gradmaß
----------------------------	---	--	--	--------------------------------------

- 1 Diese Stunde ist, außerhalb der festen Ablaufplanung im Laufe des Schuljahres anzusetzen, wenn ein aktuelles astronomisches Ereignis dazu Veranlassung gibt.
- 2 Dieser Abend ist in den Monaten September oder Oktober anzusetzen. Die Aufgaben (2) und (4) können auch als Hausaufgaben erteilt werden. Geschle-
das nicht, so muß der Beobachtungsabend in der Zeit zwischen Erstem und Letztem Viertel durchgeführt werden. Zur Vollmondzeit zu beobachten, ist jedoch
nicht ratsam.

Zur Selbsttätigkeit der Schüler im Fach Astronomie

Der Verfasser berichtet über einige Erfahrungen zu verschiedenen Möglichkeiten der Schülerelbsttätigkeit im Fach Astronomie. Die dargelegten Formen fördern die aktive Auseinandersetzung der Schüler mit dem Unterrichtsstoff und das Bewußtmachen bereits vorhandener vielfältiger Kenntnisse und Fähigkeiten.

1. Vorbemerkungen

Wenn wir hier verschiedene Möglichkeiten der Schülerelbsttätigkeit im Fach Astronomie darstellen, so wollen wir damit zeigen, wie der Unterrichtsstoff vertieft und verbessert bzw. die Vermittlung neuen Stoffes vorbereitet werden kann. Dabei soll der Schüler auch in anderen Unterrichtsfächern erworbene Fähigkeiten und Kenntnisse in der aktiven Auseinandersetzung mit astronomischen Sachverhalten anwenden. Wir wollen nicht, daß Aufträge an Schüler erteilt werden, die über den Lehrplan hinausgehen und dem Erwerb spezieller Kenntnisse dienen. Das kann nicht Aufgabe der allgemeinbildenden Schule sein. Untersuchen wir die psychologischen Grundlagen der bewußten Aneignung des Unterrichtsstoffes, so können wir auf bestimmte Formen der Schülerelbsttätigkeit nicht verzichten. LEWITOW und SCHARDAKOW [1] schreiben dazu: „Um die bewußte Aneignung des Stoffes zu gewährleisten, verbindet der Lehrer die Darlegung des neuen Materials von Anfang an mit dem, was dem Schüler bekannt ist, worunter nicht nur Schulkenntnisse zu verstehen sind, sondern auch Wissen aus dem täglichen Leben... Der Lehrervortrag darf zwar nichts Unverständliches enthalten, er soll aber noch Raum lassen für den Forschungsdrang der Schüler und die Jungen und Mädchen anregen, ihr Wissen durch Fragen oder durch zusätzliche Lektüre zu ergänzen. Man darf nicht annehmen, bei der Darbietung oder Erläuterung eines neuen Stoffes könne auf die aktive Mitarbeit der Schüler verzichtet werden. Im Gegenteil; die Jungen und Mädchen erwerben um so mehr und um so gründlichere Kenntnisse, je selbständiger sie im Unterricht arbeiten und je mehr Initiative sie dabei entwickeln.“ Die Betätigung im Unterricht ist aber nur eine Form, die wir uns bei der Aneignung astronomischen Wissens zunutze machen können. Diese Seite der Selbsttätigkeit wollen wir nicht darstellen, weil in den vergangenen Jahren in

Vorträgen und in Aufsätzen zahlreiche Möglichkeiten aufgezeigt und wertvolle Anregungen gegeben wurden.¹

2. Möglichkeiten der astronomischen Selbstbetätigung für Schüler

Wir wollen zu folgenden Formen der Selbsttätigkeit Erfahrungen darlegen: Die länger befristete Hausaufgabe, die astronomische Jahresarbeit, das astronomisch-physikalische Praktikum. Alle drei Formen wurden in 12. Klassen erprobt und mit Erfolg angewandt. Meine Schule (EOS Meiningen) hat einen großen Einzugsbereich, d. h. etwa 60 Prozent aller Schüler kommen aus den umliegenden Ortschaften (58 Dörfer und Städte des Kreises). Aus diesem Grunde waren bisher auch keine einheitlichen Abendbeobachtungen möglich; die Teilnahme an solchen Veranstaltungen war freiwillig und die damit verbundenen schriftlichen Arbeiten nicht obligatorisch; sie wurden jedoch zur Zensur herangezogen. Im folgenden wird je ein Beispiel zu den o. g. Punkten angegeben, ohne daß der Autor damit die eigene Aufgabenstellung unbedingt als Handreichung für den Astronomieunterricht verstanden wissen will. Es sollen vielmehr *Methoden* genannt werden, die zum Erfolg führen können.

Länger befristete Hausaufgabe

Orientierung am Sternhimmel

1. *Stellen Sie sich selbst ein Winkelmeßgerät her, mit dem Sie Winkelabstände von Sternen messen können! (Beschreibung und Bau des 57-cm-Lineals)*
2. *Bestimmen Sie ihre „persönlichen Maße“ (ausgespreizte Hand, Breite der Faust, Knöchelabstand) mit Hilfe dieses Gerätes, und überprüfen Sie die Werte nach einer 2. Methode (trigonometrisch)!*
3. *Ermitteln Sie die Sonnenhöhe zur Mittagsstunde an drei verschiedenen Tagen im Herbst (September/Oktober/November) mit Hilfe eines Schattenstabes, und ziehen Sie*

¹ Vgl. KOLLAR, R.: *Die Arbeit mit Tabellen im Astronomieunterricht*. In: *Astronomie in der Schule*, 4 (1967) 1, S. 19 ff.

WANAGS, H.: *Zur selbstständigen Arbeit der Schüler im Astronomieunterricht*. In: *Astronomie in der Schule*, 5 (1968) 1, S. 13 ff.

ALBERT, H.: *Arbeitsblätter im Astronomieunterricht*. In: *Astronomie in der Schule*, 6 (1969) 1, S. 12 ff. und 2, S. 36 ff.

Schlußfolgerungen hinsichtlich der scheinbaren jährlichen Sonnenbahn!

4. **Messen Sie die Morgen- und Abendweite der Sonne an je einem Tag im September/Oktober/November bei Benutzung eines Kompasses, und erklären Sie die veränderten Werte am gezeichneten Modell „Sonnenbahnen“!**

(Das Modell wurde vorher im Unterricht vorgeführt.)

Diese etwa über den Zeitraum eines Vierteljahres gestellte Hausaufgabe ist in Form eines Protokolls abzugeben. Sie wird bewertet.

In Zweifelsfällen kann sich der Lehrer durch eine Rückfrage zu einzelnen Aufgaben ein Bild verschaffen, inwieweit die schriftlichen Darlegungen eigenes geistiges Produkt des Schülers sind. Für die später zu behandelnden Lehrplanabschnitte „Sonnen-system“ und „Stellarastronomie“ existieren ähnliche Aufgabenkomplexe.

Astronomische Jahresarbeiten

Die an vielen Schulen in 10. und 11. Klassen üblichen Jahresarbeiten sollten auch für das Fach Astronomie genutzt werden, da die Themenwahl dem Schüler obliegt und meistens dessen besonderem Interessengebiet entspricht. Es empfiehlt sich, einen theoretischen Teil mit einer praktischen Aufgabe zu koppeln, zum Beispiel:

1. „Bau eines Schülerfernrohres und seine Anwendungsmöglichkeiten“
2. „Der scheinbare und wahre Lauf der Sonne“ (verbunden mit dem Bau einer kleinen Sonnenuhr oder eines Sonnenrings zur Messung von Sonnenhöhen und dergleichen)
3. „Fernrohrbeobachtungen“ (Eine systematische Darstellung der im Laufe eines Jahres am Schulfernrohr gemachten astronomischen Beobachtungen unter besonderer Berücksichtigung veränderlicher Beobachtungsbedingungen)
4. „Die wichtigsten Raumfahrtunternehmen des letzten Jahres“ (Ein Bildbericht – auch Kartei)

Die Reihe der dem Astronomieunterricht allgemein zugute kommenden Themen ließe sich fortsetzen. Besonders gute Arbeiten bleiben im Archiv der Schule und Eigentum des Verfassers.

Da Astronomie an den erweiterten Oberschulen vorerst noch in den 12. Klassen unterrichtet wird, wurden astronomische Themen an unserer Einrichtung nur von solchen Schülern ge-

wählt, die sich persönlich oder in Arbeitsgemeinschaften bereits mit dem Fach beschäftigt hatten. Die Arbeiten wurden so gelenkt, daß sie durchweg im späteren Astronomieunterricht genutzt werden konnten. Es zeigte sich, daß die von Mitschülern geschaffenen Lehr- und Arbeitsmittel in der Klasse großes Interesse finden; man arbeitet gern mit ihnen.

Das astronomisch-physikalische Praktikum

Diese Form der Selbsttätigkeit wird sich nur an Schulen realisieren lassen, für die bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind. Der Erfolg der Methode zeigte sich darin, daß Schüler, die an solchen Praktika teilgenommen hatten, auch in der mündlichen Prüfung am Schuljahresende noch in der Lage waren, verhältnismäßig schwierige theoretische Sachverhalte (wie Dopplereffekt, Farbtemperatur, Fluoreszenz usw.) anschaulich darzulegen. Wie im physikalischen oder chemischen Praktikum werden Versuchsanleitungen ausgegeben, die bei geringer Vorbereitungszeit den Schüler in die Lage versetzen sollen, eine Beobachtungsaufgabe oder ein Experiment auszuführen und anschließend, meist unter Hinzunahme einschlägiger Literatur, in einem Protokoll auszuwerten.

Voraussetzung ist, daß an der Schule die Mitbenutzung des Physik-Experimentierraumes durch den Astronomielehrer plantechnisch ermöglicht wird, was dort keine Schwierigkeiten bereiten dürfte, wo der Astronomielehrer zugleich auch Physiklehrer ist und die räumlichen Möglichkeiten gegeben sind.¹

Unsere Schüler sollen durch solche Tätigkeiten im Unterrichtsprozeß aktiver werden und sich ein anwendungsbereites Wissen aneignen. Dazu kann der Astronomieunterricht in erheblichem Maße beitragen. Die Erfolge unserer Bemühungen sollten wir an der Feststellung überprüfen, ob es uns gelang, astronomisches Wissen so zu vermitteln, daß es unseren Absolventen auch nach Jahren noch ein kulturell-geistiges Bedürfnis ist, sich über die neuesten Ergebnisse der Astronomie und Astronautik zu informieren.

Literatur:

- [1] LEWITOW/SCHARDAKOW: **Beiträge zur pädagogischen Psychologie**. Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin 1961.

Anschrift des Verfassers:

WOLFGANG KÖNIG
61 Meiningen, Schwedenstraße 6

¹ Auf Wunsch ist der Verfasser gern bereit, eine Aufgabenstellung für das Praktikum zu übersenden.

● Zwei Etappen der Mondforschung

Das Programm für die Erforschung des Mondes sowie des mondnahen Raums kann man sich in zwei Etappen vorstellen:

- vorbereitende (rekognoszierende) Forschungen mit automatischen Raumflugkörpern;
- weitergehende allseitige und systematische Erforschung und Erschließung des Mondes mit automatischen und bemannten Stationen zur gründlichen Nutzung der Ergebnisse für wissenschaftliche und volkswirtschaftliche Zwecke.

In der ersten Etappe sehen wir uns der auf der Erde ungewöhnlich seltenen Situation gegenüber, daß die Angaben über die möglichen Werte der untersuchten Parameter sehr unbestimmt sind. Das Magnetfeld des Mondes schien zum Beispiel einige Gamma groß zu sein, es konnte aber auch Tausende oder Hunderttausende Gamma messen. Bis zu den direkten Messungen im Jahre 1959 hatten die Wissenschaftler davon keine konkrete Vorstellung. Die rekognoszierenden Flugkörper hatten unter anderem die Aufgabe, wenigstens die Größenordnung und den etwaigen Bereich der Werte dieses Parameters festzustellen. Die Erkundungsautomaten maßen nicht nur das Magnetfeld des Mondes, sondern erforschten auch die verschiedenen Strahlungsarten sowie Anzahl und Größe der auftretenden Meteoriten. Sie machten die ersten Aufnahmen von der Rückseite des Mondes. Ein typisches Beispiel für rekognoszierende Flugkörper sind die ersten Sputniks und Luniks sowie die ersten Landeteile von Raumflugkörpern, die tief in die heiße Atmosphäre der Venus eindringen. Die Erforschung anderer Himmelskörper, darunter des Mondes, sollen u. a. ausführliche Geländekarten, langfristige Beobachtungen der Strahlungssituation und einen Vergleich der Bedingungen in verschiedenen Gebieten erbringen, ganz ähnlich den geographischen, ozeanographischen und meteorologischen Forschungen auf der Erde. In dieser Etappe, auch planetographische Etappe bezeichnet, befinden sich jetzt die Mondforschungen. Dabei treten Automaten in den Vordergrund. Informationen, die nur auf dem Wege der Telemetrie und des Fernsehens zur Erde geleitet werden, reichen den Forschern nicht mehr aus. Es erwies sich als notwendig, die Ergebnisse der Experimente und die Gesteinsproben direkt auf unseren Planeten zu bringen. Dafür werden Flugkörper vom Typ Sonde und Luna 16 gebaut.

Den Flug des Menschen zu anderen Himmelskörpern halten wir nur dann für zweckmäßig, wenn die Forschungen durch die Möglichkeiten der Automaten eingegrenzt würden. Der Flug von Luna 16 und die Fahrt von Lunochod 1 beweisen jedoch, daß es in der Erforschung des Mondes noch viele technische und wissenschaftliche Aufgaben gibt, denen Automaten und automatische Vorrichtungen, die der Mensch von der Erde aus steuert, durchaus gewachsen sind. Flüge zu anderen Planeten wird der Mensch in nächster Zukunft in vielen Fällen nicht auszuführen brauchen. Was soll ein Kosmonaut zum Beispiel auf der Venus, wo 500 Grad Hitze herrschen, wo die Kohlendioxidatmosphäre das Atmen unmöglich macht und nahe der Oberfläche des Planeten der Druck etwa 100 Atmosphären beträgt? Nur Automaten, die zuverlässigen Helfer des Menschen, können unter so ungewöhnlichen Bedingungen forschen.

Ein großer Teil der Masse von bemannten Raumfahrzeugen entfällt gewöhnlich auf die Lebenshaltungssysteme und andere Einrichtungen für die Besatzung. Die Automaten können stattdessen mehr wissenschaftliche Geräte mitführen.

Ein bedeutender Vorzug der Automaten besteht darin, daß sie viele Aufgaben mit weit geringerem Materialaufwand lösen können als es Flüge mit Menschen erlauben. Hier sind beträchtliche Einsparungen möglich, und die sollte man unbedingt nutzen. Das schließt Raumflüge von Menschen jedoch nicht aus. Nach unserer Meinung ist im nächstgelegenen Kosmos, auf den Erdumlaufbahnen, die Erkundungs-etappe fast vollständig abgeschlossen. Hier reichen die Möglichkeiten der Automaten nicht mehr aus, den Weltraum für Wissenschaft und Volkswirtschaft weiter zu erschließen.

Die Flüge von Kosmonauten und die Einrichtung von langfristigen Orbitalstationen auf Erdumlaufbahnen sind eine notwendige Entwicklungsstufe der Raumfahrt. Sie wird die Forschungen im Weltraum auf eine neue Stufe heben und von praktischem wirtschaftlichen Nutzen für den Menschen sein. Das entspricht voll und ganz den Zielen und Aufgaben des sowjetischen Weltraumprogramms.

Die Erforschung des Mondes aber wird von Automaten wirksam fortgesetzt. So vollkommene Fahrzeug wie Lunochod 1 haben große Möglichkeiten. Selbstfahrende Laboratorien dieses Typs können verschiedene Gebiete des Mondes untersuchen, ganze Regionen erforschen und die Besonderheiten des seismologischen Aufbaus erkunden.

Die sowjetischen Wissenschaftler interessieren sich nicht nur für die Erforschung des Mondes. Die Erdatmosphäre läßt nur ein begrenztes Spektrum der elektromagnetischen Strahlungen zur Erde vordringen. Der Lufteozon absorbiert die ultravioletten Strahlen sowie die Röntgenstrahlen. Die primären kosmischen Strahlen, die von der Sonne, den fernen Sternen und der Galaxis ausgehen, gelangen nicht bis zur Erde, sondern nur die von ihnen erzeugten sekundären kosmischen Strahlen. Die primären Strahlen jedoch enthalten umfangreiche Informationen über ferne Welten. Wenn man die entsprechenden Geräte auf dem Mond aufbaut, kann man einen Blick in diese neue, unbekannte Welt tun.

Vom Mond oder von einer Orbitalstation aus lassen sich viele Beobachtungen der Erde mit weit größerem Nutzen ausführen. Dazu gehören so wichtige Erscheinungen wie Bildung und Veränderung der Wolkendecke in unserer Atmosphäre. Auch bei der Erforschung der Sonne bietet der Mond als Ausgangspunkt große Vorteile.

Die Automaten für die Erforschung des Mondes haben eine große Zukunft. Mit jedem neuen Start eines Raumflugkörpers werden die Aufgaben komplizierter, der Bestand an wissenschaftlichen Geräten größer und die Experimentierrmöglichkeiten vielfältiger. Sowjetische Wissenschaftler und Ingenieure arbeiten an der Weiterentwicklung der Steuerungstheorie, vervollkommen die Steuerungssysteme und suchen nach Wegen für die nutzbringende Lösung der immer schwierigeren Aufgaben, die die folgenden Etappen der Weltraumforschung mit sich bringen werden.

B. N. PETROW in „Trud“ vom 22. November 1970

ZEITSCHRIFTENSCHAU

DIE STERNE. L. KÜHN: Der Mond als seismologisches Forschungsobjekt. 46 (1970) 5, 161-167. - F. BÖRNGEN: Zur Häufigkeit schwacher Kleiner Planeten. 46 (1970) 5, 167-171. - CHRISTIAN KOWALEC: Aktuelle Informationen über die Physik der Planeten. Teil II. Optische Beobachtungen zur Struktur der Jupiteratmosphäre. 46 (1970) 5, 171-195. - R. MÜLLER: Die Sonnenaktivität im zweiten Halbjahr 1969. 46 (1970) 5, 195-196. - M. WALDMEIER: De-

finitive Sonnenflecken-Relativzahlen für 1969. 46 (1970) 5, 199. - J. DORSCHNER: Kondensierte Materie im Kosmos. 46 (1970) 6, 209-220. In der Arbeit wird versucht, einen Überblick über ein relativ junges Zweiggebiet der Astrophysik zu geben, das sich mit flüssiger und fester kosmischer Substanz beschäftigt. - KARL-HEINZ SCHMIDT: Maser-Effekte im interstellaren Raum. 46 (1970) 6, 220-226. Autor beschreibt Mechanismen, die es wahrscheinlich machen, daß die

von den interstellaren Molekülen im Radiobereich ausgesandte Strahlung auf Maser-Effekten beruht, - **HOLGER HEUSELER: Eine Zusammenstellung der Apollo-11-Ergebnisse sowie erste Analysen der Apollo-12-Mission.** 46 (1970) 6, 226-236; - **HOLGER HEUSELER: Intrepid und Surveyor 3.** 46 (1970) 6, 236 bis 242; - **P. BURDE: Die Anwendung des Schmalbildes beim Merkurdurchgang am 9.5.1970.** 46 (1970) 6, 243 bis 245.

PRESSE DER SOWJETUNION. N. KRUPENIV: Die Bahnbrecher von Luna 16. 170, 113, 3-4; aus „Prawda“ vom 21. 9. 1970. Dem Flug der automatischen Station Luna 16 ging eine Vielzahl von Flügen automatischer Mondstationen voraus. Über die Ergebnisse einiger der interessantesten Experimente wird berichtet. - **W. SCHWABEW, W. BULEKOW: Ein Bohrer erforscht das „Meer der Fruchtbarkeit“.** 1970, 114, 7-8; aus „Prawda“ vom 22. 9. 1970. Zu den Mondforschungen bis Luna 16. - **Luna 16 - Prototyp künftiger Automaten.** 1970, 115, 5-6; aus „Iswestija“ vom 23. 9. 1970. Interview mit G. I. PETROW, Direktor des Instituts für Weltraumforschung der UdSSR. - **B. KONOWALOW: Ein Stück Mond auf der Erde.** 1970, 115, 7-8; aus „Iswestija“ vom 27. 9. 1970. Reportage aus dem Laboratorium, in dem die Fracht von Luna 16 untersucht wurde. - **L. NIKOLAJEW: Dialog Erde-Luna 16.** 1970, 117, 5-6; aus „Prawda“ vom 23. 9. 1970. Reportage über ein Beispiel einer kosmischen Fernfunkverbindung. - **Automatische Stationen - Kundenschafter im Weltall.** 1970, 119, 9-10; aus „Prawda“ vom 26. 9. 1970. Gespräch mit dem Chefkonstrukteur der automatischen Station Luna 16. - **B. KONOWALOW: Interkosmos-Experimente - Forschungsgemeinschaft der sozialistischen Bruderstaaten.** 1970, 127 6-7; aus „Sowjetskaja Rossija“ vom 20. 10. 1970. Erfährt werden Aufgaben und Ergebnisse von Interkosmos 1 bis 4. - **A. GURSTEIN: Automaten erforschen den Mond.** 1970, 129, 5-6; aus „Iswestija“ vom 28. 10. 1970. Ein Resümee - **Pressekonzferenz zu Luna 16.** 1970, 133, 8-10; 134, 6 und 11/12; aus „Iswestija“ vom 29. 10. 1970. Enthält die Ausführungen von Akademieräsident M. W. KELDYSCH, M. J. ISCHEWSKI und A. P. WINOWGRADOW (erste Ergebnisse der Untersuchung des Mondbodens). - **Ein Automat fährt durch das Meer des Regens.** 1970, 137, 8 und 13/14; aus „Prawda“ vom 18. 11. 1970. Der Leiter der Entwicklungsarbeiten von Lunochod 1 behandelt Fragen des Baues und Probleme der Entwicklung des ersten Mondfahrzeuges. - **A. LEONOWITSCH, W. SCHWABEW: Spuren auf dem Mond.** 1970, 138, 6 und 11; aus „Prawda“ vom 19. 11. 1970. Über die Oberflächensicht des Mondbodens im Zusammenhang mit Lunochod 1. - **Ein Roboter erforscht den Mond.** 1970, 139, 6-8; aus „Trud“ vom

21. 11. 1970. Interview mit dem stellvertretenden Chefkonstrukteur von Lunochod 1. - **B. KONOWALOW: Vertikal 1 steigt auf.** 1970, 140, 3; aus „Iswestija“ vom 29. 11. 1970. Wertung des Experiments mit der geophysikalischen Rakete Vertikal 1. - **P. FLORENSKI: Der Mond beantwortet Fragen über unsere Erde.** 1970, 141, 3-6; aus „Prawda“ vom 20. 11. 1970. Geologische und kosmologische Aspekte der Mondforschung. - **B. N. PETROW: Welche Zukunft haben Mondfahrzeuge?** 1970, 142, 7-8; aus „Trud“ vom 22. 11. 1970. Etappen der Mondforschung; Möglichkeiten für Forschungen mit Automaten; astronomische Forschungen. - (Die beiden zuletzt genannten Artikel enthalten interessante Argumente für die Arbeit im Astronomieunterricht.) - **O. M. BELOZERKOWSKI: Kosmosforschung und Ausbildung von Fachleuten.** 1970, 142, 9/10 und 19/20; aus „Westnik wyschisch skholy“ 5/1970. Der Autor, Rektor der Physikalisch-Technischen Hochschule Moskau, geht vor allem auf den fruchtbringenden Einfluß der Kosmosforschung, auf die Weltanschauung sowie auf Probleme bei der Ausbildung von wissenschaftlichen Kadern und Lösungsmöglichkeiten mit Hilfe des Fernsehunterrichts über Nachrichtensatelliten ein. - **WLADIMIR GUBAREW: Pressekonzferenz auf dem Kosmodrom zu Vertikal 1.** 1970, 143, 13; aus „Kosmosmolskaja prawda“ vom 29. 11. 1970. Auszüge. - **A. SELIMANOW: Fernsehkamera Mond-Erde.** 1970, 145, 1-4; aus „Prawda“ vom 8. 12. 1970. Autor geht vor allem auf Einzelheiten des leistungsstarken und zuverlässigen Fernsehsystems sowjetischer Raumstationen ein. - **J. PETROW: Lunochod und seine Mannschaft.** 1970, 147, 6; aus „Iswestija“ vom 12. 12. 1970. Fachliche, medizinische und psychologische Anforderungen an die „Mondfahrer“. - **W. A. AMBARZUMJAN: Was wäre die Wissenschaft ohne den Lehrer?** 1970, 147, 11/12; aus „Utschitskaskaja gaseta“ vom 5. 11. 1970. Ein wertvoller Artikel des bedeutenden Astronomen, in dem er u. a. die Dringlichkeit und Notwendigkeit astronomischer Kenntnisse für alle Lehrer begründet. - **G. LJUBIMOW, N. KONTOR: Wanderer im Weltall.** 1970, 148, 7; aus „Prawda“ vom 13. 12. 1970. Strahlungsforschungen mit sowjetischen Weltraumstationen. - **L. KOSLOW: Zuverlässige Geräte sichern erfolgreiches Experiment.** 1970, 150, 7; aus „Prawda“ vom 15. 12. 1970. Über Anforderungen an kosmische Apparate. - **J. CHODAREW, W. BERSIN: Funkbrücke über Milliarden Kilometer.** 1971, 1, 6 und 11; aus „Prawda“ vom 18. 12. 1970. Probleme der Fernfunkverbindung im Zusammenhang mit Venus 7. - **M. MAROW: Was wir von der Venus wissen.** 1971, 2, 11; aus „Prawda“ vom 19. 12. 1970.

DR. MANFRED SCHUKOWSKI

UNSERE BILDER

Titelseite und 2. Umschlagseite - Am 13. Juni 1970 startete um 06h03min das sowjetische stratosphärische Sonnenobservatorium zu seinem dritten Flug, der es in eine Höhe von 20,5 km brachte. Der unbemannte Ballon führte ein Cassegrain-Spiegelteleskop von 500 mm Öffnung mit sich. Während der sechsdreiviertelstündigen Arbeitszeit wurden Ausschnitte der „ruhigen“ Photosphäre in der Nähe des Zentrums und des Randes der Sonnenscheibe sowie drei Flecken- und Porengruppen und ein Fackelgebiet fotografiert. Die Einstellung der gewünschten Objekte auf der Sonne wurde von einem Astronomen durch Funkfernsteuerung auf Grund eines von dem Observatorium übermittelten Fernsehbildes vorgenommen. Nach erfolgreichem Abschluß des wissenschaftlichen Programms landete das Observatorium unbeschädigt am Fallschirm. Das Auflösungsvermögen des Instrumentes war wesentlich größer als bei den in den USA bisher erfolgten „Stratoscope“-Flügen (Spiegeldurchmesser 300 mm). Die Abbildung auf der Titelseite zeigt einen Sonnenfleck. Gut sichtbar sind die sehr feinen Zwischenräume zwischen den Granulen, die Fasern in der Penumbra des Sonnenflecks sowie die komplizierte Struktur der Granulen. Die Abbildung auf der zweiten Umschlagseite zeigt einen Ausschnitt aus der „ruhigen“ Photosphäre. Zur bes-

seren Verwendung der beiden Bilder im Unterricht ist jeweils die Größe unserer Erde maßstäblich richtig eingezeichnet, in die Abbildung auf der 2. Umschlagseite außerdem eine 10 000-km-Strecke. Die beiden Bilder sind hervorragend zur Aktualisierung der Unterrichtseinheit 2.1.1. „Die Sonne und ihre Aktivität“ (Neuer Lehrplan für Astronomie, Klasse 10) geeignet.

„Astronomie in der Schule“ ist als erste Zeitschrift der DDR in der Lage, diese beiden einzigartigen Aufnahmen zu veröffentlichen, wofür wir dem Astronomischen Rat der Akademie der Wissenschaften der UdSSR herzlich danken.

Aufnahmen:

Akademie der Wissenschaften der UdSSR

3. Umschlagseite - Ablaufkarte der totalen Mondfinsternis am 6. August 1971. Zeichnung: Nitschmann, Bautzen. - Vollmondaufnahme mit den für die Beobachtung der Schattenan- und -austritte gebräuchlichen Objekten auf der Mondoberfläche. Aufnahme: Archenhold-Sternwarte, Berlin.

4. Umschlagseite - Der Flug von Erdsatelliten, Raumsonden, Raumschiffen und wissenschaftlichen Orbitalstationen erfordert auch ein umfangreiches und präzise arbeitendes Netz von bodengebundenen Beobachtungsstationen. Auf unserem Bild wird die große Schmidt-Kamera der Satellitenbeobachtungsstation des Astronomischen Rates der Akademie der Wissenschaften der UdSSR in Swenigorod bei Moskau für das Beobachtungsprogramm vorbereitet. Aufnahme: D. TSCHERNOWA, Nowosibirsk

WIR BEOBACHTEN MIT DEM SCHULFERNROHR

Am 6. August 1971 können wir eine totale Mondfinsternis beobachten, die durch ihren nahezu zentralen Verlauf (der Mond geht fast durch die Mitte des Kernschattens der Erde hindurch) zu einem interessanten Ereignis zu werden verspricht. Zunächst die wichtigsten Daten:

Eintritt in den Kernschatten (1)	18h55min
Beginn der Totalität (2)	19h53min
Mitte der Finsternis (3)	20h43min
Ende der Totalität (4)	21h33min
Austritt aus dem Kernschatten (5)	22h31min
Dauer der Finsternis	3h36min
Dauer der Totalität	1h40min
Positionswinkel des Eintritts	63°
Positionswinkel des Austritts	252°
Positionswinkel der Mondachse	347°
Mondaufgang für 50° N und 11° E	19h46min
Mondaufgang für 50° N und 15° E	19h30min

Dieser Übersicht können wir entnehmen, daß bei uns der Beginn der Totalität bereits wenige Minuten nach Mondaufgang eintritt. Den Astronomielehrern und Leitern astronomischer Schülerarbeitsgemeinschaften bietet sich bei der bevorstehenden Mondfinsternis eine günstige Gelegenheit zur Organisation und Durchführung interessanter Beobachtungsaufgaben, zumal die instrumentellen Anforderungen gering sind. Wenn auch die Finsternis in die Sommerferien fällt, sollten alle Möglichkeiten zur Beobachtung genutzt werden.

Instrumentelle Anforderungen

Zur Beobachtung der Helligkeit und Färbung des Erdschattens genügt bereits ein 6fach vergrößernder Feldstecher, während zur Beobachtung von Objekten innerhalb des Kernschattens und zur Bestimmung der Kontaktzeiten des Erdschattens mit den ausgewählten Objekten der Mondoberfläche das Schulfernrohr (schwache bis mittlere Vergrößerung) erforderlich ist.

Beobachtungsaufgaben

Ist kein Schulfernrohr vorhanden, können mit Hilfe eines Feldstechers Beobachtungen von Färbung und Helligkeit des Erdschattens in Zeitabständen von 10 min durchgeführt werden. Während der Totalität werden in Zeitabständen von ebenfalls 10 min Gesamthelligkeit und Farbe des verfinsterten Mondes nach der DANJON-Skala geschätzt und die Ergebnisse und Bemerkungen (Datum- und Zeitangaben nicht vergessen!) im Protokoll festgehalten:

- 0 = sehr dunkle Finsternis, während der Finsternismitte ist der Mond fast gar nicht zu sehen;
- 1 = dunkelgraue Finsternis, Oberflächeneinheiten des Mondes sind nur schwer erkennbar;
- 2 = dunkelrote bis rötliche Finsternis, im Schattenzentrum wird ein dunklerer Teil beobachtet;
- 3 = ziegelrote Finsternis, der Schatten hat einen grauen oder gelben Saum;
- 4 = bronze- oder orangefarbene Finsternis, sehr hell, äußere Zone bläulich hell.

Steht ein Schulfernrohr oder ein Feldstecher 15×50 zur Verfügung, werden in Zeitabständen von 10 bis 15 min Beobachtungen über die Sichtbarkeit ausgewählter Objekte innerhalb des Kernschattens durchgeführt. Dafür hat die Kommission für Planetenphysik beim Astronomischen Rat der Akademie der Wissenschaften der UdSSR eine Reihe von Objekten vorgeschlagen, von denen eine Auswahl hier genannt sei: 1. Aristarch, 2. Sinus Iridum, 3. Grimaldi, 4. Plato, 5. Kepler, 6. Kopernikus, 7. Archimedes, 8. Eudoxus, 9. Ripheus, 10. Apenninus, 11. Oceanus Procellarum, 12. Lacus somnorum, 13. Posidonius, 14. Mare Vaporum, 15. Mare Nubium, 16. Schickard, 17. Tycho, 18. Mare Crisium, 19. Langrenus und 20. Petavius. Alle genannten Objekte sind in der Mondkarte des Astronomielehrbuches verzeichnet. Bei der Bestimmung der geometrischen Struktur des Erdschattens spielen Beobachtungen seiner Bewegung über die

Mondoberfläche eine große Rolle. Dazu ist es notwendig, mittels einer vorher mit einem Zeitzeichen verglichenen und genau gehenden Uhr die Zeiten auf 0,5 bis 1 min genau festzuhalten, zu denen der Kernschattenrand ausgewählte Objekte der Mondoberfläche erfällt bzw. wieder freigibt. Die auf der unteren Hälfte der 3. Umschlagseite wiedergegebene Mondphotographie enthält die dafür in Frage kommenden Objekte. Die Schüler halten die ermittelten Zeiten in einer Tabelle fest, die folgende Spalten enthalten muß: Name des Objektes, Zeit des Eintritts, Zeit des Austritts, Bemerkungen.

Steht ein Okularspektroskop zur Verfügung, können in Verbindung mit dem Schulfernrohr Beobachtungen der Veränderung des Mondspektrums während des Verlaufes der Finsternis vorgenommen werden. Im gleichen Maße, wie der Mond in den Erdschatten eintaucht, verschwindet der kurzweilige Teil des Spektrums, um mit dem Austritt aus dem Erdschatten allmählich wieder zu erscheinen.

Methodische Hinweise

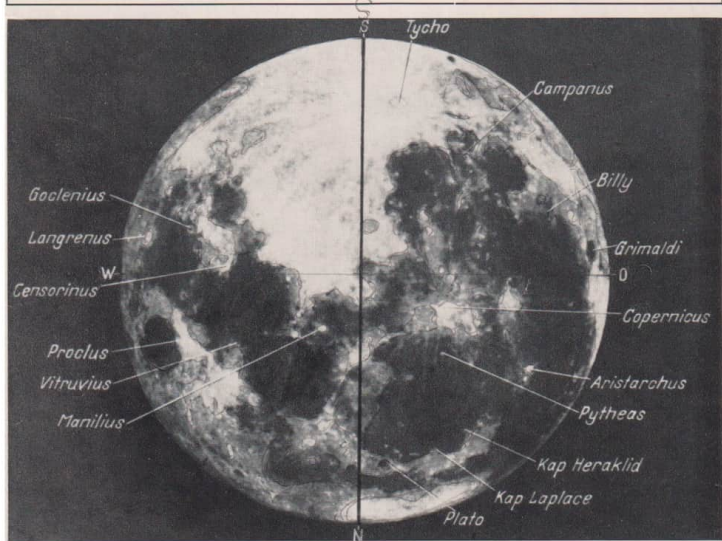
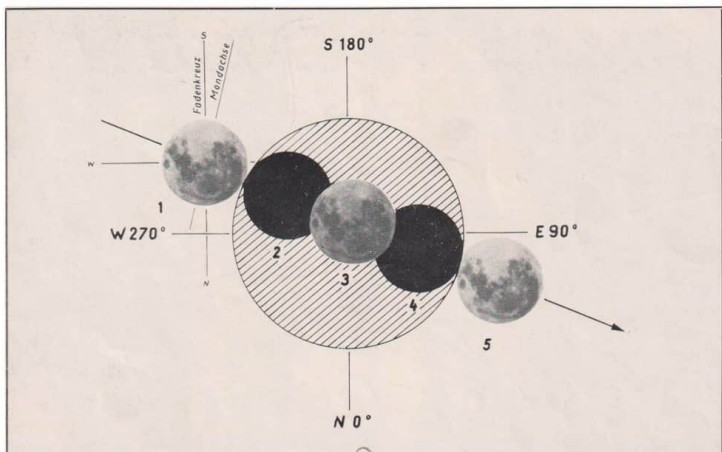
Die Tage um den Vollmond am 8. Juli und die beiden Tage vor der Finsternis sollten zum Kennenlernen und sicheren Erfassen der für die Beobachtung wichtigen Objekte der Mondoberfläche genutzt werden. Hierzu können die Mondkarten im Astronomielehrbuch, im Brochhaus ABC der Astronomie und andere greifbare Mondkarten verwendet werden. Die Schüler sollen zu einer exakten Arbeit angehalten werden und über alle durchgeführten Beobachtungen sorgfältig und ausführlich Protokoll führen. Folgende Erkenntnisse sollen gewonnen bzw. gefestigt werden:

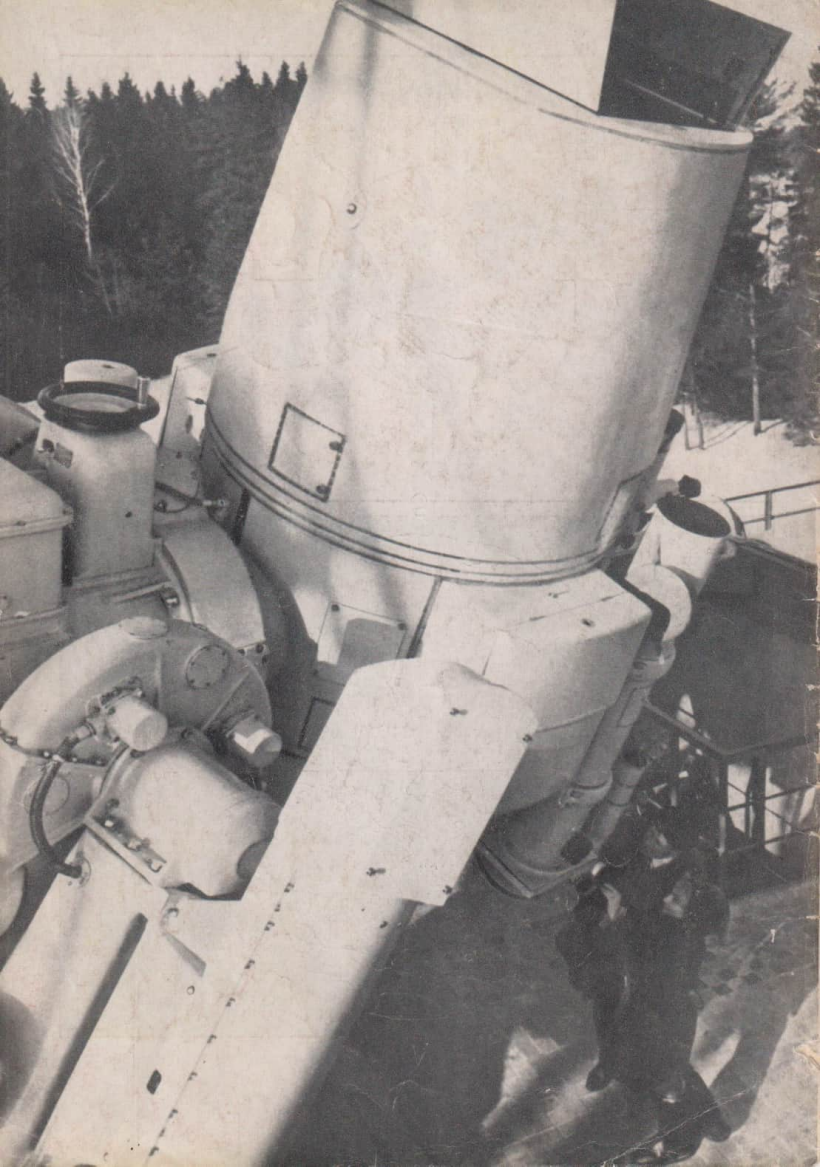
- Sonne-Erde-Mond bilden zum Zeitpunkt des Ereignisses eine Linie. Eine Mondfinsternis kann also nur bei Vollmond stattfinden, und auch nur dann, wenn dieser mit einem Knotendurchgang nahe zusammenfällt.
- Für das vom Kernschatten bedeckte Gebiet des Mondes vollzieht sich zur gleichen Zeit eine totale Sonnenfinsternis.
- Der Kernschattenkegel der Erde hat in Mondentfernung noch nahezu den dreifachen Monddurchmesser.
- Aus der Wanderung des Kernschattens über die Mondoberfläche kann die Bewegung des Mondes in seiner Umlaufbahn gut erkannt werden. Die runde Form des Schattenrandes war in früherer Zeit ein Beweis für die Kugelgestalt der Erde.
- Durch die Erdatmosphäre wird Sonnenlicht in den Kernschattenkegel hineingelenkt, so daß der Mond nicht vollständig dunkel wird, sondern eine je nach den meteorologischen Verhältnissen am Erdterminator mehr oder weniger stark ausgeprägte braunrote Färbung annimmt und der Schattenrand nicht scharf begrenzt ist.
- Mondfinsternisse sind insofern noch von wissenschaftlichem Interesse, als durch Beobachtungen des Kernschattenrandes und der Färbung der verfinsterten Mondoberfläche Rückschlüsse auf die Zusammensetzung der hohen Atmosphärenschichten gezogen werden können, die sich in dem noch toten Raum oberhalb der Grenze der Luftfahrt und unterhalb der Grenze der Raumfahrt befinden.
- Als gesetzmäßig ablaufende Naturereignisse sind Mondfinsternisse exakt vorausberechenbar.

Beobachtungsergebnisse können an die Schulturnwart Bautzen gesandt werden, die sie dann an den Zentralrat der Allunionsgesellschaft für Astronomie und Geodäsie der UdSSR weiterleitet.

Unsere nebenstehende Beobachtungskarte zeigt den Verlauf der gesamten Finsternis beim Anblick im umkehrenden astronomischen Fernrohr. Bei der Verwendung von Feldstechern, terrestrischen Fernrohren und bei der Beobachtung mit bloßem Auge muß die Karte um 180° gedreht werden.

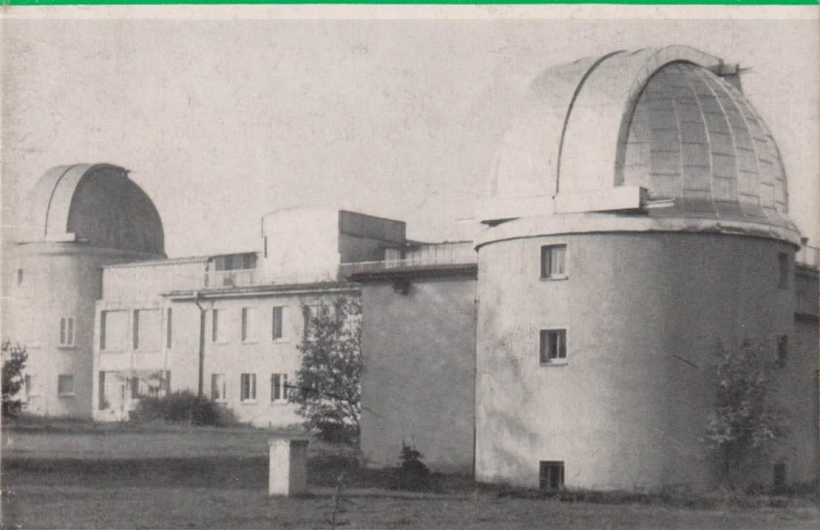
HANS JOACHIM NITSCHMANN





Astronomie

in der Schule

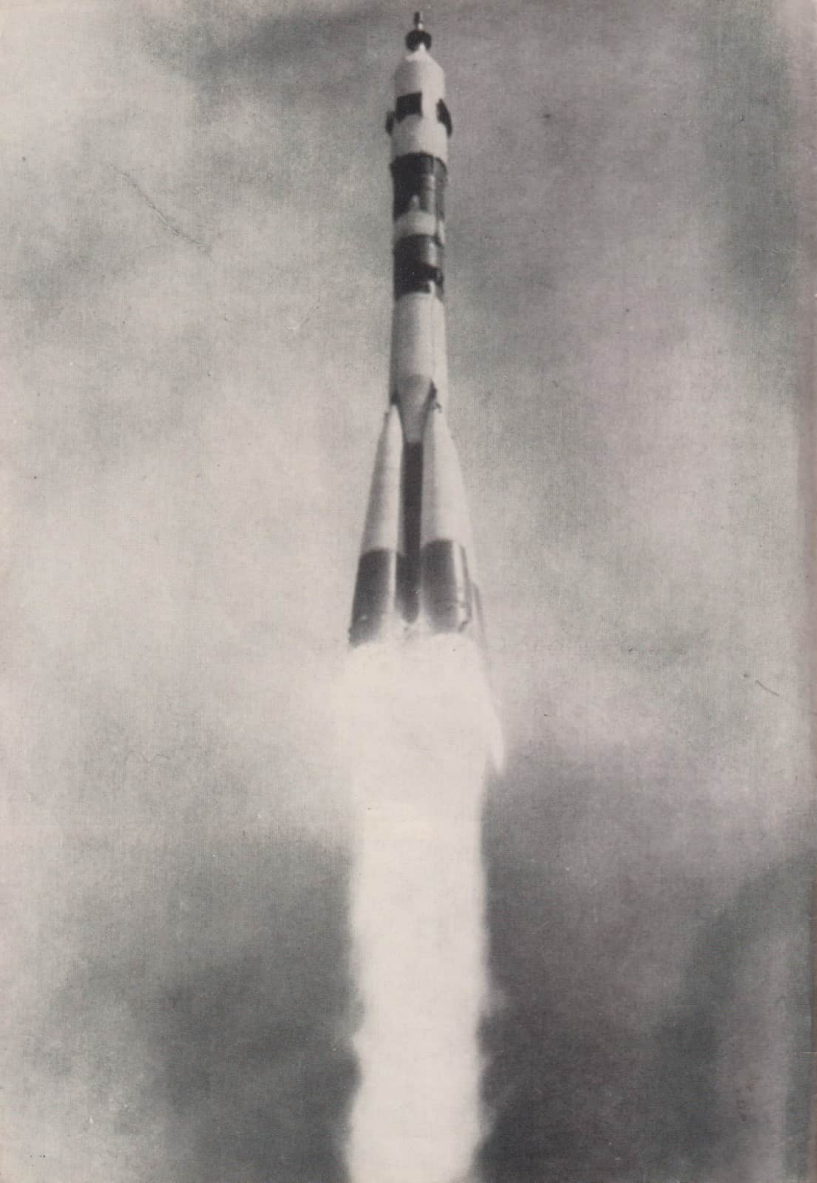


4
1971

INDEX 31 653
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, Volks-
eigener Verlag Berlin, 108 Ber-
lin 8, Lindenstraße 54a, Telefon
20 05 41, Postscheckkonto: Berlin
1326 26

Erscheinungsweise:

zweimonatlich, Einzelheft 0,60 M,
im Abonnement zweimonatlich
(1 Heft) 0,60 M

Redaktionskollegium:

Oberlehrer Dr. Helmut Bern-
hard (Chefredakteur), Ober-
lehrer Hans-Joachim Nitsch-
mann (stellvertretender Chef-
redakteur), Heinz Albert, Ober-
lehrer Günter Baum, Dr. habil.
Otto Günther, Rüdiger Kollar,
Dr. Klaus Lindner, Annelore Mu-
ster, Eberhard-Heinz Schmidt,
Studienrat Dr. Manfred Schu-
kowski, Dr.-Ing. habil. Klaus-
Günther Steinert, Joachim Stier,
Dr. Renate Wahsner, Jutta Rich-
ter (Redaktionsassistentin)

Wissenschaftlicher Beirat:

Wolfgang Büttner, Oberstudien-
rat Dr. Dorothea Dietrich, Dr.
Karl Kellner, Professor Oskar
Mader, Dr. Siegfried Michalk,
Dr. habil. Karl-Heinz Schmidt

Anschrift der Redaktion:

Sternwarte Bautzen, 86 Bautzen 1,
Friedrich-List-Straße 8, Telefon
31 35, TELEX 2-8742

Satz und Druck:

Nowa Doba, Druckerei der Do-
mowina, Bautzen
III-4-9-1753-3,5 Lizenz 1488

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 4

8. Jahrgang 1971

Unser Bildungs- und Erziehungsauftrag im Schuljahr 1971/72 . . .	74
SCHMIDT, K.-H.; ALBERT, H. Pulsare und ihre Darstellung im Unterricht	75
ECKERT, H. Fachlich-methodische Bemerkungen zur Unterrichtseinheit 1.1. „Einführung in das Unterrichtsfach Astronomie“	81
LINDNER, K. Hinweise auf astronomische Ereignisse im Schuljahr 1971/72 . . .	85
LEISTNER, G. Schülerbeobachtungen zum Stoffgebiet Astrophysik	87
ALBERT, H. Unterrichtshilfen Astronomie 10. Klasse – Zum Lehrplan 1971 . .	90
Aus Forschung und Lehre	91
Rezensionen	93
Zeitschriftenschau	94
Wir beobachten mit dem Schulfernrohr	96
Unsere Bilder	96
Kartelkarte: Finsternisse (H. ALBERT)	

СОДЕРЖАНИЕ

Наше задание в области образования и воспитания в 1971/72 школьном году	74
ШМИДТ, К.-Х./АЛЬБЕРТ, Х. Пulsars und ihre Darstellung in den Unterricht	75
ЭКЕРТ, Х. Научно-методические заметки об учебной единице 1.1. «Введение в учебный предмет астрономия»	81
ЛИНДНЕР, К. Указания на астрономические события в 1971/72 школьном году . .	85
ЛАЙСТНЕР, Г. Школьные наблюдения по материалам астрофизики	87
АЛЬБЕРТ, Х. Учебные пособия по астрономии, 10-й класс, программа 1971 г. . .	90

CONTENTS

Our Training and Education Task in the 1971/72 Scholastic Year .	74
SCHMIDT, K.-H./ALBERT, H. The Pulsars and Their Instructional Treatment	75
ECKERT, H. Methodical Remarks about the Instructional Unit 1.1. "Intro- duction to the Subject Astronomy"	81
LINDNER, K. References on Astronomical Events in the 1971/72 Scholastic Year	85
LEISTNER, G. Pupils' Observations in Astrophysics	87
ALBERT, H. Teaching Aids for Astronomy, 10th Class, Teaching Plan 1971 . . .	90

Redaktionsschluß: 18. Juni 1971

Nur Annahme von bisher unveröffentlichten Aufsätzen; Einsendung
von Beiträgen in dreifacher Ausfertigung an die Anschrift der Re-
daktion; für unverlangt eingesandte Manuskripte und Abbildungen
keine Gewähr – Nachdruck, auch auszugsweise nur mit Quellen-
angabe 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 entgegenge-
nommen. Der Bezug für die BRD und Westberlin erfolgt über den Buch-
handel; für das sozialistische Ausland über das jeweilige Post-
zeitungsvertriebsamt und für alle übrigen Länder über den Deutschen
Buch-Export und -Import GmbH, DDR, 701 Leipzig, Leninstraße 16

Unser Bildungs- und Erziehungsauftrag im Schuljahr 1971/72

Mit Beginn des Schuljahres 1971/72 tritt für das Fach Astronomie ein neuer Lehrplan in Kraft. Es erschienen ein neues Lehrbuch für die Schüler, Unterrichtshilfen für den Lehrer und der Unterrichtsmittelbedarfsplan. Außerdem liegen Rahmenprogramme für die Tätigkeit der Arbeitsgemeinschaften Astronomie und Astronautik vor. Damit sind wichtige Voraussetzungen gegeben, um die Qualität der Bildung und Erziehung im Astronomieunterricht zu erhöhen. Es kommt jetzt darauf an, die im Lehrplan und in den Rahmenprogrammen festgelegten Ziele der Bildung und Erziehung optimal zu verwirklichen.

Das neue Schuljahr steht unter dem Eindruck von zwei bedeutenden gesellschaftlichen Ereignissen. Der XXIV. Parteitag der KPdSU verkündete ein weltweites Friedensprogramm und arbeitete Leitsätze für den kommunistischen Aufbau aus, die auch für die weitere Entwicklung der sozialistischen Gesellschaft in der DDR richtungweisend sind. Auf dem VIII. Parteitag der SED wurden die Hauptaufgaben für den nächsten Zeitraum umrissen. Durch die weitere Entwicklung des materiellen und kulturellen Lebensniveaus des Volkes auf der Grundlage eines hohen Entwicklungstempos der sozialistischen Produktion, Erhöhung der Effektivität des wissenschaftlich-technischen Fortschritts und des Wachstums der Arbeitsproduktivität sind die wachsenden Bedürfnisse der Gesellschaft und jedes einzelnen immer vollständiger zu befriedigen.

Die freundschaftliche und brüderliche Zusammenarbeit mit der sozialistischen Staatengemeinschaft, insbesondere mit der Sowjetunion, ist Grundbedingung für die Verwirklichung der Lebensinteressen der Arbeiterklasse und aller Bürger der DDR. ERICH HONECKER betonte auf dem Parteitag, daß die allseitige Vertiefung dieses Bündnisses ein entscheidender Beitrag unserer Republik zur Stärkung des sozialistischen Weltsystems ist.

Im Sinne des VII. Pädagogischen Kongresses sind aus den Zielsetzungen des VIII. Parteitages Konsequenzen für die Bildungs- und Erziehungsaufgabe abzuleiten. Indem die Astronomielehrer den neuen Lehrplan mit höchster Qualität realisieren, tragen sie durch die Verwirklichung folgender Forderungen zur Entwicklung wesentlicher Seiten der sozialistischen Persönlichkeiten bei:

- *Erreichung eines hohen fachwissenschaftlichen Niveaus in jeder Unterrichtsstunde*
- *Vermittlung eines exakten und soliden Wissens und Könnens an die Schüler durch eine interessante, lebensverbundene, problemreiche, auf hohem Anforderungsniveau stehende methodische und erzieherisch wirksame Gestaltung des Unterrichts*
- *Systematische und kontinuierliche Herausbildung der sozialistischen Weltanschauung durch die Vermittlung und auf der Grundlage exakter wissenschaftlicher Kenntnisse*
- *Nutzung jeder Unterrichtsstunde zur Entwicklung der Fähigkeit zu wissenschaftlichem Denken und schöpferischer und bewußter Anwendung des Gelernten im gesellschaftlichen Leben.*

Das gründliche Studium und die Arbeit mit den Materialien des XXIV. Parteitages der KPdSU und des VIII. Parteitages der SED sowie des VII. Pädagogischen Kongresses sind hervorragende und wesentliche Mittel zur Erfüllung der Lehrplananforderungen, zur aktuellen Gestaltung des Astronomieunterrichts und der außerunterrichtlichen astronomischen Arbeit.

Im Astronomieunterricht wird die zielstrebige Friedenspolitik der Sowjetunion an ihrem erfolgreichen Kampf für die friedliche Nutzung des Weltraums erläutert. Auf Initiative der UdSSR wurde u. a. ein internationaler Vertrag über das Verbot der Entsendung von Massenvernichtungswaffen in den Weltraum unterzeichnet. Der UNO wurde durch die Sowjetunion der Entwurf für einen Mondvertrag zugeleitet, der die ausschließlich friedliche Nutzung des Erdmondes beinhaltet.

Der XXIV. Parteitag der KPdSU nannte das hohe wissenschaftlich-technische Niveau der gesamten Produktion eine der wesentlichsten Bedingungen für den Aufbau des Kommunismus. Die Rolle der Wissenschaft als Produktivkraft tritt immer deutlicher zutage, wobei Erkenntnisse und Erfahrungen der Kosmosforschung einen hervorragenden Platz einnehmen. Der Astronomieunterricht hat an aktuellen Beispielen die führende Position der sowjetischen Raumfahrt überzeugend darzulegen.

Mit dem Start der ersten Orbitalstation, der damit verbundenen Erprobung einer komplizierten Raumfahrttechnik sowie der Erfüllung eines komplexen wissenschaftlichen Ar-

beitsprogramms leistete die Besatzung von Sojus 11, die bei der Rückkehr zur Erde auf tragische Weise ums Leben kam, einen bedeutenden Beitrag zur Entwicklung bemannter Orbitalflüge. Orbitalstationen sind gegenwärtig das Hauptanliegen der sowjetischen Kosmosforschung, weil sie der Volkswirtschaft, der Wissenschaft und dem Wohle des Menschen unmittelbar nutzen.

Daneben werden die Forschungen sowohl im erdnahen Raum als auch auf dem Mond, in der Nähe der Planeten und im interplanetaren Raum weitergeführt. Beredete Zeugnisse sind die Untersuchungen von Lunochod 1 auf dem Erdmond und der Start von zwei Marssonden. In den letzten eineinhalb Jahren startete die UdSSR mehr als 130 Raumflugkörper, das sind etwa dreimal soviel Flugkörper wie die USA im gleichen Zeitraum in das Weltall schickten. Alle Satelliten, die sich gegenwärtig im Kosmos befinden, liefern täglich mehr als 200 Millionen Meßdaten zur Erde. 75 Prozent

dieser Informationen stammen von sowjetischen Raumflugkörpern.

Die enge Verbundenheit mit der Sowjetunion auf allen Gebieten des gesellschaftlichen Lebens wird im Astronomieunterricht u. a. am Beitrag der Wissenschaftler und Techniker unserer Republik zum Interkosmosprogramm demonstriert.

Bei der Erörterung astrophysikalischer Sachverhalte gibt es Anknüpfungspunkte, um den großen Anteil der sowjetischen Wissenschaft an den Fortschritten der Astronomie zu beweisen. Dazu zählen Forschungen zur Sternentstehung und Sternentwicklung, zur Galaxienbildung und das Auffinden von Klassen bisher unbekannter kosmischer Objekte.

Die angeführten Beispiele zeigen, daß es vielfältige Möglichkeiten gibt, um auf der Grundlage der Parteitagsmaterialien einen wissenschaftlichen und parteiellen Astronomieunterricht im Sinne unserer Bildungs- und Erziehungsziele zu gestalten.

KARL-HEINZ SCHMIDT; HEINZ ALBERT

Pulsare und ihre Darstellung im Unterricht

Dr. habil. **KARL-HEINZ SCHMIDT** berichtet im ersten Teil des Beitrages über neuere Forschungsergebnisse auf diesem Gebiet. Neben Beobachtungstatsachen, Problemen der Entfernungsbestimmung und der räumlichen Verteilung dieser Objekte, werden auch theoretische Überlegungen zur Natur der Pulsare angeführt. Im zweiten Teil des Aufsatzes erläutert **HEINZ ALBERT** Möglichkeiten zur Einbeziehung dieser Erkenntnisse in den Astronomieunterricht und gibt dazu notwendige methodische Hinweise.

1. Bisherige Forschungsergebnisse

1.1. Zur Entdeckung der Pulsare

Die Astrophysik hat in den letzten Jahrzehnten einen gewaltigen Aufschwung erfahren, der auf mehrere Gründe zurückzuführen ist. Einmal hat sich die Erschließung der von der Erdoberfläche aus nicht zugänglichen Spektralbereiche durch Raketen und künstliche Satelliten mit astronomischer Ausrüstung als erfolgreich erwiesen. Zum anderen wirkte sich der Einsatz neuer und verbesserter Beobachtungsinstrumente und Zusatzgeräte als sehr günstig aus. Schließlich konnte durch die Verwendung schneller Rechenautomaten die Lösung einer Vielzahl von theoretischen Problemen in Angriff genommen werden.

Eine der wesentlichen Entdeckungen in den letzten Jahren war das Auffinden einer neuen Klasse von Objekten, der Pulsare. Im Sommer 1967 wurden in Cambridge (England) Radio- beobachtungen der interplanetaren Szintilla-

tion vorgenommen, die die Ermittlung der Winkeldurchmesser sehr kleiner Radioquellen zum Ziel hatten. Dabei wird untersucht, in welcher Weise sich die Szintillationen ändern, wenn eine Radioquelle unter verschiedenen Winkeln relativ zur Sonne beobachtet wird. Für diese Aufgabe ist ein Nachweissystem hoher Zeitauflösung erforderlich, mit dem auch schnelle Intensitätsänderungen in Sekundenbruchteilen verfolgt werden können. Die Beobachtungen wurden mit einem neuen, sehr leistungsstarken Radioteleskop durchgeführt, das aus einem Netz von mehr als 2000 Dipolen besteht. Neben diesen beiden Voraussetzungen, die für die Entdeckung der Pulsare notwendig waren, erwies sich die Beobachtungsfrequenz von 81,5 MHz als günstig, da in diesem Bereich das Strahlungsmaximum der Pulsare liegt. Das Auffinden der Pulsare mit

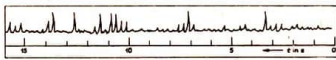


Abb. 1: Ausschnitt aus der Registrierkurve des Pulsars CP 0950 bei 81,5 MHz.*

Die Benennung der Pulsare erfolgt gewöhnlich in der Weise, daß der erste Buchstabe das Observatorium (z. B. Cambridge = C) kennzeichnet, der zweite Buchstabe Pulsar bedeutet. Dann wird die Rektaszension in Stunden und in Minuten angegeben.

einer Apparatur, die einem anderen Zweck dienen sollte, ist als zufällig anzusehen. Jedoch konnte dieser Zufall nur eintreten, weil die technischen Vorbedingungen erfüllt waren.

1.2. Beobachtungstatsachen

Das charakteristische Kennzeichen der Pulsare sind die scharfen Impulse, die in streng periodischen Abständen auftreten. Dadurch kann der Eindruck hervorgerufen werden, daß es sich um künstliche Signale handelt. Tatsächlich schloß man in der ersten Zeit nach der Entdeckung in Cambridge die Möglichkeit nicht ganz aus, daß die Pulsare nicht doch von intelligenten außerirdischen Lebewesen stammen. So ist es zu verstehen, daß man zu jener Zeit, wenn auch etwas selbstironisch, von den „kleinen grünen Männern“ sprach. Die *Periodenlänge* eines Pulsars ist eine wesentliche Beobachtungsgröße. Sie ist typisch für ein bestimmtes Objekt. Die kürzeste bisher gefundene Periode der gegenwärtig 55 bekannten Pulsare beträgt 33 Millisekunden. Bis auf eine Ausnahme – in diesem Fall ist die Periode bei 3,7 Sekunden – liegen die Perioden stets unterhalb von zwei Sekunden. Bei einem Teil der Pulsare wurden systematische Periodenverlängerungen festgestellt, die bei den Objekten mit den kürzesten Perioden am größten sind. Jedoch ist dieses Verhalten keineswegs einheitlich, vielmehr treten auch Besonderheiten auf. So zeigten zwei Pulsare eine plötzliche Periodenverkürzung. Anschließend nahmen die Perioden dann schneller zu als vor dem Sprung.

Die Pulsbreite ist wesentlich kleiner als die Periode. Im Mittel nimmt ein Ausbruch etwa 3 Prozent der Periodenlänge ein, wie aus Abbildung 2 folgt. Dieser Abbildung ist aber auch

zu entnehmen, daß im Einzelfall Abweichungen von diesem Mittelwert, der der eingezeichneten Geraden entspricht, vorkommen. Die zweite wesentliche Beobachtungsgröße neben der Periode, die *Amplitude*, unterliegt außerordentlich starken Schwankungen, die sowohl kurzzeitig – von Puls zu Puls – als auch langdauernd – von der Größenordnung Wochen – sein können. Dabei treten die kurzzeitigen Aktivitätsänderungen auf niedrigeren Frequenzen stärker in Erscheinung als bei hohen. Die Amplitudenschwankungen sind von Fre-

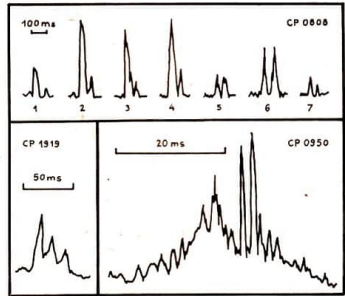


Abb. 3: Einzelimpulse mit schneller Amplituden- und Formänderung der Pulsare CP 0808 und Feinstruktur der Pulse von CP 1919 und CP 0950.

quenz zu Frequenz unterschiedlich, so daß das Spektrum eines Pulsars von Impuls zu Impuls ein verschiedenes Aussehen hat. Die Bandbreite typischer Strukturen ist von der Größenordnung 1 MHz.

Obgleich der Eindruck entstehen kann, daß die Aktivität der Pulsare – abgesehen von der strengen Periodizität – völlig regellos ist, ist der *Intensitätsverlauf* in den Pulsaren bei einer Mittelung über längere Zeiträume für jeden Pulsar charakteristisch. Auffällig ist bei einer Reihe von Objekten eine Aufspaltung des Intensitätsmaximums in zwei bis zu etwa 50 Millisekunden voneinander getrennte Maxima. Ebenso erhält man durch Mittelung über eine längere Zeitspanne den Intensitätsverlauf in Abhängigkeit von der Frequenz. Das Maximum der Strahlung liegt im allgemeinen bei etwa 100 MHz. Zu den hohen Frequenzen nimmt dann die Intensität rasch ab, so daß sie bei 3000 MHz um rund 2 bis 3 Zehnerpotenzen unter der Maximalintensität liegt.

Die ersten Versuche, die radioastronomisch gefundenen Pulsare mit optisch bekannten

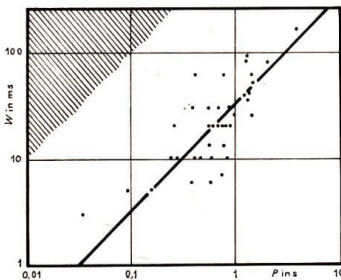


Abb. 2: Zusammenhang zwischen Periode P (in Sekunden) und Pulsbreite W (in Millisekunden). Der schraffierte Bereich ist ausgeschlossen, da dort $W > P$ ist.

Objekten zu identifizieren, schlugen fehl. Bis heute konnte lediglich der *Zentralstern des Krebsnebels* einwandfrei als *Pulsar erkannt* werden. Bei diesem Stern wurden sowohl im optischen Spektralbereich als auch bei Raketenaufliegen im Röntgengebiet Pulse mit der gleichen Periode wie im Radiofrequenzbereich festgestellt. Die Maximalhelligkeit des Pulsars beträgt im optischen Bereich etwa 15^m . „Verschmiert“ man die in den Pulsen

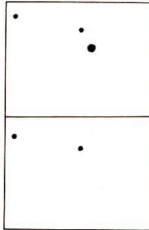


Abb. 4: Zeichnung nach zwei Aufnahmen der beiden Zentralsterne im Krebsnebel. Im oberen Teil ist der pulsierende Stern hell (15^m), im unteren Teil der Abbildung unsichtbar.

ausgesandte Intensität über die ganze Periodenlänge, so ergibt sich eine mittlere Helligkeit des Zentralsterns im Krebsnebel von rund 18^m . Es gelang, am 5-m-Spiegel des Mount Palomar mittels eines Mehrkanalspektrometers das *Spektrum des Krebsnebelpulsars* im optischen Bereich lichtelektrisch zu messen. In diesem Spektrum, das einen glatten Verlauf zeigt und dem Spektrum des Krebsnebels gleicht, sind weder Absorptions- noch Emissionslinien vorhanden. Es entspricht einem reinen Synchrotronpektrum. Jedoch läßt sich die Intensitätsverteilung im optischen Gebiet auch durch die eines schwarzen Strahlers mit einer Temperatur von 10 000 K darstellen. Der Krebsnebelpulsar ist das Objekt mit der kürzesten Periode, die bis heute bekannt ist. Der ihn umgebende Nebel ist der *Überrest einer Supernova*, die im Jahre 1054 aufleuchtete und von chinesischen Astronomen beobachtet wurde. In diesem Zusammenhang ist bemerkenswert, daß ein weiterer Pulsar – und zwar der mit zweitkürzester Periode – in unmittelbarer Nachbarschaft eines anderen Supernovaüberrestes steht. Allerdings konnte das optische Gegenstück zu diesem Pulsar bis jetzt noch nicht gefunden werden. Doch legen die Beobachtungsbefunde die Vermutung nahe, daß die Pulsare mit der Erscheinung der Supernovae in Verbindung stehen.

1.3. Probleme der Entfernungsbestimmung

Um Aussagen über die gesamte Strahlungs-

menge, die in der Zeiteinheit von einem Pulsar ausgestrahlt wird, machen zu können, ist es notwendig, außer der beobachteten Strahlungsintensität noch seine Entfernung zu kennen. Wenn man vom Krebsnebelpulsar abieht, dessen Abstand infolge seiner Identifizierung bekannt ist – er beträgt etwa 1,1 Kiloparsec –, ist es schwierig, Angaben über die Entfernungen der Objekte zu machen. Jedoch gibt es eine Möglichkeit, grobe Abschätzungen für diese Größe zu erhalten. Die Impulse treffen nämlich nicht auf allen Frequenzen gleichzeitig ein. Vielmehr wird eine *Frequenzdrift* beobachtet, wonach die längeren Wellen gegenüber den kürzeren verzögert sind. Diese Verzögerung ist durch

$$t_1 - t_2 = C (f_1^{-2} - f_2^{-2})$$

gegeben, wobei f_1 und f_2 die beiden Frequenzen sind, in denen beobachtet wird, während C eine für einen bestimmten Pulsar charakteristische Konstante ist. Diese Frequenzdrift wird durch das interstellare Gas verursacht. Sie hat also nichts mit dem Pulsar selbst zu tun. Die Formel beschreibt den Zusammenhang zwischen der Verzögerung der Impulse und ihren Frequenzen, wenn man einen Ausgangsimpuls mit breitem Frequenzspektrum durch ein Plasma schickt. Die Konstante C folgt aus der gesamten Elektronenzahl pro Flächeneinheit zwischen dem Pulsar und dem Beobachter. Da man Näherungswerte für die mittlere Elektronendichte im interstellaren Raum kennt, kann man aus der Frequenzdrift den Abstand eines Pulsars von uns abschätzen. Allerdings sind die so gewonnenen Entfernungswerte außerordentlich unsicher.

Eine andere Methode der Entfernungsbestimmung beruht auf der Beobachtung der interstellaren *21-cm-Linie des neutralen Wasserstoffs* in den Pulsarspektren.

Zwischen der Verschiebung dieser bei den Pulsaren in Absorption auftretenden Linie gegenüber ihrer Ruhelage läßt sich auf die Entfernung der Wasserstoffwolke schließen und damit eine untere Grenze für den Pulsarabstand angeben. Dieses Verfahren führt aber gleichfalls nur zu sehr groben Werten, da die Beobachtung der Absorptionslinien schwierig ist. Hinzu kommt, daß die Methode nur bei solchen Pulsaren anwendbar ist, die sich in der Nähe des galaktischen Äquators befinden. Mit Hilfe der groben Entfernungswerte lassen sich aus den beobachteten Strahlungsleistungen die Impulsleistungen zu 10^{28} bis 10^{33} erg s⁻¹ abschätzen; sie sind im Vergleich zur Strahlungsleistung der Sonne von $3,86 \cdot 10^{33}$ erg s⁻¹ nicht groß.

1.4. Räumliche Verteilung

Auffallend ist die Verteilung der Pulsare am Himmel. Die Objekte mit den kürzesten Perioden konzentrieren sich vornehmlich in der Umgebung des galaktischen Äquators, während die langperiodischen Pulsare nahezu gleichförmig über die gesamte Sphäre verteilt sind. Diese Tatsache läßt zwei verschiedene Deutungen zu. Einmal ist es möglich, daß es analog zu den verschiedenen Sternpopulationen mehrere Arten von Pulsaren mit voneinander unterschiedlichen Eigenschaften gibt. Danach würden die kurzperiodischen Pulsare innerhalb einer dünnen Schicht längs der Milchstraßen-ebene stehen, während die langperiodischen Objekte in große Entfernungen von der galaktischen Ebene gelangen könnten. Die Mitglieder dieser Gruppe müßten hohe Raumgeschwindigkeiten besitzen.

Die andere Deutungsmöglichkeit besteht in der Annahme einer Perioden-Helligkeits-Beziehung für die Pulsare, wobei unter Helligkeit die Radioleuchtkraft zu verstehen ist. Danach sind die Pulsare vorwiegend in einer dünnen Schicht längs der Milchstraßenebene angeordnet. Mit einem Radioteleskop, das eine bestimmte Empfindlichkeit oder Reichweite besitzt, kann man die leuchtkraftstarken Objekte bis in große Entfernungen erfassen, so daß sich eine scheinbare Konzentration zur galaktischen Ebene ergibt, während die leuchtkraftschwachen Pulsare mehr isotrop verteilt erscheinen. Nach den vorliegenden Daten ergibt sich die Perioden-Helligkeits-Beziehung zu $M_r - 3,6 \lg P = \text{const}$, wobei M_r die absolute Radiohelligkeit und P die Periode eines Pulsars sind.

Welche der beiden hier erwähnten Deutungsmöglichkeiten tatsächlich vorliegt, läßt sich erst entscheiden, wenn unabhängige Entfernungen bekannt sind.

1.5. Natur der Pulsare

Die Beobachtungsdaten gestatten, eine Reihe von Aussagen über die Natur der Pulsare zu machen. Wegen des endlichen Wertes der Lichtgeschwindigkeit folgt aus der geringen Impulsbreite und der oft auftretenden Doppelspitze in den Impulsen eine obere Grenze für die *Ausdehnung der Objekte*, die für das Pulsarphänomen verantwortlich sind. Der Laufzeitunterschied zwischen der Strahlung, die vom Rand des Pulsars zu uns kommt, und derjenigen, die von der Mitte ausgestrahlt wird, kann nämlich nicht größer sein als die beobachtete Impulsbreite. Andernfalls müßte der Impuls über eine größere Zeitspanne verschmiert sein. Die maximalen Ausdehnungen der Pulsare ergeben sich so von der Größen-

ordnung des Erddurchmessers. Strahlende Gebiete, die für die beobachtete Feinstruktur in den Impulsen bestimmend sind, haben maximale Ausdehnungen von nur wenigen Kilometern. Tatsächlich dürften die wahren Durchmesser noch erheblich unter diesen Werten liegen.

Aus den beobachteten Impulsleistungen und der maximalen Größe der Pulsare folgt eine enorme Flächenhelligkeit, die etwa um den Faktor 1000 über der Flächenhelligkeit der Sonne im optischen Spektralbereich liegt. Daraus folgt, daß die *Strahlung nichtthermischen Ursprungs* sein muß, weil sonst Pulsare im visuellen Gebiet wesentlich größere Helligkeiten aufweisen müßten. Bei nichtthermischer Strahlung denkt man zuerst an Synchrotronstrahlung, die bei der Abbremsung sehr schneller Elektronen in einem Magnetfeld ausgesendet wird. Hier kann es sich aber nicht um einfache Synchrotronstrahlung handeln, da es keine Kombination zwischen Magnetfeldstärke und Elektronenenergie gibt, womit man das bei den Pulsaren beobachtete Radiospektrum erklären könnte. Ein Ausweg ist in der Annahme von kohärenten Strahlungsmechanismen zu sehen, bei denen die Elektronen nicht unabhängig voneinander, sondern in gleicher Phase strahlen. In dieser Hinsicht sind aber noch viele Fragen offen. Die strenge Periodizität der Pulsare legt einen Vergleich mit den Pulsationsveränderlichen nahe. Bei diesen Sternen ist die Periode der Grundschrwingungen mit der mittleren Dichte ρ der Objekte durch die Beziehung $P \rho^{1/2} = \text{const}$ verknüpft. Wegen der geringen Größe der Pulsare kommen von den bekannten Sterntypen nur die Weißen Zwerge in Betracht. Bei den hohen mittleren Dichten dieser Sterne um 10^7 bis 10^8 g cm^{-3} ergeben sich Perioden um 1 Sekunde. Da aber viele Pulsare kleinere Perioden besitzen, kann diese Erklärung nicht zutreffen.

Eine andere Gruppe von Sternen, die vor etwa 35 Jahren erstmals diskutiert wurde, sind *Neutronensterne*, deren Dichte $10^{15} \text{ g cm}^{-3}$ beträgt. Nach den gegenwärtigen Vorstellungen über die Sternentwicklung müssen Neutronensterne ebenso wie Weiße Zwerge als typische *Endphase der Sternentwicklung* existieren. Da ihre Durchmesser jedoch nur wenige Kilometer betragen, hatte man kaum die Möglichkeit der Entdeckung dieser Objekte erwartet. Bei den Neutronensternen ergeben sich aus der *Perioden-Dichte-Beziehung Schwingungsdauern* um 10^{-3} Sekunden, sie sind also wesentlich kleiner als die beobachteten Perioden. Da es keine stabile Konfiguration im Dichtebereich zwischen den Neutronensternen und den Weißen Zwergen

gibt, die den beobachteten Pulsarperioden entsprechen würde, müssen Schwingungen für die Erklärung der gefundenen Erscheinungen ausgeschlossen werden.

Eine andere Möglichkeit, eine strenge Periodizität zu erklären, besteht in der Rotation von Himmelskörpern. Allerdings trifft dies nicht für die Weißen Zwerge zu, bei denen entsprechend den Perioden, solche Fliehkräfte auftreten würden, daß der Stern zerrissen würde. Diese Bedenken bestehen bei den Neutronensternen nicht; damit rechtfertigt sich die allgemeine Ansicht, daß die Pulsare rotierende Neutronensterne sind.

Vermutlich entstehen die Neutronensterne als Ergebnis von Supernovaausbrüchen. Die Supernovae vom Typ II gehen aus Sternen mit Massen zwischen 10 und 30 Sonnenmassen hervor. An den Oberflächen haben diese Sterne Magnetflußdichten von etwa 100 Gauß. Beim Zusammenbruch eines solchen Sterns, der mit dem Ausbruch der äußeren Teile einhergeht, wird wegen der elektrischen Leitfähigkeit der Sternmaterie das Magnetfeld mitgerissen. Entsprechend der Verringerung des Radius von etwa 1 Million km auf rund 10 km ergibt sich die Feldstärke an der Oberfläche eines Neutronensterns zu 10^{12} bis 10^{13} Gauß.

Das Magnetfeld, das starr mit dem Neutronenstern rotiert, wird beim Krebsnebelpulsar in einer Entfernung von 1700 km mit Lichtgeschwindigkeit herumgerissen. Bei anderen Pulsaren, deren Perioden länger sind, ist diese kritische Entfernung entsprechend größer. Wahrscheinlich werden die Feldlinien in der Nähe des kritischen Abstandes zusammengequetscht. An den Polen des Neutronensterns werden längs der Feldlinien elektrisch geladene Teilchen nach außen transportiert und dabei auf hohe Geschwindigkeiten beschleunigt. In der Nähe der kritischen Entfernung senden die Elektronen Bremsstrahlung aus. Die Dauer eines Strahlungsimpulses ist durch die Ausdehnung des rotierenden Plasmasektors gegeben. Jenseits der kritischen Grenze können die Partikel den Feldlinien nicht mehr folgen und entfernen sich mit relativistischen Geschwindigkeiten vom Neutronenstern. Die Beobachtungen werden am besten durch ein Modell erklärt, bei dem die Rotationsachse gegen die Magnetfeldachse des Sterns geneigt ist. Bei diesem Modell sendet der Pulsar sowohl magnetische Dipolstrahlung als auch Gravitationsstrahlung aus. Vermutlich wird der Energieverlust durch Rotationsenergie gedeckt. Wenn man annimmt, daß der Stern nicht kontrahiert, muß sich dann die Umlaufgeschwindigkeit verringern und die Periode verlängern.

Da die Energieabstrahlung anfangs am größten ist, wird folgerichtig die Periodenverlängerung am größten sein. Diese Überlegungen stimmen qualitativ und in gewissem Umfang ebenso quantitativ mit der Beobachtung überein. Die Lebensdauer eines Pulsars wird maximal etwa 10^7 Jahre betragen. Nach dieser Zeitspanne dürfte er das Dasein eines „ruhigen“ Neutronensterns fristen.

2. Zur unterrichtlichen Behandlung der Pulsare

Die Darstellung bisheriger Beobachtungsdaten und erster Deutungsversuche wird an dieser Stelle nicht allein zum Zwecke der Weiterbildung der Lehrer gegeben. Vielmehr gilt es, auch im Unterricht aktuell zu sein, hier mit Beziehung auf die Pulsare – ein Gebiet der neueren Forschungsarbeiten.

2.1. Die Pulsare im Lehrplan Astronomie

Neueste Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschungsarbeit in den Unterricht einzubeziehen, dazu verpflichtet der Lehrplan Astronomie den im Fach unterrichtenden Lehrer, wenn es dort heißt: „Der Astronomieunterricht hat wesentlich zur Formung ihres (der Schüler) wissenschaftlichen Weltbildes beizutragen; sie sollen vor allem zu der Überzeugung geführt werden, daß sich im Weltraum alles in ständiger Veränderung und Entwicklung befindet. Die historischen Betrachtungen sollen den Schülern zeigen, daß der Mensch in der Lage ist, die vielfältigen Erscheinungsformen der Stoffe und physikalischen Felder im Weltraum auf Grund ihrer Ordnung und Gesetzmäßigkeit immer umfassender zu erkennen. Auf der Grundlage des Wissens über die rasche wissenschaftlich-technische Entwicklung, die auch die Astronomie erfaßt, sollen sie die immer schnellere Erweiterung des astronomischen Wissens verstehen.“ [1; 7]

Auf Seite 28 des Lehrplanes werden die Pulsare als „neue, bisher unbekannte Erscheinungsformen...“ unter anderen ausdrücklich genannt. Es ist der einzige direkte Hinweis auf die oben beschriebenen Objekte, den das Dokument gibt, nach welchem wir im Astronomieunterricht ab 1. September 1971 arbeiten werden.

Daraus ergeben sich für den Lehrer die Fragen,

- ob diese neuen Objekte auch im Unterricht nur an der bezeichneten Stelle im Lehrplangefüge in Form eines informativsten Hinweises zu nennen sind, oder
- ob daran weitere Betrachtungen anzuschließen sind, die sich aus dem Text des Lehrplanes nicht direkt ablesen lassen.

Falls die letzte Frage mit einem „Ja“ zu be-

antworten ist, steht jeder Lehrer vor dem Problem,

- in welcher Weise, in welchem Umfang und in Verbindung mit welchen Schwerpunkten der Bildungs- und Erziehungsarbeit dies geschehen soll.

Es ist offensichtlich, daß über die Pulsare zum Zeitpunkt der Bestätigung des Lehrplanes durch den Minister für Volksbildung (30. 6. 1969) noch keine weiteren Hinweise gegeben werden konnten. Obiges Zitat des Astronomielehrplanes besagt, daß die Erziehungsarbeit zur Herausbildung von Einsichten und Überzeugungen über die Erkennbarkeit der Welt in Abhängigkeit vom Entwicklungstempo der Produktivkräfte am wirksamsten an neuen Forschungsergebnissen werden kann.

Daraus leiten wir den Auftrag ab, den Lehrplan mit dem Ziel zu untersuchen, in welchen Stoffkomplexen es geraten erscheint, die Gewinnung von Einsichten über den Zustand der kosmischen Stoffe und die Festigung der Überzeugung von der ständigen Veränderung und Entwicklung im Weltall am Beispiel der Pulsare zu unterstützen. Dies erscheint uns so dringender, da die Schüler zu diesen „jüngsten“ Forschungsobjekten im neuen Lehrbuch und die Lehrer in der Unterrichtshilfe noch keine näheren Bezüge erwarten können.

2.2. Erste Empfehlungen für den Unterricht

Es versteht sich, daß bei der vorläufigen Unsicherheit unseres bisherigen Wissens über die Pulsare im Unterricht zunächst mit aller Vorsicht an die Verwendung des im Teil I gegebenen Faktenmaterials herangegangen werden muß.

Für die unterrichtliche Behandlung zeichnen sich jedoch schon heute folgende Problemkreise ab, die bei der Erkenntnisgewinnung der Schüler eine Rolle spielen können:

- Entdeckung weiterer Zustandsformen kosmischer Objekte durch wissenschaftlich-technischen Fortschritt (Auflösungsvermögen der Radioteleskope – Nachrichtentechnik – Messungen im extraterrestrischen Raum – Verbesserung der Zeitmessung usw.).
- Ein Pulsar ist bereits optisch identifiziert (Zentralstern im Krebsnebel, letzterer ist Überrest einer Supernova).
- Empfangene Strahlungsimpulse lassen in Verbindung mit der bekannten Lichtgeschwindigkeit erste Aussagen über die Zustandsgrößen *Radius* und *Leuchtkraft* zu.
- Unter Anwendung bisheriger Kenntnisse über die Prozesse der *Energieerzeugung* in

Sternen und den Verlauf der Sternentwicklung lassen sich die Pulsare als die seit Jahren vermuteten Neutronensterne deuten, deren mittlere Dichte weit über derjenigen der Weißen Zwerge liegt.

- Der *Pulsarzustand* eines Sternes ist nur eine bestimmte *Entwicklungsphase* im gesamten „Lebenslauf“ des Himmelskörpers. Sie dürfte – nach kosmischen Zeiträumen gerechnet – eine relativ kurze Periode im „Leben“ bestimmter Sterntypen andauern und erst im „vorgeschrittenen Alter“ solcher Sterne auftreten.

An solche Befunde läßt sich im Astronomieunterricht anknüpfen, wenn wir

- über die *Zustandsgrößen* der Sterne (mittlere Dichte, Radius, Masse, Schwerkbeschleunigung) und Variationsbereich sprechen (s. Lehrplan, Abschnitt 2.2.2.);
- die *Sternentwicklung* (Lehrplan, Abschnitt 2.2.3.) vom Hauptreihenstadium an besprechen. Dann können wir nicht stehenbleiben bei der „mutmaßlichen Weiterentwicklung bis zum Weißen Zwerg“. Vielmehr kommt nun noch parallel dazu, die Entwicklungsstufe des Neutronensterns zu charakterisieren, als ein Objekt höchster stofflicher Dichte, dessen entwicklungsmäßige Einordnung gegenüber dem Stadium der Weißen Zwerge noch nicht restlos geklärt ist. Ebenfalls unbekannt ist für die Pulsare noch der Ausgangszustand ihres Entwicklungsweges, der wahrscheinlich wesentlich von ihrer ursprünglichen Masse bestimmt ist.
- bei unserer Galaxis und den extragalaktischen Systemen (Lehrplan, Abschnitt 2.3.) auf die Entdeckungen mittels verschiedener Beobachtungsmethoden (z. B. Radioastronomie, extraterrestrische Astrophysik) zu sprechen kommen und den Nachweis erbringen wollen, wie unser Wissen über die *Mannigfaltigkeit* der Erscheinungsformen *kosmischer Stoffe* und Systeme durch die stürmische Entwicklung der Technik angewachsen ist.
- schließlich das erworbene Wissen der Schüler am Ende des Lehrgangs Astronomie systematisieren (Lehrplan, Abschnitt 2.4.). Hier kommt es besonders darauf an, daß dem Schüler bewußt wird: neben dem bisher erworbenen riesigen Wissensschatz der Menschheit harren auch in der Astronomie und den mit ihr verbundenen Wissenschaftsdisziplinen noch sehr viele Probleme ihrer Lösung und zeigen uns die *Aufgaben für die weitere Forschung in der Zukunft*, worunter sich auch das Pulsar-Phänomen befindet.

Es kann an diesem Beispiel gezeigt werden, daß die Deutung des Phänomens wesentlich mit davon abhängt, ob es gelingt, neue Methoden der Entfernungsbestimmung für diese Objekte aufzufinden. Die Lösung bisher ungeklärter Probleme wird in erster Linie vom erreichten Ausbildungsstand, vom Wissen und Können der jungen Generation abhängen. Für astronomisch stark interessierte und mathematisch versierte Schüler dürfte die Aufgabe reizvoll sein, die Masse eines Pulsars durch Übersichtsrechnung abzuschätzen, wenn der vermutete Radius des Pulsars und die angenommene Dichte eines Neutronensterns der Rechnung untergelegt werden.

Aus $R_p \approx 10 \text{ km} \approx 10 \text{ cm}$ und $\rho_p \approx 10^{15} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ folgt dann für

$$m_p = \frac{4}{3} \pi R_p^3 \cdot \rho_p \approx 4 \cdot R^3 \cdot \rho_p$$

$$m_p \approx 4 \cdot 10^{18} \cdot 10^{15} \text{ g} \approx 4 \cdot 10^{33} \text{ g}.$$

Damit wären in einem Neutronenstern von etwa 10 km Radius etwa 2 Sonnenmassen enthalten.

Literatur:

- [1] Lehrplan für Astronomie Klasse 10, VWV, Berlin 1969, S. 7.

HANS ECKERT

Fachlich-methodische Bemerkungen zur Unterrichtseinheit 1.1. „Einführung in das Unterrichtsfach Astronomie“

Um die Unterrichtsvorbereitung nach dem neuen Lehrplan zu unterstützen, wird die Redaktion zu bestimmten Stoffgebieten fachlich-methodische Ratschläge bewährter Astronomielehrer veröffentlichen. Die Hinweise sollen neben den Stundenentwürfen in der Unterrichtshilfe zur interessanten Unterrichtsgestaltung und zur Diskussion anregen.

Vorbemerkungen

Diese Stoffeinheit mit ihren zwei Stunden hat die Aufgabe, die Schüler mit dem Gegenstand des Lehrfaches Astronomie vertraut zu machen und ihr Interesse für die neue Disziplin der Naturwissenschaften zu wecken. Nachdem in der Fachzeitschrift [1,2] ausführliche Darstellungen zur ideologischen Erziehung im Astronomieunterricht und zu Aspekten der Planung und unterrichtlichen Verwirklichung der Lehrplanziele gegeben wurden, geht es im folgenden um einen Vorschlag zur Durchführung der ersten beiden Stunden. In der Charakterisierung der Ziele dieser Stoffeinheit beziehen wir uns auf die Ausführungen BERNHARDS [2].

Anschriften der Verfasser:

Dr. habil. KARL-HEINZ SCHMIDT
1502 Potsdam-Babelsberg
Zentralinstitut für Astrophysik der Deutschen
Akademie der Wissenschaften

HEINZ ALBERT

963 Crimmitschau, Straße der Jugend 20

Modellbogen für Astronomie

Der Verlag Junge Welt hat einen Modellbogen zur Herstellung einer drehbaren Sternkarte, eines Winkelmeßgerätes, einer Weltzeituhr und einer Sonnenuhr herausgegeben. Neben der Bauanleitung enthält der Bogen Hinweise zur Benutzung der Geräte. Die Modelle sind für den Einsatz im Astronomieunterricht der 10. Klasse und in den Arbeitsgemeinschaften geeignet. Der Modellbogen kostet 1,70 M und kann über den Einzelhandel sowie direkt vom LKG Leipzig, Leninstraße 16, bezogen werden.

Anläßlich des Tages des Lehrers 1971 wurde Studienrat WERNER GOLM, Abteilungsleiter für Physik und Astronomie beim Verlag Volk und Wissen, mit dem Titel „Verdienter Lehrer des Volkes“ ausgezeichnet.

Dr. MANFRED SCHUKOWSKI, Mitglied der Redaktion, wurde zum Studienrat befördert. Herzlichen Glückwunsch!

Die Arbeit an der ideologisch-erzieherischen Linienführung erfolgt durch:

- Anbahnung der Erkenntnis von der gesellschaftlichen Bedingtheit des Fortschritts in der astronomischen Forschung
- Vertiefung der Erkenntnis, daß alle Vorgänge in der Natur gesetzmäßig erfolgen
- Anbahnung der Einsicht, daß der Mensch in der Lage ist, das Weltall mit seinen vielfältigen Erscheinungsformen zu erfassen

Sachverhalte, die zur Verwirklichung der ideologischen Zielsetzung dienen:

- Entwicklung der astronomischen Kenntnisse
- Ausnutzung der astronomischen Ergebnisse
- Nutzung der Ergebnisse anderer Wissenschaften

- Auswertung der Entwicklung der Astronomie

Die Arbeit an der Fähigkeitsentwicklung wird durchgeführt bei:

- Erfassung der räumlichen Struktur des Weltalls
- Nutzung des Modells der Himmelskugel zum Beschreiben scheinbarer Bewegungen
- Anwendung mathematischer Methoden zur Bestimmung der Fernrohrvergrößerung

Dabei können die Vorkenntnisse folgender Fächer genutzt werden: Mathematik (Kl. 6 – Bruchrechnung); Physik (Kl. 6 – Optik); Geschichte (Kl. 5 – Die ersten Wissenschaften. Gesellschaftliche Verhältnisse im Altertum); Geographie (Kl. 7 bis 9 – Bewegungen der Erde). Als Unterrichtsmittel sind notwendig: Das Schulfernrohr oder entsprechende Abbildungen, die Wandkarte „Nördlicher Sternhimmel“ oder der Himmelsglobus, aktuelles Bildmaterial, die Anschauungstafel „Spektralklassen der Fixsterne“, ausgewählte Dias der Reihe „Das Weltall“ [R 641].

Eine Ergänzung des Bildmaterials durch das neue Lehrbuch bietet sich an.

Zur Stunde 1.1.1. Das Interesse der Menschen an den Erscheinungen und Vorgängen am Himmel in Vergangenheit und Gegenwart

I. Bildungs- und Erziehungsziele

1. Unsere heutigen Kenntnisse über das Weltall sind nur zu verstehen als das Ergebnis einer langen Entwicklungsreihe von Antworten auf Fragen, die die Gesellschaft in vergangenen Epochen an die Natur stellte. [1]
2. Das Wissen entwickelte sich in der Auseinandersetzung der Menschheit mit der Natur, wobei sie sich an Erkenntnissen der jeweils progressivsten Klasse orientierte.
3. Erläuterung der Vorhaben des Astronomieunterrichts

II. Stoffanordnung und Darstellung

1. a) *Ursprung der Astronomie*
b) *Astronomie als älteste Wissenschaft*
c) *Typische Fragen der Menschheit an die Astronomie*

Mögliche Fragen sind:

- Zeigen die Vorgänge am Himmel den Willen der Götter?
- Lassen sich die Vorgänge am Himmel für eine praktisch nutzbare Zeitrechnung verwenden?
- Fragen nach Gestalt, Größe und Bewegung der Erde sowie anderer Himmelskörper, nach Ursachen der Bewegungen

- Fragen nach den physikalischen Zuständen der Himmelskörper, deren Entwicklung und räumlicher Verteilung

2. Darstellung der Erkenntnisentwicklung in der Astronomie an einigen Beispielen

- a) Planetenbewegungen und Finsternisse als Ausdruck des „Willens der Götter“ bei Babyloniern und Ägyptern
Auslegung durch die herrschende Klasse zur Stärkung ihrer Machtposition
Entstehung der Astrologie; Vergleich zur Gegenwart
- b) Periodische Vorgänge am Himmel ermöglichen eine Zeiteinteilung und Kalenderregelung, z. B. scheinbare tägliche Bewegung der Sonne, scheinbare jährliche Bewegung der Sonne
- c) Fortschrittliche gesellschaftliche Verhältnisse als Voraussetzung für wissenschaftliche Höchstleistungen in der Erforschung der Himmelskörper, gezeigt am Beispiel der Mondforschung in den beiden Gesellschaftssystemen [4]

3. Gegenstand der Wissenschaft Astronomie

- a) Wissenschaft von den Erscheinungsformen im Weltall, ihrer Verteilung, ihren Bewegungen und physikalischen Zuständen, ihrer Zusammensetzung und Entwicklung
- b) Erscheinungsformen
Himmelskörper und interstellare Wolken, Systeme von Himmelskörpern

III. Didaktisch-methodische Bemerkungen zur Führung des Unterrichtsprozesses

Ein einleitender Lehrervortrag soll zunächst den Schülern Kenntnisse über Alter und Ursprung der Astronomie vermitteln. Der Lehrer führt dabei aus, daß die ältesten Kulturvölker astronomische Beobachtungen aus praktischen und religiösen Motiven durchführten. Daraus ergibt sich die Formulierung der ersten beiden Fragen (s. unter II.). Im folgenden Unterrichtsgespräch können weitere typische Fragen der astronomischen Forschung erarbeitet werden, die sich im Verlauf der Entwicklung der menschlichen Gesellschaft ergaben. Hierbei wird sich der Lehrer auf die Vorkenntnisse der Schüler stützen, die sie aus den anderen Unterrichtsfächern mitbringen. Die Fragestellung nach den physikalischen Zuständen der Himmelskörper, deren Entwicklung und räumlicher Verteilung kann aus einem aktuellen Pressebericht abgeleitet und durch Bildmaterial ergänzt werden. Die Beantwortung der Fragen: „Zeigen die Vorgänge am Himmel den Willen der Götter?“ und „Lassen sich die Vorgänge am Himmel für eine praktisch nutzbare Zeit-

rechnung verwenden?“ erfolgt in Auswertung des Lehrervortrages und leitet zu II. über. Für II. 1. a) sind folgende Schwerpunkte herauszuarbeiten:

1. Mystische Auslegungen sind durch Unwissenheit bedingt.
2. Ausnutzung dieser Unwissenheit verstärkt die Macht der herrschenden Klasse.
3. In der Unwissenheit liegt der Ursprung der Astrologie.

An dieser Stelle informiert der Lehrer, wie auch in der Gegenwart die Astrologie in kapitalistischen Staaten als Mittel der Manipulation benutzt wird. Er kennzeichnet dabei den Inhalt der Astrologie. Bei der Behandlung der scheinbaren täglichen und jährlichen Bewegung der Sonne können die Erfahrungen und Kenntnisse der Schüler einbezogen werden. Die Bewegungsvorgänge sind am Himmelsglobus zu demonstrieren. Die Bedeutung der Zeiteinteilung für die alten Kulturvölker ist dabei besonders zu beachten. Anschließend sollte der Stand der Mondforschung in den beiden Gesellschaftssystemen verglichen werden (Planung, Durchführung, Verhältnis Kosten – Nutzen, Perspektiven). [4] Der Vergleich zeigt die Überlegenheit der Planung und Durchführung eines Raumforschungsprogramms unter sozialistischen Verhältnissen. Ausgehend von der Problematik nach Inhalt und Aufgaben der Astronomie wird nun die Begriffsbestimmung erarbeitet. Die Erscheinungsformen im Kosmos und ihre Verteilung werden anhand von Diapositiven (Sonne, Andromedanebel, Kugelsternhaufen, offener Sternhaufen, Magellansche Wolke, Orionnebel, Schema der Galaxis) erläutert. (Sie können als Ergänzung auch auf der Wandkarte aufgesucht werden.) Dabei ist zwischen Himmelskörpern, Systemen von Himmelskörpern und interstellaren Wolken zu unterscheiden.

Zur Stunde 1.1.2.

Einführung in die Beobachtung

1. Bildungs- und Erziehungsziele

1. Die Erkenntnisse der Astronomie sind abhängig vom Entwicklungsstand der Technik und damit von der Entwicklung der Produktivkräfte.
2. Arbeitsmittel und -methoden der Astronomie, dargestellt am Beispiel des (Schul-) Fernrohrs.

II. Stoffanordnung und Darstellung

1. Auswertung einer aktuellen
 - a) *Neue Forschungsmethoden erweitern*

Meldung über kosmische Forschungsergebnisse aus Presse, Rundfunk oder Fernsehen

2. Überblick über Arbeitsmethoden und -mittel von der Vergangenheit bis zur Gegenwart

3. Das Fernrohr als typisches astronomisches Arbeitsmittel

4. Die Schülerbeobachtung als Demonstration astronomischer Arbeitsmethoden

unser Wissen über die Vorgänge im Weltall.

- a) *Mittel: Auge, Fernrohr, fotografische Platte, Spektralapparat, Radioteleskop; Beobachtungen und Messungen mittels Satelliten*
- b) *Methoden: Beobachtungen, Messungen, Spektralanalyse; Auswertung von Beobachtungen und Messungen, mathematische Berechnungen.*
- a) *Erläuterung des Schulgerätes (Bau und Funktion)*
- b) *Erläuterung von Refraktor und Reflektor*
- c) *Berechnung der Vergrößerung*
- d) *Vergleich der Vergrößerung einzelner Geräte*
- a) *Die Rolle der Beobachtung in der Astronomie*
- b) *Hinweise zum Beobachtungsprogramm*

III. Didaktisch-methodische Bemerkungen zur Führung des Unterrichtsprozesses

Durch die Darlegung eines aktuell astronomischen Ereignisses als Einstimmung erfaßt der Schüler, daß eine Verbesserung der Methoden zu einer Erweiterung und Vertiefung der Erkenntnisse führt. Im folgenden Unterrichtsgespräch werden die Arbeitsmittel der Astronomie zusammengestellt. Dabei ist auf die historische Entwicklung zu achten und jedes neue Mittel als Ergebnis der entsprechenden technischen Entwicklung zu betrachten. Ein Vergleich der Arbeitsmittel führt zu dem Schluß, daß eine entsprechende Erweiterung des Kenntnisbereiches gegeben ist. [1] Hier sollte der Lehrer mitteilen, daß in den zentralen Forschungsstätten Astronomen nicht mehr „am Fernrohr stehen“, sondern Beobachtungen und Messungen auswerten, während andere Kräfte Fotografien am Fernrohr, Meßkurven usw. anfertigen.

Die Relation *bessere Mittel und Methoden gleich größere Erkenntnisse*, kann durch das

Beispiel der Ermittlung der chemischen Zusammensetzung von Sternatmosphären (Bildtafel Sternspektren) aufgezeigt werden. Mit dem Hinweis auf das Fernrohr als erstes optisches Hilfsmittel erfolgt die Erläuterung von Aufbau und Funktion des Schulgerätes durch Modell und Tafelbild (s. Tafelbild für die 2. Unterrichtsstunde). (Das fehlende Schulgerät ist durch entsprechende Abbildungen zu ersetzen.) Dabei sind die Aufteilung in Refraktoren und Reflektoren (s. Abbildungen im Lehrbuch) zu zeigen und die Umkehrung und der Seiten austausch des Bildes hervorzuheben. In Auswertung einer Tabelle erfahren die Schüler die Grenzen der Leistungsfähigkeit optischer Systeme (s. Lehrbuch Astronomie, Ausgabe 1971, S. 137). Anschließend ist die Berechnung der Vergrößerung

Brennweite des Objektivs

Brennweite des Okulars

zu erarbeiten.

Dabei gilt die Faustregel *günstige Vergrößerung gleich Durchmesser des Objektivs in Millimetern*, da mit zunehmender Vergrößerung die Bildhelligkeit abnimmt.

Anschließend wird die erste Beobachtungsaufgabe gestellt, verbunden mit Hinweisen zur Anlage eines Beobachtungsprotokolls. Beispiel: Suchen Sie mit bloßem Auge am Himmel das Sternbild Großer Wagen auf; skizzieren Sie die Lage der Sterne zueinander; ordnen Sie die Objekte nach der scheinbaren Helligkeit. Zusammenfassend möchten wir noch einmal auf Möglichkeiten zur Anbahnung weltanschaulich-philosophischer Grundüberzeugungen hinweisen [3]:

a) Die gesellschaftliche Bedingtheit der Wissenschaftsentwicklung ist zu zeigen:

in 1.1.1. durch die Rolle der gesellschaftlichen Triebkräfte für die Entstehung und Entwicklung der Astronomie am Beispiel der alten Kulturvölker und dem Vergleich der Mondforschung; durch die Nutzung astronomischer Erkenntnisse für die praktischen Bedürfnisse der Gesellschaft (Zeiteinteilung, Kalenderrechnung). Man vergleiche Lehrbuchzitat von KARL MARX: „Die Notwendigkeit, die Perioden der Nilüberschwemmung zu berechnen, schuf die ägyptische Astronomie.“

in 1.1.2. durch die Rolle der Technik bei der Erforschung des Weltalls;

b) Die Erkenntnis der Welt mit wissenschaftlichen Methoden ist zu zeigen:

in 1.1.1. durch die Entwicklung der astronomischen Erkenntnisse (Erweiterung der Fragestellung);

in 1.1.2. durch den Nachweis der Nutzung mathematischer, physikalischer und technischer Erkenntnisse in der astronomischen Forschung (s. einführendes Beispiel und Erläuterung der Beobachtungsgeräte).

Wesentliche Bestandteile der Tafelbilder

1. Unterrichtsstunde: a) Beobachtungsobjekte der Astronomie

Himmelskörper	interstellare Wolken
Planeten (Mars, Jupiter)	Gas
Monde (Erdmond)	Staub (Orionnebel)
Kometen	
Meteore	
Sterne (Sonne)	
(Sternsysteme – Andromedanebel)	
	Milchstraße

b) Astronomie des Altertums

Ursprung: Kulturvölker des Altertums (Babylonier, Ägypter, Chinesen, Inder, Mayas)
Motive: religiöse

praktische Zeiteinteilung
Kalender
Orientierung

2. Unterrichtsstunde: Beobachtungsmittel in der historischen Entwicklung

Auge:	einziges Beobachtungsmittel bis 1610
Refraktor:	seit 1610 (GALILEI)
Reflektor:	seit 1668 (NEWTON)
Radioteleskop:	seit 1946

Literatur:

- [1] 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, 132–133.
- [2] BERNHARD, H.: Zur unterrichtlichen Verwirklichung der ideologisch-erzieherischen Aufgaben des neuen Lehrplans. In: Astronomie in der Schule, 7 (1970) 5, 98–103.
- [3] BERNHARD, H.: Forderungen des neuen Lehrplans an die ideologische Erziehung im Astronomieunterricht. In: Astronomie in der Schule, 7 (1970) 4, 75–76.
- [4] HOFFMANN, H.: Zu einigen Aspekten des Verhältnisses von Raumfahrtforschung und Gesellschaftsordnung. In: Astronomie in der Schule, 8 (1971) 2, 28–35.
- [4a] MIELKE, H.: Die Erfolge der sowjetischen Raumforschung. In: Astronomie in der Schule, 7 (1970), S. 81.
- [5] NITSCHMANN, H.-J.: Wir beobachten mit dem Schulfernrohr. In: Astronomie in der Schule, 8 (1971) 1, 24.
- [6] POPPEL, G.: Zum neuen Erfolg der sowjetischen Raumforschung. In: Astronomie in der Schule, 7 (1970), S. 97.

Anschrift des Verfassers:

HANS ECKERT

117 Berlin, Geschkestraße 39

Hinweise auf astronomische Ereignisse im Schuljahr 1971/72

Die nachfolgende Übersicht über wichtige astronomische Ereignisse im Schuljahr 1971/72 soll einen Beitrag zur Aktualisierung des Astronomieunterrichts leisten¹ und dem Lehrer zeigen, welche Beispiele und Hinweise zu den einzelnen Unterrichtseinheiten des Lehrplans möglich sind. Sie ist aus diesen Gründen nicht streng chronologisch, sondern nach dem lehrplamäßigen Ablauf des Unterrichts geordnet. Dabei wurde versucht, diejenigen astronomischen Ereignisse besonders hervorzuheben, die im zeitlichen Ablauf eine Beziehung zu den betreffenden Unterrichtseinheiten aufweisen. (Um ihre Einordnung in den Unterrichtsgang zu erleichtern, ist ihnen jeweils ein Stichwort aus dem Lehrplankontext vorangestellt worden.)

Das Material trägt den Charakter einer Auswahl. Es kann für die konkrete Unterrichtssituation durchaus variiert werden; aus verständlichen Gründen beschränkt es sich auf die Erscheinungen im Planetensystem.

1. Das Planetensystem

1.1. Einführung in das Fach Astronomie

Planetenbewegungen und Finsternisse

Da während des ganzen Schuljahres 1971/72 keine in der DDR sichtbare Finsternis stattfindet, bleibt ein Hinweis auf die zurückliegenden Finsternisse (partielle Sonnenfinsternis vom 25. 2. 1971 und totale Mondfinsternis vom 6. 8. 1971) die einzige Möglichkeit, aktuelles Material zum Thema „Finsternisse“ heranzuziehen.

Die Planetenbewegungen lassen sich gut am Beispiel des Mars darstellen, der sich zum Schuljahresbeginn noch im rückläufigen Teil seiner Bahnschleife befindet. Wenige Wochen vorher (am 10. 8. 1971) stand Mars in Opposition zur Sonne; am 11. 9. 1971 wird er wieder rechtläufig. Der rote Planet (Helligkeit -2^m) kulminiert Mitte September gegen 21^h30^{min} MEZ, erreicht aber wegen seiner großen südlichen Deklination günstigstenfalls eine Höhe von 15°. Jupiter, der zweite im September am Abendhimmel sichtbare Planet, geht um die Monatsmitte bereits gegen 20^h30^{min} MEZ unter. Da die Dämmerung um diese Jahreszeit jedoch schon gegen 19^h endet, können die Schüler den Planeten ($-1,5$ Größenklassen) nach Dämmerungsende auch noch in einer Höhe von 10° bis 15° über dem Horizont sehen.

Erde stand am 4. 7. 1971 im Aphel; sie wird diesen Bahnpunkt wieder am 5. 7. 1972 erreichen. Das Perihel wird am 3. 1. 1972 durchlaufen.

Die Jahreszeiten beginnen im Schuljahr 1971/72 zu folgenden Zeitpunkten:

Herbst	23. 9. 1971, 17 ^h 45 ^{min} MEZ
Winter	22. 12. 1971, 13 ^h 24 ^{min} MEZ
Frühling	20. 3. 1972, 13 ^h 22 ^{min} MEZ
Sommer	21. 6. 1972, 8 ^h 06 ^{min} MEZ

Der Hinweis, daß das Jahr 1972 ein *Schaltjahr* ist, darf nicht fehlen, wenn von der jährlichen Bewegung der Erde gesprochen wird.

Sternbilder

Die Sternbilder des Herbsthimmels werden durch die Planeten Mars und Jupiter in ihrer Erkennbarkeit kaum beeinträchtigt. Mars steht im Sternbild Steinbock, Jupiter im Sternbild Skorpion.

Beim zweiten Beobachtungsabend ergeben sich dagegen interessante Veränderungen des Himmelsanblickes gegenüber der Sternkarte. Venus durchläuft von Februar bis April 1972 die Sternbilder Wassermann und Fische und steht Anfang April im Sternbild Stier in der Nähe der Plejaden. Mars trifft zur gleichen Zeit ebenfalls im Sternbild Stier ein (knapp unterhalb der Plejaden). Saturn ist der dritte Planet, der sich im April 1972 im Sternbild Stier, ebenfalls wenige Grade südlich der Plejaden, befindet. Er durchläuft schon vom Schuljahresbeginn an in dieser Gegend seine Bahnschleife. Das Sternbild Stier wird also Ende März und Anfang April durch die Anwesenheit dreier heller Planeten stark verändert, was bei der Durchführung der Beobachtungsaufgabe 6 (s. Lehrbuch S. 121) unbedingt zu beachten ist. Übrigens wird dieses interessante Zusammentreffen in der Nacht zum 17. 4. 1972 noch durch den Mond bereichert, der als schmale Sichel zwischen Venus und Mars hindurchläuft. Dabei beträgt der kleinste Abstand zwischen Venus und Mond nur 0,1 Grad! Die Konstellation ist am Abend des 16. oder des 17. 4. zu beobachten.

1.2. Die Erde als Himmelskörper

Tägliche und jährliche Bewegung

Im Zusammenhang mit der Bahnbewegung der Erde lohnt ein Hinweis auf die *Apsiden*: Die

1.3. Der Erdmond

Mondphasen

Der erste Beobachtungsabend soll im Zeitraum von Anfang September bis Mitte Dezember und bei einem Mondalter von 3 bis 14 Tagen durchgeführt werden. Im Herbst 1971 kommen da-

¹ Vgl. LINDNER, K.: Zur Aktualisierung des Lehrstoffes im Astronomieunterricht. *Astronomie in der Schule*, 7 (1970) 1, 17.

für die Abende vom 24. 9. bis 4. 10., vom 24. 10. bis zum 3. 11. und vom 22. 11. bis zum 3. 12. 1971 in Frage.

Zur Information: Synodischer und siderischer Monat

Vollmond ist am 2. 11. 1971, 22^h20^m MEZ, und am 2. 12. 1971, 8^h48^m MEZ. Dazwischen liegen 29 d 10 h 28 min (die Differenz zur durchschnittlichen Dauer des synodischen Monats erklärt sich aus der Ungleichförmigkeit der Mondbewegung). Seinen Ort unter den Sternen (am 2. 11. 1971, 22^h20^m MEZ, beträgt die Rektaszension des Mondes 2^h23^m) erreicht er aber bereits am 30. 11. 1971, 8^h30^m MEZ, also nach 27 d 10 h 10 min. Auch hier ist auf die Differenz zwischen der durchschnittlichen und der wahren Länge eines siderischen Monats hinzuweisen.

Finsternisse s. unter 1.1.

1.4. Das Planetensystem

Planetenbewegungen

Für die im zweiten Beobachtungsabend fällige Beobachtungsaufgabe 7 (Numerierung nach dem Lehrbuch) kommen *Venus* und *Saturn* als Objekte in Frage. Insgesamt ergibt sich für die Planetenbewegungen im Schuljahr 1971/72 folgendes Bild:

Merkur ist im ganzen Schuljahr nur einmal mit dem bloßen Auge günstig zu beobachten. Mitte September 1971 geht er bis zu 1½ Stunden vor der Sonne auf und erscheint schon vor Dämmerungsbeginn am morgendlichen Osthimmel als Stern 0. Größenklasse. Die größte westliche Elongation erreicht der Planet am 12. 9. 1971.

Venus ist zu Beginn des Schuljahres unsichtbar, sie befindet sich noch zu sehr in der Nähe der oberen Konjunktion (27. 8. 1971). Erst Anfang Dezember 1971 verlagert sich ihre Untergangszeit auf das Ende der Abenddämmerung; zum Jahreswechsel kann der Planet schon gegen 18^h MEZ im Südwesten gut beobachtet werden. Zu dieser Zeit steht Venus im Sternbild Steinbock, ihre Helligkeit beträgt -3,4 Größenklassen. Damit übertrifft sie an Helligkeit alle Objekte des Abendhimmels. Anfang Februar geht Venus gegen 20^h, Anfang März gegen 21^h30^m und Anfang April gegen 22^h45^m MEZ unter. Bis zu diesem Zeitpunkt hat sich ihre Helligkeit auf -4^m erhöht, der scheinbare Durchmesser ist von 12" auf 22" gewachsen und die Gestalt des Planeten zeigt inzwischen einen deutlichen Phaseneffekt.

Am 7. 4. 1972 erreicht Venus mit 46° ihre größte östliche Elongation, am 10. 5. 1972 den größten Glanz (-4,2^m). Danach verschlechtert sich die Sichtbarkeit rapide, und am 17. 6. 1972

durchläuft Venus die untere Konjunktion zur Sonne.

Bei dem Zusammentreffen der drei Planeten Venus, Mars, und Saturn im Sternbild Stier (s. unter 1.2.) überholt Venus am 8. 4. den viel langsameren Saturn mit einem Abstand von 5° (Venus steht nördlich). Am 22. 4. 1972 geht sie zwischen den „Stierhörnern“ in einem Abstand von 3° nördlich an Mars vorüber; in dieser Zeit durchlaufen Venus und Mars nahezu parallel das Sternbild Stier, dann aber verlangsamt Venus ihre Bewegung so stark, daß sie von Mars am 17. 5. 1972 überholt wird (Abstand 3°, Venus nördlich). Diese Bewegung spielt sich an der Grenze zwischen den Sternbildern Stier und Zwillinge ab; die betreffende Himmelsgegend geht Mitte Mai etwa 3 Stunden nach der Sonne unter.

Mars ist das ganze Schuljahr über Abendstern. Er geht in der ersten Septemberhälfte 1971 in der Abenddämmerung auf, im Dezember kulminiert er abends und kann bis in den Sommer 1972 hinein am abendlichen Westhimmel gesehen werden. Zwar nimmt seine Helligkeit von -2,2^m im September 1971 auf +2,0^m im Juni 1972 und sein scheinbarer Durchmesser im gleichen Zeitraum von 22" auf 4" ab, dennoch ist der rötlich leuchtende Planet nicht zu übersehen. Seine scheinbare Bahn am Himmel, die er mit zunehmender Geschwindigkeit durchläuft, erstreckt sich über eine Rektaszensionsdifferenz von 10 Stunden und führt vom Sternbild Steinbock zum Sternbild Zwillinge. Am 1. 4. 1972 überholt er dabei den Saturn, der sich 3° südlich der scheinbaren Marsbahn befindet.

Jupiter geht zum Schuljahresbeginn etwa eine Stunde nach dem Ende der Abenddämmerung unter, wird Mitte November unsichtbar und kommt am 10. 12. 1971 in Konjunktion zur Sonne. Ab Mitte Januar kann man ihn am Morgenhimmel wiederfinden, Anfang Februar geht der Riesenplanet mit einer scheinbaren Helligkeit von -1,4 Größenklassen gegen 4^h45^m MEZ auf. Jupiter beherrscht bis zum Ende des Schuljahres den Himmel in den Stunden nach Mitternacht, kommt also kaum für Beobachtungen mit Schülern in Frage. Am 24. 6. 1972 kommt Jupiter in Opposition zur Sonne.

Saturn geht zum Schuljahresbeginn in den späten Abendstunden auf, der Ringplanet bleibt im ganzen Schuljahr im Sternbild Stier. Vom 19. 9. 1971 bis zum 31. 1. 1972 ist er rückläufig, am 26. 11. 1972 kommt er in Opposition zur Sonne. In dieser Zeit beträgt seine scheinbare Helligkeit -0,1 Größenklassen. Anschließend kann Saturn bis Ende April am Abendhimmel

beobachtet werden. (Sein Zusammentreffen mit Mars und Venus wurde bereits beschrieben.) Im gesamten Beobachtungszeitraum erscheint Saturn im Fernrohr mit weit geöffnetem Ring, der den Nordpol des Planeten (im umkehrenden Fernrohr unten) verdeckt. Während der scheinbare Durchmesser der Planetenkugel 15" bis 20" beträgt, besitzt die Ringellipse eine große Achse von 40" bis 45" und eine kleine Achse von 17" bis 19". Saturn wird im Mai 1972 unsichtbar und kommt am 31. 5. 1972 in Konjunktion zur Sonne.

Uranus, Neptun, Pluto:

Eine Beobachtung dieser Planeten ist den Bedingungen des Unterrichts nicht angemessen und überdies bei Pluto unmöglich. Trotzdem sollen die Schüler bei der Behandlung der drei äußeren Planeten erfahren, wo diese sich im Schuljahr 1971/72 befinden:

<i>Planet</i>	<i>im Sternbild</i>
Uranus	Jungfrau
Neptun	Skorpion
Pluto	Jungfrau

GEORG LEISTNER

Schülerbeobachtungen zum Stoffgebiet Astrophysik

Der Verfasser berichtet über Erfahrungen bei der Durchführung astrophysikalischer Beobachtungen und Untersuchungen. Er zeigt, daß jeder Astronomielehrer solche Beobachtungen mit einfachsten Mitteln von seinen Schülern durchführen lassen kann. Die im Aufsatz dargelegten Gedanken erschöpfen nicht die Möglichkeiten astrophysikalischer Beobachtungen und Untersuchungen. Deshalb werden alle Leser gebeten, der Redaktion über Erfahrungen auf diesem Gebiet zu berichten.

Im Verlaufe des Astronomieunterrichts sollte den Schülern bewußt werden, welche Schwierigkeiten der Astrophysiker zu meistern hat, um zu Aussagen über den physikalischen Zustand eines Gestirns zu gelangen. Die dazu nötigen Zustandsgrößen sind nicht alle der direkten Messung zugänglich, sondern müssen vielmehr durch vielfältige Deutung des Sternenlichtes und aus gesetzmäßigen Zusammenhängen zwischen den Größen gewonnen werden. Besondere Bedeutung kommt dabei der spektralen Zerlegung des Sternenlichtes zu. Die Astrophysik hat Zusammenhänge erkannt, die es möglich machen, aus dem Spektrum z. B. die chemische Zusammensetzung, Schwerebeschleunigung an der Oberfläche, Rotation und Magnetfeld eines Sterns zu bestimmen. Weiter besteht die Möglichkeit, aus der Schwerebeschleunigung den Druck zu ermitteln, daraus wiederum die Leuchtkraftklassen und damit die absolute Helligkeit. Mit Hilfe

Zur Zeit der unterrichtlichen Behandlung der Unterrichtseinheit 1.4. (Das Planetensystem) kommen für eine langfristige Beobachtung die scheinbaren Bahnen von Venus, Mars und Saturn in Frage. Dies ist bei der Planung von Jahresarbeiten zu beachten. Im gesamten Zeitraum treten folgende besonderen Stellungen der Planeten auf:

Merkur in größter östlicher Elongation	23. 11. 1971
Saturn in Opposition zur Sonne	26. 11. 1971
Jupiter in Konjunktion zur Sonne	10. 12. 1971
Merkur in unterer Konjunktion	12. 12. 1971

Literatur:

- [1] AHNERT, P.: *Kalender für Sternfreunde* 1971.
[2] *Astronomiceskij Eshegodnik na 1972 god*, Leningrad 1970.

Anschrift des Verfassers:

Dr. KLAUS LINDNER

7024 Leipzig, Grunickestraße 7

der Energieverteilung der Strahlung in den einzelnen Wellenlängenbereichen läßt sich das Strahlungsmaximum feststellen. Bei Kenntnis dieses Maximums ist es dann möglich, die Temperatur in den oberen Schichten der Fixsternphotosphäre abzuleiten.

Mit den Schülern zweier 10. Klassen unternahm ich den Versuch, durch entsprechende Beobachtungsaufgaben festzustellen, inwieweit auch die der Schulastronomie zugänglichen Methoden genügen, um eine hinreichende Genauigkeit im Bestimmen von Spektralklasse und Temperatur zu gewährleisten. Die beteiligten Schüler erhielten als erste Aufgabe, auffallend farbige Sterne zu suchen, sie mit Hilfe der Sternkarte zu identifizieren und in den Protokollvordruck einzutragen. Im zweiten Teil wurden dann die Farben gegebener Sterne bestimmt.

In Tabelle 1 sind die von den Schülern gefundenen auffallend farbigen Sterne mit ihren wahren Spektralklassen und der Färbung (vgl. [2; 78, 134, 135]) zusammengestellt. Die Aufstellung zeigt, daß Schüler durchaus in der Lage sind, Sternfarben zu unterscheiden, und daß dabei auch eine befriedigende Übereinstimmung zwischen Farbe und Spektralklasse erreicht wird.

Tabelle 1:

als bläulich-weiß erkannt	Spektral- klasse	Färbung
Castor	A 1	weiß
Regulus	B 8	weiß
als gelb erkannt		
Capella	G 1	gelb
Prokyon	F 5	weiß-gelb
Polarstern	F 8	weiß-gelb
Pollux	G 9	gelb
Jupiter	—	—
als rötlich erkannt		
Beteigeuze	M 2	rot
Arktur	K 0	gelb-rot
Pollux	G 9	gelb
Leonis	K 0	gelb-rot
Sirius	A 1	(Höhe ca. 10°, farbige Szintillation)

Bei der Behandlung des Stoffkomplexes „Zustandsgrößen“ wurde im Vergleich zu den Glühfarben in der Metallurgie (ESP Klasse 8; Lehrbuch Physik, Ausgabe 1965) der Zusammenhang Temperatur – Farbe – Spektralklasse erarbeitet. Bei dieser groben Abschätzung darf nicht unerwähnt bleiben, daß die Farben ein Ausdruck der Energieverteilung über das gesamte Spektrum sind.

Es ergibt sich je nach der Temperatur des Strahlers ein Strahlungsmaximum in einem bestimmten Wellenbereich. Dieses Maximum verlagert sich bei höherer Temperatur zum kurzwelligen Teil des Spektrums – (WIENsches Verschiebungsgesetz). Nun ist die Spektralfotometrie in der Lage, aus Helligkeitsmessungen im Spektrum eines Sterns die Strahlungskurve aufzunehmen und damit auch das Strahlungsmaximum zu erfassen.¹

Der Schulastronomie zugängliche Beobachtungsmethoden

Es sollen hier Möglichkeiten gezeigt werden, die die Schüler in die Lage versetzen, astrophysikalische Zusammenhänge zu erkennen. Deshalb wird im folgenden auf Spezialgeräte wie Fernrohr, Astrokamera, Spektroskop verzichtet. Damit beschränkt sich die Beobachtung zwar nur auf lichtstarke Objekte, ist aber für jeden Schüler auch als Hausbeobachtung möglich. Es ist zu beachten, daß bei horizontnahen Sternen die „farbige Szintillation“ einsetzt. Sie beruht auf der Dispersionswirkung der Erdatmosphäre im Zusammenhang mit der atmosphärischen Turbulenz. Sterne geringer Höhe können also für die folgenden Beobachtungen nicht herangezogen werden (s. auch Tabelle 1,

in der Sirius von den Schülern den rötlichen Sternen zugeordnet wurde).

a) Beobachtung mit freiem Auge

Man kann bei einigen hellen Sternen leicht erkennen, daß sie unterschiedliche Farben besitzen. Etwa folgende Abstufungen sind festzustellen: rötlich, orange, gelb, gelblich-weiß, weiß, bläulich-weiß. Eine Eingliederung in die Farbwerte ist besonders dann leicht möglich, wenn zwischen zwei Sternen in kurzen Abständen mehrmals verglichen wird. Man ist somit zumindest in der Lage festzustellen, in welcher Farbrichtung sich der Stern von seinem Nachbarn unterscheidet. Zum Beispiel fällt bei Castor und Pollux auf Anhieb kein Farbunterschied auf (Erfahrungswert aus Schülerbeobachtungen). Bei mehrfachem Vergleich stellt man jedoch fest, daß Castor bläulich-weiß und Pollux gelb bis gelb-orange erscheinen. Bei lichtschwachen Objekten erlaubt die Struktur der Netzhaut des Auges keine exakten Farbunterscheidungen mehr. Die Zäpfchen der Netzhaut sind im Gegensatz zu den Stäbchen farbpfeindlich, reagieren aber erst bei größeren Lichtstärken.

Tabelle 2 zeigt eine Gegenüberstellung von festgestellten Farbwerten mit ihrer Spektralklasse und dem nach [2] entsprechendem Farbwert.

Die recht gute Übereinstimmung der Beobachtungen mit den Farbwerten nach [2] läßt erkennen, daß eine Grobabschätzung der Oberflächentemperatur sowie der Spektralklasse möglich ist.

b) Beobachtungen mit farbigen Filtern

Optische Filter absorbieren farbige Anteile des weißen Lichts und lassen nur bestimmte Wellenlängen hindurch. So absorbiert z. B. ein Rotfilter aus einem Kontinuum alle Wellenlängen außer der des langwelligen Rot und Teilen der Nachbarfarben. Betrachtet man einen Stern des Spektraltyps M durch ein Rotfilter, so müßte seine Helligkeit dort größer sein als durch ein Blaufilter, da die Strahlungsdichte im Rot wesentlich größer ist als im Blau.

Bei Beobachtung eines Sterns frühen Spektraltyps ist dagegen der Unterschied zwischen den Helligkeiten im Blau und Rot nicht so stark, da bei höherer Temperatur die Energieabstrahlung im gesamten Spektrum angehoben wird, also auch beträchtliche Rotanteile vorhanden sind. Für die Untersuchung wurde eine Filterleiste hergestellt, die einen schnellen Wechsel der Farben ermöglicht. Als Filtermaterial wurden die im Handel erhältlichen Folien von „Windlichtern“ verwendet.

¹ Vgl. SCHUKOWSKI, M.: Die Zustandsgrößen der Sterne. In: Astronomie in der Schule 3 (1966) 6, 4 (1967) 1, 4 (1967) 2, 4 (1967) 3.

Tabelle 2: Zusammenstellung aus Protokollen

Stern	Sp.-Klasse	Farbe [2]	Pr. 1	Pr. 2	Pr. 3	Pr. 4
Capella	G 1	gelb	+	+	+	+
Aldebaran	K 5	gelb-rot	rötlich	rötlich	rötlich	rötlich
Beteigeuze	M 2	rot	+	+	+	+
Castor	A 1	weiß	+	bl.-w.	bl.-w.	bl.-w.
Pollux	G 9	gelb	+	rötlich	rötlich	rötlich
Dubhe	G 7	gelb	+	+	weiß	rötlich
Alioth	A 1	weiß	bläulich	bl.-w.	bl.-w.	+
Benetnasch	B 3	weiß	bläulich	bläulich	bl.-w.	blau
Polarstern	F 8	weiß-gelb	gelb	gelb	gelb	gelblich
Arktur	K 0	gelb-rot	rötlich	gelb-org.	rötlich	orange
Regulus	B 8	weiß	bl.-w.	bl.-w.	bläulich	blau
8-Leonis	K 0	gelb-rot	+	gelb	gelblich	gelb

(+ Übereinstimmung)

a) Blaufilter

	sichtbar	unsichtbar
Spika	B 2 1 m 00	Beteigeuze
Castor	A 3 1 m 59	M 2 0 m bis 1 m 2
Prokyon	F 5 0 m 37	Aldebaran K 5 0 m 85
Pollux	G 9 1 m 16	
Arktur	K 0 0 m 06	

Mit freiem Auge
(im Gelbbereich)

G 9-Stern Pollux
(1 m 16) heller als A 3-Stern Castor (1 m 59)
M 2-Stern Beteigeuze
(0 m 1 – 1 m 2)
heller als B 2-Stern
Bellatrix (1 m 64)

auf NP 27
(auch die Violettanteile)

Castor etwa gleichhell wie Pollux

Bellatrix etwa gleichhell wie Beteigeuze

Bei etwa gleicher Helligkeit liegt also das Strahlungsmaximum in verschiedenen Wellenlängenbereichen.

b) Vergleich der Helligkeiten mit Rot- und Blaufilter

Rotfilter: Castor A 3 lichtschwächer als Pollux G 9
Blaufilter: Castor A 3 und Pollux G 9 etwa gleiche Helligkeit.

Rotfilter: Spika B 2 lichtschwächer als Prokyon F 5
Blaufilter: Spika und Prokyon etwa gleiche Helligkeit.

Für den Vergleich zweier Sterne ist es günstig, einen Filterstreifen zu verwenden, der beide Augen zugleich bedeckt. Die Verwendung von Rot- und Blaufilter bringt also bei lichtstarken Objekten befriedigende Ergebnisse. Andererseits ist ein Vergleich der Helligkeiten zwischen Gelb- und Blaufilter unreal, da unser Auge seine größte Empfindlichkeit im Gelb hat. Uns wird demzufolge eine größere Strahlungsdichte im Gelb vorgetäuscht. Die Empfindlichkeit des menschlichen Auges ist entwicklungsbedingt, da das Strahlungsmaximum der Sonne im Gelb liegt.

c) Fotografische Aufnahmen

Eine weitere Möglichkeit des Vergleichs besteht darin, fotografische Aufnahmen auszuwerten. Da auch hier mit einfachsten Mitteln gearbeitet werden soll, wurde auf Spezialfotomaterial verzichtet und eine einfache Methode gewählt. Der handelsübliche Film Orwo NP 27 – in einer Kleinbildkamera verwendet – ist superpanchromatisch, d. h. er ist im Gegensatz zum menschlichen Auge auch im kurzwelligen Teil des Spektrums äußerst empfindlich. Als Vergleichsobjekte wurden Sterne der Sternbilder „Zwillinge“ und „Orion“ ausgewählt.

Beide fotografischen Aufnahmen zeigen, daß bei Castor wie auch bei Bellatrix das Strahlungsmaximum im Violett liegen muß. Die hier erzielten Erfolge müßten durch Vorsetzen eines farbigen Filters verstärkt werden können.

Für die Schulastronomie bietet sich auch noch die Möglichkeit, mit einem Okularspektroskop zu beobachten. Hier besitzen die Sterne frühen Typs einen intensiven violetten Spektrumsanteil, während bei späten Spektraltypen der rote Anteil überwiegt.

Bei Einsatz eines Fernrohres lassen sich sämtliche Methoden auch auf lichtschwächere Sterne erweitern. Besonders eindrucksvoll sind dann Beobachtungen enger Doppelsterne unterschiedlicher Spektralklassen wie z. B.

Albireo im Schwan:

hellere Komponente: Sp.-Kl. K 0
gelb-rot

schwächere Komponente: Sp.-Kl. A 0
bläulich-weiß

Hier liefert der zusätzliche Einsatz eines Okularspektroskops für den Schüler eindrucksvolle Unterschiede in den Spektrumsanteilen der beiden Komponenten.

Die hier beschriebenen Methoden kann jeder Astronomielehrer von seinen Schülern anwenden lassen, da die Möglichkeit der Hausbeobachtung besteht.

1. Hausaufgabe

a) Information über Glühfarben und ihre Ursachen (Lehrbuch Physik Klasse 8, Ausgabe 1965)

b) Aufsuchen farbiger Sterne

2. Erarbeitung der Zusammenhänge zwischen Farbe, Temperatur und Spektralklasse [2; 78]
3. Bestimmen von Spektralklasse und Temperatur der gefundenen Sterne nach [2; 134, 135]
4. Nach Klärung des Begriffes der absoluten Helligkeit wird das Wissen über den Zusammenhang zwischen Farbe-Temperatur-Spektralklasse bei der Behandlung des HRD wesentlich zum Verständnis beitragen.

Der erzieherische Wert dieser Beobachtung liegt darin, daß die Schüler erkennen, welcher Methoden sich der Astrophysiker bedient, und wie mit sinnvollen und logischen Verknüpfungen unzugängliche Größen bestimmt werden

HEINZ ALBERT

Unterrichtshilfen Astronomie 10. Klasse – Zum Lehrplan 1971 (Bestellnummer 08 2101)

Nachdem wir bereits seit Jahren in anderen Unterrichtsfächern mit Unterrichtshilfen arbeiten, erscheint nun die obengenannte Ausgabe für das Fach Astronomie als Nachfolgematerial zum neuen Lehrplan zusammen mit dem neuen Lehrbuch.¹

Die Funktion einer Unterrichtshilfe ist in zweifacher Hinsicht zu werten.

Einerseits muß die Unterrichtshilfe direkt praxisbezogen sein, um dem Lehrer die Lösung seiner Hauptaufgabe, die Bildung und Erziehung sozialistischer Persönlichkeiten mit den Mitteln seines Faches, zu erleichtern. Andererseits werden dem Lehrer durch eine Unterrichtshilfe auf direktem Wege unterrichtstheoretische Zusammenhänge vermittelt, die ihm zunächst nicht unbedingt voll bewußt werden müssen, aber in nicht geringem Maße zu seiner Weiterbildung im Prozeß der Arbeit beitragen. Dieser Weg wurde auch bei Ausarbeitung der Unterrichtshilfe Astronomie beschritten. Deshalb beabsichtigen Redaktion und Autoren nicht, die in den Hilfen enthaltenen methodischen Empfehlungen theoretisch zu begründen. Dies wird in einer „Methodik des Astronomieunterrichts“ zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

Aus verständlichen Gründen wurde darauf verzichtet, solche Schwerpunkte der erzieherischen Arbeit herauszuarbeiten, die sich an jeder Schule und in jeder Klasse in spezifischer Weise darstellen. Diese Arbeit muß dem ein-

können. Sie regt zum selbständigen Denken an und gibt ein gutes Beispiel für die Erkennbarkeit der Welt.

Literatur:

- [1] LINDNER, H.: **Physik im Kosmos**. VEB Fachbuchverlag Leipzig 1961.
- [2] Autorenkollektiv: **Astronomie**, Lehrbuch für Klasse 10. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1971.

Anschrift des Verfassers:

GEORG LEISTNER

961 Glauchau, Karl-Marx-Straße 27

zelen Lehrer im Zusammenwirken mit dem Fachlehrerkollektiv der Klasse überlassen bleiben.

In ihrem Aufbau folgt die Unterrichtshilfe genau den im Lehrplan vorgezeichneten Linien. Innerhalb der beiden Stoffeinheiten „Das Planetensystem“ und „Astrophysik und Stellarastrophysik“ sind die Unterrichtseinheiten bis auf die einzelnen Unterrichtsstunden aufgliedert. (Lediglich die einem aktuellen astronautischen Ereignis vorbehaltene Stunde ist logischerweise nicht konzipiert.) Jede Stoffeinheit ist durch *Vorbemerkungen* eingeleitet, in denen die *Zielorientierung* als Motivation für die Tätigkeit des Lehrers bei seiner Planung und unmittelbaren Unterrichtsvorbereitung exakt herausgehoben wird. Dazu gehören Ausführungen zur *Unterrichtsthematik*, zu den *geistigen und praktischen Tätigkeiten der Schüler*, zu ihrer *staatsbürgerlichen und polytechnischen Bildung und Erziehung* und zu der für den Unterrichtserfolg nicht weniger bedeutsamen *Koordinierung mit anderen Fächern*; desgl. zu den *Unterrichtsmitteln*, die den Unterrichtsprozeß in jeder Stunde wirksam beeinflussen können. Deshalb wurden die Unterrichtsmittel bis auf die Einzelstunde aufgliedert, um eine termingerechte Bereitstellung bereits bei der langfristigen Planung umfassend mit einbeziehen zu können.

Diese stichwortartige Aufzählung läßt erkennen, daß das Studium der *Vorbemerkungen* unerlässlich ist, soll die Unterrichtshilfe zu den angestrebten Ergebnissen in der täglichen Ar-

¹ Vgl. LINDNER, KLAUS: **Zum neuen Lehrbuch**. In: „Astronomie in der Schule“ 7 (1970) 5, S. 113.

beit mit den Schülern beitragen. Die langfristige Planung der Stoffeinheit wird durch diese Teile der Unterrichtshilfe wirksam unterstützt, weil darin eine detaillierte Interpretation der Lehrplananforderungen gesehen werden kann. Außerdem sind zu den einzelnen Kapiteln *Literaturhinweise* aufgenommen worden, aus denen der Lehrer über fachwissenschaftliche wie methodische Fragen zusätzlichen Aufschluß erhält. Die den Unterrichtseinheiten vorangestellten Betrachtungen nennen die Schwerpunkte der Bildungsarbeit und zeigen deren Funktion im Gesamtkomplex auf, hinsichtlich *Kenntnisserwerb*, *Überzeugungsbildung* und *Fähigkeitsentwicklung*. Anzumerken ist, daß darin auch Hinweise zur Durchführung von Leistungskontrollen und Beobachtungsaufgaben enthalten sind. Den Vorbetrachtungen zu den Unterrichtseinheiten folgen die *Stundenentwürfe*, von denen jeder eine Dreiteilung aufweist:

- **Stundengliederung** (mit Vorschlägen für zeitliche Relation zwischen den einzelnen Stundenabschnitten),
- **Unterrichtsmittel** (diejenigen enthaltend, die bereits vorliegen; aber auch solche, die in nächster Zeit ausgeliefert werden) und
- **Materialien und Hinweise** (die die Stunde in die Unterrichtseinheit einordnen mit den zu erreichenden Zielen).

Zu der überwiegenden Anzahl der Stundenentwürfe werden Beispiele für die Entwicklung von geeigneten *Tafelbildern* gegeben. Es muß darauf hingewiesen werden: **Die Stundenentwürfe haben den Charakter von Empfehlungen und sind auf Erfahrungen und Schlußfolgerungen der Autoren bei der Arbeit mit dem Lehrplan von 1959 gegründet. Nur die schöpferische Anwendung dieser Empfeh-**

lungen durch den Lehrer wird in seiner konkreten Unterrichts- und Klassensituation den beabsichtigten Erfolg garantieren.

Im Teil 3 der Unterrichtshilfe sind die im Lehrplan ausgewiesenen *obligatorischen Schülerbeobachtungen* sowohl in ihrer Zielstellung als auch in ihrer methodisch-organisatorischen Durchführung besprochen. Dazu finden die Leser einen Vorschlag, wie die Aufgaben in zwei Beobachtungsabenden gelöst und effektiv realisiert werden können. Allerdings mußte davon ausgegangen werden, daß das im Unterrichtsmittelbedarfsplan genannte Beobachtungsinstrument (Fernrohr) vorhanden ist. Schließlich wird im Teil 4 immer wieder vorgetragenen Wünschen der Astronomielehrer entsprochen, indem *Lösungen* für die im Lehrbuch enthaltenen Aufgaben (in Auswahl) gegeben sind. Auch in dieser Hinsicht waren die Verfasser bestrebt, dem Lehrer Möglichkeiten zu effektiverer Nutzung seiner Vorbereitungszeit zu schaffen.

Zweifellos gilt: Über den wirklichen Wert der vorgelegten Hilfe wird erst die unmittelbare Arbeit mit ihr entscheiden. Aber schon heute läßt sich feststellen, daß in diesem Buch eine Fülle von Anregungen enthalten ist, die – bei schöpferischer Anwendung – jedem Lehrer Wege zeigen, seinen Unterricht interessanter, problemreicher und auch nachhaltiger zu gestalten. Autoren und Redaktion sind sich darin einig, daß dieser Band einen Anfang darstellt, der diskutiert werden muß. Wir dürfen gespannt sein, welche Varianten der Unterrichtsgestaltung daraus erwachsen. Eine schöpferische Diskussion in unserer Zeitschrift wünschen sich alle, die an der Unterrichtshilfe mitgewirkt haben.

Im Auftrage der Autoren:

HEINZ ALBERT

963 Crimmitschau, Straße der Jugend 20

AUS FORSCHUNG UND LEHRE

Gemeinsame Kosmosforschung sozialistischer Länder

Im Rahmen des Programms für die Zusammenarbeit sozialistischer Länder bei der Erforschung und Nutzung des erdnahen Raumes wurde im November 1970 die geophysikalische Rakete VERTIKAL 1 gestartet. Sie hatte die Aufgabe, neue Angaben über die Struktur der Sonnenkorona zu sammeln, Messungen in der Ionosphäre durchzuführen und die Meteorsubstanz zu untersuchen.

An der Verwirklichung dieses Programms beteiligten sich auch Wissenschaftler aus der DDR. Sie hatten in VERTIKAL 1 ein Lyman-Alpha-Photometer für die Messung der Intensität der ultravioletten Sonnenstrahlung in der Lyman-Serie (121,56 nm) und deren Absorption in der Erdatmosphäre eingebaut. Diese Strahlung beeinflußt die physikalischen Vorgänge in der oberen Erdatmosphäre und ist eine der Ursachen für die Bildung der unteren Ionosphäre (Gebiet D).

Während des Aufstieges der Rakete konnte mit dem Lyman-Alpha-Photometer nach dem Passieren der dichten Atmosphäreschichten und bei ruhigen Bedingungen auf der Sonne gemessen werden, wie stark diese Strahlung in verschiedenen Höhen über der Erde von der Erdatmosphäre absorbiert wird. Diese „Profil“-aufnahmen der Atmosphäre lassen unmittelbar erkennen, in welchem Höhenbereich der oberen Erdatmosphäre die Absorption erfolgt. Interessant ist der Vergleich dieser Ergebnisse sowohl mit den Absorptionswerten der ultravioletten Sonnenstrahlung des von sowjetischen Wissenschaftlern auf VERTIKAL 1 angebrachten Gebers der Photoelektronen als auch mit den Werten des gleichen Lyman-Alpha-Photometers, das im Sputnik Interkosmos 4 eingebaut ist.

Beim Flug von VERTIKAL 1 wurden viele Parameter der Ionosphäre mit radiophysikalischen und Sonden-

methoden gleichzeitig gemessen. Im Zentralinstitut für solar-terrestrische Physik „HEINRICH HERTZ“ der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin wurde unter der Leitung von J. RUSTENBACH eine Hochfrequenzkapazitätssonde entwickelt. Diese Sonde ist für den Höhenbereich von 100 bis 500 Kilometern bestimmt. Das Gerät registrierte ununterbrochen die Elektronenkonzentration. Die Ergebnisse wurden mit dem telemetrischen System zur Erde übermittelt. Die Arbeitsweise der Sonde war so gestaltet, daß parallel zur Registrierung des Profils der Elektronenkonzentration alle drei Sekunden die absolute Größe dieses Parameters gemessen und das Plasmapotential fixiert wurde. Durch das große Auflösungsvermögen in der Höhe ist das Gerät für die Erforschung der Feinstruktur der Ionosphäre besonders günstig. Außerdem kann mit dem Gerät die Differenz der Potentiale von Ionosphärenplasma und Raketenkörper bestimmt werden. Neben den Messungen mit der Rakete wurde ein umfangreiches Programm von Erdbeobachtungen im Startbereich ausgeführt. Es waren vor allem phasometrische Beobachtungen, von Experten aus der DDR und der UdSSR vorbereitet.

Fachleute aus der DDR beobachteten mit der Bodenstation AMA (Sender, Empfänger und Antennenanlage) die Absorption der Funkwellen im Startgebiet. Diese Station war im Zentralinstitut für solar-terrestrische Physik „HEINRICH HERTZ“ bei der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin unter der Leitung von H. KOBER entwickelt und hergestellt worden. Die Station ist ein kurzweiliges Impulsschloß für die Messung und die Registrierung der scheinbaren Reflexionshöhe und der Impulsamplitude der von der Ionosphäre reflektierten Signale. Durch die Messung dieser beiden Größen kann die Absorption der Kurzwellen in der Ionosphäre bestimmt werden. Damit die Messungen an Nutzeffekt gewinnen, ist die Anlage für die gleichzeitige Arbeit in mehreren Frequenzen ausgeführt: 1, 1,5 und 2 MHz. Dadurch wird eine Spektralcharakteristik der Absorption gewonnen. Die Messungen wurden für jede einzelne Meßfrequenz in einem eigenen Registrierkanal festgehalten. In jedem Kanal wurden die Daten auch auf einem Lochstreifen registriert. Auf diese Weise können sie einer EDV-Anlage eingegeben werden, was die Bearbeitung erheblich erleichtert. Durch den Vergleich der Ergebnisse aus den Messungen der Elektronenkonzentration vom Boden aus und aus den direkten Raketenexperimenten läßt sich die Häufigkeit des Zusammenpralls zwischen den Elektronen und den neutralen Teilchen der oberen Atmosphäre mit Sicherheit bestimmen. Dieser Parameter ist für die Berechnung der Funkwellenausbreitung sehr wichtig.

Selbstverständlich reichte die Dauer des Experiments keineswegs aus, um aus den Unterlagen allgemeine Schlüsse auf die Dynamik der Ionosphärenvorgänge ziehen zu können. Doch die Anordnung der gemeinsamen Größen in der Höhe und deren Vergleich mit den Ergebnissen anderer Raketenmessungen, die zu anderen Tages- oder Jahreszeiten sowie bei anderer Sonnenaktivität ausgeführt wurden, sind in der Erforschung der Erdionosphäre und der solar-terrestrischen Beziehungen ein wichtiges Element. Der Vergleich der Forschungsergebnisse von VERTIKAL 1 und INTERKOSMOS 4, die zeitlich zusammenfielen, ist ebenfalls interessant. Wichtig war die Erprobung einiger Meßmethoden. Die Möglichkeit, jene Methoden auszuwählen, die sich für die Sicherheit der Ergebnisse, die Einfachheit der Bearbeitung usw. als optimal erwiesen haben, ist eine notwendige Vorbereitungsschritte für die folgenden Experimente, die im Programm für die Zusammenarbeit geplant sind.

(„Westnik Akademii Nauk SSSR“ Nr. 3-1971)

● Die Kommission „Unterricht in Astronomie“ (Teaching of Astronomy) der Internationalen Astronomischen Union (IAU)

Vor etwa sechs Jahren wurde innerhalb der IAU eine Kommission konstituiert (Kommission 46), deren Aufgabe es sein soll, sich kritisch, beratend und helfend mit dem Astronomieunterricht in den rund 40 Mitgliedsländern der Union auseinanderzusetzen. 1967 legte die Kommission in Prag fest, daß – im

Gegensatz zu den übrigen IAU-Kommissionen – die Kommissionsmitglieder verantwortliche Ländervertreter sind und daß jedes Land einen solchen Vertreter benennen sollte. Für die DDR-Astronomie ist der Unterzeichnete verantwortliches Kommissionsmitglied. Ferner wurde hervorgehoben, daß grundsätzlich Astronomie an den Oberschulen unbedingt unterrichtet werden müsse und daß die Fachastronomie aktiv tätig sein müssen, um die Voraussetzungen für die generelle Einführung des Astronomieunterrichts zu schaffen, oder um ihn in den Ländern, in denen er bereits existiert, zu fördern und zu unterstützen. Als besonders wichtig wurden in diesem Zusammenhang Weiterbildungslehrgänge für Astronomielehrer genannt, die in der DDR ja schon seit langem mit sehr schönem Erfolg durchgeführt werden. Schließlich wurde noch festgelegt, daß der Aufgabenbereich der Kommission nicht nur alle Schul- und Hochschulausbildungsstufen umfaßt, sondern daß darüber hinaus auch noch die Erwachsenenbildung – also die Popularisierung in Wort und Schrift – einbezogen werden muß. Bis zum nächsten Kongreß (1970) sollte ein Verzeichnis der Hilfsmittel für den Astronomieunterricht auf internationaler Basis zusammengestellt werden (Bücher, Filme, Diaserien, Beobachtungs- und Auswertgeräte u. a.), sowie Informationsmaterial über den Stand des Astronomieunterrichts, der Ausbildung der Astronomielehrer (auch an den Universitäten) usw., um nur das Wichtigste zu nennen. Zum Präsidenten der Kommission wurde Frau Professor Dr. E. A. MÜLLER (Genf), zum Vizepräsidenten Dr. J. KLECZEK (Observatorium Andrejov, CSSR) gewählt.

Die Liste der Kommissionsmitglieder enthält nur drei Namen: DINULESCU (VR Rumänien), LAMBRECHT (DDR), RODGERS (Australien). Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß die Nationalkomitees vieler Länder ihre Vertreter in der Kommission 46 erst nach dem Kongreß benannt haben und daß im Organisationskomitee folgende Länder vertreten waren: UdSSR, USA, Frankreich, Niederlande.

Während des Kongresses in Brighton (1970) fanden vier Sitzungen der Kommission statt, in denen folgende Fragen ausführlich diskutiert wurden: Bericht der Kommission über die Arbeit im Zeitraum 1967 bis 1970 und Berichte der Ländervertreter über die Entwicklung des Astronomieunterrichts, Vorlage der Liste der Hilfsmittel für den Astronomieunterricht (Astronomy Educational Material, „AEM“), Diskussion darüber, Astronomieunterricht und -ausbildung an Secondary and Tertiary Schools, an Grund- und Oberschulen und an den Universitäten („Undergraduate“ und Ausbildung von Astronomen).

Abschließend seien die wesentlichen in Brighton erarbeiteten Ergebnisse zusammengestellt, soweit sie sich auf die Schulastronomie beziehen und über das hinausgehen, was bereits in Prag besprochen oder beschlossen wurde. In sehr gründlichen Diskussionen über die Stellung und Einordnung des Astronomieunterrichts kam als Auffassung der Mehrheit der Ländervertreter heraus, daß unbedingt angestrebt werden sollte, Astronomie an den Secondary Schools (Oberschulen) entweder als selbstständiges Fach zu unterrichten, oder aber, falls diese wünschenswerteste Lösung nicht möglich ist, im Rahmen des Physikunterrichts, wobei aber unbedingt garantiert sein muß, daß dieses Fachgebiet nicht nebenbei abgetan wird, sondern einen seiner Bedeutung entsprechenden Raum im Lehrplan einnimmt und daß ferner die Physiklehrer die notwendigen astronomischen Vorkenntnisse besitzen, die nicht aus Lehrbüchern angeeignet werden können! An den Lehrerausbildungseinrichtungen (Universitäten, Pädagogischen Hochschulen) sollte grundsätzlich eine Einführung in die Astronomie als obligatorische Lehrveranstaltung für die zukünftigen Astronomielehrer gehalten werden. Außerdem sollten unter Anleitung von Fachastronomen und mit ihrer Beteiligung in regelmäßigen Abständen Weiterbildungslehrgänge stattfinden. Ausführlich wurde auch über die Methodik des Unterrichts auf allen Ausbildungsebenen gesprochen. Prinzipiell ist festgestellt worden, daß es – für uns selbstverständlich – nicht um Wissensvermittlung geht, sondern um gemeinsame Erarbeitung von Wissenschaftserkenntnissen, die natürlich an den Universitäten in anderen Formen als an den Oberschulen erfolgen wird. Die praktische Arbeit (Beobach-

tung, einfache Rechnungen, Reduktionen von Beobachtungen u. a.) muß organischer Bestandteil des Unterrichts sein. Die Kommission hat den Auftrag übernommen, die Liste der Unterrichtshilfsmittel im Zeitraum 1970 bis 1973 zu ergänzen und zu vervollständigen. Der Unterzeichnete bittet, sich in allen Fragen und Problemen der Arbeit der Kommission 46 mit ihm in Verbindung zu setzen.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. rer. nat. habil. HERMANN LAMBRECHT
63 Jena, Schillergäßchen 2
Universitätssternwarte

● Der gegenwärtige Stand des Astronomieunterrichts in der CSSR

In der CSSR ist der Lehrstoff für Astronomie in der vierjährigen allgemeinbildenden Mittelschule (Gymnasium), die auf der neunklassigen Grundschule aufbaut, dem Physikunterricht zugeordnet. Im Rahmen der Physik wird derzeit die Astronomie im 1. und im 4. Jahr der allgemeinbildenden Mittelschule (Gymnasium) mit 28 Unterrichtsstunden erteilt. Der Lehrplan für Physik, genehmigt gemäß dem Erlaß des Schulministeriums vom 28. April 1969, enthält folgenden Lehrstoff aus der Astronomie:

Physik, 1. Lehrgang

(Astronomie, 10 Unterrichtsstunden)
Markante Sterne und Sternbilder. Orientierung am Himmel. Die astronomischen Koordinatensysteme des Horizonts und des Äquators. Die scheinbare jährliche Bewegung der Sonne auf der Ekliptik, ihr Zusammenhang mit dem Umlauf der Erde um die Sonne. Entwicklung der Anschauungen über das Sonnensystem. Die Zeit und ihre Messung, Stundenwinkel der Sterne, die Sternzeit, wahre und mittlere Sonnenzeit, Ortszeit und Zonenzeit. Kalenderrechnung.

Physik, 4. Lehrgang

(Astrophysik, im ganzen 18 Unterrichtsstunden)
Astrophysikalische Methoden in der Astronomie (2 Stunden)

Physik des Sonnensystems (12 Stunden)
Das Modell des Sonnensystems. — Die Sonne, ihre physikalische Beschaffenheit; die Sonnenatmosphäre, beobachtbare Erscheinungen auf der Sonne, periodische Sonnenaktivität. Die Sonne als Energiequelle. Die Bedeutung der Sonnenphysik für die Astrophysik. — Die Erde als Planet. Gestalt und Ausmaße der Erde, Bewegungen der Erde: Erdatmosphäre, ihre Zusammensetzung, Schichtung und Temperatur. Geomagnetische Felder, ihre Veränderungen. Die Abhängigkeit der geophysikalischen Erscheinungen von der Sonnenaktivität, Polarlichter. Die kosmische Strahlung. Das Gravitationsfeld der Erde: künstliche Satelliten, ihre Bedeutung für die geophysikalische Forschung. — Der Mond, seine Bewegungen, Phasen, Voraussetzungen für Mond- und Sonnenfinsternisse. Die Mondoberfläche. Die Komplexforschung des Mondes. — Die Planeten und ihre Satelliten. Physikalische Bedingungen auf den Planetenoberflächen. Künstliche Satelliten, Bedeutung für die astrophysikalische Forschung, Perspektiven der Astronautik.

Sterne und Sternsysteme (4 Stunden)

Die Helligkeit der Sterne, Farbe und Temperatur der Sterne. Doppelsterne, Veränderliche Sterne, Novae, Sternhaufen. Die Milchstraße. Die Stellung der Sonne in der Galaxis. Andere Sternsysteme. Die gegenwärtigen wissenschaftlichen Ansichten über die Entstehung und Entwicklung der Sterne und Sternsysteme. Außer an den allgemeinbildenden Mittelschulen, die ihre Schüler auf das Hochschulstudium vorbereiten, werden in beschränktem Umfang die Grundlagen der Astronomie auch an den mittleren Gewerbeschulen gelehrt. Nicht befriedigend ist die Situation an den neunjährigen Grundschulen, wo im Physikunterricht lediglich über einige Erscheinungen (wie z. B. Mondphasen, Sonnen- und Mondfinsternisse) unterrichtet wird; eine systematische Darlegung der Grundlagen in der Astronomie fehlt hier. Auf diese Tatsache wurde auch auf der 1. gesamtstaatlichen Konferenz über den Astronomieunterricht verwiesen, die im Jahre 1965 an der Pädagogischen Fakultät in Pilsen stattgefunden hat. Zu den Erfolgen der letzten Jahre kann man die Eingliederung der Astronomie als ein selbstständiges Fach in den Studienplan der Pädago-

gischen Fakultäten (2 Stunden pro Woche im 7. Semester) zählen. Diese Fakultäten bilden Lehrer für die neunjährige Grundschule aus. Wir sind überzeugt, daß es in den nächsten Jahren möglich sein wird, einen kurz gefaßten Kurs der Astronomie auch in der Physiklehrstoff der Grundschule aufzunehmen. Eine wichtige Frage ist die Modernisierung des Inhalts, der Methoden und der Unterrichtsmittel für Physik, die in die staatlichen Forschungsaufgaben der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften unter der Bezeichnung „Neue Konzeptionen über den Mathematik- und Physikunterricht“ mit aufgenommen worden ist. An der Lösung dieser Aufgabe beteiligten sich die wissenschaftlichen Arbeitsstätten und Lehrstühle der Hochschulen. Wir können feststellen, daß der Astronomieunterricht als ein integrierter Bestandteil des Physiklehrestoffes gesichert ist und seinen Platz im System des Mittelschulstudiums hat (auf die Astronomie entfallen 10 % der Unterrichtsstunden für Physik sowie der Seitenzahl in den Physiklehrbüchern). Fachartikel für die Weiterbildung der Lehrer und Professoren für Physik (d. h. der Lehrer an den Mittelschulen — d. Übersetzer) veröffentlichten die Zeitschriften „Mathematika a fyzika ve škole“ (Mathematik und Physik in der Schule), „Pokroky matematiky, fyziky a astronomie“ (Fortschritt der Mathematik, Physik und Astronomie) und „Kosmické rozhledy“ (Kosmische Rundschau) — diese Zeitschrift ist nur für die Mitglieder der Tschechoslowakischen Astronomischen Gesellschaft bestimmt.

Zur regelmäßigen Auswertung des Standes und der Perspektiven im Astronomieunterricht finden alle drei Jahre gesamtstaatliche Konferenzen statt (Pilsen, 1965; Olomouc, 1968). Ferner entwickelt sich erfolgreich die Zusammenarbeit mit den wissenschaftlichen Mitarbeitern im Fachgebiet der Theorie des Astronomieunterrichts und der Astronomielehrer in der UdSSR, der DDR und der VR Polen wie auch der Kommission Nr. 46 „Teaching of Astronomy“ (Lehrfähigkeit auf dem Gebiete der Astronomie) bei der Internationalen Astronomischen Union. Für die weiteren Jahre ist es wünschenswert, daß sich die Zusammenarbeit erfolgreich entwickelt und daß eine Arbeitskonferenz der Astronomielehrer aus den sozialistischen Staaten verwirklicht werden möge.

RNDR. JAROMIR SÍROCKÝ
Olomouc, Leninova 26
CSSR
Übersetzung:
ARNOLD ZENKERT
15 Potsdam, Seestraße 17

REZENSIONEN

WEIGERT/ZIMMERMANN: Brockhaus ABC Astronomie, dritte von **Dr. HELMUT ZIMMERMANN**, Universitätssternwarte Jena, überarbeitete Auflage; VEB F. A. Brockhaus-Verlag Leipzig 1971, 453 Seiten, mit zahlreichen Abbildungen und Tabellen; 12,70 M.
In bewährter Zusammenfassung und vorzüglicher Definitionsvorgabe verkörpert das „ABC“ für jeden Astronomielehrer und himmelskundlich Interessierten das Nachschlagewerk. Unübertroffen werden nach neuesten Erkenntnissen eine Vielzahl von Problemen der Astronomie und ihrer Nachbarwissenschaften behandelt; angefangen von der Geschichte der Astronomie und ihren namhaftesten Forschern über Astronomie, Himmelsmechanik, Astrophysik bis zur Kosmogonie und Kosmologie gibt es keinen speziellen Forschungszweig, den dieses Werk nicht enthält, wobei auch der Weltraumfahrt und der Instrumentenkunde gebührende Aufmerksamkeit gezollt wurde.

Der schlichte Vermerk „überarbeitete Auflage“ verdiente, in größeren Lettern der Neuauflage vorangestellt zu werden, deren Preis im übrigen unverändert blieb. In bewährter Güte hat es Dr. ZIMMERMANN verstanden, in den vergangenen zehn Jahren gewonnene Forschungsergebnisse zu sichten und in die vorhandenen Stichwörter einzuarbeiten. Dem aufmerksamen Benutzer werden in dieser Hinsicht zahlreiche veränderte Entfernungs- und Größenangaben nicht entgehen; sie wurden auf

den neusten Stand gebracht. Neu aufgenommen wurden Stichwörter wie Neutrinoastronomie, Pulsare, quasistellare Radioquellen, die den modernsten Forschungsaufgaben Rechnung tragen. Sicherlich werden von jedem Leser die Textabbildungen (z. B. Bewegung der Hyaden, Magnetosphäre der Erde), begrüßt, wenn sich auch die Astronomielehrer in dieser Hinsicht noch mehr Illustrationen gewünscht hätten. Nicht ganz befriedigend kann die drucktechnische Wiedergabe flächenhafter Originalabbildungen innerhalb des Textfelds, was wohl auf die Papierqualität zurückzuführen ist. Die fünf Sternkarten, die keinen Sternatlas ersetzen können und wollen, hätten wie bei den früheren Ausgaben, dem Werk in einer eingebundenen Stecktasche beigelegt werden sollen. Es bleibt die Frage, ob die Besitzer früherer Ausgaben sich die „überarbeitete dritte Auflage“ zulegen sollen. Die Antwort kann nur positiv sein; denn welcher nach aktuellsten wissenschaftlichen Erkenntnissen strebende Astronomielehrer und Sternfreund kann darauf verzichten, in so umfassender und prägnanter Form mit dem modernsten Stand der astronomischen Forschung konfrontiert zu werden. Mit der jetzt vorliegenden Auflage in Höhe von 90 000 Stück wird eine seit langem spürbare Lücke im naturwissenschaftlichen Buchangebot geschlossen.

RÜDIGER KOLLAR

B. LEWIN/L. RADLOWA: **Sonne, Mond und alle Sterne**, Kinderbuchverlag Berlin, 1. Auflage 1970, 4,80 M

Im Kinderbuchverlag Berlin erschien diese Übersetzung aus dem Russischen in ansprechender Aufmachung. Der Verlag nimmt sich damit erneut des

von manchen anderen Verlagen vernachlässigten Gebietes der Astronomie an. Auf 32 Seiten werden Kinder von acht Jahren an in verständlicher Weise mit einigen astronomischen Erscheinungen und Tatsachen vertraut gemacht: Was sind Sternbilder? Wie findet man den Polarstern? Weshalb gibt es Tag und Nacht? Wie kommt es zu Sommer und Winter? Welche Himmelskörper sind Planeten? Was ist größer, die Sonne oder der Mond? Warum hat der Mond am Himmel unterschiedliche Gestalt? – Das sind einige der wichtigen, gut gewählten Fragen, die auf jeweils zwei Seiten beantwortet werden. Kurze, prägnante Texte, kindertümlich gestaltete Sachbilder und kräftige Farben lassen das Buch zu einer Freude für die Kinder werden.

Eine Leseprobe soll die Sprache des Buches deutlich machen. Unter der Überschrift „Warum scheint die Sonne heller als andere Sterne?“ heißt es: „Leuchtet die Sonne viele Millionen Mal heller als die anderen Sterne? Eine Kerze, die neben uns auf dem Tisch steht, scheint stärkeres Licht auszusenden als die Scheinwerfer eines Kraftfahrzeuges, das weit entfernt ist. Ob ein Körper viel oder wenig Licht abstrahlt, kann man also nur beurteilen, wenn man die Entfernung zur Lichtquelle berücksichtigt. Die Sonne und auch die Sterne sind riesige glühende Kugeln. Doch weil die Sterne millionenfach weiter von uns entfernt sind als die Sonne, erscheinen sie uns am dunklen Himmel nur als kleine Punkte.“ Es spricht für das Buch, daß die 1. Auflage in kurzer Zeit vergriffen war. Die 2. Auflage ist in Vorbereitung. Alles in allem: Ein nützliches Buch, dem man viele Geschwister für die verschiedenen Altersstufen wünscht.

Dr. MANFRED SCHUKOWSKI

ZEITSCHRIFTENSCHAU

KALENDER FÜR STERNFREUNDE 1971. Im Bericht- und Aufsatzteil sind enthalten: Neue astronomische Arbeiten und Entdeckungen: 1. Die Sonnenaktivität 1969/70 (S. 130/131). – 2. Das Ende von Echo 2 (S. 131). – 3. Das Oberflächenrelief des Mars (S. 131/132). – 4. Die Temperatur der Marsoberfläche (S. 132/134). – 5. Neuberechnung der Neptunmasse (S. 134/135). – 6. Die Bahn des Neptun und die Masse des Pluto (S. 135/137). – 7. Die Kometen der Jahre 1968 und 1969 (S. 137/139). – 8. Die Lebensdauer der Kometen (S. 139/140). – 9. Planetensystem um Barnards Stern (S. 140/141). – 10. Neue Bahn- und Massenbestimmung von Eta Cassiopeiae (S. 141/142). – 11. Erhöhte Genauigkeit trigonometrischer Parallaxen (S. 143). – 12. Neue Untersuchungen am Crab-Nebel (M 1) (S. 144/145). – 13. Magnetfelder in der Milchstraße (S. 145/146). – 14. Bestimmung der Rotation des Großen Andromedanebels (M 31) (S. 146/147). – 15. Rotation und Masse von drei Galaxien (S. 147/148). – 16. Über die extrem großen Rotverschiebungen der Quasars (S. 148/150). – Die Mondfinsternisse von 1971 bis 2006 (S. 151/154). – Die Oberflächenformen des Mondes (S. 155/160). – Die neuen Aufnahmen der Marsoberfläche (S. 161/165). – Beobachtungen des Uranus vor seiner Entdeckung 1781 durch W. HERSCHEL (S. 166/167). – Eigenbewegungen von Fixsternen (S. 168/172). – Die Magellanschen Wolken (S. 173/177). – Babylonische Astronomie (S. 178/188).

VERÖFFENTLICHUNGEN DER ARCHENHOLD-STERNWARTEN BERLIN-TREPTOW. DIETER B. HERMANN/DIETRICH WATTENBERG: **Die Geschichte der Astronomie als Aufgabe der Forschung und Popularisierung**, Sonderdruck Nr. 18 (1970), 12 Seiten. Am 1. Januar 1970 wurde in der Archenhold-Sternwarte mit dem Aufbau einer historischen Abteilung begonnen, deren Aufgabe es sein soll, die zahlreichen astronomiegeschichtlichen Exponate in den Sammlungen des Instituts neu zu ordnen und zu ergänzen, um sie dann nach modernen Gesichtspunkten der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Daneben sollen in vermehrter Weise Forschungsaufgaben zur Geschichte der Astronomie gelöst werden, die auch bisher schon im Vordergrund der publizistischen Tätig-

keit der Sternwarte gestanden haben. In der vorliegenden Abhandlung werden diese Arbeiten in großen Zügen etwas näher skizziert.

WISSENSCHAFT UND FORTSCHRITT. BORIS JU. LEVIN: **Wie entstand unser Planetensystem?** 20 (1970) 10, 456–459 und 12, 556–559. Autor beschäftigt sich mit der Frage, aus welchem Stoff das Planetensystem entstanden ist. Ausgehend von der Feststellung, daß es aus einer Gas-Staub-Wolke hervorging, die einmal die Sonne umgab, untersucht er vier Probleme: die Herkunft der protoplanetarischen Wolke, die Kondensation des Stoffes in der Wolke und die Bildung des Eisens; die Entstehung der Riesenplaneten; die Differenzierung des Mondes. – H. D. NAUMANN: **Sozialistische Forschungskooperation im Weltraum**. 20 (1970) 11, 528. (Nach Max Waldmeier.) – **Der Planet Merkur**. 20 (1970) 12, 576. **ENDEAVOUR**. S. TOLANSKY: **Glaskügelchen im Mondstaub**. Bd. XXIX, Nr. 108, S. 135–139. Autor berichtet über seine Untersuchungen an Staubproben mit einem speziell für diesen Zweck entwickelten Interferenzverfahren. Ziel: Deutung der Existenz sowie der großen Zahl der Kügelchen werden einige Hypothesen erörtert.

FYZIKA VE SKOLE (CSSR). B. HAVELKA: **Bedeutung der Physik und der Optik in der Astronomie**. 8 (1969/70) 4, 193–203. – M. CHYTILOVA: **Entwicklung und Perspektiven des Astronomieunterrichts an den tschechischen allgemeinbildenden Oberschulen**. 8 (1969/70) 7, 431–439. – J. SÍROKY: **Planetentestverfahren**. 8 (1969/70) 8, 477–479. – J. SÍROKY: **Astronomie in der Tschechoslowakei von 1945 bis 1970**. 8 (1969/70) 9, 515–517.

MATHEMATIKA A FYZIKA VE SKOLE (CSSR). JOSEF SADIL: **Kurze Geschichte der Eroberung des Mondes**. 1 (1970/71) 2, 69–80. – DUSAN VAJDA: **Zum Verständnis der weltanschaulichen Erziehung im naturwissenschaftlichen Unterricht**. 1 (1970/71) 2, 90–94. **NEUES DEUTSCHLAND.** DIETER HANNES: **„Indizienbeweise“ vom Erdtrabanten**. 10, 10, 1970, S. 11. Theorien über die Entstehung und Herkunft der Tektonik unter Beachtung einer von J. CLARNSEN (Pulsnitz) aufgestellten Hypothese. – BERNHARD HOL-

LAX u. a.: **Kosmonautische Probleme der Wiederanpassung**, 1. 11. 1970, S. 4. Bericht über die wissenschaftliche Auswertung des Fluges von Sojus 9 auf dem XXI. Internationalen Astronautischen Kongress (Konstanz, Oktober 1970).

HORIZONT, HORST HOFFMANN: **Kosmisches Konzil**, 3 (1970) 47, S. 23. Bericht über den XXI. Internationalen Astronautischen Kongress.

DEUTSCHE LEHRERZEITUNG, L. LEBEDEW/ST. NIKITIN: **Die Erforschung des Weltraumes mit automatischen Stationen**, 17 (1970) 41, S. 7. Ergebnisse der bisherigen aktiven Erforschung der Venus (Venus 5 und 6).

PÄDAGOGIK, HORST WEISS: **Die Funktion der Unterrichtsmittel in der sozialistischen Schule**, 25 (1970) 9, 837-848. - HORST WEISS: **Unterrichtsmittel und Verwirklichung des neuen Lehrplanwerkes**, 25 (1970) 12, 1148-1155.

POLYTECHNISCHE BILDUNG UND ERZIEHUNG, LOTHAR BEYER/HERWIG KRAHMER: **Rationelle Unterrichtsgestaltung durch den Einsatz eines Tageslicht-Schreibprojektors**, 12 (1970) 10, 402-403. - HEINZ-DIETRICH ZEUMER: **Mit dem Polylox vielseitig arbeiten**, 12 (1970) 10, 404.

DIE FACHSCHULE, KLAUS KROLL: **Aspekte einer didaktisch-methodisch funktionsgerechten Gestaltung von visuellen Lehr- und Lernmitteln**, 18 (1970) 1, 17-19. Zur Gestaltung und zum Einsatz von Projektionsfolien und Diapositiven.

PHYSIK IN DER SCHULE, G. POPPEL: **Experimente mit dem Schreibprojektor**, 8 (1970) 10, 445-454. - HERBERT HÖRZ: **FRIEDRICH ENGELS und die Dialektik der Natur**, 8 (1970) 11, 465-472. - MILAN BEDNARIK: **Zum gegenwärtigen Stand des Physikunterrichts in der CSSR**, 8 (1970) 11, 487-493. Für den Astronomielehrer von Interesse, weil astronomische Lehrstoffe in der CSSR noch im Rahmen des Physikunterrichts gelehrt werden. - HARRY KUHN: **Möglichkeiten zur Verbesserung der Anschaulichkeit im Physikunterricht durch Projektion von Folien**, 8 (1970) 11, 502-509. - GEORG SCHOLLMMEYER/OTTO SCHRÖTER: **Demonstrationsmöglichkeiten für Linienspektren**, 8 (1970) 12, 558-562.

CHEMIE IN DER SCHULE, CHRISTIAN BRENNKE: **Herstellung von Projektionsfolien für den Polylox**, 17 (1970) 10, 463-465. - ULRICH VON ROZYCKI:

Entwicklung geistiger Fähigkeiten bei der Aufnahme, Speicherung und Verarbeitung von Informationen, 17 (1970) 11, 494-499. Dieser auf den Chemieunterricht bezogene Aufsatz kann auch dem Astronomielehrer für die Arbeit mit dem Astronomielehrbuch und astronomiebezogener Zusatzliteratur im Hinblick auf die Entwicklung geistiger Fähigkeiten wertvolle Anregungen geben.

ZEITSCHRIFT FÜR DEN ERDKUNDEUNTERRICHT, OTTOKAR LEHMANN: **Methodische Fragen zum Einsatz von Projektionsfolien im Geographieunterricht**, 22 (1970) 10, 373-382. Die grundlegenden Ausführungen in diesem Artikel können auch vom Astronomielehrer mit Nutzen verarbeitet werden. - HELMUT NEUMEISTER/EGINHARD PETERS: **Die Anwendung der Ergebnisse der Weltraumforschung in der Meteorologie**, 22 (1970) 12, 441-445. In demselben Heft ist eine Serie von 13 Abbildungen „Aufnahmen von Wetterstationen“ enthalten. Abgeschlossen: 10. 1. 1971.

Dr. MANFRED SCHUKOWSKI

Achtung

Wir bitten unsere Bezahler im Ausland, das Abonnement umgehend zu erneuern, damit eine pünktliche Weiterlieferung unserer Zeitschrift gewährleistet wird.

Redaktion

Внимание!

Просим наших подписчиков за границей срочно возобновить подписку, чтобы обеспечить бесперебойную доставку нашего журнала.

Редакция

Attention please!

We ask our subscribers abroad to renew their subscription immediately to guarantee a punctual delivery of our monthly also in future.

Redaction

Attention!

Nous prions bien nos abonnés à l'étranger, de renouveler immédiatement l'abonnement, afin que la continuation ponctuelle de la livraison de notre revue soit garantie.

La rédaction

Astronomisch-chronologische Tafeln für Sonne, Mond und Planeten

Von Dr. PAUL AHNERT, Sternwarte Sonneberg/Thür.

5. Auflage

1971. 48, XL III Seiten mit 7 Abbildungen, 43 Tafeln und 1 Zellophandeckblatt
Kartonierte 10,20 M

Mit Hilfe der „Astronomisch-chronologischen Tafeln“ ist es möglich, die Örter der Sonne und des Mondes sowie die Stellungen der großen Planeten für einige Jahrtausende durch sehr einfache Rechnungen zu bestimmen. Man kann ferner Sonnen- und Mondfinsternisse sowie Planetenkonjunktionen berechnen, die in vielen Fällen zur exakten Feststellung historischer Daten dienen. Die Berücksichtigung der säkularen Änderungen der Bahnelemente gewährleistet die Zuverlässigkeit der Tafeln auch für eine weit zurückliegende Zeit. Durch ausführliche Erläuterungen und eine übersichtliche Gliederung ist die erfolgreiche Benutzung des Buches auch dem Liebhaber der Astronomie und dem nicht astronomisch vorgebildeten Historiker möglich.

Bestellungen an den Buchhandel erbeten

J O H A N N A M B R O S I U S B A R T H L E I P Z I G

WIR BEOBACHTEN MIT DEM SCHULFERNROHR

In diesem Jahre finden drei Bedeckungen der Plejaden durch den Mond statt. Die erste Bedeckung am 14. August liegt vor Erscheinen dieses Hefes, während die beiden anderen Bedeckungen am 4. November und am 29. Dezember nach der folgenden Anleitung beobachtet werden können. Vor allem für astronomische Schülerarbeitsgemeinschaften ist die Beobachtung dieser Bedeckungen eine reizvolle Aufgabe, da das Verschwinden bzw. Wiederauftauchen der verhältnismäßig hellen Plejadensterne in rascher Aufeinanderfolge vor sich geht.

Vorbereitung der Beobachtung

Wir stellen uns nach den Angaben im „Kalender für Sternfreunde 1971“ für jeden der beiden Tage eine Tabelle zusammen:

4. November 1971

Stern	Helligk.	Eintritt MEZ	Pos.- Winkel
ZC 537 (17 Tau)	3 m 8	05 h 35 min	83°
ZC 541 (20 Tau)	4 m 0	06 h 14 min	26°
ZC 545 (23 Tau)	4 m 2	06 h 16 min	128°

Positionswinkel der Mondachse 346°

Die Bedeckung beginnt 31h15min nach Vollmond, das Verschwinden der Sterne erfolgt also am beleuchteten Mondrand.

29. Dezember 1971

Stern	Helligk.	Eintritt MEZ	Pos.- Winkel
ZC 537 (17 Tau)	3 m 8	01 h 44 min	99°
ZC 536 (16 Tau)	5 m 4	01 h 45 min	61°
ZC 541 (20 Tau)	4 m 0	02 h 15 min	48°
ZC 545 (23 Tau)	4 m 2	02 h 40 min	169°
ZC 552 (η Tau)	3 m 0	02 h 51 min	113°
ZC 561 (28 Tau)	5 m 2	03 h 31 min	113°
ZC 560 (27 Tau) m)	3 m 8	03 h 36 min	135°

Stern	Helligk.	Austritt MEZ	Pos.- Winkel
ZC 552 (η Tau)	3 m 0	03 h 40 min	238°

Positionswinkel der Mondachse 346°

Die Bedeckung beginnt 6h35min vor Vollmond, das Verschwinden der Sterne erfolgt also am unbeleuchteten Mondrand.

In den Tabellen sind die Zeiten und Positionswinkel für die geographischen Koordinaten von Potsdam ($\lambda = 13.1^\circ$, $\varphi = 52.4^\circ$) angegeben. Mit Hilfe der nach der Spalte „Pos.“ im Kalender für Sternfreunde (Seiten 76–81) angegebenen Koeffizienten a und b können nach der im gleichen Buch auf den Seiten 22 und 23 gegebenen Anleitung die Kontaktzeiten für jeden beliebigen Ort errechnet werden.

In unseren Tabellen bedeutet in der Spalte „Stern“ die Bezeichnung ZC *zodiacal catalog*, in dem für die Beobachtung von Sternbedeckungen durch den Mond ausgewählte Sterne (Äquinoktium 1950.0) enthalten sind. In den Klammern finden wir daneben die gebräuchliche Bezeichnung der Sterne.

Die Werte in der Spalte „Positionswinkel“ geben uns an, an welcher Stelle des Mondrandes der jeweilige Stern verschwindet bzw. wieder auftaucht. Berücksichtigen wir dann noch den jeweiligen Positionswinkel der Mondachse, so können wir schon vorher hinreichend genau die Stelle des Mondrandes bestimmen, an der Eintritt oder Austritt stattfinden.

Es empfiehlt sich, daß die Schüler vor der Beobachtung Skizzen über den Verlauf der Bedeckung anfertigen. Dazu gibt die Mondkarte im neuen Lehrbuch Astronomie für die Klasse 10 auf Seite 34 eine gute Grundlage. In der unteren Hälfte unserer dritten Umschlagseite ist ein Beispiel für die Anfertigung einer solchen Skizze gegeben, wobei die einfache Skelettkarte des Mondes verwendet wurde. Die obere Hälfte der dritten Umschlagseite enthält eine Orientierungskarte, in die die ZC-Nummern der in Frage kommenden Plejadensterne eingetragen sind. Beide Karten sind für die Beobachtung im astronomischen Fern-

rohr orientiert, müssen also bei der Verwendung von Feldstechern oder anderen terrestrischen Fernrohren um 180° gedreht werden.

Instrumentelle Anforderungen

Für die Beobachtung der Plejadenbedeckungen ist das Schulfernrohr 63/840 sehr gut geeignet. Selbstverständlich können auch größere Instrumente für die Beobachtung verwendet werden. Die Vergrößerung sollte nicht zu stark gewählt werden, um die Szintillation weitgehend zu unterdrücken. Gute Feldstecher eignen sich ebenfalls, wenn die Möglichkeit einer festen Aufstellung geschaffen werden kann (Stativklammer oder ähnliches).

Methodische Hinweise

Bereits einige Wochen vor den Bedeckungen sollte mit den Beobachtungen der Plejaden begonnen werden, damit die Schüler eine gewisse Sicherheit beim Umgang mit der Beobachtungskarte erlangen. Über die Beobachtung der Bedeckung sollte unbedingt Protokoll geführt werden. Das Protokollblatt muß dabei folgende Spalten enthalten: Datum, MEZ, Stern (ZC-Nummer), Uhrzeit des Eintrittes bzw. des Austrittes, Angaben über Beobachtungsbedingungen. Im Verlaufe der Vorbereitung und der Beobachtung sollen folgende Hinweise gegeben werden:

- als gesetzmäßig ablaufende Naturereignisse sind Sternbedeckungen durch den Mond exakt vorausberechenbar
- die Bewegung des Mondes in seiner Umlaufbahn um unsere Erde wird durch die sich rasch vollziehende Annäherung der Sterne an den Mondrand eindrucksvoll erkennbar
- Das Verlöschen und Wiederauftauchen der Sterne am Mondrand erfolgt schlagartig, da der Mond keine Atmosphäre besitzt
- Die exakte Beobachtung von Sternbedeckungen ist eine für die Positionsastronomie wichtige Aufgabe. Es ist dadurch möglich, die Bewegung des Mondes sehr genau festzulegen
- Entsprechend der Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik können Fixsterne in einem Bereich von jeweils 3° nördlich und südlich der Ekliptik vom Monde bedeckt werden

Während der Augenblicke des Verschwindens bzw. Wiederauftauchens eines Sternes nur von so viel Schülern beobachtet werden kann, wie Instrumente vorhanden sind, können die anderen Schüler zwischenzeitlich die Annäherung der Sterne an den Mondrand beobachten. Neben den vorbereiteten Protokollblättern müssen Bleistifte, abgedunkelte Taschenlampen sowie gutgehende Taschen- oder Armbanduhren vorhanden sein.

H.-J. NITSCHMANN

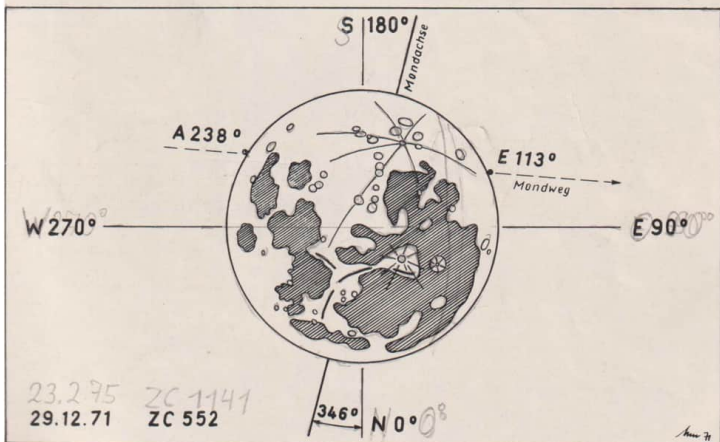
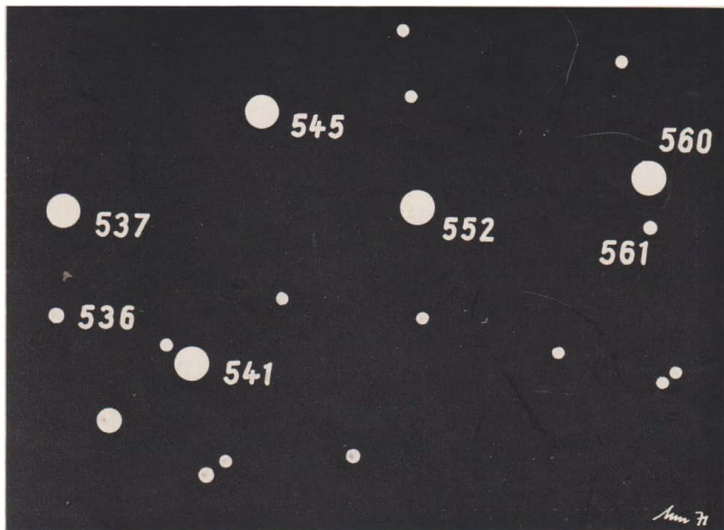
UNSERE BILDER

Titelseite – Teilansicht der Sternwarte Sonneberg des Zentralinstitutes für Sternphysik. Aufnahme: W. KONIG, Meiningen.

2. Umschlagseite – Start des Raumschiffes Sojus 11 am 6. Juni 1971. Aufnahme: A. MOKLEZOWA, Nowost.

3. Umschlagseite – Beobachtungskarten zur Bedeckung der Plejaden durch den Mond am 4. November und 29. Dezember 1971. Zeichnung: H.-J. NITSCHMANN, Bautzen.

4. Umschlagseite – Die Besatzung des Raumschiffes Sojus 11 und der ersten wissenschaftlichen Orbitalstation Salut. Von links nach rechts Kommandant Georgi DOBROWOLSKI, Testingenieur Viktor PAZAJEW und Bordingenieur Wladislaw WOLKOW. Aufnahme: A. MOKLEZOWA, Nowost.

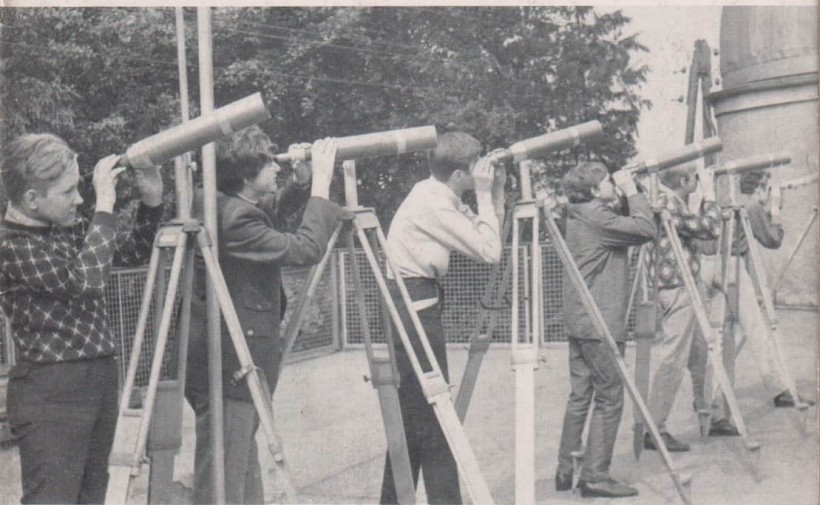




Frankenhelm
Hanka Gerhard

Astronomie

in der Schule



5
—
1971

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, Volks-
eigener Verlag Berlin, 108 Ber-
lin 8, Lindenstraße 54a, Telefon
20 05 41, Postscheckkonto: Berlin
1326 26

Erscheinungsweise:

zweimonatlich, Einzelheft 0,60 M,
im Abonnement zweimonatlich
(1 Heft) 0,60 M

Redaktionskollegium:

Oberlehrer Dr. Helmut Bern-
hard (Chefredakteur), Ober-
lehrer Hans-Joachim Nitsch-
mann (stellvertretender Chef-
redakteur), Heinz Albert, Dr.
habil. Otto Günther, Rüdiger
Kollar, Dr. Klaus Lindner, Anne-
lore Muster, Eberhard-Heinz
Schmidt, Studienrat Dr. Manfred
Schukowski, Dr.-Ing. habil.
Klaus-Günther Steinert, Joachim
Stier, Dr. Renate Wahsner, Jutta
Richter (Redaktionsassistentin)

Wissenschaftlicher Beirat:

Wolfgang Büttner, Oberstudien-
rat Dr. Dorothea Dietrich, Dr.
Karl Kellner, Prof. Dr. Oskar
Mader, Dr. Siegfried Michalk,
Dr. habil. Karl-Heinz Schmidt

Anschrift der Redaktion:

Sternwarte Bautzen, 86 Bautzen 1,
Friedrich-List-Straße 8, Telefon
3135, TELEX 2-8742

Satz und Druck:

Nowa Doba, Druckerei der Do-
mowina, Bautzen

III-4-9-2284-3,3 Lizenz 1488

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 5

8. Jahrgang 1971

SELDOWITSCH, J. W. Heißes Weltall	98
STIER, J. Forschungsvorhaben zur Entwicklung der Methodik des Astro- nomieunterrichts	103
ALBERT, H. Obligatorische Schülerbeobachtungen im Astronomieunterricht	105
NITSCHMANN, H. J. Hinweise zur Unterrichtseinheit 1.4.4. Erörterung eines aktu- ellen Beispiels der Erforschung des Mondes oder eines Pla- neten durch die Sowjetunion	111
Bedarfsplan für Unterrichtsmittel des Faches Astronomie, Klasse 10	113
Aus Forschung und Lehre	116
Zeitschriftenschau	118
Unsere Bilder	119
Wir beobachten mit dem Schulferrnrohr	120
Karteikarte: Bedeutende Sternwarten und Beobachtungs- instrumente der Erde (O. GÜNTHER)	

СОДЕРЖАНИЕ

ЗЕЛЬДОВИЧ, Я. В. Горячая вселенная	98
СТИР, П. Из следовательские проекты к развитию методики преподавания астрономии	103
АЛЬБЕРТ, Х. Обязательные наблюдения учеников по астрономии	105
НИЦМАН, Х. П. Примечания к учебной единице 1.4.4. Обсуждение актуального примера для исследования луны или какой-либо планеты в Со- ветском Союзе	111
План необходимых учебных средств для астрономии, 10-й класс	113

CONTENTS

SELDOWICH, J. W. Hot Space	98
STIER, J. Investigation Plans for the Development of Methodics of Astro- nomy Instruction	103
ALBERT, H. Obligatory Pupils' Observations in Astronomy Instruction	105
NITSCHMANN, H. J. Remarks about the Instructional Unit 1.4.4. Discussion of a Well-Timed Example for the Investigation of the Moon or of a Planet in the Soviet Union	111
Plan of Necessary Appliances for the Subject Astronomy, 10th Class	113

Redaktionsschluß: 20. August 1971

Nur Annahme von bisher unveröffentlichten Aufsätzen; Einsendung
von Beiträgen in dreifacher Ausfertigung an die Anschrift der Red-
aktion; für unverlangt eingesandte Manuskripte und Abbildungen
keine Gewähr – Nachdruck, auch auszugsweise nur mit Quellen-
angabe 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 entgegenge-
nommen. Der Bezug für die BRD und Westberlin erfolgt über den Buch-
handel; für das sozialistische Ausland über das jeweilige Post-
zustellungsverzeichnis und für alle übrigen Länder über den Deutschen
Buch-Export und -Import GmbH, DDR, 701 Leipzig, Lentzstraße 16

Heißes Weltall

Der Beitrag berichtet von der Entdeckung einer isotropen Radiostrahlung, deren Intensität und spektrale Zusammensetzung im Rahmen der gegenwärtigen Meßgenauigkeit mit derjenigen übereinstimmt, die ein Schwarzer Strahler der Temperatur von etwa 3 K aussendet. Diese Drei-Grad-Kelvin-Strahlung ist wahrscheinlich ein Relikt aus dem Anfangsstadium des gegenwärtigen physikalischen Zustands des beobachtbaren Universums. Ihre Untersuchung trägt sicher zur Beantwortung kosmologischer Fragen bei.

1. Nachweis der Reststrahlung

Im Jahre 1965 wurde eine das Weltall ausfüllende gleichmäßige elektromagnetische Strahlung mit einer Temperatur von 3 K entdeckt. Diese Strahlung zeugt davon, daß in der Vergangenheit, als im expandierenden Weltall die Dichte der Materie¹ groß war, auch eine hohe Temperatur herrschte – das Weltall war heiß.

In den letzten Jahren haben sich die Ansichten darüber, aus welcher Art Partikeln unsere Umwelt besteht, grundlegend gewandelt. Im Ergebnis radioastronomischer Messungen wurde festgestellt, daß im Weltall nicht die Atome, Protonen und Kerne am zahlreichsten sind, sondern elektromagnetische Quanten.

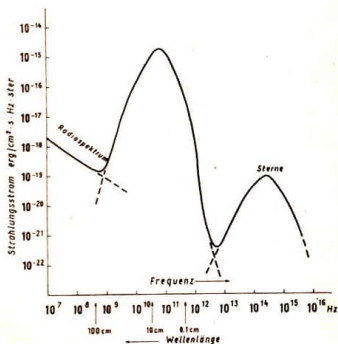
Auf den ersten Blick erhebt sich Zweifel, ob es überhaupt möglich ist, die Frage zu stellen, wieviel Quanten auf ein Atom, auf einen Kern kommen. Es ist doch allgemein bekannt, daß die Quantenzahl unbeständig ist, da bei der Aussendung von Licht immer neue Quanten entstehen. Das gesamte Strahlungsspektrum des Weltraums mußte gewissenhaft erforscht werden, um diejenigen Quanten herauszufinden, von denen man mit Gewißheit sagen kann, daß sie nicht in Fixsternen oder Radiogalaxien entstanden sind, daß es sich bei ihnen tatsächlich um *primäre Quanten* handelt. Es gelang auch zu schätzen, wieviel Quanten in dem uns umgebenden Weltraum im Mittel auf ein Atom entfallen.

Das Strahlungsspektrum des Weltraums besteht aus drei verschiedenen Anteilen (s. Abb.). Es sind die von den Radioquellen und Radiogalaxien ausgehenden Wellen, die Strahlung der gewöhnlichen Sterne und die Strahlung im dazwischenliegenden Abschnitt des Spektrums ($10^9 \dots 10^{12}$ Hz).

Der qualitative Unterschied zwischen den drei Anteilen des kosmischen Strahlungsspektrums ist nicht nur am Spektrum selbst ables-

bar, er ergibt sich unmittelbar aus folgenden Überlegungen.

Das Sternlicht besteht aus einzelnen Bündeln. Wenn wir das Fernrohr auf einen Stern oder einen Nebel richten, so sehen wir das Licht des Sterns oder Nebels. Richten wir es jedoch auf einen Himmelsabschnitt, wo es keine Sterne und keine Nebel gibt, so werden wir kein Licht sehen. Diese Überlegung gilt in gleicher Weise für die Radiostrahlung, da auch sie aus Wellenbündeln besteht, die uns aus der Richtung der einzelnen Objekte erreichen. Die Strahlung der Frequenzen von $10^9 \dots 10^{12}$ Hz ist dadurch gekennzeichnet, daß sie gleichmäßig über die gesamte Himmelskugel verteilt ist. Folglich kann man sie nicht mehr der Aktivität irgendwelcher Quellen zuschreiben. Diese Strahlung erwies sich als Reststrahlung.



Spektrum der Weltraumstrahlung. Man erkennt die scharfe Gliederung des Spektrums in drei Abschnitte: der rechte Abschnitt gehört zur Sternstrahlung, der linke zur Strahlung der Radioquellen und Radiogalaxien, der mittlere Teil stellt die Reststrahlung des heißen Weltalls dar. Die Röntgen- und die Gammastrahlung, die sich rechts unten anschließen würden, blieben auf der Abbildung unberücksichtigt.

Die experimentellen Messungen der Reststrahlung wurden auf den Frequenzen von etwa $10^9 \dots 10^{11}$ Hz durchgeführt. Diese Messungen stimmen gut mit einer gleichmäßigen Strahlung von 3 K (d. h. mit einer Strahlung, die in einem Raum herrscht, der von Wandungen mit einer Temperatur von 3 K umgeben ist) überein.

¹ Unter dem Begriff Materie versteht der Verfasser die Stoffe und Felder im Weltall.

2. Zusammenhang mit der Expansion des Universums

Aus diesen Messungen folgt unmittelbar, daß im Weltraum auf ein Atom eine Milliarde Quanten entfallen. Die Energie der Quanten ist jedoch derart gering, daß sie sich schwer entdecken lassen. Warum interessiert uns gerade diese Strahlung? Wir setzen das Vorhandensein einer solchen Strahlung mit der Vorstellung vom expandierenden Universum, mit der Vorstellung vom heißen Weltall in Beziehung.

Es sei daran erinnert, daß der gesamte uns umgebende Raum mehr oder weniger gleichmäßig mit einzelnen Galaxien ausgefüllt ist. Wir haben uns schon längst von der Vorstellung der Insel im Universum gelöst, von der Ansicht, als seien unser Sonnensystem oder das Milchstraßensystem die einzigen ihrer Art. Wir gehen davon aus, daß unsere Galaxis nur eine von sehr vielen Galaxien ist. Als erkannt wurde, daß das Universum von Galaxien erfüllt ist, erhob sich die Frage: Wie sollen sich die Galaxien bewegen; können sie sich in einem Zustand der Ruhe befinden? Auf diese Frage konnte nur die Relativitätstheorie A. EINSTEINS Antwort geben. Die praktische Anwendung dieser Theorie auf die Probleme der Kosmologie geht zurück auf A. A. FRIEDMANN. In den Jahren 1922–1924 wies FRIEDMANN nach, daß, wenn der Weltraum gleichmäßig mit massiven Körpern ausgefüllt ist, zwischen denen das Gesetz der allgemeinen Massenanziehung herrscht, sich ein solches System nicht im Zustand der Ruhe befinden kann; es hat kein stabiles Gleichgewicht. Ein solches System muß sich notwendigerweise in einem dynamischen Zustand befinden, d. h. es muß sich ausdehnen oder zusammenziehen.

In der Tat bestätigen die Forschungen, daß im überschaubaren Universum eine Expansion vorstatten geht. Wir beobachten tatsächlich die Entfernung der Galaxien voneinander. Je weiter eine Galaxis entfernt ist, mit desto größerer Geschwindigkeit entfernt sie sich von uns. Die beobachteten Fluchtgeschwindigkeiten der Galaxien erreichen 100 000 km/s, und die der entferntesten Quasare 250 000 km/s, d. h., daß sich die Quasare von uns mit einer der Lichtgeschwindigkeit nahekommenden Geschwindigkeit entfernen.

Nach der Entdeckung der Reststrahlung wurde klar, daß nicht nur das System der Galaxien expandiert, sondern auch die Strahlung, die alle Galaxien und den Weltraum durchdringt. Die Expansion dieser Strahlung bedeutet, daß die mittlere Energiedichte der Quanten im Laufe der Zeit geringer wird und die Strah-

lungstemperatur sinkt. Wenn aber die Temperatur im Laufe der Zeit sinkt, so war sie in der Vergangenheit höher als jetzt, d. h., das Weltall war in der Vergangenheit heißer. Wenn die Temperatur heute 3 K beträgt, so belief sie sich vor 9 Milliarden Jahren auf 100 K, vor 9,9 Milliarden Jahren auf 3000 K, vor 9,99 Milliarden Jahren auf 100 000 K! So kommen wir zu der Schlußfolgerung, daß das Weltall in der Vergangenheit heiß war.

In der klassischen Theorie A. A. FRIEDMANNS zur Erklärung der Expansion des Universums und der Flucht der Galaxien wird die Vermutung ausgesprochen, daß es einst einen Zeitpunkt eines besonderen (singulären) Zustands gegeben hat, wo die Dichte der Materie unendlich groß war. Nach den Beobachtungen liegt dieser Zeitpunkt etwa 10 Milliarden Jahre zurück.

Diese Tatsache geht aus den folgenden Überlegungen hervor. Eine Galaxis, die sich in einem bestimmten Abstand von uns befindet, entfernt sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit. Es läßt sich leicht berechnen, wann sie begonnen hat sich zu entfernen, um zum jetzigen Zeitpunkt bei der gegebenen Fluchtgeschwindigkeit in der gegebenen Entfernung zu stehen. Diese Zeit ist für alle Galaxien gleich.

Daraus folgt, daß alle Galaxien zum gleichen Zeitpunkt begonnen haben, sich voneinander zu entfernen. Die Zeit, die seit dem Beginn der Expansion verfloßen ist, nennt man das „Alter des Weltalls“; richtiger wäre es jedoch, sie die „Dauer des gegenwärtigen Zustandes des Universums“ zu nennen. Dieser Zustand begann nach der Theorie FRIEDMANNS in dem Moment, in dem die Dichte der Materie und die Temperatur unendlich groß gewesen sein müssen. So kommen wir zur Vorstellung von einer Art Explosion. Eine Explosion hat ebenfalls ein Auseinanderstreben, eine Expansion von Materie zur Folge. Es gibt aber einen qualitativen Unterschied zwischen der kosmogonischen Explosion und der Explosion irgendeines Stoffes oder den Explosionen in den galaktischen Kernen. In der Regel verläuft eine Explosion folgendermaßen: Irgendwo besteht ein Gebiet mit heißem Gas unter extrem hohem Druck, das von einer Leere umgeben ist; dieser Druckunterschied bringt die Kraft hervor, die zur Ausdehnung der Materie führt.

Im Weltraum gibt es keinen Druckunterschied. Hoher Druck und hohe Temperatur sind gleichmäßig im Raum verteilt. Folglich müssen wir eine solche Explosion und eine so geartete Bewegung im Weltall bestimmten Ausgangsbedingungen der Bewegung zuschreiben, und nicht der Wirkung eines Druckunterschieds.

3. Hinweis zur Geschichte des Problems

Die Hypothese vom heißen Weltall wurde 1947 von G. A. GAMOW aufgestellt. 1964 überrechneten I. D. NOWIKOW und A. G. DOROSCHKEWITSCH das gesamte Spektrum der Strahlung des Weltalls und stellten fest, daß man zur Überprüfung der Theorie vom heißen Weltall die Strahlung im Bereich der Zentimeter- und Millimeterwellen messen muß; denn in diesem Bereich ist die Reststrahlung, die von der Ausdehnung des heißen Weltalls zurückgeblieben ist, stärker als die Strahlung der Sterne sowie der Radioquellen.

Unabhängig davon versuchten R. DICKE (USA) und seine Mitarbeiter, die Theorie G. A. GAMOWS zu überprüfen. Es ist interessant, daß die Ingenieure der Firma BELL (USA) — noch bevor R. DICKE seine Beobachtungen zu Ende führen konnte — während der Untersuchung des Rauschens bei der Abstimmung kosmischer Radioverbindungen bei 7,35 cm Wellenlänge ein unerklärliches, von der Richtung der Antenne unabhängiges Rauschen entdeckten. R. DICKE erfuhr von ihren Messungen und gab die Erklärung dafür. So tauchte 1965 der erste experimentelle Punkt im Spektrum der Reststrahlung auf. Danach wurden Messungen der Reststrahlung auf anderen Frequenzen durchgeführt. Im Ergebnis stellte sich heraus, daß die Anzahl der Quanten im Weltall gewaltig ist, viel größer als die der Atome.

Welche Schlußfolgerungen kann man daraus ziehen? Die Ausdehnung des sichtbaren Weltalls begann bei extremer Dichte und extrem hoher Temperatur. In der ersten Periode war das Weltall gleichsam ein Laboratorium großer Energien und hoher Temperaturen. Dabei gab es einen Zeitpunkt, zu dem die mittlere Energie der Teilchen im Weltall größer war als die Energie, die man heute in Dubna oder im Beschleuniger von Serpuchow gewinnen kann. Leider war das Weltall damals so heiß, daß kein Beobachter Augenzeuge dieser Ereignisse sein konnte.

4. Erzeugung und Vernichtung von Teilchen

Bei sehr hohen Temperaturen können Nukleonen, Antinukleonen und alle ihre angeregten Zustände (Resonanzen) bestehen. In dem Maße, wie die Expansion sowie die Abnahme der Temperatur erfolgen, annihilieren sich die Teilchen und Antiteilchen, sie „sterben aus“. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind im Weltall die Quanten übriggeblieben, die wir beobachten können, ebenso die Neutrinos und Gravitonen, die wir mit den heutigen Mitteln nicht beobachten können, und wahrscheinlich noch viele Jahre nicht werden beobachten können. So sieht das

Bild der Abkühlung der hochenergetischen Teilchen aus.

Wenn aber in der Natur irgendwelche stabile Teilchen mit großer Masse bestehen können, so müssen sie in geringer Anzahl auch zu uns gelangen.

So kann die Kosmologie der Physik der hochenergetischen Teilchen helfen. Sie hilft ihr auch und gestattet es sogar, einige Schlußfolgerungen über Energien zu ziehen, die in der Beschleunigung noch nicht real erreicht werden können. Es sterben im Laufe der Zeit im Weltall alle Teilchen aus, und übrig bleiben nur Quanten. Mit einer Genauigkeit von $1/100000000$ ist das richtig. Aber in Wirklichkeit entfällt auf alle 100 Millionen Quanten ein Proton oder Neutron. Diese Teilchen blieben deshalb erhalten, weil sie — die übriggebliebenen Teilchen — keine Partner zur Annihilation mehr hatten (anfangs annihilierten sich die Nukleonen, Protonen und Neutronen mit ihren Antiteilchen). Es gibt nicht viel davon, aber aus ihnen — und nicht aus Quanten — bestehen Erde, Planeten, Sonne und Sterne. Deshalb interessiert uns ungeachtet dessen, daß nur wenige Protonen und Neutronen übrigbleiben, gerade die Erforschung ihrer Geschichte.

Zu dem Zeitpunkt, als die Temperatur 100 Milliarden Grad Kelvin betrug, gab es etwa gleichviel Protonen und Neutronen. Bei sinkender Temperatur zerfielen die Neutronen, die schwerer sind als Protonen, und ihre Anzahl wurde geringer, während die der Protonen anwuchs. Die Menge der Protonen wurde größer, die der Neutronen sank bis auf 15 Prozent ab. Bei noch niedrigerer Temperatur (etwa 1 Milliarde Grad Kelvin) entstanden Bedingungen, unter denen sich die Protonen und Neutronen zu Kernen vereinigten. Im Ergebnis bildeten sich, wie die Berechnungen zeigen, 30 Prozent Helium und 70 Prozent Wasserstoff.¹ Zu dieser Zusammensetzung kam es im kosmologischen Stadium der Kernsynthese der Materie. Es ist erstaunlich, wie man mit solcher Sicherheit darüber urteilen kann, was Hundertstel Sekunden oder eine Sekunde nach dem Beginn der Expansion des Weltalls vor sich ging. Eine einzige willkürliche Annahme liegt diesen Überlegungen zugrunde, die Annahme, die Materie sei im Raum gleichmäßig verteilt. Die weiteren Schlußfolgerungen (Absinken der Temperatur

¹ Nach einer Untersuchung von R. H. DICKE (Astrophys. J. 132 [1968], 11) ist die Bildung von 30 Prozent Helium im Anfangsstadium fraglich. Rechnungen auf der Grundlage der „normalen“ allgemeinen Relativitätstheorie ergaben 26...28 Prozent Helium. Eine Erweiterung der Theorie durch Hinzunahme weiterer Wechselwirkungen führt zu schnellerer Expansion, bei der vielleicht im Frühstadium überhaupt kein Helium erzeugt würde (Anmerkung der Redaktion).

im Laufe der Zeit, Verlauf der Kernreaktionen) ergeben sich zwingend aus den Gesetzen der Mechanik, der Thermodynamik und der Kernphysik, d. h. aus Gesetzen, die wir im Laboratorium untersuchen.

Im Ergebnis des kosmologischen Stadiums der Kernsynthese der Materie bilden sich also 30 Prozent Helium und 70 Prozent Wasserstoff. Offensichtlich ist dies auch die Zusammensetzung der ältesten Sterne.

Es ist interessant, daß G. A. GAMOW die Theorie des heißen Weltalls aufgestellt hat, um die Verbreitung der verschiedenen chemischen Elemente zu erklären. Warum gibt es z. B. mehr Eisen als Kupfer oder Uran, mehr Wasserstoff als Eisen? Es erwies sich jedoch, daß im kosmologischen Stadium weder Eisen, noch Silizium, noch Sauerstoff erscheinen. Nur Wasserstoff und Helium entstehen; diese wurden auch zu Bestandteilen der Sterne. Alle anderen, schwereren Elemente entstanden im Ergebnis der Prozesse, die innerhalb der Sterne vorstatten gehen. In den interstellaren Raum wurden diese Elemente bei Sternexplosionen hinausgeschleudert.

Kehren wir jedoch zurück zum expandierenden Weltall. Auf das Stadium der Kernreaktionen folgt ein „friedliches“ Stadium der Ausdehnung und des langsamen Temperaturabfalls. Dieses Stadium dauert etwa 1 Milliarde Jahre und geht zu Ende, wenn die Temperatur niedrig genug (etwa 3500 K) ist, damit die Protonen und Heliumkerne schon Elektronen einfangen und sich in neutrale Atome verwandeln können.

Während bei hoher Temperatur ein Plasma besteht, in dem Ionen und geladene Teilchen mit Strahlung vermischt sind, gibt es bei niedrigeren Temperaturen Strahlung und neutrale Atome. Erst seit dem Augenblick der Bildung der neutralen Atome sind die Voraussetzungen für ihre Zusammenballung in Galaxien gegeben, d. h., es beginnt die gegenwärtige Etappe der Entwicklung des Weltalls, auf die der Verfasser nicht näher eingehen möchte.

5. Einige kosmologische Fragen

Einige Worte über die theoretischen Aufgaben, denen sich die Kosmologie heutzutage gegenüberstellt. Die Grundlage aller Kosmologie ist die Relativitätstheorie der Gravitation von ALBERT EINSTEIN. Grob gesagt läuft diese Theorie auf folgendes hinaus: Erstens kann der Raum-Zeit-Komplex gekrümmt, nichteuklidisch sein; zweitens müssen die Massen zu einer Krümmung der Raum-Zeit führen. Wenn aber die Sonne eine Krümmung des Raums hervorruft, so bewegt sich die Erde in diesem

Raum anders als in einem euklidischen Raum. Für die Aufstellung der relativistischen Theorie der Gravitation ist jedoch noch die Vorstellung von der *Elastizität des Vakuums* notwendig. Ein massiver Körper hat das Bestreben, den Raum zu krümmen, aber der Raum ist elastisch; dank dieser Elastizität setzt der Raum der Krümmung „Widerstand“ entgegen. Durch die Gravitationskonstante wird die Elastizität des Raums ausgedrückt. Im wesentlichen wurde die Gravitationskonstante (und damit die Elastizität des Vakuums) seit der Zeit NEWTONS als eine besondere fundamentale Naturkonstante mit ihrer eigenen Größe betrachtet; auch EINSTEIN hat an dieser Seite der Sache nichts geändert.

Akademienmitglied A. D. SACHAROW ist der Meinung, daß die Elastizität des Raums auf Grund der Theorie der Elementarteilchen erklärt und berechnet werden kann. Der Verfasser möchte nicht näher auf diese Theorie eingehen, sondern will sie nur an einem Beispiel erläutern. Im 19. Jahrhundert war die Elastizität des Eisens eine besondere Konstante, die gemessen und in Handbüchern festgehalten wurde; sie wurde nicht theoretisch abgeleitet. Jetzt, da wir wissen, woraus die Atome des Eisens bestehen, können wir im Prinzip die Elastizität des Eisens aus den Angaben über die Elementarteilchen, Kerne und Elektronen berechnen. Daraus läßt sich schließen, daß die Theorie SACHAROWS das gleiche Ziel anstrebt. Nach dieser Theorie kann man die Elastizität des Raums – ausgehend von den Vorstellungen über die Elementarteilchen und von der Quantentheorie – berechnen.

Die Gravitationstheorie kann für das Problem des besonderen, *singulären* Zustands des Weltalls, der der Expansion vorausgeht, eine große Bedeutung gewinnen. Möglicherweise wird es vom Standpunkt dieser Theorie zu erklären gelingen, wieso das Weltall den besonderen Zustand durchlaufen konnte und warum gerade dieser Zustand den Anfang der gegenwärtigen Etappe der Expansion des Weltalls darstellt.

Das ist eine Gruppe sehr tiefgründiger und sehr schwieriger Fragen, deren schnelle Lösung nicht zu erwarten ist.

Eine andere Gruppe von Fragen steht im Zusammenhang mit den *geringen Abweichungen* vom Bild des expandierenden Weltalls, das A. A. FRIEDMANN entworfen hat. Diese Abweichungen müssen zweifellos bestehen. Wenn es sie nicht gäbe, dann wäre die Materie bis zum heutigen Tage gleichmäßig verteilt geblieben. In Wirklichkeit ist die Materie ungleichmäßig verteilt: Es gibt Sterne und Galaxien. Die allgemeine Theorie der Entwicklung der

geringen Abweichungen von der Theorie A. A. FRIEDMANNS stellte vor 20 Jahren das korrespondierende Mitglied der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, E. M. LIWSCHITZ, auf. Er wies nach, daß infolge der gegenseitigen Anziehung eine Tendenz zum Anwachsen von Störungen, zur Absonderung einzelner Gebilde von größerer Dichte aus dem allgemeinen gleichmäßigen Medium entsteht. Später bilden sich aus diesen Unregelmäßigkeiten die Galaxien. Gegenwärtig arbeiten I. M. OSERNOJ, A. D. TSCHERNIN, A. G. DOROSCHKE-WITSCH und I. D. NOWIKOW an den Problemen der Entstehung der Galaxien. Wichtige Schlußfolgerungen über die Menge des intergalaktischen Gases zog unlängst R. A. SSJUN-JAJEW.

Wir beobachten die Reststrahlung. Diese Strahlung ist mit großer Genauigkeit (etwa 0,1 %) gleichmäßig über den ganzen Himmel verteilt. Wenn es uns jedoch gelingt, die Genauigkeit der Beobachtungen zu steigern, dann werden wir vielleicht in der Lage sein, geringe Intensitätsschwankungen der Ursprungsstrahlung aufzudecken. Diese geringen Schwankungen werden es uns ermöglichen, die Stellen zu finden, an denen Galaxien entstehen.

Die genauesten Intensitätsmessungen der Reststrahlung am gesamten Himmel führte J. N. PARIJSKIJ im Observatorium von Pulkowo durch. Abweichungen von der gleichmäßigen Verteilung hat er jedoch nicht festgestellt. Einen Erfolg kann man hier erst erwarten, wenn man die Genauigkeit, mit der J. N. PARIJSKIJ seine Vermessungen durchgeführt hat, um das Zehnfache erhöht. Das Spektrum der Reststrahlung ist in seiner Gesamtheit bei weitem noch nicht durch Vermessungen erfaßt. Wenn es uns gelingt, Abweichungen des Spektrums vom theoretischen Gleichgewicht aufzudecken, werden wir sagen können, daß es gewaltige Prozesse von Energieausbrüchen gegeben hat; wir werden dann bestimmen können, in welchem Entwicklungsstadium der Energieausbruch erfolgte. Insbesondere muß geklärt werden, ob es nach der Rekombination in einer uns näher gelegenen Zeit zu einer sekundären Erhitzung und Ionisation des Gases gekommen ist. Um auf diese Frage antworten zu können, muß man das Spektrum der Reststrahlung in dem zwischen den Radiowellen und den infraroten Lichtwellen gelegenen Bereich genau vermessen. Dafür jedoch brauchen wir eine völlig neue Experimentaltechnik, da eine Beobachtung von der Erde aus wegen der Absorption in der Atmosphäre unmöglich ist. In der Literatur erscheinen erste, noch unsichere Mitteilungen über solche Messungen;

z. Z. wird an der Vervollkommnung der Apparatur gearbeitet.

Eine wichtige Arbeit auf dem Gebiet der Beobachtung der aus dem Weltraum kommenden Röntgen- und Ultraviolettstrahlung leisten S. L. MANDELSTAM und W. G. KURT.

Durch die Theorien und Methoden der sich rasch entwickelnden Physik und durch zahlreiche Beobachtungsstatsachen der modernen Astronomie wird es der kosmologischen Wissenschaft möglich, die objektive Realität immer genauer widerzuspiegeln.

Die Methode des Experiments erobert, langsam zwar, dafür aber immer bestimmter, eine Position nach der anderen und überprüft die Hypothesen, die von den Theoretikern aufgestellt werden.

Der Verfasser möchte erwähnen, daß die UdSSR die Wiege der wissenschaftlichen Theorie der Kosmologie war; die Arbeiten A. A. FRIEDMANNS waren die ersten auf dem Gebiet der modernen Kosmologie. In den letzten Jahren erzielte sie, wie überhaupt die Astronomie, bedeutende Erfolge. Unser Land drang als erstes in den irdischen Weltraum vor. Es muß und kann einen würdigen Platz auch in der Erforschung des irdischen Weltraums und des Universums einnehmen.

6. Hinweise zur Einbeziehung der Erkenntnisse in den Astronomieunterricht¹

Da kosmologische Fragen im Astronomieunterricht nicht behandelt werden, informiert der vorstehende Beitrag den Leser in erster Linie über neue fachwissenschaftliche Erkenntnisse. In den Unterrichtseinheiten 2.1.3. und 2.2.2. sollte bei der Erörterung der Kernprozesse, welche in der Sonne und in den Sternen stattfinden, erwähnt werden, daß sich Wasserstoff und Helium in einer Zeit bildeten, in der der physikalische Zustand des Weltalls stark vom heutigen Zustand verschieden war. Die Unterrichtseinheit 2.3.2. geht auf die Mannigfaltigkeit der Erscheinungsformen kosmischer Stoffe und Systeme ein. In diesem Zusammenhang ist den Schülern zu erklären, daß sich die Astronomie vorwiegend für gasförmige und feste Erscheinungsformen der Stoffe interessiert, daß diese aber im Weltall gegenüber der Strahlung eine bescheidene Rolle spielen. Schließlich sollten Erkenntnisse über die Drei-Grad-Kelvin-Strahlung bei der Darstellung neuer Forschungsergebnisse in der Unterrichtseinheit 2.4.2. genannt werden.

(Aus „Zemlja i vselennaja“, Heft 3/1969 – übersetzt von Dr. SIEGFRIED MICHALK, Bautzen)

¹ Anmerkungen der Redaktion

Forschungsvorhaben zur Entwicklung der Methodik des Astronomieunterrichts

Die Forschungstätigkeit der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften konzentriert sich darauf, Probleme der sozialistischen Persönlichkeitstheorie und die erkenntnistheoretischen Grundlagen der Bildung und Erziehung weiter auszuarbeiten. Dazu wurden u. a. für alle Unterrichtsfächer Forschungsgruppen gebildet. Die folgenden Ausführungen informieren über Vorhaben der Forschungsgruppe für das Fach Astronomie.

Der neue Lehrplan, das neue Lehrbuch und die Unterrichtshilfe tragen wesentlich dazu bei, allen Astronomielehrern bei der Erfüllung ihrer Aufgaben zu helfen und sie anzuregen, ihren Unterricht immer wieder zu durchdenken. Dabei werden Erfahrungen gesammelt, die wert sind, schnell bekanntgemacht zu werden. Es ergeben sich Fragen, auf die die pädagogische Wissenschaft eine Antwort geben muß. Doch auch die Wissenschaft hat Fragen an die Praktiker! „Es ist ein gesetzmäßiger Prozeß, daß die Bedeutung der pädagogischen Wissenschaft für die Lösung der Aufgaben, die in den nächsten Jahren vor uns stehen, weiter wächst. Sie muß rechtzeitig die neuen Entwicklungsprobleme aufgreifen und die Voraussetzungen schaffen helfen, unsere sozialistische Schule ständig weiter zu vervollkommen. Es gilt, die gesamte pädagogische Tätigkeit immer umfassender wissenschaftlich zu durchdringen und die Bedürfnisse der Lehrer weiter zu fördern, neue Ergebnisse der pädagogischen Forschung in ihrer täglichen Arbeit anzuwenden. Deshalb muß sich die pädagogische Wissenschaft darauf konzentrieren, die Grundprobleme der Bildung und Erziehung weiter auszuarbeiten und die realen pädagogischen Prozesse gründlich analysieren. Sie muß theoretisch begründete Hilfen für die praktische pädagogische Arbeit geben und wissenschaftliche Grundlagen für perspektivische schulpolitische Entscheidungen schaffen.“ [1]

Das Unterrichtsfach Astronomie kann sich nicht auf eine spezielle Zuarbeit durch ein wissenschaftliches Institut stützen; deshalb sind diese Aufgaben von den erfahrensten Astronomielehrern unserer Republik selbst zu bewältigen. Sie realisieren somit die Einheit von Theorie und Praxis und setzen wertvolle Traditionen unserer schulischen Entwicklung fort. Die Akademie der Pädagogischen Wissenschaften leitet die Forschungsarbeiten auf der Basis eines Perspektivplans, der die pädagogische Wissenschaft konsequent auf die schulpolitische Grundlinie orientiert.

In einer Forschungskonzeption wurden die

Aufgaben näher bezeichnet, die sich für das Fach Astronomie ergeben. Diese Konzeption ist für alle Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Astronomieunterrichts in unserer Republik verbindlich. Auf ihrer Grundlage werden Forschungsvorhaben und Themen für Dissertationen und Diplomarbeiten festgelegt und bestätigt. Durch diese Maßnahmen wird die gesamte Forschungskapazität auf das Notwendige konzentriert.

Die gesamte Forschung zur Methodik des Astronomieunterrichts muß auf folgende Frage eine wissenschaftliche Antwort geben: *Wie kann der Astronomieunterricht unter den gegenwärtigen und zukünftigen Bedingungen seinen notwendigen Beitrag zur Heranbildung sozialistischer Persönlichkeiten leisten?* Aus dieser Frage lassen sich nachstehende Aufgaben ableiten:

- Ziele und Inhalt des Astronomielehrplans auf der Grundlage der Ergebnisse des VII. Pädagogischen Kongresses und des VIII. Parteitag der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands zu erschließen und dabei unseren Beitrag zu den fachübergreifenden Aufgaben der polytechnischen Bildung und Erziehung, der politischen und weltanschaulichen sowie der moralischen Erziehung besonders zu berücksichtigen;
- Gesetzmäßigkeiten des Unterrichtsprozesses im Fach Astronomie unter Beachtung der Abhängigkeit von den Zielen, Inhalten und pädagogischen Bedingungen aufzudecken.

Deshalb richten sich die Forschungen zum Astronomieunterricht im wesentlichen auf die Realisierung des neuen Lehrplans und der Rahmenprogramme für Arbeitsgemeinschaften (Realisierungsforschung), auf die Erarbeitung einer neuen „Methodik des Astronomieunterrichts“. Verständlicherweise arbeiten nur wenige Kollegen der Forschungsgruppe an Problemen der Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts. Sie haben die Aufgabe, in analytischer Tätigkeit und mit prognostischen Überlegungen Grundlagen für spätere Entscheidungen des Ministeriums für Volksbildung zu schaffen.

An welchen Problemen wird gegenwärtig vorrangig gearbeitet?

- Zunächst geht es um die Bestimmung der Funktion der astronomischen Bildung und

des Faches Astronomie im Rahmen der sozialistischen Allgemeinbildung. Dazu sind Ziele und Aufgaben des Astronomieunterrichts und der Arbeitsgemeinschaften zu präzisieren und ausführlicher darzustellen, als es ein Lehrplan gestattet: Ziele im Bereich des Wissens und Könnens, auf dem Gebiet allgemeiner und spezifischer Fähigkeiten, bei der Überzeugungs- und Charakter- und Willensbildung. Je besser es gelingt, die Ziele in Abgrenzung zu anderen Fächern und unter Beachtung fachübergreifender Aspekte zu formulieren und in die allgemeine Zielsetzung einzuordnen, um so besser wird es auch den Lehrern gelingen, ihren Unterricht zielbewußt zu planen, zu entlasten und durchzuführen, um die Stoff-Zeit-Relation positiv zu beeinflussen.

- Ein anderer Problemkreis ist der Stoff des Astronomieunterrichts und sein Zusammenhang mit den Zielen. Untersuchungen zum Verhältnis Ziel-Stoff-Prozess sollen eindeutige Aussagen darüber erbringen, in welcher Weise die Ziele die Stoffauswahl bedingen und den Einsatz bestimmter Unterrichtsmethoden verlangen, wie sie im Lehrplan bereits im Kern vorgeplant sind. Gleichzeitig muß untersucht werden, welche Rückwirkungen die Planung des Unterrichtsprozesses auf Auswahl und Anordnung des Stoffes hat. Auch der Inhalt der wissenschaftlich-technischen Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogrammen auf dem Gebiet Astronomie/Astronautik bedarf eingehender Untersuchungen. Allein die Frage, welche Stofflichen Vorgriffe auf den Unterricht erfolgen können oder müssen und welche Auswirkungen solche Vorgriffe auf den Unterricht haben, macht eine ganze Anzahl spezifischer Forschungen notwendig.

- In dem Buch „Methodik des Astronomieunterrichts“ muß vor allem dargelegt werden, wie die Ziele unseres Faches im Unterricht realisiert werden können. Deshalb gilt es, ausgehend von der marxistisch-leninistischen Erkenntnistheorie und von bewährten Positionen der Pädagogik, die Führung des Unterrichts durch den Lehrer im Blick auf die Persönlichkeitsentwicklung zu untersuchen. Dabei sind viele äußere und innere Bedingungen zu beachten, wie z. B. Fragen der Motivierung oder Probleme der Wissenschaftlichkeit, Faßlichkeit und didaktischen Vereinfachung des Stoffes. Wie weit müssen, wie weit dürfen wir die komplizierten Aussagen der astronomischen Wissenschaft auf den alters- und entwicklungsbedingten Stand der Schüler pädagogisch aufbereiten?

- Erstmals fordert der Lehrplan von allen Lehrern die Durchführung von Beobachtungen. Sie wissenschaftlich und erkenntnistheoretisch zu fundieren und den Praktizismus zu überwinden ist die Aufgabe von Forschungen, die ihren Niederschlag in dem Methodikbuch finden sollen.

- Das Verhältnis von Wissenserwerb, Entwicklung geistiger Fähigkeiten und Herausbildung von Einstellungen, Überzeugungen und Charaktereigenschaften ist zu analysieren. Nicht zuletzt ist die Entwicklung sozialistischer Grundüberzeugungen und Verhaltensweisen eine wesentliche Aufgabe des Astronomielehrers. Deshalb müssen auf diesem Gebiet besonders intensive Untersuchungen erfolgen, um zu konkreten Aussagen über ihre erfolgreiche Verwirklichung zu kommen.

- Zum Forschungsprogramm gehören außerdem Probleme des Unterrichtsmiteinsatzes, der Planung und Analyse des Unterrichts sowie Fragen der Leistungsermittlung.

Den Untersuchungen die für gesicherte Aussagen notwendige Breite zu geben, ist eine der wichtigsten Aufgaben der Leitung der Forschungsgruppe. Deshalb finden sich zunächst Zwischenergebnisse der Forschungen zur Realisierung des Lehrplans und der Rahmenprogramme in der „Methodik des Astronomieunterrichts“. Im Rahmen der Realisierungsforschung werden in den ersten beiden Jahren der Gültigkeit des neuen Lehrplans auf breiter Basis Unterrichts-, Bedingungs- und Leistungsanalysen durchgeführt. Sie beschäftigen sich im Schuljahr 1971/72 vor allem mit Problemen der Einführung des neuen Planes, mit der Verwirklichung seiner Ziele und mit dem Einsatz von Lehrbuch und Unterrichtshilfe. Außerdem wird eine Analyse zur Tätigkeit der Arbeitsgemeinschaft Astronautik angefertigt. *Diese Fragen richten sich gleichermaßen an alle Leser von „Astronomie in der Schule“: Je mehr Kollegen dazu schreiben, um so klarer kristallisieren sich objektive Mängel und Schwächen im Bildungs- und Erziehungsprozeß des Faches Astronomie heraus, um so planmäßiger kann auf ihre Beseitigung hingewirkt werden.* Die Forschungsvorhaben sollen wesentlich dazu beitragen.

Literatur

- [1] **Wir lehren und lernen im Geiste Lenins**, Referat des Ministers für Volksbildung auf dem VII. Pädagogischen Kongreß. In: Pädagogik 25 (1970) 8, S. 741.

Anschrift des Verfassers:

JOACHIM STIER

Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR
Fachgebiet Physik/Astronomie
108 Berlin, Otto-Grotewohl-Straße 11

Obligatorische Schülerbeobachtungen im Astronomieunterricht

Der Beitrag beschäftigt sich mit den im Lehrplan festgelegten obligatorischen Beobachtungsabenden. Er zeigt, wie Schülerbeobachtungen an allen Schulen und mit allen Schülern durchgeführt werden können, daß sie einen Unterricht unter besonderen Bedingungen darstellen. Dabei geht er auf allgemein gültige wie auch auf spezielle Schwerpunkte ein und gibt „Regeln“, die dem Lehrer eine erste Hilfe geben sollen, die Beobachtungen richtig zu planen, durchzuführen und unterrichtlich auszuwerten. Detailliert ausgearbeitete Vorschläge für den Ablauf der Beobachtungsabende zu geben, lag nicht in der Absicht des Verfassers, da die Voraussetzungen an den Schulen noch zu unterschiedlich sind.

1. Zur Stellung der Schülerbeobachtungen

1.1. Mit Einführung des neuen Lehrplanes bilden Schülerbeobachtungen erstmals einen integrierenden Bestandteil des Lehrgangs Astronomie. Obwohl schon im Lehrplan 1959 gefordert wurde: „Die Schüler sind zur Beobachtung des Sternhimmels anzuleiten“, herrschten keine einheitlichen Auffassungen über Wesen und Umfang der Übungen. Das Fehlen klarer Aufgabenstellungen mit entsprechenden Arbeitsanleitungen begünstigte die Herausbildung subjektiver Einstellungen der Lehrer und gab den individuellen Meinungen über die Art und Weise durchzuführender Beobachtungen einen zu breiten Spielraum, der von überspitzten Formen bis zur Negierung der Schülerbeobachtung reichte. Dabei wurde im letzteren Extremfall gar zu gern das fehlende Instrumentarium als Vorwand benutzt.

Durch den Aufbau der neuen Lehrpläne nach einheitlichen Richtlinien und didaktisch-methodischen Linienführungen werden Schülerbeobachtungen und theoretische Verallgemeinerungen nunmehr konsequent im Zusammenhang gesehen. [1; 127] Damit erhält die Beobachtung im Astronomieunterricht die gleiche Bedeutung wie das Experiment in den übrigen naturwissenschaftlichen Fächern, auch wenn beide einander nicht adäquat sein können. [1; 128] Wie sich jeder im Lehrplan überzeugen kann, ist die astronomische Schülerbeobachtung keineswegs nur an vorhandenes astronomisches Instrumentarium gebunden. Gewiß wird vorerst an mancher Schule noch auf die Lösung einzelner Aufgaben verzichtet werden müssen. Durch die schrittweise Verwirklichung des Unterrichtsmittelbedarfsplanes, in dem die zentrale Lieferung eines Schulfernrohrs mit Meßeinrichtung angekündigt ist, werden diese unterschiedlichen Bedingungen bald überwunden sein. Erfreulicherweise haben sich die Amateurastronomen im Deutschen Kulturbund

bereit erklärt, den Astronomielehrern auch in dieser neuen Situation sowohl ideell als auch instrumentell zu helfen.¹ Nun hängt es von jedem einzelnen Astronomielehrer ab, in welchem Umfange die angebotene Hilfe wirksam wird.

1.2. Ohne auf die Funktion der Beobachtung näher eingehen zu wollen, müssen doch drei Gesichtspunkte Erwähnung finden, die sowohl die Planungsarbeit, wie auch die gezielte Durchführung durch den Lehrer stimulieren.

Einmal muß die Schülerbeobachtung den beabsichtigten Erziehungserfolg garantieren, d. h., daß die Schüler am Beobachten Freude empfinden. Sie müssen so beeinflusst werden, so daß bei der Mehrzahl der Schüler das Bedürfnis zur Beobachtung geweckt wird. Kommt es zu solchen Emotionen, dann stellen die weiteren Erziehungsaufgaben, wie Stärkung des Willens im Hinblick auf Ausdauer, Fleiß, Exaktheit (bzw. Ehrlichkeit), Diszipliniertheit und das Anerkennen polytechnischer Fähigkeiten und Fertigkeiten [2; 152], [3; 53], ferner der Umgang mit optischen Geräten, Ausführung von Messungen, Skizzieren und Protokollieren beobachteter Erscheinungen oder von Vorgängen weit geringere Probleme dar, als wenn die Schüler solche Praktika als Pflichtübung auffassen. Diese positive Einstellung wird durch ein hohes Maß an Selbsttätigkeit unterstützt, die einen bestimmten Grad an Selbständigkeit voraussetzt. Daraus ergibt sich der zweite Gesichtspunkt.

Selbsttätigkeit darf nicht dem Selbstlauf überlassen werden und Selbständigkeit ist das Ergebnis systematischer pädagogischer Einwirkung. Deshalb bedarf die astronomische Schülerbeobachtung einer gewissenhaften Planung und Organisation aller damit verbundenen Ziele und Schritte durch den Lehrer.

Diese Forderung schließt ein, daß der Lehrer die vom Schüler zu lösenden Aufgaben vorher selbst ausgeführt hat, weil er nur so feststellen kann, welche Potenzen dieser Aufgabe innewohnen bzw. in welcher Weise die Schüler auf die spezielle Aufgabenstellung vorbereitet sein müssen, an welchen Punkten bei der Durchführung zusätzliche Hilfen und Anleitungen zu geben sind, und welche Zeitspanne je Aufgabe

¹ Vgl. Amateurastronomen wollen helfen. In: *Astronomie in der Schule* 8 (1971) 1, 21.

berücksichtigt werden muß, um den Erfolg zu sichern.

Schließlich muß beim Lehrer Klarheit darüber herrschen, welche Konsequenzen die vollzogene Beobachtung für den Unterricht haben soll.

Wird die Beobachtung vor der theoretischen Behandlung eines Stoffkomplexes liegen, ergeben sich ganz andere Bedingungen – sowohl für die Beobachtung selbst, als auch für den nachfolgenden Unterricht im Klassenraum – als wenn sich die Beobachtung der theoretischen Bearbeitung des betreffenden astronomischen Objektes oder Sachverhaltes anschließt. Auch diese Erkenntnisse gewinnt der Lehrer erst durch die eigene vorbereitende Beobachtung im Zusammenhang mit der wichtigen Überzeugung: Die astronomische Schülerbeobachtung ist vollwertiger Unterricht unter andersartigen Bedingungen; deshalb sind dafür spezifische Methoden und Organisationsformen vonnöten.

1.3. Mit den folgenden Ausführungen beabsichtigen wir, allgemein gültige Erfahrungen mitzuteilen, die zu berücksichtigen sind, um den an eine astronomische Schülerbeobachtung gestellten Forderungen gerecht zu werden. Auf Details kann dabei nicht eingegangen werden, da die örtlichen Bedingungen zu stark variieren.

Die hier gegebenen Mitteilungen beziehen sich auf eine Situation mit einer schulastronomischen Mindestausstattung unserer gegenwärtigen Entwicklung. Darunter verstehen wir das Vorhandensein von mindestens drei selbstgebauten Winkelmeßgeräten ([4], [5], [6], [7]), die die Festlegung des Azimuts und der Höhe von Gestirnen gestatten, mindestens eines optischen Instrumentes (Schulfernrohr aus dem Selbstbausatz 50/540 oder größer, auch Feldstecher von 8X30 an aufwärts auf einem Stativ) sowie je eines Klassensatzes drehbarer Schülersternkarten und Arbeitskarten.

Nach 12 Schuljahren Astronomieunterricht ist zu erwarten, daß dieser Ausrüstungsstand an jeder Schule erreicht ist, anderenfalls müssen die Leitung der Schule und der Astronomielehrer überprüfen, inwieweit sie bisher ihrer Verpflichtung nachgekommen sind, den Bildungs- und Erziehungsprozeß den Anforderungen gemäß richtig zu planen und zu sichern. Die Fachberater für Astronomie sollten sehr rasch mit solchen Schulen beraten, in welcher Weise diese Mindestforderungen erfüllbar sind.

¹ Die Numerierung der Beobachtungsaufgaben folgt derjenigen des neuen Lehrbuches. [8]
Nr. 8/1 bedeutet, Beobachtungsaufgabe Nummer 8, Teil 1.

2. Die Vorbereitung der Schülerbeobachtung

2.1. Die Vorbereitungsarbeit des Lehrers

Die Vorbereitungen des Lehrers für die Beobachtungen mit den Schülern umfassen zwei Seiten: a) die mit der thematischen Planung von Stoffeinheiten verbundenen Arbeiten und b) die unmittelbare Vorbereitung auf den Beobachtungsabend.

Da es für die umfassende Planung wie für die Vorbereitung der einzelnen Stunden nicht unerheblich ist, an welcher Stelle innerhalb des Lehrgangs beobachtet wird und die Beobachtungstermine stark wetterabhängig sind, muß der Lehrer in seiner Planung beide Varianten berücksichtigen: a) welche Schwerpunkte zu beachten sind, wenn die Beobachtung vor der unterrichtlichen Behandlung des Stoffes erfolgt und b) welche Möglichkeiten sich anbieten, falls die Beobachtung nach den theoretischen Unterweisungen folgt.

Neben der Aufeinanderfolge von Theorie und Praxis muß vom Lehrer auch geplant werden, welche Aufgaben am jeweiligen Beobachtungsabend zu absolvieren sind.

Die Autoren des Lehrplanes und die der Unterrichtshilfen setzen für die zehn obligatorischen Beobachtungsaufgaben zwei Abendveranstaltungen von je 90 Minuten Dauer an. Dazu unterbreiten wir einen Vorschlag, der sich in ersten praktischen Versuchen als möglich erwiesen hat, und der die Stoff-Zeit-Relation günstiger gestaltet, als wenn alle Beobachtungsaufgaben im Klassenverband gelöst werden sollen (s. Tabelle 1).

Tabelle 1

Beob.- abend	Zeit- raum	zu lösende Aufgaben ¹	
		im Klassen- verband	als Hausaufgabe
I	Sept./ Okt.	Nr. 1 Polarstern und Meridian Nr. 3 Schätzung und Messung von a und h Nr. 5 Mondphase und -oberfläche (Fernrohr)	Nr. 2 Herbst- sternbilder Nr. 4 Messung des scheinbaren Monddurch- messers
II	Jan./ März	Nr. 7 Planet (Fernrohr) Nr. 8/1 Orion- sterne (Hellig- keitsschätzung) Nr. 9 Doppel- stern Mizar (Fernrohr) Nr. 10 Offener Sternhaufen Plejaden (Fernrohr)	Nr. 6 Winter- sternbilder und Wiederholung Polarstern, Distanzmessung Nr. 8/2 und 8/3 Orion (Skizze mit Helligkeits- werten) Nr. 8/4 Orion (Farbschätzung)

Betrachtet man die Inhalte, dann zeigt sich, daß einzelne Aufgaben stark wiederholenden und übenden Charakter tragen (Aufgaben 2, 4, 6), während mit anderen Aufgaben der Schüler an eine neue Qualität der astronomischen Beobachtung oder an ein anders zu behandelndes Objekt herangeführt werden soll (Aufgaben 1, 3, 5). Die dritte Aufgabengruppe (Nr. 5, 7, 9, 10) verlangt die Beobachtung mit dem Instrument. In einer letzten Gruppe (Aufgabe 8/2–8/4) wird vom Schüler erwartet, daß er den Grad erreichter Selbständigkeit im Beobachten und Anwenden von bereits Erlerntem (auch vom Unterricht aus Vorjahren anderer Unterrichtsfächer) zu beweisen vermag.

Die Aufteilung wird auch noch aus einem anderen Grunde gerechtfertigt. Mit der Lösung der Aufgabe 5 tritt die Mehrzahl der Schüler zum ersten Male im Leben an ein Fernrohr. Dazu muß man ihnen genügend Zeit lassen, damit sie sich beim astronomischen Fernrohr in das seitenumkehrende Bild einsehen können und sich daraus orientieren lernen. Zudem bietet der Mond im Fernrohr auch bei einem geringen Mondalter eine Vielzahl an Details, was den Zeitbedarf des Schülers zur Lösung seines Auftrages erhöht. Endlich werden in diesem Zusammenhang bei Schülern Fragen auftauchen, zu deren Beantwortung der Lehrer Zeit haben muß.

Zur unmittelbaren Vorbereitung des Lehrers zählen weiter die Wahl eines geeigneten Beobachtungsplatzes, die Bestimmung des exakten Zeitpunktes und des Zeitplanes der Beobachtung, die Festlegung der einzelnen Teilziele und -schritte bei den speziellen Beobachtungsaufgaben sowie die Bereitstellung der Instrumente und Hilfsmittel.

Ferner muß sich der Lehrer klar werden, ob es ihm organisatorisch möglich ist, alle Schüler zugleich zu betreuen. Das wird wesentlich von der Klassenfrequenz abhängen. Dementsprechend gilt es zu entscheiden, ob Helfer hinzugezogen werden müssen (entweder Amateurastronomen oder Arbeitsgemeinschaftsteilnehmer) oder ob die Klasse in Gruppen aufgeteilt zu verschiedenen Zeitpunkten bestellt werden muß.

Auf Grund eigener Erfahrungen hält es der Autor nicht für ratsam, Klassen mit 25 und mehr Schülern (das dürfte in Stadtschulen die Norm sein) zu gleicher Zeit zum Beobachtungsplatz zu bestellen. Die gruppenweise Betreuung verlangt zwar einen Mehraufwand an Zeit, zumal dann, wenn ein Lehrer mehrere Klassen in Astronomie unterrichtet, aber der Gewinn, den die Schüler davon haben, rechtfertigt das Vorgehen. Selbst wenn von dieser effektiven Maßnahme kein Gebrauch gemacht wird, reicht beim Vorhandensein weniger Beobachtungsinstrumente die Zeit nicht aus, um die Aufgaben so zu lösen, daß sie die geistige und ideologische Haltung des Schülers nachhaltig beeinflussen.

Die Wahl des Beobachtungsplatzes

Wenn möglich, sollte der Beobachtungsplatz der Schule ständig der gleiche sein und freie Horizontsicht (zumindest nach West, Süd und Ost) bieten. Das wird in Großstädten zum Teil Schwierigkeiten bereiten. Vielleicht läßt sich der Beobachtungsplatz auf einer Berghöhe finden, so daß der größte Teil der Stadt unter dem mathematischen Horizont liegt. Der Platz muß für alle Schüler verkehrstechnisch gut erreichbar sein, was in Städten meist dazu führt, daß der Beobachtungsplatz mit der besten Verkehrslage und nicht derjenige gewählt werden kann, der die besten Sichtbedingungen besitzt. Der Platz muß auch genügend groß sein, um eine Gruppenarbeit organisieren zu können.

Der Beobachtungszeitpunkt

Mitte September und Mitte März endet die bürgerliche Dämmerung in allen Teilen unserer Republik gegen 19.00 Uhr MEZ. Dieser Zeitpunkt ist für den Beginn der Beobachtung am günstigsten, weil dadurch die Sterne in Abhängigkeit von ihrer scheinbaren Helligkeit nacheinander sichtbar werden, was die Orientierungsaufgaben erleichtert. Außerdem erkennt der Schüler, daß es relativ wenig helle Sterne gibt, und andererseits die Sternanzahl mit abnehmender scheinbarer Helligkeit rasch zunimmt. Soll erst Mitte bis Ende Oktober beobachtet werden, kann der Beginn schon auf 18.30 Uhr MEZ vorverlegt werden.

Bei der Auswahl der beiden Beobachtungsabende ist die herrschende Mondphase zu beachten. Für Beobachtungsabend I eignet sich der Zeitraum für das Mondalter zwischen 5 bis 12 Tagen, weil der Schüler bei zu schmaler Mondsichel seine Aufgabe nicht auftragsgemäß erfüllen kann; bei Vollmondnähe wird das Erkennen von Oberflächenformationen erheblich erschwert, was sich bei einer Erstbeobachtung auf die benötigte Zeit nachteilig auswirkt.

Beobachtungsabend II sollte am besten bei mondlosem Himmel in der Zeit zwischen 17 und 1 Tagen Mondalter stattfinden. Diese Angaben können nur Richtwerte sein, da der Mondstand infolge starker Deklinationsänderungen und der Verlagerung der Mondbahnknoten sich in diesem Schema nicht restlos darstellen läßt. In jedem Falle gilt: Zur Festlegung des Tages und Zeitpunktes der Beobachtung muß sich der Lehrer unbedingt des Sternkalenders bedienen. [9]

Für den Beobachtungsabend I im Schuljahr 1971/72 geben wir hier ein Beispiel für die geographische Breite $\varphi = 52^\circ \text{ N}$ (s. Tabelle 2).

Tabelle 2

[9] Ausgabe 1971		Beobachtungstage				
Seite		25. 9.	29. 9.	3. 10.	23. 10.	27. 10.
37	Sonnenuntergang MEZ	17.52	17.43	17.34	16.51	16.43
39	Ende der astronomischen Dämmerung MEZ	19.45	19.35	19.25	18.43	18.35
65, 68	Mondaufgang MEZ	12.20	15.28	16.48	11.14	13.54
	Monduntergang MEZ	19.45	—	4.25	18.32	23.10
65, 68	Deklination des Mondes um 19.00 MEZ in Grad	— 27	— 21	+ 4	— 26,5	— 17
66, 69	Mondalter um 19.00 MEZ in Tagen	6	10	14	4,5	8,5
66, 69	Beleuchteter Teil um 19.00 MEZ in Prozent	30	70	98	17	55

Der Aufstellung zufolge muß der erste Beobachtungsabend entweder zwischen dem 26. 9. und 2. 10. oder zwischen dem 25. und 31. 10. 1971 angesetzt werden. Wegen der Wetterunsicherheit sollten den Schülern ein fester Termin und ein oder zwei Ausweichtermine mitgeteilt werden.

2.2. Die Vorbereitung der Schüler auf die Beobachtung

Mit der rechtzeitigen Bekanntgabe des Tages, der Zeit, der Gruppeneinteilung und des Beobachtungsortes sind den Schülern auch die Aufgaben nach [8] zu benennen, die die Zielorientierung darstellen. Schon in [10; 132] wurde betont, daß die zweite Unterrichtsstunde wesentlich der Vorbereitung der Schüler auf ihre Beobachtungstätigkeit dient. Diese Aufgabe erschöpft sich aber nicht nur in der Vorstellung des Fernrohres. Hier wird auch über die Hilfsmittel gesprochen, die die Schüler selbst zur Beobachtung bei sich haben müssen: Vorbereitetes Protokollheft (A 5), Lineal mit einer 57 cm langen Schnur versehen (Anleitung geben), Bleistift, Schreibunterlage (wenn Protokollheft nicht hartschalig), kontrollierte Uhr, abgeblendete Taschenlampe, drehbare Schülersternkarte, Lehrbuch. Die Schüler können auch eigene Feldstecher (mit Stativ) mitbringen, um die Zahl der Beobachtungsinstrumente zu erhöhen.

Während des letzten Elternabends in Klasse 9 oder des ersten in Klasse 10 sollte der Klassenleiter mit den Eltern über die Bedeutung, Ziele und Organisation der obligatorischen Beobachtungsabende sprechen. Im Laufe des Schuljahres müssen die Eltern über Termin und Dauer des Beobachtungsabends Kenntnis erhalten. Die Schüler sind zu beauftragen, sich in häuslicher Arbeit mit den angekündigten Aufgaben an Hand des Lehrbuches vorher vertraut zu machen, die Vorbetrachtungen zu lösen und im Protokoll zu formulieren.

3. Die Durchführung des Beobachtungsabends

Wir beabsichtigen nicht, den Ablauf eines der beiden Beobachtungsabende zu skizzieren. Modellvorschläge dazu sind in [11] und [12] enthalten.

Einige wichtige Hinweise mögen genügen. Findet die Beobachtung bis Anfang Oktober statt, kann der Schüler die Vorbetrachtungen 3 und die Arbeitsanleitung 4 zu **Aufgabe 1** noch nicht selbständig lösen. Das bedeutet, daß die Beziehung $b_p = \varphi$ während der Beobachtung vor Arbeitsschritt 4 demonstriert werden muß und die in Vorbetrachtung 3 geforderte Beziehung $K_A = 90^\circ - \varphi$ erarbeitet wird (Kulminationshöhe des Himmelsäquators), und zwar gleichzeitig mit der ganzen Klasse (Gruppe). Nach Absolvierung der Aufgabe 1 wird die Klasse (Gruppe) wieder zusammengefaßt, um sie in **Aufgabe 2** (Hausbeobachtung) einzuführen. Dazu ist eine Übung zur Arbeitsanleitung 4 (Distanzschätzung) an den Sternen des Großen Bären notwendig. Bei **Aufgabe 3** sollten die Schüler nach Einstellung der Sternkarte und stiller Orientierung am Himmel mit dem Scheinwerfer des Lehrers die in Arbeitsanweisung 1 geforderten Sternbilder zeigen. Dies sollte am Schluß des Beobachtungsabends wiederholt werden. Falls das Horizontsystem im Unterricht noch nicht behandelt wurde, muß es am Sternhimmel erklärt werden. Dann sind die Arbeitsanweisungen 2 bis 4 entsprechend der methodisch-organisatorischen Konzeption zu vertauschen, etwa: 3—2—4. Stehen nur 3 Meßgeräte (Behelfstheodolit) zur Verfügung, ist es unmöglich, alle 3 geforderten Sterne (Deneb, Wega, Atair) nach a und h in der verfügbaren Zeit von jedem Schüler messen zu lassen. Wir empfehlen deshalb: *Jeder Schüler mißt a und h für mindestens einen Stern.* Dazu werden die Schüler in mehreren kleinen Gruppen arbeiten. Innerhalb jeder Gruppe mißt der erste Schüler den Stern Deneb, der zweite Wega, der dritte Atair. Dann

beginnt die Reihenfolge von vorn. Sind alle Schüler einer Gruppe fertig, können die Meßwerte der Sterne übernommen werden, die von Mitschülern gewonnen wurden. Im Protokoll ist unbedingt anzugeben, wer der Messende war. Selbstverständlich werden nur die eigenen Messungen des Schülers bewertet.

Die anzustellende *Fehlerbetrachtung* gehört bereits zur Auswertung der Beobachtung. Um die Schüler die **Aufgabe 4** (Hausbeobachtung) lösen zu lassen, werden sie lediglich an die Distanzmessung Deneb – Wega erinnert und auf die anleitende Abbildung im Lehrbuch [8; 119] verwiesen.

Die Mittelwertbildung ist der Auswertung zuzuordnen. Schließlich folgt **Aufgabe 5** (Fernrohrbeobachtung). Steht nur ein Beobachtungsgerät zur Verfügung, muß die Klasse (Gruppe) wieder in kleine Arbeitskollektive aufgeteilt werden, die nacheinander an das Instrument gerufen werden. In der Zwischenzeit lösen die anderen Schüler die Arbeitsanweisungen 1 und 2.

Die Aufteilung ist auch nötig, wenn mit mehreren Geräten gearbeitet wird. Dann muß für jedes Instrument ein Helfer (oder Schüler) verantwortlich sein. Es sollten sich nicht mehr als 5 Schüler an einem Instrument befinden (Herabsetzung der Ablenkungsquellen; Erhöhung der Konzentrationsmöglichkeit des Lehrers auf den beobachtenden Schüler und dessen Fragen).

Damit die Fernrohrbeobachtung sich im Protokoll niederschlägt, sollte der Schüler unmittelbar danach die Richtung des Schattenwurfs der Oberflächenformen und die differentielle Länge des Schattens festhalten, was für die Auswertung der Beobachtung von Wert ist.

Ähnliche Hinweise zu den Aufgaben 6 bis 10 kann der Leser in der Literatur [12] und [13] finden.

4. Die Auswertung der Beobachtungen

Die Beobachtungen auszuwerten, d. h., Erkenntnisse aus ihnen zu gewinnen, muß Prinzip sein. Dazu ergeben sich zahlreiche Möglichkeiten, wovon die bloße Erwähnung der Beobachtungsergebnisse die allereinfachste – wenn auch nötige – Form ist, d. h., hier ist die geplante Bezugnahme gemeint. Spontanität kann auftreten, darf jedoch nicht die Regel sein. Einige Formen sind bereits beschrieben worden. [15; 19 f] Wir wollen die Aufmerksamkeit auf die Auswertung solcher Beobachtungsergebnisse lenken, wie sie z. B. auch in Verbindung mit den Aufgaben im Lehrbuch zu den einzelnen Stoffkomplexen betrieben werden kann.

Beobachtung 1 sollte in der Auswertung wiederholen, warum der Polarstern zu allen Zeiten des Jahres in gleicher Richtung und Höhe steht. Diese Überlegung läßt sich gut mit Aufgabe 6 des Lehrbuchtextes verknüpfen.

Beobachtung 2 führt auf die Zirkumpolarsterne und -sternbilder, weshalb diese Beobachtung am besten in Verbindung mit den Aufgaben 8, 12 oder 13 auszuwerten wäre. Im Ergebnis dieser Tätigkeit sollten die Schüler zur Erkenntnis gelangen, daß die Deklination des Zenits wiederum gleich der geographischen Breite des Beobachters ist: $\delta_z = \varphi$. [16; 91] Die Aufgabe hat unmittelbar Bezug zum äquatorialen Koordinatensystem und kann nach dessen Behandlung in einem Schülervortrag erläutert werden. Läßt man selbständig klären, welche Ursache zum Begriff „Sommerdreieck“ führte, dessen Betrachtung Gegenstand von *Beobachtung 3* ist, nehmen wir die Auswertung in Form der Wiederholung und Anwendung vor. Da die Azimut- und Höhenänderungen während der verfügbaren Zeit noch recht gering sind, führt die Verbindung mit den Lehrbuchaufgaben 7 und 10 zum Auffinden effektiverer Erkenntnisse als wären alle 3 Sterne in Überhaast gemessen worden. Die gemeinsame Beobachtung weckt bei den Schülern das Bedürfnis, ihr Ergebnis doch noch einmal zu überprüfen. Dazu eignet sich die Lehrbuchaufgabe 7.

Da *Beobachtung 4* in häuslicher Arbeit lösbar ist, halten wir die auswertende Mittelbildung aus fünf Messungen [vgl. 8; 107, Aufgabe 16] für angemessener. Diese Aufgabe verlangt die Berechnung des wahren Monddurchmessers. Das ist eine echte wissenschaftliche Problemstellung. Deshalb sollte man nicht versäumen, die Lehrbuchaufgabe 14 zur Gesamtlösung mit einzubeziehen. Der Schüler kann bei der Auswertung zur Überlegung angeregt werden, welche Mondentfernung hier zu verwenden ist, die mittlere oder die aus Aufgabe 14. (Wird Aufgabe 14 nicht einbezogen, dann gilt der Weg wie in den „Lösungen“ von [11] gezeigt.)

Die bereits für *Beobachtung 5* geforderten zusätzlichen Beobachtungsergebnisse „Schattenwurfrichtung und Schattenlänge“ führen in Verbindung mit der Erklärung der Phasentstellung auch zu der Erkenntnis, daß auf dem Mond gleiche geometrische Gesetze gelten wie auf der Erde: Je geringer die Sonnenhöhe, desto länger die Schatten; differenzierte Schattenlängen haben bei gleichem Sonnenstand unterschiedliche Höhen der Oberflächenprofile als Ursache.

Beobachtung 6 hat – neben dem Kennenlernen neuer Sternbilder – hauptsächlich wieder-

holenden Charakter und vertieft die in den Beobachtungen 1 bis 3 erkannten Zusammenhänge. Da am gleichen Beobachtungsabend auch die Helligkeitsschätzung eingeführt wird, ist Beobachtung 6 gut mit Lehrbuchaufgabe 36 zu verbinden.

Gleichgültig, ob bei der *Beobachtung 7* der Jupiter oder der Saturn als Objekt dient, sind die Schüler aufzufordern, auf die Abplattung zu achten. Die Auswertung dazu erleichtert Lehrbuchaufgabe 23. Dagegen bietet sich bei der Venusbeobachtung die wiederholende Deutung der Phasenentstehung an, wobei allerdings der Unterschied zum Erdmond herauszuarbeiten ist: Venus kann nie in Opposition zur Sonne stehen.

Beobachtung 8 bietet mit ihren Ergebnissen vielfältige Auswertmöglichkeiten für den astrophysikalischen Lehrstoff. Während die Helligkeitsschätzung an den Orionsternen (Teile 2 und 3 der Beobachtung) mit dem theoretischen Unterricht durch Entfernung und Leuchtkraft verbunden ist, kann Teil 4 wieder zur Lösung der Lehrbuchaufgabe 33 herangezogen werden. Außerdem hilft die anzustellende Fehlerbetrachtung die Wiederholung der Wirkung der Erdatmosphäre zu motivieren; dies ist andererseits Voraussetzung, um die Wirkung interstellarer Wolken auf die Färbung des Sternlichtes richtig beurteilen zu lernen. [8; Aufgaben 39 bis 41]

Auch die *Beobachtungen 9 und 10 begünstigen* zunächst einmal eine wiederholende Auswertung. Helligkeits- und Entfernungsbestimmung sind zu dieser Zeit bereits besprochen. Da sowohl die Doppelsternkomponenten als auch die Mitglieder eines Sternhaufens jeweils gleiche Entfernungen besitzen, müssen die Schüler aus den beobachteten unterschiedlichen Helligkeiten Schlüsse auf die Leuchtkräfte der Sterne ziehen. Bei Behandlung der entsprechenden Stoffabschnitte werden sich dann die unterschiedlichen Farben der Sterne nach ihrer Temperatur (Spektralklassen) deuten lassen; bei den Sternhaufen wird diese Beobachtung ein Argument für das Alter der Ansammlungen darstellen können. In Verbindung mit den Sternassoziationen kann man wieder auf Beobachtungen 8/1 und 8/4 zurückgreifen. Damit steht Lehrbuchaufgabe 42 in unmittelbarem Zusammenhang.

5. Schlußbemerkungen

Die gegebenen Hinweise können naturgemäß nicht vollständig sein. Sie sind lediglich als Anleitung für den Lehrer gedacht, der erstmals mit der Notwendigkeit konfrontiert wird, Schülerbeobachtungen zu organisieren. Für den

schon Erfahrenen mögen sie eine Anregung sein, wie unter den neuen Bedingungen (Lehrplan – Lehrbuch – obligatorische Aufgaben) auch nach neuen Wegen gesucht werden muß. Wir sind uns bewußt: Die Beobachtungsaufgaben enthalten weit mehr Potenzen, als hier dargestellt wurde. Doch kam es nicht darauf an, diese lückenlos aufzuführen, vielmehr mitzuhelfen, daß bereits im Schuljahr 1971/72 alle Schüler an die systematische Beobachtungstätigkeit herangeführt werden, um ihnen dadurch eine weitere Möglichkeit zu erschließen, sich aktiv mit der Natur auseinanderzusetzen.

Literatur

- [1] MADER, O.: Zur Stellung und Funktion des Faches *Astronomie* im System der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer in der Oberschule. In: *Astronomie in der Schule* 6 (1969) 5.
- [2] MADER, O.: Über den Beitrag des *Astronomieunterrichts* zur Bildung und Erziehung sozialistischer Persönlichkeiten. In: *Astronomie in der Schule* 6 (1969) 6.
- [3] STIER, J.: Bemerkungen zum neuen Lehrplan für *Astronomie*. In: *Astronomie in der Schule* 7 (1970) 4.
- [4] SCHMIDT, E.-H.: Meine Erfahrungen bei der Durchführung praktischer Schülerbeobachtungen. In: *Astronomie in der sozialistischen Schule* 1963, Heft 3–4.
- [5] TAUSCHER, H.: *Astronomische Schülerbeobachtungen* in gleicher Front. In: *Astronomie in der Schule* 7 (1970) 1.
- [6] LINDNER/WERSIG: *Praktische Schülerbeobachtungen für den Astronomieunterricht*, Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin 1962, Seite 8 ff.
- [7] DRÖSSLER, R.: *Wir beobachten den Himmel*, Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin 1963, Seite 13 ff.
- [8] Autorenkollektiv: *Astronomie, Lehrbuch für Klasse 10*, Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin 1971.
- [9] AHNERT, P.: *Kalender für Sternfreunde*, Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig (jährlich).
- [10] ALBERT, H.: Fachliche und methodische Forderungen des neuen Lehrplanes an die unterrichtliche Behandlung des Stoffgebietes „Das Planetensystem“. In: *Astronomie in der Schule* 7 (1970) 6.
- [11] Autorenkollektiv: *Unterrichtshilfen Astronomie*, Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin 1971.
- [12] ALBERT, H.: *Zur Methodik astronomischer Schülerbeobachtungen*. In: Broschüre des Deutschen Kulturbundes (erscheint 1971).
- [13] STEINERT, K.-G.: *Schülerbeobachtungen IV*. In: *Astronomie in der Schule* (Karteikarten).
- [14] LINDNER, K.: Forderungen des neuen Lehrplans an die unterrichtliche Behandlung des Stoffgebietes „Astrophysik und Stellarastronomie“. In: *Astronomie in der Schule* 8 (1971) 1.
- [15] LINDNER, K.: Zur Aktualisierung des Lehrstoffes im *Astronomieunterricht*. In: *Astronomie in der Schule* 7 (1970) 1.
- [16] HENNIG, G.: *Unterrichtserfahrungen bei der Beobachtung von Sonnenhöhen*. In: *Astronomie in der Schule* 7 (1970) 4.

Anschrift des Verfassers:

HEINZ ALBERT
963 Crimmitschau
Pionier- und Jugendsternwarte „Johannes Kepler“

Hinweise zur Unterrichtseinheit

1.4.4. Erörterung eines aktuellen Beispiels der Erforschung des Mondes oder eines Planeten

In der 1. Stoffeinheit des neuen Lehrplans für das Fach Astronomie in Klasse 10 ist eine Stunde für die Behandlung eines aktuellen Beispiels der Erforschung des Mondes oder eines Planeten mittels der Raumflugtechnik durch die Sowjetunion vorbehalten. 11: 17, 20 Um der Aktualität optimal Rechnung zu tragen, ist die zeitliche Ansetzung der Stunde innerhalb des Schuljahres dem Astronomielehrer überlassen.

Für eine im zweimonatlichen Turnus erscheinende Fachzeitschrift ist es nicht einfach, zu einem aktuellen Raumfahrtereignis einen Vorschlag zur Gestaltung der Stunde zu geben. Zu der Zeit, da dieser Beitrag geschrieben wird, sind allein zwei sowjetische Raumfluggeräte, die sowjetischen Sonden Mars 2 und Mars 3 in Richtung auf unseren Nachbarplaneten unterwegs. Zur gleichen Zeit hat aber auch das sowjetische Mondfahrzeug Lunochod 1 seine zehnte Arbeitsetappe auf der Mondoberfläche begonnen. Wenn auch der Zeitpunkt des Startes der Raumflugeinheit Luna 17/Lunochod 1 schon verhältnismäßig weit zurückliegt – er erfolgte am 10. November 1970 – so hat doch dieses kosmische Experiment nichts an Aktualität verloren und erscheint aus diesem Grunde als Stundenthema durchaus geeignet. Im folgenden wird deshalb ein Vorschlag zur Gestaltung der Stunde gegeben.

1. Stundengliederung

- 1.1. Die Etappen der sowjetischen Mondforschung mit Hilfe der Raumflugtechnik
- 1.2. Die Raumflugeinheit Luna 17/Lunochod 1
- 1.3. Lunochod 1 als Prototyp eines Mehrzweckfahrzeuges zur Erforschung des Mondes und der Planeten
- 1.4. Das sowjetische Luna-Programm im Verhältnis zum Apollo-Programm
- 1.5. Die Verantwortung der Wissenschaft bei der Erforschung des Mondes

Zu 1.1. Die Etappen der sowjetischen Mondforschung mit Hilfe der Raumflugtechnik

Die sowjetische Raumflugtechnik erzielte bei der Erforschung des Mondes eine Reihe beeindruckender Erstleistungen. Im Unterrichtsgespräch oder durch Schülervortrag, der mit Hilfe von [2; S. 37–39] vorbereitet wird, werden dazu die nachstehenden Etappen erarbeitet:

- erste wissenschaftliche Messungen im mond-nahen Raum (Luna 1, 1959)
- erste harte Landung eines Raumfluggerätes auf der Mondoberfläche (Luna 2, 1959)
- erste photographische Aufnahmen eines großen Teiles der erdabgewandten Mondhälfte (Luna 3, 1959)
- erstes zerstörungsfreies Absetzen eines Raumfluggerätes auf der Mondoberfläche und erste Fernsehbilder von der Feinstruktur des Mondbodens (Luna 9, 1966)

- erster Meßsatellit in der Mondumlaufbahn (Luna 10, 1966)
- erste Rückkehr eines Raumfluggerätes mit an Bord befindlichen Lebewesen von einem Umlug des Mondes (Sonde 5, 1968)
- erste automatische Station zur Durchführung von Bohrungen auf der Mondoberfläche und zur Entnahme von Bodenproben, mit rückstartfähigem Container (Luna 16/ Rückstartstufe, 1970)
- erstes ferngesteuertes Mondfahrzeug zur Erkundung größerer Areale der Mondoberfläche (Luna 17/Lunochod 1, 1970)*

Zu 1.2. Die Raumflugeinheit Luna 17/Lunochod 1

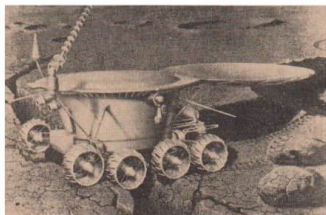
Im Lehrervortrag werden die wesentlichsten in der Presse veröffentlichten technischen Einzelheiten sowie die wissenschaftliche Aufgabenstellung von Lunochod 1 behandelt. Es ist besonders darauf hinzuweisen, daß die Landung der Raumflugeinheit Luna 17/Lunochod 1 mittels einer bereits standardisierten Mehrzwecklandstufe, die, wie bei Luna 16, auch als Rückstartplattform verwendet werden kann, am 17. November 1970 im vorgesehenen Zielgebiet im Mare Imbrium erfolgte. Mit Lunochod 1 wurde eine neue wichtige Etappe der Erforschung des Mondes eingeleitet. Selbstfahrende Apparate ermöglichen wissenschaftliche Untersuchungen verschiedener, räumlich weit auseinanderliegender Oberflächenbereiche auf dem Mond und haben, wie der bisherige überaus erfolgreiche Verlauf des Experimentes mit Lunochod 1 gezeigt hat, neben einer für den gegenwärtigen Stand der Raumflugtechnik überaus langen Lebensdauer einen großen Aktionsradius. Das Fahrzeug, das ursprünglich für eine Aktivitätszeit von drei Monaten ausgelegt war und im wesentlichen der praktischen Erprobung des Fahrwerkes unter den Bedingungen der Mondoberfläche dient, befand sich am 25. Juli 1971 250 Tage auf dem Mond und hat in den jeweils 2 Wochen andauernden neun Mondtagen die bisher umfangreichste wissenschaftliche Ausbeute gebracht, die jemals von einem kosmischen Apparat erhalten wurde. Nahezu 200 000 Fotos und mehrere hundert stereoskopische Aufnahmen sind neben der Registrie-

* Über neuere Erstleistungen, die in der Tabelle nicht aufgeführt sind, informiert der Lehrer.

rung der kosmischen Strahlung (Protonen, Elektronen und Alpha-Teilchen), der Untersuchung der *physikalisch-mechanischen Eigenschaften des Mondbodens* mit Hilfe einer kegelförmigen und schaufelförmigen Sonde, sowie *Analysen des Mondbodens* mittels der Röntgenspektroskopie eindrucksvolle Beweise dafür. Entsprechend dem sowjetisch-französischen Abkommen über die Zusammenarbeit beim Studium und bei der Erschließung des Weltraumes für friedliche Zwecke ist an Bord von Lunochod 1 ein französisches Laserortungsgerät installiert, das es ermöglicht, die *Entfernung Erde – Mond* exakt zu bestimmen. Das von einer fünfköpfigen Mannschaft vom Zentrum für kosmische Fernverbindungen aus gesteuerte Fahrzeug bestand glänzend seine Bewährungsprobe und übertraf alle Erwartungen. Der Lehrer muß neben den hier angeführten Daten selbstverständlich auch die neuesten Informationen in seinen Vortrag einbeziehen.

Zu 1.3. Lunochod 1 als Prototyp eines Mehrzweckfahrzeuges zur Erforschung des Mondes und der Planeten

Im Unterrichtsgespräch, in welchem ein Foto Verwendung findet, sind die Schüler zu der Erkenntnis zu führen, daß das Chassis von Lunochod 1 *vielseitige Verwendungsmöglichkeiten* erlaubt. Es ist denkbar, daß die komplizierte



Funkfernsteuerung gegen eine Handsteuerung ausgetauscht werden kann und daß an Stelle des Instrumentencontainers mehrere Astronauten auf dem Fahrzeug Platz finden können. Dabei sollte auch auf die *Abmessungen* des Fahrzeuges eingegangen werden. Mit einer Länge von rund 2,5 m und einer Breite von 1,5 m ist es etwa mit den Grundmaßen eines PKW „Trabant“ vergleichbar. Aus der Abbildung und anderen in der Presse veröffentlichten Fotos kann bei der Betrachtung des achtradrigen *Fahrwerkes* mit Einzelradantrieb unschwer die hervorragende Geländegängigkeit des Fahrzeuges

abgeleitet werden. In dem Fahrwerk von Lunochod 1, das seine Zuverlässigkeit voll unter Beweis gestellt hat, haben wir die Grundkonzeption für Fahrzeuge vor uns, die in der Zukunft auf dem Mond und auch auf anderen Planeten operieren können. Dabei läßt sich das Chassis für die verschiedenartigsten Aufbauten verwenden.

Zu 1.4. Das Sowjetische Luna-Programm im Vergleich zum Apollo-Programm

Ein kurzer Lehrervortrag berichtet über nachstehende Fakten, die durch [3], [4], [5] ergänzt werden können. Daran schließt sich ein Unterrichtsgespräch, wobei die Schüler die beiden Programme vergleichen, um zu einer parteilichen Wertung zu gelangen. Es wird zunächst darauf hingewiesen, daß der damalige Präsident der USA, JOHN F. KENNEDY, das Erreichen des Mondes durch amerikanische Astronauten noch in diesem Jahrzehnt als nationales Ziel erklärt hat. Diese im Jahre 1962 abgegebene Erklärung stand unter dem Zeichen der sowjetischen Raumfahrtfolge. Die Verwirklichung des Programms ging auf Kosten des Spektrums der Raumfahrtunternehmungen, da die ohnehin durch die sich verstärkenden Krisenerscheinungen in den USA von Jahr zu Jahr knapper werdenden Mittel auf die Verwirklichung des Apollo-Programms konzentriert wurden. Die bisherigen Mondlandeunternehmen amerikanischer Astronauten (Apollo 11, 12, 14 und 15) brachten eine Fülle interessanter und wertvoller wissenschaftlicher Ergebnisse, die jedoch in keinem vernünftigen Verhältnis zum technischen und finanziellen Aufwand stehen. So werden allein die Kosten für das in Zusammenhang mit der Apollo-15-Mission eingesetzte Fahrzeug LRV (Lunar Roving Vehicle), das den Astronauten SCOTT und IRWIN für einige Stunden als Fortbewegungs- und Transportmittel diente, mit 140 Millionen DM angegeben. Der Charakter der amerikanischen Raumfahrt wird vor allem dadurch gekennzeichnet, daß über das sogenannte Nach-Apollo-Programm, das die Schaffung eines Raumtransporters vorsieht, noch immer keine Klarheit besteht. Mit dem Abschluß des ohnehin gekürzten Apollo-Programms (Apollo 17) im kommenden Jahr steht bei der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA eine neuerliche Entlassungswelle bevor.

Die Aggression in Südostasien und die sich immer bedrohlicher entwickelnde Wirtschaftskrise in den USA verbieten eine langfristige Planung und fördern die Fluktuation hochqualifizierter Raumfahrtfachleute in andere Industriezweige.

Demgegenüber zeichnet sich das sowjetische Mondforschungsprogramm durch seine bestechende Folgerichtigkeit und ein *optimales Kosten-Nutzen-Verhältnis* aus. Aus Gründen der Ökonomie wird gegenwärtig dem Automaten der Vorrang gegeben und sowjetische Astronauten werden erst dann zum Monde starten, wenn, wie der Präsident der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, M. KEL-DYSCH, betonte, die Anwendungsmöglichkeiten automatischer Apparate erschöpft sind.

Zu 1.5. Die Verantwortung der Wissenschaft bei der Erforschung des Mondes

Zum Abschluß der Stunde weist der Lehrer auf die Bemühungen der Sowjetunion zum Zustandekommen internationaler Verträge zur ausschließlich friedlichen Nutzung des Mondes hin. (In der UNO vorgelegter Entwurf für einen Mondvertrag; Raumnotabkommen.) Dabei ist zu betonen, daß nur unter *sozialistischen Produktionsverhältnissen* alle Voraussetzungen für die zielstrebige Entwicklung und den humanistischen Charakter der Raumfahrt gegeben sind.

Ausführliche Informationen zu dieser Thematik findet der Lehrer in [2].

2. Unterrichtsmittel

Für die Gestaltung der Stunde können der Mondgloбус, das Lehrbuch (Bilder 34/1, 35/1

und 38/1), die Zeitschrift „Astronomie in der Schule“, Heft 2/1971, 2. und 4. Umschlagseite, Heft 5/1971, 2. Umschlagseite, aus der Lichtbildreihe R 649 die Bilder 1, 8, 12 und 13 sowie aus der Reihe R 748 die Bilder 6 und 9 verwendet werden.

Das Bild 8 der Reihe R 649 zeigt das Operationsgebiet von Lunochod 1.

Für die Vorbereitung dieser Unterrichtsstunde, unabhängig davon, ob die in diesem Beitrag vorgeschlagene oder eine andere Thematik behandelt wird, ist die Zeitschrift „Presse der Sowjetunion“, herausgegeben vom Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der DDR in Zusammenarbeit mit dem Zentralvorstand der Gesellschaft für Deutsch-Sowjetische Freundschaft, von außerordentlich großem Wert. Außerdem wird das Studium der Literatur [6] empfohlen.

3. Literatur

- [1] **Lehrplan für Astronomie Klasse 10**. Berlin 1969.
- [2] **Astronomie, Lehrbuch für Klasse 10**. Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin 1971.
- [3] **HOFFMANN, H.: Zu einigen Aspekten des Verhältnisses von Raumfahrtforschung und Gesellschaftsordnung**. In: *Astronomie in der Schule* 8 (1971) 2, 28–35.
- [4] **POPEI, G.: Zum neuen Erfolg der sowjetischen Raumforschung**. In: *Astronomie in der Schule* 7 (1970) 5, 97.
- [5] **MIELKE, H.: Monderkundungsfahrzeuge**. In: *Astronomie in der Schule* 7 (1970) 6, 121.
- [6] **Autorenkollektiv: Spuren auf dem Mond**. Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin 1971.

Anschrift des Verfassers:

Oberlehrer HANS JOACHIM NITSCHMANN
86 Bautzen, Sternwarte

Bedarfsplan für Unterrichtsmittel im Fach Astronomie Klasse 10¹

Bei der Erarbeitung des neuen Lehrplanes für das Fach Astronomie wurde davon ausgegangen, daß Lehrbuch und Unterrichtsmittel unentbehrliche Voraussetzungen für seine Erfüllung sind. Aus diesem Grunde erfolgte eine *verbindliche* Zuordnung der Unterrichtsmittel zu den einzelnen Unterrichtseinheiten. Sie wird durch den Bedarfsplan für Unterrichtsmittel gegeben, der sich damit als wesentliches Nachfolgematerial zum neuen Lehrplan erweist.² Zusammen mit Lehrplan und Unterrichtshilfe bildet er die Grundlage für eine sinnvolle und zielbewußte Einbeziehung der Unterrichtsmittel in den Bildungs- und Erziehungsprozeß. Darüber hinaus soll er auf die Ausstattung von

Fachunterrichtsräumen (in Kombination mit dem Fach Physik) und auf die Entwicklung neuer Unterrichtsmittel orientieren.

Hinweise für die Arbeit mit dem Bedarfsplan für Unterrichtsmittel

Der Bedarfsplan bietet dem Lehrer einen schnellen Überblick über die für die einzelnen Unterrichtseinheiten benötigten Unterrichtsmittel. Er erleichtert damit die Planung und organisatorische Vorbereitung des Astronomieunterrichts. Für Fachberater und Direktoren ist er das Führungsdokument für die Kontrolle und Ergänzung der Ausstattung in den einzelnen Schulen.

Die drei Stufen der Verbindlichkeit bedürfen keiner Erläuterung; die als „verbindlich“ ausgewiesenen Unterrichtsmittel **müssen** vorhanden sein und eingesetzt werden; sie sind zur Erfüllung des Lehrplans unbedingt erforderlich. Beim Vergleich mit den Stundenentwürfen

¹ Vgl. LINDNER, K.: **Zum Unterrichtsmittelbedarfsplan für das Fach Astronomie**. *Astronomie in der Schule* 8 (1971) 2, 40.

² Vgl. **Unterrichtsmittel für Astronomie, Klasse 10**. In: *Verfügungen und Mitteilungen des Ministeriums für Volksbildung und des Staatlichen Amtes für Berufsbildung*. Jahrgang 1970, Nr. 7, S. 83.

der Unterrichtshilfe fällt auf, daß die dort gegebenen Übersichten oft darüber hinausgehen und auch Unterrichtsmittel enthalten, deren Einsatz vom Bedarfsplan nicht zwingend vorgeschrieben wird. Das ist kein Widerspruch; die Unterrichtshilfe besitzt Empfehlungsscharakter und strebt in ihren Stundenentwürfen – die im übrigen Variationen durchaus zulassen – eine *optimale* Erfüllung der Bildungs- und Erziehungsaufgaben an. Selbstverständlich entbindet der Einsatz der verbindlichen und empfohlenen Unterrichtsmittel Lehrer und Schüler nicht von der Arbeit mit dem Lehrbuch.

Innerhalb der einzelnen Verbindlichkeitsstufen sind die Unterrichtsmittel im Bedarfsplan nach Arten geordnet; Neuerscheinungen tragen die Kennzeichnung N. In diesen Fällen sollte der Lehrer die Bestellnummer des SKUS-Kataloges selbst nachtragen.

Verwendete Abkürzungen:

s/w. schwarz-weiß
col. color
B. Bilder
min Minuten Laufzeit (bei Filmen und Magnettonbändern)
T-R Tonbildreihe
K-F Kurzfilm

(bei Lichtbildreihen)

Dr. KLAUS LINDNER

Unterrichtsmittel	Nr. der Sortimentsliste des SKUS, Bemerkungen	Unterrichtsmittel	Nr. der Sortimentsliste des SKUS, Bemerkungen
1. DAS PLANETENSYSTEM		Empfohlene Unterrichtsmittel	
1.1. EINFÜHRUNG IN DAS FACH ASTRONOMIE (2 Stunden)		Anschauungstafeln: Horizontsystem Äquatorsystem, rotierender Himmel Karten: Arbeitskarte Nördlicher Sternhimmel	
Verbindliche Unterrichtsmittel Lichtbildreihen: R 823 Astronomie I: Bilder zum Planetensystem (s/w., 11 B.)		Karten: Arbeitskarte Tierkreiszone	
		Geräte / Modelle: Demonstrationsmodell Horizont- und Äquatorsystem (Himmelsglobus) Induktions-Schiefereglobus	
		Es kann verwendet werden Lichtbildreihen: R 608 Sternbilder (s/w., B. 2, 6, 12, 17, 19) R 658 Astronomische Entfernungsbestimmung (s/w., B. 2) Geräte / Modelle: Tellurium TL 103 Schulfernrohr 63/840	
Geräte / Modelle: Schulfernrohr mit Winkelmeßeinrichtung (oder andere vorhandene Beobachtungsgeräte mit Winkelmeßeinrichtung)		1.3. DER ERDMOND (3 Stunden)	
Es kann verwendet werden Geräte / Modelle: Schulfernrohr 63/840		Verbindliche Unterrichtsmittel Filme: K-F ... Sonnenfinsternis (s/w., 3 min) Lichtbildreihen: R 823 Astronomie I: Bilder zum Planetensystem (s/w., 11 B.)	
1.2. DIE ERDE ALS HIMMELSKÖRPER (4 Stunden)			
Verbindliche Unterrichtsmittel Lichtbildreihen: R 823 Astronomie I: Bilder zum Planetensystem (s/w., 11 B.)		Geräte / Modelle: Schulfernrohr mit Winkelmeßeinrichtung (oder andere vorhandene Beobachtungsgeräte mit Winkelmeßeinrichtung)	
		Empfohlene Unterrichtsmittel Filme: F 839 Sonnen- und Mondfinsternisse (s/w., 13 min) Geräte / Modelle: Mondglobus	
Folien: Drehbare Demonstrationssternkarte Karten: Der nördliche Sternhimmel Drehbare Schülersternkarte			
Geräte / Modelle: Schultellurium			
Schulfernrohr mit Winkelmeßeinrichtung (oder andere vorhandene Beobachtungsgeräte mit Winkelmeßeinrichtung)			

Unterrichtsmittel	Nr. der Sortimentsliste des SKUS, Bemerkungen	Unterrichtsmittel	Nr. der Sortimentsliste des SKUS, Bemerkungen
Es kann verwendet werden Tellurium TL 103 Schulfernrohr 63/840		K-F... Protuberanzen (s/w., 3 min) Lichtbildreihen: R 824 Astronomie II: Bilder zur Astrophysik (s/w., 9 B.)	N N aus R 641 R 658 R 650 R 749
1.4. DAS PLANETENSYSTEM (6 Stunden)		Es kann verwendet werden Lichtbildreihen: R 650 Die Sonne (s/w., B. 3, 5, 6, 8, 16, 17, 20)	
Verbindliche Unterrichtsmittel Filme: K-F... Keplersche Gesetze (s/w., 3 min) K-F... Scheinbare Rückläufigkeit der Planeten (s/w., 3 min) Lichtbildreihen: R 823 Astronomie I: Bilder zum Planetensystem (s/w., 11 B.)	N N N aus R 642 R 641 R 726 R 649 R 542 R 749	2.2. DIE STERNE (5 Stunden)	
Tonbildreihen: T-R... Wichtige Etappen der Raumfahrt (col., 25 B., 12 min) Karten: Schiefertuchkarte Tierkreiszone	N löst R 767 ab	Verbindliche Unterrichtsmittel Lichtbildreihen: R 894 Astronomie II: Bilder zur Astrophysik (s/w., 9 B.)	N aus R 641 R 658 R 650 R 749
Arbeitskarte Tierkreiszone	08 8210 89 oder 08 8010 89 08 8011 89 2 Klassensätze: 40 Stück	Folien: Hertzsprung-Russell-Diagramm Anschauungstafeln: Spektralklassen der Fixsterne Karten: Der nördliche Sternhimmel Geräte / Modelle: Schulfernrohr mit Winkelmeßeinrichtung (oder andere vorhandene Beobachtungsgeräte mit Winkelmeßeinrichtung)	08 7601 56 08 9104 56 98 1092 56 N
Geräte / Modelle: Schulfernrohr mit Winkelmeßeinrichtung (oder andere vorhandene Beobachtungsgeräte mit Winkelmeßeinrichtung)	N	Empfohlene Unterrichtsmittel Filme: T-F... Werdegang eines Sterns (s/w., 10 min)	N
Empfohlene Unterrichtsmittel Filme: F 806 Gesetze der Planetenbewegung (s/w., 10 min) Lichtbildreihen: R 767 Anfänge der Astronautik (s/w., B. 3, 6, 9, 10)	gilt bis zur Ablösung durch T-R... Wichtige Etappen der Raumfahrt	Es kann verwendet werden Lichtbildreihen: R 749 Sternphysik I: Zustandsgrößen (s/w., B. 5, 8, 9, 11) R 608 Sternbilder (s/w., B. 2, 6, 12, 17, 19) Geräte / Modelle: Schulfernrohr 63/840	
Es kann verwendet werden Lichtbildreihen: R 542 Gesetze der Planetenbewegung (s/w., B. 9, 11, 13, 14, 15, 17) Geräte / Modelle: Schulfernrohr 63/840 Planetenschleifengerät		2.3. DAS MILCHSTRASSENSYSTEM UND EXTRAGALAKTISCHE SYSTEME (2 Stunden)	
1.5. DIE ENTWICKLUNG DER VORSTELLUNGEN ÜBER DAS PLANETENSYSTEM (Systematisierung) (1 Stunde)		Verbindliche Unterrichtsmittel Filme: K-F... Spiralnebel (s/w., 3 min) Lichtbildreihen: R 824 Astronomie II: Bilder zur Astrophysik (s/w., 9 B.)	N N aus R 641 R 658 R 650 R 749
Verbindliche Unterrichtsmittel Tonbildreihen: T-R... Vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild (s/w., 15 B., 18 min)	N löst R 642 ab	Karten: Der nördliche Sternhimmel	98 1092 56
Empfohlene Unterrichtsmittel Lichtbildreihen: R 642 Die Entwicklung des astronomischen Weltbildes (s/w., B. 3, 4, 7, 9, 17)	gilt bis zur Ablösung durch T-R... Vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild	Empfohlene Unterrichtsmittel Filme: T-F... Werdegang eines Sterns (s/w., 10 min)	N
2. ASTROPHYSIK UND STELLARAstronomie		Es kann verwendet werden Lichtbildreihen: R 641 Aufbau und Struktur des Weltalls (s/w., B. 11, 12) R 726 Aufbau des Milchstraßensystems (s/w., B. 22)	
2.1. DIE SONNE (3 Stunden)			
Verbindliche Unterrichtsmittel Filme:			

Unterrichtsmittel	Nr. der Sortimentsliste des SKUS, Bemerkungen	Unterrichtsmittel	Nr. der Sortimentsliste des SKUS, Bemerkungen
2.4. ZUSAMMENFASSENDER ÜBERBLICK UNTER HISTORISCHEM ASPEKT (Systematisierung) (2 Stunden)		astronomischen Weltbildes (s/W., B. 3, 4, 7, 9, 17)	Ablösung durch T-R... Vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild
Verbindliche Unterrichtsmittel Tonbildreihen: T-R... Wichtige Etappen der Raumfahrt (col., 25 B., 12 min) T-R... Vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild (s/W., 15 B., 18 min)	N löst R 767 ab N löst R 642 ab	R 767 Anfänge der Astronautik (s/W., B. 3, 6, 9, 10)	gilt bis zur Ablösung durch T-R... Wichtige Etappen der Raumfahrt
Empfohlene Unterrichtsmittel Lichtbildreihen: R 642 Die Entwicklung des	gilt bis zur	Karten: Der nördliche Sternhimmel	98 1092 96

AUS FORSCHUNG UND LEHRE

● Der rote Jupiterfleck aus festem Wasserstoff?

Noch rätselhafter als der Planet Jupiter an sich scheint vielen jener rötliche Fleck zu sein, der sich schon mit einfachen Fernrohren als diskrete Struktur deutlich auf der Oberfläche dieses Planeten erkennen läßt. Seit etwa 330 Jahren theoretisieren die Astronomen an der Natur dieses Fleckengebildes auf der jovianischen Oberfläche herum, an wirklichen Beobachtungsbefunden konnten sie jedoch bisher nur wenig über dieses Gebilde erfahren. So weiß man, daß dieser Fleck nicht streng der Rotation des Planeten folgt, sondern daß er gegenüber der umgebenden Oberfläche eine Eigenbewegung mit Geschwindigkeiten um 2 m pro Sekunde durchführt. Dies brachte den Festkörperphysiker R. SMOLUCHOWSKI (Princeton University, New Jersey) auf den Gedanken, in diesem roten Fleck eine im umgebenden Untergrund schwimmende Insel zu sehen. Da spektroskopische Beobachtungen des Jupiter ergaben, daß der Planet neben geringfügigen Spuren von Methan und Kohlendioxid zum überwiegenden Teil aus Wasserstoff und Helium besteht, lag es nahe, bei der Erklärung dieses Inselphänomens an verschiedene Aggregatzustände des Wasserstoffes zu denken. Theoretische Festkörperuntersuchungen zeigten in der letzten Zeit, daß es unter bestimmten Druck- und Temperaturumständen nicht nur flüssige Phasen, sondern auch feste Phasen des Wasserstoffes geben muß. Auf Grund dieser Ergebnisse vermutet man, daß der Hauptteil des Planeten von einer flüssigen Phase eines Wasserstoff-Helium-Gemisches eingehtüllt ist. Die rote Insel könnte nach SMOLUCHOWSKI ein Gebilde aus festem Wasserstoff sein, das in der flüssigen Phase wie ein Eisberg im Wasser schwimmt. Das Wandern der Insel wird als ein zelluläres Konvektionsphänomen verstanden. An den Randgebieten des Fleckes herrschen Konvektionsströme, die innerhalb der Flüssigphase aus größeren Tiefen Wasserstoff an die Oberfläche aufsteigen lassen. Dieser wächst dann teilweise der Insel als fester Wasserstoff hinzu, während in anderen Randgebieten der Insel der feste Wasserstoff sich in flüssigen zurückverwandelt. Der Fleck ist auf diese Weise ein mehr oder weniger variables Gebilde.

(Aus Umschau in Wissenschaft und Technik 71 (1971) 4, 139-140)

● 20 Jahre Arbeitsgemeinschaft „Junge Astronomen an der Sternwarte Hartha“ (s. Abb. Titelseite)

Vor zwanzig Jahren gründete der Verfasser in Hartha, Kreis Döbeln, mit Schülern der 7. Klasse die erste Arbeitsgemeinschaft Astronomie. Zur damaligen Zeit standen weder Instrumente noch Arbeitspläne und Erfahrungen zur Verfügung. Es gab keine eigene Sternwarte. Aber die Pioniere kamen zu den Veranstaltungen, Vorträgen und Himmelsbeobachtungen. Eine astronomische Arbeitsgemeinschaft muß nicht unbedingt eine Sternwarte besitzen!

In den vergangenen 20 Jahren haben viele Schüler in der Arbeitsgemeinschaft „Junge Astronomen“ die Möglichkeit gehabt, auf ihrem besonderen Interessengebiet Wissen und Fertigkeiten zu erwerben; sie nutzten ihre Freizeit sinnvoll. Beim Eintritt in die Arbeitsgemeinschaft erfahren die Teilnehmer, es sind meist Schüler der 5. bis 7. Klassen, die Anforderungen an ihre Tätigkeit. Zu Beginn des Jahres wird gemeinsam ein Arbeitsplan entworfen. Es ist ein Rahmenplan, der variabel ist. Er muß so gestaltet sein, daß er eine große Vielseitigkeit aufweist, die notwendig ist, um das Interesse ständig neu zu wecken, wobei trotzdem nicht die Grundrichtung verlorengelassen darf. Thematische Veranstaltungen wechseln mit praktischen Beobachtungen.

Im 5. und 6. Schuljahr lernen die Pioniere einfache astronomische Vorgänge, Gesetze, Zusammenhänge kennen, werden mit leicht durchzuführenden Beobachtungen vertraut gemacht. Sie erwerben Fertigkeiten im Umgang mit Instrumenten, Geräten und Sternkarten. Das 7./8. Schuljahr arbeitet die Grundzüge des Astronomielehrplans durch und festigt das Wissen, erwirbt neue Fähigkeiten. Der staatsbürgerlichen Erziehung kommt große Bedeutung zu, indem z. B. bei der Behandlung entsprechender Themen auf die großen Leistungen der Astronomen eingegangen wird, die Unterstützung der Wissenschaft in unserem Staat und die Erfolge der sowjetischen Raumfahrt gewürdigt werden. Diese Tätigkeit trug dazu bei, daß alle Pioniere der Arbeitsgemeinschaft an der Jugendweiche teilnahmen. Im 9. und 10. Schuljahr werden die Schüler in die Lage versetzt, an den wissenschaftlichen Arbeiten der Sternwarte teilzunehmen. Die Jahresarbeiten, die im 10. Schuljahr angefertigt werden, zeigen, was die Schüler auf dem Gebiet der Astronomie gelernt haben. Die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft lernen nicht nur astronomische Sachverhalte kennen. Sie beschäftigen sich auch mit Problemen der Mathematik (Umgang mit Zählentafeln und Diagrammen, Handhabung einer Rechenmaschine und des Rechenstabes). Außerdem bekommen die Pioniere Einblick in die gesamte Fototechnik. Höhepunkte der Arbeit sind die Exkursionen zu anderen Sternwarten, in das Zeiß-Planetarium oder den Mathematisch-Physikalischen Salon in Dresden.

Große Bedeutung kommt der Verbindung zur Fachastronomie zu. Dadurch werden die Pioniere mit den aktuellen wissenschaftlichen Problemen vertraut gemacht. Bei den Studienfahrten zur Sternwarte Sonneberg hat der Verfasser fast immer Mitglieder des Kollektivs dabei, um sie mit modernen Instrumenten, neuen Arbeitsmethoden und fachwissenschaftlichen Aufgaben vertraut zu machen. Heute lösen die Schüler unter Anleitung fachwissenschaftliche Aufgaben auf dem Gebiet der Veränderlichen Sterne.

Nicht für jeden Jugendlichen ist die Tätigkeit in der Sternwarte mit dem Schulabschluß zu Ende. Wenn es beruflich möglich ist, arbeiten die ehemaligen Mitglieder im Rahmen unserer Astronomie-Fach-

gruppe im DKB als ehrenamtliche Mitarbeiter mit, was ein großer Gewinn ist.

Ein Mitarbeiter der Sternwarte, Kollege HÄUSSLER, ehemaliger Schüler, der vor vielen Jahren bei uns begann, leitet heute selbst eine Arbeitsgemeinschaft Astronomie. Es könnten weitere Beispiele genannt werden, die zeigen, wie die Tätigkeit in der Arbeitsgemeinschaft die Entwicklung der jungen sozialistischen Persönlichkeit beeinflusst.

Die Sternwarte erhält Unterstützung durch die Werkstätten der Betriebe von Hartha, die bei der Instandhaltung und dem Neubau von Instrumenten und Geräten helfen. Mit der Lehrwerkstatt des VEB Elektromotorenwerk in Hartha besteht ein Patenschaftsvertrag.

HELMUT BUSCH.

Verdienter Lehrer des Volkes,

Leiter der Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha

Nachbemerkung: Der Kollege HELMUT BUSCH hat in seiner zwanzigjährigen Tätigkeit als Leiter außerunterrichtlicher Arbeitsgemeinschaften für Astronomie eine hervorragende pädagogische und fachwissenschaftliche Arbeit geleistet. „Astronomie in der Schule“ gratuliert ihm zu seinem Jubiläum und wünscht ihm weitere Erfolge bei seinem Wirken auf dem Gebiet der Schulastronomie.

● Jubiläum einer Fachzeitschrift

Die für Fachastronomen bestimmte Zeitschrift „Astronomische Nachrichten“ wurde vor 150 Jahren von H. C. SCHUMACHER begründet. Die erste Nummer erschien im September 1821. Beiträge von BESSEL, GAUSS, OLBERS u. a. verhalfen der Zeitschrift rasch zu hohem Ansehen in Fachkreisen. Die „Astronomischen Nachrichten“ erscheinen jetzt bei dem Akademie-Verlag, Berlin (Herausgeber: Prof. Dr. J. WEMPE). Sie sollen auch in Zukunft den Charakter einer internationalen Fachzeitschrift behalten.

● Tage der Schulastronomie 1971

In den Sommerferien hatten sich etwa 80 Astronomielehrer aus der Republik zu den traditionellen „Tagen der Schulastronomie“ in Bautzen versammelt. Ein vielseitiges Programm gab allen Teilnehmern wertvolle theoretische und praktische Anregungen zur Arbeit mit dem neuen Lehrplan. Dr. GÜNTHER berichtete über moderne Forschungsergebnisse der Astronomie; und Prof. Dr. HOPPE referierte über Leben und Werk von J. KEPLER, dessen 400. Geburtstag wir in diesem Jahr begehen. J. STIER sprach zur Forschungsvorhaben der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften zur Methodik des Astronomieunterrichts. H. ALBERT gab Empfehlungen zur Durchführung der obligatorischen Schülerbeobachtungen. Dr. LINDNER erläuterte astronomische Ergebnisse im Schuljahr 1971/72. R. KOLLAR und H. RISSE gaben praktische Anleitungen zur Orientierung am Sternhimmel. P. GRAF und H. NIEMZ demonstrierten die Arbeit mit Meßgeräten und mit dem Schulfernrohr im Astronomieunterricht. Dr. BERNHARD referierte über die Rolle der Beobachtung und des Experiments in der Astronomie. Dr. AINERT sprach über die Anwendungsmöglichkeiten des Kalenders für Sternfreunde in der Schulastronomie. H. MIELKE berichtete über neue Ergebnisse der sowjetischen Astronautik. Dr. SCHUKOWSKI und H. MRASZ erläuterten schulpolitische, theoretische und praktische Grundlagen für die Tätigkeit der Arbeitsgemeinschaften Astronomie und Astronautik nach den neuen Rahmenprogrammen. Prof. Dr. RICHTER informierte über neueste Beobachtungsergebnisse des Observatoriums Tautenburg auf dem Gebiet der extragalaktischen Forschung. Daneben fanden zahlreiche Rahmenveranstaltungen statt, die zum intensiven Erfahrungsaustausch anregten. Das günstige Wetter gestattete täglich die Durchführung von Himmelsbeobachtungen. Es war eine gelungene Tagung, wofür wir den Dozenten, den Mitarbeitern der Sternwarte als Veranstalter, dem Sorbischen Institut für Lehrerbildung als Gastgeber herzlich danken. Der Dank gilt zuletzt den Teilnehmern für die gute Tagungsdizziplin.

WOLFGANG OEHMKE,

3551 Wendemark, Kreis Osterburg

● Vorbereitung auf den Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie

In den Sommerferien 1971 fanden in den dafür zuständigen Ausbildungseinrichtungen Einführungskurse zur Vorbereitung von Lehrern auf den Erwerb des Zusatzstaatsexamens im Fach Astronomie statt. Erfreulich ist die hohe Teilnehmerzahl, die uns genannt wurde.

Pädagogische Hochschule Dresden	42 Teilnehmer
Pädagogische Hochschule Potsdam	48 Teilnehmer
Pädagogisches Institut Güstrow	58 Teilnehmer
Universität Jena	54 Teilnehmer

insgesamt 202 Teilnehmer

Erstmals wurde im Auftrage des Ministeriums für Volksbildung von der PH Potsdam eine Studienanleihe herausgegeben.

Die Bewerbungen für den nächsten Durchgang dieser Art der Qualifizierung sind bis zum 15. Februar 1973 auf dem Dienstweg an die Ausbildungseinrichtungen einzureichen (vgl. Astronomie in der Schule 7 (1970) 6, 139).

● Studienmaterial für die Weiterbildung der Astronomielehrer in Kursen

Die Teilnehmer an der Weiterbildung in Kursen im Fach Astronomie erhalten das überarbeitete Lehrprogramm und die dazugehörigen Studienhilfen für die fachwissenschaftlichen und didaktisch-methodischen Themen bis zum 15. November 1971 von der Sternwarte Bautzen zugesandt.

● Hinweise auf Druckfehler und Ergänzungen

08 10 05 – 1 Astronomie, Lehrbuch für die Klasse 10

Seite 21 5. Textzeile statt (Bild 21/1) Bild 21/2

Seite 38 Bild 38/1 statt Sonde 3 muß es heißen Luna 3

Seite 98 13. Zeile Bildverweis (Bild 59/2) streichen

Seite 103 3. Zeile statt Tabelle 16, Tabelle 14

Seite 106 6. Zeile von unten statt Tabelle 9, Tabelle 10

Seite 129 Tabelle 3, 7. Zeile, statt km, km²

Tabelle 4, 2. Zeile, statt 10,9 R_E, 109 R_E

Seite 135 Tabelle 10. Spalte 7, statt + 1 m₄₆, - 1 m₄₆

Seite 141 14. r₀ = 376 240 km

$$19. \mu_p = \sqrt{\frac{a}{p^2} \cdot k}$$

36. Die Sonne ist scheinbar 63 · 10⁸ mal heller als der Stern Kapella.

Farbtafel

Die „Spektralkarte im Gebiet des Sternbildes Orion“ ist um 180° zu drehen.

Folgender Text ist aufzunehmen:

Die Spektralklassen der Sterne werden durch verschiedene Farben symbolisiert:

blau O bis B 3

weiß B 4 bis F

gelb G

orange K

rot M

Die Redaktion Physik/Astronomie
des Verlages Volk und Wissen

DIE STERNE. J. DORSCHNER: **Kondensierte Materie im Kosmos (II).** 47 (1971) 1, 1-11. Fortsetzung aus Heft 6/1970. — P. NOTNI: **Galaxien und quasistellare Objekte — Eindrücke vom IAU-Symposium Nr. 44.** 47 (1971) 1, 11-13. — P. von der OSTEN-SACKEN: **Materiequellen.** 47 (1971) 1, 14-22. — W. W. SPANGENBERG: **Über den "Schwarzen Tropfen" und verwandte Erscheinungen.** 47 (1971) 1, 22-27. Betrachtungen zu einem Phänomen, das beim Vorübergang eines Planeten vor der Sonnenscheibe beobachtet wird. — R. MÜLLER: **Die Sonnenaktivität im ersten Halbjahr 1970.** 47 (1971) 1, 27-29. — J. CLASSEN: **Die deutschen Sternwarten vor 100 Jahren.** 47 (1971) 1, 29-31. — W. HÖGNER/N. RICHTER: **Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen der photographischen Äquidensitometrie in der Astronomie.** 47 (1971) 2, 49 bis 59. Darstellung einiger neuerer Anwendungen der Äquidensitometrie auf astronomische Objekte, die insbesondere durch Ergebnisse der Anwendung des Verfahrens der "integrierenden Äquidensitometrie" bedingt. — K.-H. SCHMIDT: **XIV. Generalversammlung der Internationalen Astronomischen Union.** 47 (1971) 2, 60-63. Ein Überblick. — K. FRITZE: **Sternentstehung und Frühphasen der Sternentwicklung.** 47 (1971) 2, 64-70. — E. A. GUSSMANN: **Die Verbreiterung der Spektrallinien in den Sternspektren.** 47 (1971) 2, 71 bis 77. — W. LOHMANN: **Wie hell ist es im Innern eines kugelförmigen Sternhaufens?** 47 (1971) 2, 78-80. — P. AUFGEBÄUER: **Astronomische Vorschläge zu schaffelbaren Kalenderreformen.** 47 (1971) 2, 81-84. — J. CLASSEN: **Die europäischen Sternwarten vor 100 Jahren.** 47 (1971) 2, 85-89.

ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT. DIETMAR STACHOWSKI: **Optik für den Amateur.** 1970, 4, 97-101. Der vorliegende Artikel (Bilddefinition des Spiegelteleskops) ist der erste Teil einer Fortsetzungsreihe. Sie ist für den Amateur gedacht, der sich ein gutes (Spiegel-)Instrument selbst bauen will. — SIEGFRIED MARX: **Die Szintillation und ihre Wirkung auf die Beobachtung.** 1970, 4, 101-104. — HANS-K. REMANE: **Sterilisationsprobleme beim Weltraumflug.** 1970, 4, 108-110 und 115-116. — HANS SWART: **Eine Korblochkarte als Datenspeicher "Raumflughörper".** 1970, 4, 116-123. — KARL-HEINZ NEUMANN: **Entwicklung der sowjetischen Raumfahrt 1969.** 1970, 4, 123-128 und 3. Umschlagsseite. — J. CLASSEN: **Über einige Effekte bei großen Geschwindigkeiten.** 1970, 5, 129-136. — SIEGFRIED MARX: **Sonnenzeit und Sternzeit.** 1970, 5, 136 bis 141. — H. WANAGS: **Erfahrungen beim Fotografieren astronomischer Objekte.** 1970, 5, 141-145. — KARL-HEINZ NEUMANN: **Einige Ergebnisse sowjetischer Raumflughörper.** 1970, 5, 150-155. Zusammenfassender Bericht über die während der XIII. Plenartagung der COSPAR vorgetragenen Angaben über Instrumentierungen und Ergebnisse von Venus 4, 5 und 6 sowie einiger Satelliten der Kosmos-Serie. — J. DORSCHNER: **Struktur und Entwicklung des beobachtbaren Universums.** 1970, 6, 161-169. Ein wertvoller Artikel für die fachliche Unterweisung des Astronomielehrers. — KLAUS LINDNER: **Zur Auswahl des Lehrstoffes für den Astronomieunterricht.** 1970, 6, 169-177. — SIEGFRIED MARX: **Konstellationen und Ereignisse am Sternenhimmel 1971.** 1970, 6, 179 bis 176. — 513 Mondkrater erhielten Namen. 1970, 6, 176-183. Zusammenstellung von Daten über die Namensgeber und die Positionen der benannten Krater. (Der vorliegende erste Teil enthält 82 Namen von A bis Cr.) — W. STRUBELL: **Über die Sichtbarkeitsbedingungen von Erdsatelliten.** 1970, 6, 186-189. — G. REINTANZ: **Aktuelle Fragen für die Praxis des Weltraumrechts.** 1970, 6, 189-190.

PRESSE DER SOWJETUNION. B. KONOWALOW: **Fahrzeuge auf fremden Planeten.** 1971, 3, S. 5/6: aus "Iswestija" vom 21. 12. 1970. Perspektiven für kommende Generationen von Mond- und Planetenfahrzeugen. — A. DIMITRIJEW: **Kosmische Brücke in die Zukunft.** 1971, 5, S. 7/8: aus "Prawda" vom 29. 12. 1971. Etappen der sowjetischen Weltraumforschung. — VOJTECH MAXA: **Von Pansky ves in den Weltraum,**

1971, 5, S. 22/23. Über die Mitarbeit des Ionosphären-Observatoriums des Geophysikalischen Instituts der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften am Interkosmos-Programm. — L. WESNANKIN: **Dritter Mondtag für Lunochod.** 1971, 7, S. 5: aus "Iswestija" vom 10. 1. 1971. — W. GOLOWATSCHEW: **Eine neue Forschungsetappe.** 1971, 7, S. 6: aus "Trud" vom 10. 1. 1971. Forschungsergebnisse von Lunochod. — L. CHARTSCHENKO: **Wendung nach links, Fahrt voraus!** 1971, 9, S. 7: aus "Iswestija" vom 12. 1. 1971. Zur Arbeit von Lunochod. — M. ROSTARTSCHUK: **Einheit von Dialektik und Schöpfungstheorie.** 1971, 9, S. 9/10: aus "Iswestija" vom 8. 12. 1970. Anfang Dezember 1970 fand in Moskau die zweite Unionskonferenz über philosophische Probleme der modernen Naturwissenschaften statt. In vorliegendem Überblick wird die Wechselbeziehung zwischen der Philosophie einerseits und Physik, Astronomie und Biologie andererseits hervorgehoben. — W. IWANTSCHENKO: **Zweimal Soljus 9 auf der Filmenwand.** 1971, 9, S. 14: aus "Iswestija" vom 15. 11. 1970. Zu den Filmen "Flug in die Zukunft" und "Erdranziehungskraft". — W. SMIRNOW: **Mit Mondnavigation Kurs auf "Parkrater".** 1971, 13, S. 5/6: aus "Prawda" vom 19. 1. 1971. Einzelheiten zu einem Navigationsexperiment mit Lunochod. — A. BLAGONRAWOW/I. SAIZEW: **Der Weltraum, unerschöpfliches Laboratorium der Erde.** 1971, 15, S. 9-11: aus "Nedelja" Nr. 52/1970. Ein wertvoller Aufsatz zur Frage der wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Bedeutung der Raumfahrt. — **Großartiger Forschungsflug von Venus 7.** 1971, 16, S. 5/6 und 11/12: aus "Prawda" vom 27. 1. 1971. Konstruktion, Flug, Landung und Arbeitsergebnisse von Venus 7. — G. BUDKER: **Antimaterie: Traum und Wirklichkeit.** 1971, 17, S. 17/18: aus "Iswestija" vom 16. 1. 1971. — **Sowjetische Mondforschung — zielstrebig — konsequent — planmäßig.** 1971, 19, S. 5/6: aus "Komsomolskaja prawda" vom 3. 2. 1971. Interview mit den Konstrukteuren von Luna 9. — **KONDRATJEW: Lunochod — ein Bahnbrecher für Mondobservatorien.** 1971, 21, S. 5/6: aus "Prawda" vom 12. 1. 1971. Einige Perspektiven kosmischer Forschungen vom Mond und für die Nutzung des Mondes als Basis für die Beobachtung und Erforschung der Erde. — **Lunochod 1 — eine neue Etappe in der Weltraumforschung.** 1971, 22, S. 5/6 und 11-13: aus "Iswestija" vom 9. 2. 1971. Eine ausführliche Zusammenfassung der Konstruktion, der wissenschaftlichen Aufgaben und einiger Ergebnisse des Mondmobils. — B. PETROW/D. OCHOZINSKI: **MTISLAW KELDYSCH — ein Wissenschaftler neuen Typs.** 1971, 26, S. 6-8: aus "Komsomolskaja prawda" vom 10. 2. 1971. Über das Leben und die Leistungen des nunmehr 60jährigen Präsidenten der Akademie der Wissenschaften der UdSSR. — K.-H. NEUMANN: **"Stille Schwerarbeiter" im irdischen Raum.** 1971, 37, S. 5. Zum Start des 400. Kosmos-Satelliten. — G. KUDRJAWEZA: **Soljus-Raumschiffe in Serienfertigung.** 1971, 38, 3/4 und 8. — T. BORISSOW: **Kopplung im Weltraum.** 1971, 55, S. 12 und 15: aus "Trud" vom 25. 4. 1971. — A. KOWAL: **Kosmos und Produktion.** 1971, 55, S. 13-15: aus "Awiazija i kosmonawtika" Nr. 4/1971. Über die drei Hauptrichtungen des Einflusses der Raumforschung auf die Produktion. — **Weltraumchronik des Planjahrfünftes.** 1971, 55, S. 16: aus "Nauka i shisn" Nr. 3/1971. Überblick über die sowjetische Raumfahrt 1966 bis 1970. Besticht durch Kürze und Übersichtlichkeit. Unterrichtlich gut verwendbar. — M. W. KELDYSCH: **Ein Kosmonaut stieß das Tor zum Weltraum auf.** 1971, 56, S. 6-8: aus "Prawda" vom 13. 4. 1971. Aus der Rede anlässlich der Festsetzung zum 10. Jahrestag des ersten bemannten Raumfluges und des Tages der Raumfahrt.

VERÖFFENTLICHUNGEN DER STERNWARTEN PULSNITZ. J. CLASSEN: **Die teleskopische Beobachtung der Kometen.** Nr. 7 (1970). — J. CLASSEN: **Gase auf der Mondoberfläche?** Nr. 8 (1970).

SPUTNIK. WASSILI PAWLOW: **18 Tage im Weltraum.** 1970, 10, S. 8-15. Aus dem Programm wissenschaftlich-technischer und medizinisch-biologischer

Forschungen von „Sojus 9“. – „Orbita“: ein sowjetisches System der Kosmowision, 1970, 10, S. 16–22. – Luna 16, 1971, 1, 44–48. – MARAT ZEBOJEV: Unternehmen Teleskop, 1971, 5, 60–64. Vom Bau und der wissenschaftlichen Bedeutung des größten Observatoriums der Erde in Selentschug (UdSSR).

ENDEAVOUR, M. J. O'HARA: Mondgeologie im Lichte des Apollo-Programms, Bd. XXX, Nr. 109, Januar 1971, S. 3–7.

WISSENSCHAFT UND FORTSCHRITT, Jupiter, 21 (1971) 1, 48 und 3. Umschlagseite. – V. A. TROICKAJA: Der „Puls“ der Magnetosphäre, 21 (1971) 2, 56–63. In dieser Übersichtsarbeit wird beschrieben, warum und wie die Diagnostik der Erdatmosphäre betrieben wird. Im Vordergrund der Betrachtungen stehen moderne bodengebundene Meßmethoden; Satellitenmessungen werden erwähnt. Diskutiert werden insbesondere Messungen verschiedener Arten von Pulsationen der Erdatmosphäre. Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse von der Erdmagnetosphäre wird betrachtet. – Saturn, 21 (1971) 2, 96 und 3. Umschlagseite. – D. WATTENBERG: FRIEDRICH WILHELM BESSEL, 21 (1971) 3, 143–144 und 3. Umschlagseite. Zum 125. Todestag dieses Astronomen. – E. P. LEVITAN: Analysen von Mondgestein, 21 (1971) 4, 151–156. Ausführ-

licher Bericht über die ersten Ergebnisse der Analysen des von Luna 16 zur Erde gebrachten Mondgesteins. Die Daten werden mit den Analysen des von amerikanischen Astronauten geborgenen Gesteins verglichen.

NEUES DEUTSCHLAND, W. L. GINSBURG: Den Röntgenstrahlen im All auf der Spur, 16. 1. 1971, S. 10. – DIETER HANNES/VOLKMAR STANKE: Warum reiste ein Millionär zum Fra-Mauro-Krater? 13. 2. 1971, S. 8. Einige Aspekte der Mondreise von Apollo 14. – HORST HOFFMANN: Jede Woche einmal in die Erdumlaufbahn, 20. 3. 1971, S. 8. Betrachtungen anläßlich des Starts des 400. Satelliten der sowjetischen Kosmosserie. – DIETER HANNES: Meteorite als Strahlungsforscher, 27. 3. 1971, S. 11. Zu den Wechselwirkungen zwischen Sonnenwind und galaktischer kosmischer Strahlung und der Bedeutung der Meteorite für die räumlich-zeitliche Erforschung von Strahlungsvorgängen im Raum bis zur Jupiterbahn.

ZEITSCHRIFT FÜR DEN ERDKUNDEUNTERRICHT, HANS-JÜRGEN BABECK: Pädagogische Lesungen, ein Mittel zur Selbstbildung der Lehrer, 23 (1971) 2, 57–63.

DR. MANFRED SCHUKOWSKI

UNSERE BILDER

Titelseite – Mitglieder der astronomischen Schülerarbeitsgemeinschaft der „Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte“ in Hartha bei der Einstellung der Instrumente. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „20 Jahre Arbeitsgemeinschaft Junge Astronomen an der Sternwarte Hartha“ in „Aus Forschung und Lehre“.

Aufnahme: H. BUSCH, Hartha

2. Umschlagseite – Ausschnitt aus einer Panoramaaufnahme, die am Abend des 9. Dezember 1970 mit der rechten Telekamera von Lunochod 1 gewonnen wurde. Auf dem Bild ist die Fahrspur deutlich sichtbar, ebenso ein Teil des rechten Hinterrades und sein

Schatten. In der oberen rechten Bildecke ist ein Teil des Schattens des Gerätecontainers erkennbar. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Hinweise zur Unterrichtseinheit 1.4.4. Erörterung eines aktuellen Beispiels der Erforschung des Mondes oder eines Planeten durch die Sowjetunion“.

Aufnahme: Nowosti

3. Umschlagseite – Aufnahme zum Beitrag „Wir beobachten mit dem Schulfernrohr“.

Aufnahmen: H. J. NITSCHMANN, Bautzen

4. Umschlagseite – Das 2-Meter-Universal-Spiegelteleskop des KARL-SCHWARZSCHILD-Observatoriums in Tautenburg bei Jena (siehe Karteikarte in diesem Heft). Ein Bild des Kuppelgebäudes finden Sie in „Astronomie in der Schule“, Heft 5/1969, auf der 4. Umschlagseite.

Aufnahme: Prof. Dr. N. RICHTER, Tautenburg

Herzlichen Glückwunsch!

Prof. Dr. rer. nat. habil. HANSJÜRGEN TREDER, Ordentlicher Professor für theoretische Physik und Leiter des Forschungsbereiches Kosmische Physik, erhielt für hervorragende Leistungen zur Lösung fundamentaler Probleme der allgemeinen Relativitätstheorie und der Gravitationstheorie den Nationalpreis I. Klasse für Wissenschaft und Technik verliehen.

Neben seiner umfangreichen wissenschaftlichen Arbeit unterstützt Prof. Dr. TREDER in großzügiger Weise durch Vorträge und Veröffentlichungen auch die Qualifizierung der Astronomielehrer.

Am 28. Oktober beging EDGAR OTTO sen., einer der ältesten Amateurastronomen unserer Republik, der auf die engste mit der Entwicklung der Schulastronomie verbunden ist, seinen 75. Geburtstag.

EDGAR OTTO war Mitbegründer des Zentralen Fachausschusses Astronomie beim Deutschen Kulturbund, wo er über 10 Jahre den Vorsitz führte. Mit seinen umfangreichen astronomischen Erfahrungen unterstützte er von Anfang an die Entwicklung des Unterrichtsfaches Astronomie. Als Leiter der Sternwarte Eilenburg nahm EDGAR OTTO wesentlichen Einfluß auf die Qualifizierung der Astronomielehrer, die Durchführung von Schülerbeobachtungen sowie auf die Tätigkeit der astronomischen Schülerarbeitsgemeinschaften. EDGAR OTTO wurde auch als Verfasser durch zahlreiche Veröffentlichungen in der Fachpresse bekannt.

WIR BEOBACHTEN MIT DEM SCHULFERNROHR

Zum Beitrag von H. ALBEIT „Obligatorische Schülerbeobachtungen im Astronomieunterricht“ in diesem Heft sollen im folgenden einige technische und methodische Hinweise gegeben werden. Nach dem Vorschlag des Autors werden am Beobachtungsabend I, der zweckmäßigerweise im September oder Oktober durchgeführt werden sollte, die Beobachtungsaufgaben 1, 3 und 5 gelöst (Lehrbuch, Seiten 114, 115, 117 und 120; Unterrichtshilfen, Seiten 114, 115 und 116).

Zur Beobachtungsaufgabe A 1

In der Vorbereitung auf den Beobachtungsabend I erhalten die Schüler als Hausaufgabe den Auftrag, sich mit der Technik des Auffindens des Polarsternes vertraut zu machen. Sie verwenden hierzu die Abbildung 115/1 im Lehrbuch und die drehbare Schülersternkarte. Im vorgeschlagenen Beobachtungszeitraum entspricht die Stellung des Sternbildes Großer Bär etwa der Darstellung im Bild 115/1.

Zu Beginn des Beobachtungsabends im Klassenverband wird zunächst der Polarstern aufgesucht (Arbeitsanweisung 1). Wichtiges Arbeitsmittel für den Lehrer ist dabei eine leuchtstarke Stabtaschenlampe, deren Lichtstrahl sich bündeln läßt und die als Leuchtzeigerstab, beispielsweise beim Identifizieren von Sternen und Sternbildern, sehr gute Dienste leistet. Ihre Anwendungsmöglichkeit ist damit jedoch noch nicht erschöpft. In Verbindung mit der einfachen parallaktischen Montierung des Schulfernrohrs oder einer von den Schülern aus Holz schnell gebastelten entsprechenden Vorrichtung dient nun die Stablampe zur raschen und bequemen Demonstration des Verlaufes von Meridian und Himmelsäquator. Dazu wird die Lampe mit starken Gummiringen an der Prismenführung der bereits justierten Montierung angebracht oder in anderer geeigneter Weise befestigt. Dann wird die Lampe entsprechend der oberen Abbildung auf der 3. Umschlagseite parallel zur Stundenachse ausgerichtet und der Lichtstrahl weist damit zum Himmelspol. Durch einfaches Schwenken der Deklinationsachse zum Nordhorizont, und von da aus zurück zum Südhorizont, wobei die Bewegung nicht zu schnell durchgeführt werden sollte, beschreibt der Lichtstrahl den Verlauf des Meridians und legt gleichzeitig Nordpunkt und Südpunkt des Horizonts fest (Arbeitsanweisung 2). Darüber hinaus läßt sich noch die Lage des Zenits darstellen. Mit der drehbaren Sternkarte kontrollieren die Schüler den Verlauf des Meridians zwischen den zur Beobachtungszeit sichtbaren markanten Sternen

und Sternbildern und halten ihre Beobachtung im Protokollheft fest (Arbeitsanweisung 2).

Um den Verlauf des Himmelsäquators zu demonstrieren, wird die Deklinationsachse so weit gedreht, daß die Achse der Stablampe zur Stundenachse der Montierung im rechten Winkel steht. Indem nun nur die Stundenachse bewegt wird (unteres Bild auf der 3. Umschlagseite), läßt sich der Verlauf des Himmelsäquators sehr anschaulich darstellen (Arbeitsanweisungen 4 und 5), und wir erhalten gleichzeitig den Ost- und Westpunkt des Horizonts. Auch hier vergleichen wir die Schüler mit der drehbaren Sternkarte den Verlauf des Himmelsäquators zwischen markanten Sternen und Sternbildern und tragen ihre Beobachtungen in das Protokollheft ein (Arbeitsanweisung 6).

Zur Beobachtungsaufgabe A 3

Die Anordnung Stablampe – Montierung läßt sich, wenn die Montierung azimutal eingestellt wird, auch vorzüglich zur Lösung der Arbeitsanweisungen 3 und 4 verwenden.

Beim Messen der Horizontkoordinaten eines Sternes (Arbeitsanweisung 7) mit einem Winkelmeßgerät (Theodolit, Behelfstheodolit) sollte darauf geachtet werden, daß die Geräte fest auf einen Tisch oder Mauersockel aufgestellt werden und daß sie für den Verlauf des Beobachtungsabends unbedingt an Ort und Stelle verbleiben. Da in vielen Fällen mehrere von den Schülern selbst gefertigte Behelfstheodolite vorhanden sind, sollten die einzelnen Arbeitsgruppen so klein wie möglich gehalten werden. Im Idealfall führt ein Schüler die Messungen aus, während ein anderer das Beobachtungsprotokoll führt (Abbildung unten).

Zur Beobachtungsaufgabe A 5

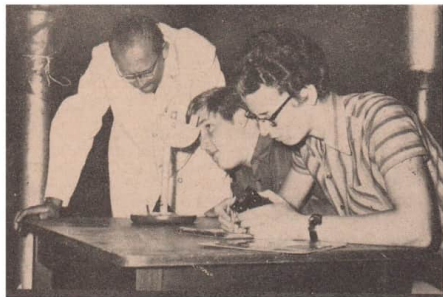
Vor der Beobachtung des Mondes mit dem bloßen Auge und dem Vergleich der Lage der Margebiete mit der Mondkarte (Arbeitsanweisung 1, Abbildung 34/1 im Lehrbuch) muß der Lehrer unbedingt darauf hinweisen, daß das Lehrbuch in diesem Falle wegen der Bildumkehrung im astronomischen Fernrohr um 180° gedreht werden muß. Bei der Verwendung terrestrischer Fernrohre oder Feldstecher gilt die gleiche Maßnahme.

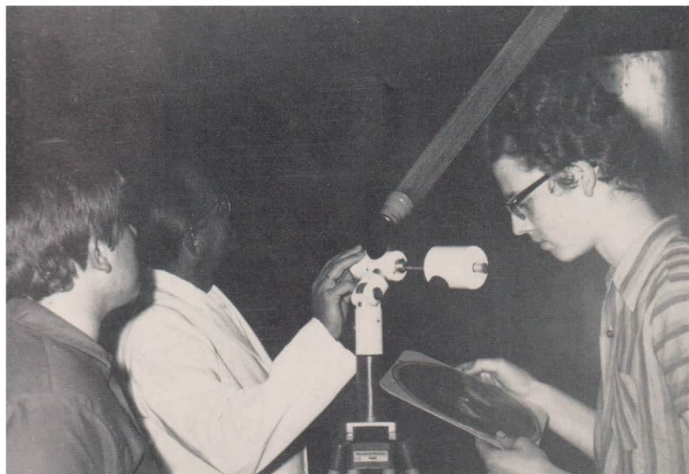
Bei der Beobachtung des Mondes im Fernrohr (Arbeitsanweisung 3) sollte zunächst die schwächste Vergrößerung gewählt werden, damit der Mond vollständig im Gesichtsfeld sichtbar ist.

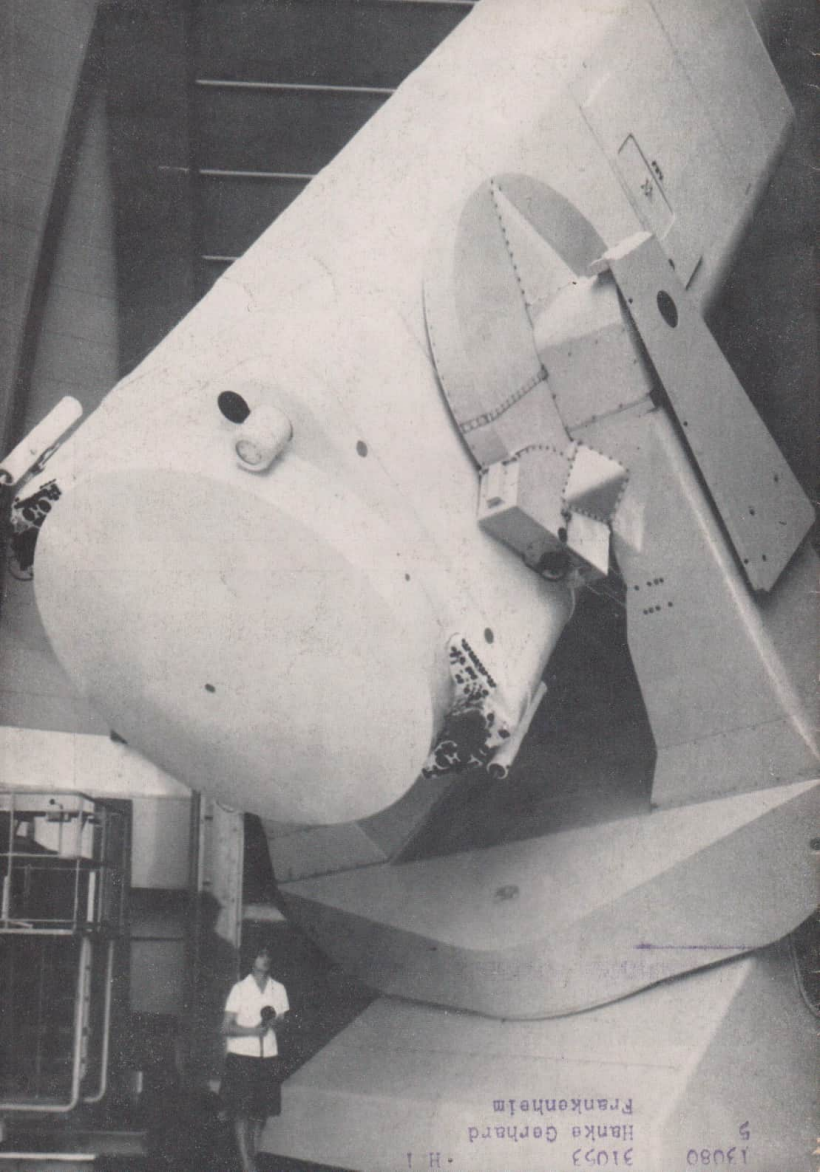
Technische Hinweise

Die Erfahrung hat gezeigt, daß besonders bei horizontnahen Stellungen durch die Stablampe eine Blendwirkung hervorgerufen werden kann. Das läßt sich vermeiden, indem an der Lampe vorn eine Hülse aus schwarzem Karton oder Scherenschnittpapier angebracht wird. Diese sollte den Lichtaustritt um 15 bis 20 cm überragen. Auch ist darauf zu achten, daß die Schüler in nicht zu weitem Abstand vom Gerät aufstellung nehmen. Die Schüler sind aufzufordern, neben dem Protokollheft und Bleistiften (Kugelschreiber sind in der kalten Jahreszeit nicht zu empfehlen) abgeblendete Taschenlampen mitzubringen. Besonders bei windigem Wetter bereitet das Führen des Protokolls im Freien oft Schwierigkeiten. Hier leistet eine starke Pappe im Format Din A 4 gute Dienste, wenn auf dieser das Protokollheft mit Gummiringen befestigt wird.

H. J. NITSCHIMANN







Frankenheilm
Hank Gerhard

• H. I

31053

13080

5

Astronomie

in der Schule



6
1971

INDEX 31 083
PREIS 0,60 M



VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

Ioannis Keppleri
**HARMONICES
M V N D I**

LIBRI V. QVORVM

Primus GEOMETRICVS, De Figurarum Regularium, quæ Proportionibus Harmonicas constituunt, ortu & demonstrationibus.

Secundus ARCHITECTONICVS, seu ex GEOMETRIA FIGVRATA, De Figurarum Regularium Congruentia in plano vel solido:

Tertius propriè HARMONICVS, De Proportionum Harmonicarum ortu ex Figuris: deque Naturâ & Differentiis rerum ad cantum pertinentium, contra Veteres:

Quartus METAPHYSICVS, PSYCHOLOGICVS & ASTROLOGICVS, De Harmoniarum mentali Essentiâ earumque generibus in Mundo; præsertim de Harmonia radorum, ex corporibus cœlestibus in Terram descendentibus, eiusque effectû in Natura seu Anima sublunari & Humana:

Quintus ASTRONOMICVS & METAPHYSICVS, De Harmoniis absolutissimis motuum cœlestium, ortuque Eccentricitatum ex proportionibus Harmonicis.

Appendix habet comparationem huius Operis cum Harmonices Cl. Ptolemæi libro III cumque Roberti de Fluctibus, dicti Flud. Medici Oxoniensis speculationibus Harmonicis, operi de Macrocosmo & Microcosmo insertis.



Cum S. C. M^a. Privilegio ad annos XV.

Lincii Austriæ,

Sumptibus GODOFREDI TAMPACHII Bibl. Francof.
Excudebat IOANNES PLANCVS.

ANNO M. DC. XIX.

Astronomie

in der Schule

Zeitschrift für die Hand
des Astronomielehrers

Herausgeber:

Verlag Volk und Wissen, Volks-
eigener Verlag Berlin, 108 Ber-
lin 8, Lindenstraße 54a, Telefon
20 05 41, Postscheckkonto: Berlin
1326 26

Erscheinungsweise:

zweimonatlich, Einzelheft 0,60 M,
im Abonnement zweimonatlich
(1 Heft) 0,60 M

Redaktionskollegium:

Oberlehrer Dr. Helmut Bern-
hard (Chefredakteur), Ober-
lehrer Hans-Joachim Nitsch-
mann (stellvertretender Chefredakteur), Heinz Albert, Dr.
habil. Otto Günther, Rüdiger
Kollar, Dr. Klaus Lindner, Anne-
lore Muster, Eberhard-Heinz
Schmidt, Studienrat Dr. Manfred
Schukowski, Dr.-Ing. habil.
Klaus-Günther Steinert, Joachim
Stier, Dr. Renate Wahsner, Jutta
Richter (Redaktionsassistentin)

Wissenschaftlicher Beirat:

Wolfgang Büttner, Oberstudien-
rat Dr. Dorothea Dietrich, Dr.
Karl Kellner, Prof. Dr. Oskar
Mader, Dr. Siegfried Michalk,
Dr. habil. Karl-Heinz Schmidt

Anschrift der Redaktion:

Sternwarte Bautzen, 86 Bautzen 1,
Friedrich-List-Straße 8, Telefon
31 35, TELEX 2-8742

Satz und Druck:

Nowa Doba, Druckerel der Do-
mowina, Bautzen
III-4-9-2822-3,7 Lizenz 1488

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 6

8. Jahrgang 1971

BÜTTNER, W. JOHANNES KEPLER – aus seinem Leben und Schaffen	122
BERNHARD, H. Die Systematisierung des Lehrstoffes als ein Verfahren der weltanschaulich-philosophischen Erziehung im Astronomie- unterricht	125
LINDNER, K. Komplexe Planung der Stoffeinheit „Astrophysik“ und „Stellar- astronomie“	130
SCHÖN, J.; ALBERT, H. Die Verwendungsmöglichkeiten des Himmelsglobus im Astro- nomieunterricht	135
Aus Forschung und Lehre	139
Unsere Bilder	142
Zeitschriftenschau	143
Wir beobachten mit dem Schulfernrohr	144
Karteikarte: Kleinkörper im Sonnensystem (J. HOPPE)	

СОДЕРЖАНИЕ

БЮТТНЕР, В. Иоаннес Кеплер — Из его жизни и творчества	122
БЕРНХАРД, Х. Систематизация учебного материала как способ философско- мировоззренческого воспитания при преподавании астрономии	125
ЛИНДНЕР, К. Комплексное планирование учебных единиц «Астрофизика» и «Звездная астрономия»	130
ШЕН, П./АЛЬБЕРТ, Х. Возможности употребления небесного глобуса при преподавании астрономии	135

CONTENTS

BÜTTNER, W. Johannes Kepler — about his Life and Work	122
BERNHARD, H. Systematisation of Teaching Matter as a Method of Philosophi- cal Education in Astronomy Instruction	125
LINDNER, K. Compound Planning of the Instructional Units "Astrophysics" and "Stellar Astronomy"	130
SCHÖN, J. / ALBERT, H. Application Possibilities of the Celestial Globe in Astronomy Instruction	135

Redaktionsschluss: 20. Oktober 1971

Nur Annahme von bisher unveröffentlichten Aufsätzen; Einsendung von Beiträgen in dreifacher 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 Westberlin erfolgt über den Buchhandel; für das sozialistische Ausland über das jeweilige Postungsvertriebsamt und für alle übrigen Länder über den Deutschen Buch-Export und -Import GmbH, DDR, 701 Leipzig, Leninstraße 16

Johannes Kepler - aus seinem Leben und Schaffen

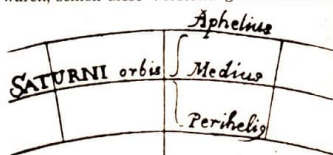
Der 400. Geburtstag des großen deutschen Gelehrten JOHANNES KEPLER sollte im Astronomieunterricht und in den Arbeitsgemeinschaften in entsprechender Form gewürdigt werden. Die folgenden Ausführungen enthalten Informationen für den Inhalt solcher Betrachtungen.

Vor 400 Jahren wurde der große Forscher und Entdecker JOHANNES KEPLER in Weil der Stadt in Württemberg geboren. Er wuchs zunächst unter sehr ungünstigen häuslichen Verhältnissen auf; bald trat seine außerordentliche Begabung zutage, so daß ihn die herzogliche Regierung auf Staatskosten erziehen ließ, damit ein streitbarer Theologe aus ihm würde, der das orthodoxe lutherische Christentum vertreten sollte. Aber er streifte zum Schrecken seiner Lehrer an den Klosterschulen zu Adelberg und Maulbronn sowie am Theologischen Stift der Universität Tübingen die Fesseln engstirniger Dogmatik und scholastischen Denkens ab.

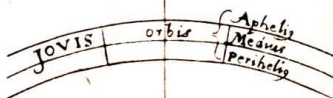
Schon in der Klosterschule zu Maulbronn hatte der kaum 15jährige KEPLER mit großem Interesse und Eifer Geometrie, Arithmetik und Astronomie gelernt. Als er dann Student der Theologie war, brach sich das Interesse zu diesen Wissenschaften in ihm Bahn. Sein Mathematiklehrer MÄSTLIN sammelte heimlich einige begabte Studenten, darunter auch KEPLER, um sich und erläuterte ihnen das heliozentrische Weltbild des KOPERNIKUS. Öffentlich durfte er dies nicht tun, weil die neue Lehre dem Wortlaut mancher Bibelstellen widersprach. KEPLER wurde bald überzeugter „Kopernikaner“, der aus seiner Überzeugung gar kein Hehl machte. Er konnte nun nicht mehr damit rechnen, daß er jemals als Prediger eingesetzt würde, trotz seines mit Auszeichnung bestandenen Examens.

KEPLER übernahm am protestantischen Gymnasium in Graz den frei werdenden Lehrstuhl für „Mathematik“. Hier trat er öffentlich für das heliozentrische Weltbild ein. Angeregt durch das eifrige Studium altgriechischer Literatur kam er auf den Gedanken, der ihn nie wieder in seinem Leben loslassen sollte: eine „Weltharmonie“ im Sinne der Pythagoreer im heliozentrischen Planetensystem zu finden. In seinem Erstlingswerk, abgekürzt „Mysterium cosmographicum“ (Weltgeheimnis) betitelt, entwickelte KEPLER die Vorstellung, die weiten Zwischenräume zwischen den gedachten, die Planetenbahnen umschließenden Sphären seien durch die fünf regelmäßigen Körper ausgefüllt; deshalb gäbe es gerade sechs Planeten.

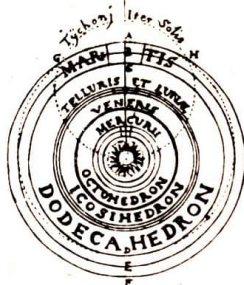
Soweit damals die relativen Abstände der Planeten voneinander und von der Sonne bekannt waren, schien diese Vorstellung der Wirklich-



CUBUS



TETRAHEDRON



Mysterium Cosmographicum

keit gut zu entsprechen. Das „Mysterium cosmographicum“, welches in Tübingen gedruckt wurde, erschien 1597. Es erregte beträchtliches Aufsehen. Das Werk setzte sich das Ziel, das kopernikanische Weltbild mit Hilfe eines geometrischen Schemas regelmäßiger Polyeder zu beweisen. [1; 33]

TYCHO BRAHE wurde durch KEPLERS Buch auf den jungen Astronomen aufmerksam, was alsbald von größter Bedeutung für die Wissenschaft werden sollte.

Der erfolgreichste Beobachter vor Erfindung des Fernrohrs, TYCHO BRAHE (1546–1601), hatte, nachdem er beim dänischen König in Ugnade gefallen war, in Prag am Hofe Kaiser RUDOLPHS II. eine Stelle als kaiserlicher „Mathematikus“ angenommen und beobachtete dort mit einem größeren Kreis von Mitarbeitern erfolgreich weiter. Keinem seiner Gehilfen aber traute er zu, daß er imstande sei, sein System mathematisch zu begründen. In diesem System kreisen alle Planeten um die Sonne, die sich ihrerseits mit allen Planeten um die ruhende Erde bewegt. KEPLER sollte das Tychonische System theoretisch untermauern. Deshalb ließ BRAHE KEPLER nach Prag kommen. So traf der größte Theoretiker seiner Zeit mit dem besten Beobachter zusammen, ein Ereignis, dessen Bedeutung nicht genug einzuschätzen ist. Nur das ungemein umfangreiche Beobachtungsmaterial, das KEPLER nach BRAHES Tod 1601 zur Verfügung stand, ermöglichte es ihm, die wahren Gesetze der Planetenbewegung zu finden.

TYCHO BRAHES erstaunlich genaue Beobachtungen erstreckten sich auf Sonne, Mond und alle damals bekannten Planeten. Es zeigte sich, daß die beobachteten Gestirnspositionen weder mit den nach dem geozentrischen noch mit den nach dem heliozentrischen System berechneten übereinstimmten. Sollte der wahre Grund für diese peinlichen Diskrepanzen gefunden werden, so mußte sich, wie KEPLER sofort klar erkannte, die Untersuchung zunächst auf einen Planeten beschränken.

Dieser Himmelskörper konnte nur der Mars sein, der äußere Nachbar der Erde. Mars war von BRAHE und seinen Gehilfen über einen langen Zeitraum mit ganz besonderer Gründlichkeit beobachtet worden. KEPLER kam es darauf an, die Ursache dafür zu finden, warum die Positionen des Mars nicht einmal einigermaßen genau für längere Zeit vorausberechnet werden konnten. Durch exakte Berechnungen auf Grundlage des vorliegenden Beobachtungsmaterials ermittelte KEPLER die Abweichung der Marsbahn von der Kreisgestalt, eine Tatsache, die vorher nicht bekannt war. Es war KEPLER darum zu tun, vom Sein

der Dinge zu den Ursachen ihres Seins vorzudringen. An Stelle bloßer geometrischer Beschreibung eine physikalische Erklärung und dadurch eine rechnerische Beherrschung der Gestirnsbewegung zu erreichen, war sein erklärtes Ziel.

KEPLER wollte die Bewegung der Himmelskörper mit Methoden erfassen, die man in der Naturwissenschaft anwandte. Zu diesen Methoden zählten die Mathematik und die Beobachtung. [2; 22] Diese Zielsetzung trug dazu bei, die Astronomie von der scholastischen Metaphysik zu trennen.

Die damalige dogmatische Denkweise von der Bewegung aller Himmelskörper in Kreisbahnen mit ewig gleichbleibender Geschwindigkeit ermöglichte keine genaue Vorausberechnung der Örter von Mond, Sonne und Planeten. Deshalb war es eine Leistung von unerhörter Tragweite, die KEPLER vollbrachte, als er bewies: *Der Planet Mars bewegt sich nicht mit gleichbleibender Geschwindigkeit und nicht in einem Kreis um die Sonne.* Der Bruch mit dem überlieferten Vorurteil, den weder KOPERNIKUS noch TYCHO BRAHE gewagt hatten, war das Entscheidende.

Allerdings mußte KEPLER noch sehr viel Mühe aufwenden, bis er seine beiden ersten, uns wohlbekannten Gesetze niederschreiben konnte: *Die Bahn des Mars ist eine Ellipse, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht, und der Leitstrahl vom Planeten zur Sonne überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen.* Zu zeigen, daß dies nicht nur für den Mars, sondern für alle Planeten einschließlich der Erde gilt, bot nun keine prinzipiellen Schwierigkeiten mehr. Jetzt war es möglich, die Winkelgeschwindigkeit eines jeden Planeten an jeder beliebigen Stelle seiner Bahn um die Sonne zu berechnen. Damit war der Weg frei für eine zuverlässige Vorausberechnung der geozentrischen Gestirnspositionen. Trotzdem mußte noch eine immense Arbeit bewältigt werden, denn es war noch keines der uns vertrauten Rechenhilfsmittel, von der Logarithmentafel und dem Rechenstab bis zur modernen Rechenmaschine, erfunden.

Nicht zufällig trägt KEPLERS 1609 in Heidelberg herausgegebenes Werk „*Neue Astronomie*“ den Untertitel „*Neue Astronomie mit Beweisführung oder Physik des Himmels dargestellt in Abhandlungen über die Bewegungen des Sternes Mars.*“

Der Untertitel besagt, daß KEPLER die Astronomie nicht auf die Geometrie beschränkt wissen wollte, sondern ihr die Aufgabe zuwies, die physikalischen und natürlichen Ursachen der himmlischen Bewegungen zu erforschen. [3; 92] KEPLER war zutiefst davon überzeugt, daß

die Welt der menschlichen Erkenntnis zugänglich ist und wollte beweisen, daß die Forschung auch in den Himmelsräumen nirgends auf unübersteigbare Schranken stoßen wird. Deshalb begrüßte er begeistert die Erfindung des Fernrohrs und beglückwünschte GALILEI schwärmerisch zu seinen Entdeckungen, besonders zur Auffindung der vier Jupitermonde.

KEPLER machte sich aber auch selbst daran, eine vollständige Theorie der optischen Instrumente zu schaffen, in der er den prinzipiellen Bau und die Abbildungsmöglichkeiten des astronomischen Fernrohrs beschrieb. Diese grundlegenden Untersuchungen zur Optik finden sich in seinem berühmten Werk „*Dioptrik*“, das noch vor KEPLERS Übersiedlung nach Linz im Jahre 1612 erschien.

In der schweren Zeit des 30jährigen Krieges arbeitete KEPLER mit großem Fleiß an der Fertigstellung der sogenannten „*Rudolphinischen Tafeln*“. In ihnen sind alle Beobachtungen des Mondes, der Sonne und der Planeten von TYCHO BRAHE und seinen Vorgängern so gründlich ausgewertet, daß sie für fast zwei Jahrhunderte als Grundlage jeglicher Ephemeridenrechnung dienen konnten.

In Linz verfaßte KEPLER auch das merkwürdige fünfbandige Buch, das er selbst als die Krönung seines Lebenswerkes angesehen hat: die „*Weltharmonik*“. Sie stellt den Versuch dar, eine allumfassende Harmonie im Weltganzen zu finden, und zwar in einfachen Verhältnissen natürlicher Zahlen und einfachen geometrischen Gebilden. Das Werk enthält zahlreiche Spekulationen, die für die wissenschaftliche Entwicklung unwesentlich, für die Geschichte der Naturwissenschaft als eines gesellschaftlichen Prozesses jedoch bedeutsam sind.

Wir finden in dieser Arbeit aber auch KEPLERS immer wiederkehrende Forderung, alle seine Hypothesen streng an der wissenschaftlichen Erfahrung zu prüfen. Die Ergebnisse der Berechnungen müssen mit den Beobachtungen übereinstimmen. Hätte sich damals die Haltlosigkeit vieler seiner Spekulationen beweisen lassen, er hätte sie widerrufen, so schmerzlich ihm das auch gewesen wäre; denn es war ihm immer nur um die Wahrheit zu tun. Der fünfte und letzte Band der „*Weltharmonik*“ enthält das dritte KEPLERSche Gesetz, das bekanntlich besagt: *Die dritten Potenzen der großen Halbachsen der Planetenbahnellipsen sind den Quadraten ihrer Umlaufzeiten proportional*. Diese Entdeckung versetzte ihren Entdecker in Begeisterung. Sie ermöglicht es, von jedem Körper unseres Sonnensystems die mittlere Entfernung von der Sonne in Astronomischen Einheiten zu bestimmen,

wenn seine Umlaufzeit bekannt ist. Das von NEWTON entdeckte Gravitationsgesetz modifizierte das dritte KEPLERSche Gesetz, weil in der Verhältnisgleichung die Quadrate der Umlaufzeiten noch mit der Summe der Massen von Sonne und Planet zu multiplizieren sind. In der ursprünglichen Gestalt konnte das Gesetz nur deshalb aufgestellt werden, weil die Sonne eine etwa 750mal so große Masse besitzt wie alle Planeten zusammengenommen und daher die Masse selbst des größten Planeten Jupiter in erster Näherung vernachlässigt werden kann.

KEPLER wußte bereits, daß die Ursache der Planetenbewegung die Anziehungskraft der Sonne ist, wenn er auch über die Natur dieser Kraft noch keine klare Vorstellung haben konnte. Hätte er den Gedanken, daß diese Kraft mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt, weiter verfolgt, wäre er der Entdecker der Gravitation geworden. Man darf in diesem Zusammenhang nicht vergessen, daß zu KEPLERS Zeit noch keine einzige kosmische Entfernung – außer der des Mondes – bekannt war. Wohl war es KEPLER bewußt, daß die seit ARISTARCH, also seit fast zwei Jahrtausenden allgemein verbreitete und gelehrte Hypothese, die Erde sei 19mal so weit von der Sonne entfernt wie der Mond von der Erde, nicht stimmte, daß in Wirklichkeit die Astronomische Einheit viel größer sein müsse. Wie groß sie aber ist, wußte er so wenig wie GALILEI und vor ihm KOPERNIKUS! Bekanntlich ermittelte man die Länge der Astronomischen Einheit erst 1672 durch Marsbeobachtungen mit einer für damalige Verhältnisse erstaunlichen Genauigkeit. Ihr Wert beträgt, wie wir wissen, das 20fache des vorher allgemein angenommenen Wertes.

Um KEPLERS Wirken auch im Lichte der Gegenwart richtig würdigen zu können, ist es notwendig, sich darüber klar zu sein, daß sein Weltbild nicht das Weltbild des 20. Jahrhunderts war und auch nicht sein konnte. Die die Sonne umkreisenden Planeten, welche nach seiner Ansicht von „*Seelenkräften*“ auf ihren Bahnen gelenkt würden, bildeten für ihn das Universum. Das Weltall war nach Ansicht KEPLERS durch die Sphäre der Fixsterne begrenzt, die er im Gegensatz zu GIORDANO BRUNO nicht für der Sonne verwandte strahlende Weltkörper hielt. Die Sonne sah er als den ruhenden Zentralkörper, als das „*strahlende Herz*“ des Weltalls an. Was konnte er von der wahren Entfernung der nächsten Sterne annehmen, die doch erst mehr als 200 Jahre nach seinem Tode gemessen wurde? Vor allem aber war man zu KEPLERS Zeiten noch sehr weit entfernt von der uns heute allen so

geläufigen Erkenntnis, daß alles, was im unbegrenzten Weltall existiert, dem unaufhörlichen Prozeß des Werdens und Vergehens, allumfassender Entwicklung unterworfen ist, Sterne wie Planeten, und auch das Leben auf der Erde. Wer das bedenkt, wird in KEPLERS „Weltharmonik“ in der Fülle uns vielleicht fremd und mystisch anmutender Spekulationen auch eine Vielzahl von Tatsachen finden, die für die weitere Entwicklung der Naturerkenntnis von Bedeutung waren.

Die äußeren Lebensumstände des großen Forschers gestalteten sich in den Wirren des 30jährigen Krieges gegen Ende seines Lebens immer ungünstiger. Es kann darauf nicht näher eingegangen werden, auch nicht auf sein erfolgreiches Eingreifen in den Hexenprozeß gegen seine Mutter, zumal dieser in der Literatur ausgiebig genug dargestellt worden ist. [4] Ebenso kann auch KEPLERS Verhältnis zu WALLENSTEIN, bei dem er in den letzten beiden Jahren seines Lebens in Sagan weilte, hier nicht erwähnt werden. Im Spätherbst des Jahres 1630 begab sich KEPLER von Sagan nach Regensburg, um vor dem Kurfürstentag seine unerfüllten Gehaltsansprüche geltend zu machen. Während des langen beschwerlichen Rittes erkrankte er schwer und verschied in Regensburg am 15. November 1630, noch nicht ganz 60 Jahre alt.

KEPLER lebte und schaffte in der Zeit der späten Renaissance, einer Zeit, von der FRIEDRICH ENGELS so treffend sagte, daß sie Riesen hervorbrachte, weil sie Riesen brauchte. [5; 8] Einer dieser Riesen war KEPLER. *Er gehört jenen Astronomen an, die am Aufbau und Ausbau der Astronomie als Naturwissenschaft entscheidend beteiligt waren. Seine Erkenntnisse trugen wesentlich zur wissenschaftlichen Beweisführung des heliozentrischen Weltsystems bei.* Darüber hinaus war KEPLER, wie auch andere große Denker der Renaissance, Forscher, Dichter und weit vorausschauender

Träumer in einer Person. Vor allem war er, wie eine Reihe seiner Zeitgenossen, streitbarer Humanist, der für seine Überzeugung bis zum letzten eintrat. Wiederholt sagte und schrieb er: „Heucheln habe ich nicht gelernt.“ Zutiefst war er von der Überzeugung durchdrungen, daß die Welt in all ihrer Mannigfaltigkeit vom Menschen erforscht werden kann und erforscht werden soll und daß die wissenschaftliche Erkenntnis dem gesellschaftlichen Fortschritt zu dienen hat. Obwohl er stets gläubiger Christ war, machte er sich von allen Dogmen frei, die offensichtlich seiner Naturerkenntnis widersprachen. Keiner der bürgerlichen Philosophen, die agnostizistisches und subjektiv-idealisiertes Gedankengut verbreiten, kann sich auf die wissenschaftlichen Leistungen KEPLERS berufen; keiner der Wissenschaftler, die Forschung „um ihrer selbst willen“ betreiben, denen es daher gleichgültig ist, ob die Ergebnisse ihres Forschens im Dienst an der Menschheit oder zur Zerstörung von Menschenwerk und Menschenleben eingesetzt werden, kann ihm die Hand reichen.

In unserer sozialistischen Gesellschaft ist KEPLERS Erbe in guten Händen. Es ist eine schöne und erzieherisch wertvolle Aufgabe, der Jugend Leben und Werk dieses großen deutschen Forschers und Menschen nahezubringen!

Literatur:

- [1] KUZNECOV, B. G.: **Von GALILEI bis EINSTEIN.** Akademie-Verlag, Berlin 1970.
- [2] KANNIEGESSER, K.-H.: **Raum – Zeit – Unendlichkeit.** VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1966.
- [3] HARIG, G.: **Die Tat des KOPERNIKUS.** Urania-Verlag, Leipzig/Jena/Berlin 1961.
- [4] SETTGAST, A. CH.: **Weisheit – Nartheit – Gold.** Petermanken-Verlag, Schwerin 1956.
- [5] ENGELS, F.: **Dialektik der Natur.** Dietz Verlag, Berlin 1952.

Anschriß des Verfassers:

WOLFGANG BUTTNER

8122 Radebeul, Adolph-Diesterweg-Sternwarte

HELMUT BERNHARD

Die Systematisierung des Lehrstoffes als ein Verfahren der weltanschaulich-philosophischen Erziehung im Astronomieunterricht

Der neue Astronomielehrplan verlangt die Systematisierung des Unterrichtsstoffes. Er weist unter 1.5. und 2.4. drei Systematisierungsstunden aus, die in erster Linie der Verallgemeinerung der Entwicklung des Wissens über das Weltall dienen. Der Verfasser be-

schäftigt sich unter diesem Aspekt mit der Bedeutung dieser Systematisierungsstunden für die weltanschaulich-philosophische Erziehung der Schüler, erläutert Funktion und Inhalt der Systematisierungsstunden und gibt dazu notwendige methodische Hinweise.

0. Vorbemerkungen

Der Lehrplan für das Fach Astronomie fordert vom Lehrer, den Schülern nicht nur Kenntnisse und Fähigkeiten zu vermitteln, sondern im Unterricht auch zur sozialistischen Weltanschauung zu erziehen. Bei der Lösung ideologisch-erzieherischer Aufgaben hat das Unterrichtsfach Astronomie innerhalb der naturwissenschaftlichen Fächer eine abrundende und synthetisierende Funktion, weil die Astronomie als Wissenschaft die naturgesetzliche Einheit von Erde und Kosmos nachweist. [1; 10] Deshalb dominiert im Astronomieunterricht der weltanschaulich-philosophische Aspekt der Bewußtseinsbildung gegenüber anderen erzieherischen Gesichtspunkten. [2; 73] Auf der Grundlage dieser Erkenntnis wurde bereits an anderer Stelle auf die Bedeutung der Systematisierungsstunden für die weltanschaulich-philosophische Erziehung im Fach Astronomie eingegangen. [3; 102] Die folgenden Ausführungen versuchen Ziel, Inhalt, Methoden und Ergebnisse der Systematisierung im Astronomieunterricht näher zu bestimmen.

1. Ziel und Inhalt der Systematisierungsstunden im Fach Astronomie

Der Astronomielehrplan enthält drei Systematisierungsstunden. [4; 9] In diesen Stunden wird die Astronomie am Beispiel der im Unterricht gewonnenen Erkenntnisse als eine von Menschen geschaffene, historisch entstandene und keineswegs abgeschlossene Wissenschaft behandelt, die durch vielfache Wechselbeziehungen mit der Gesellschaft verknüpft ist. Die Aneignung von Wissen über die Geschichte der Astronomie bietet gute Möglichkeiten für die weltanschaulich-philosophische Durchdringung des Astronomieunterrichts, weil die Rolle und die soziale Bedingtheit der astronomischen Wissenschaft in der jeweiligen Gesellschaftsformation begründet werden. [5; 33] Deshalb fordert der Lehrplan in der Unterrichtseinheit 1.5. „Die Entwicklung der Vorstellungen über das Planetensystem“ und 2.4. „Zusammenfassender Überblick unter historischem Aspekt“ eine Systematisierung der Kenntnisse und Erkenntnisse nach wissenschaftsgeschichtlichen Aspekten. Bei der Systematisierung werden an repräsentativen Beispielen die wissenschaftlichen Leistungen der Astronomie dargestellt, wobei eine historische Einordnung und Wertung astronomischer Erkenntnisse auf der Grundlage ihrer Gesellschaftsbezogenheit und ihrer entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhänge vorgenommen wird. Dazu sind astronomische Einzelkenntnisse chronologisch zu ordnen, die quali-

tativen Veränderungen im historischen Werdegang der Astronomie herauszuarbeiten, die gesellschaftlichen Ursachen aufzudecken, die zur Entwicklung der astronomischen Erkenntnis führten. [6; 211] Die Unterrichtsstunde zum Lehrplanthema 2.4.2. erörtert gegenwärtige Vorstellungen über mannigfaltige Erscheinungsformen im Universum und führt zur Erkenntnis, daß das beobachtbare Weltall strukturiert ist, überall Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten existieren und ständig Entwicklungsprozesse ablaufen.

Der Zielsetzung der Systematisierung entsprechend ordnen die Schüler bei dieser Betrachtungsweise ihre astronomischen Kenntnisse in größere Zusammenhänge ein. Sie gelangen zu allgemeinen Erkenntnissen. Weltanschaulich-philosophische Aspekte werden explizite herausgearbeitet.

2. Prinzipien für die unterrichtsmethodische Anlage von Systematisierungen im Astronomieunterricht und Ergebnisse dieser Tätigkeit

Der ideologischen Linienführung des Lehrplans entsprechend ist das Systematisieren immanenter Bestandteil vieler Abschnitte des Astronomieunterrichts. Es erfolgt:

1. In den Zusammenfassungen einzelner Unterrichtsstunden, wo den Schülern das Wesentliche des astronomischen Lehrstoffs bewußt wird.
2. In zusammenfassenden Stunden oder Abschnitten der Unterrichtseinheiten, wo das Verständnis für logische Beziehungen zwischen den Teilen des Lehrstoffs gefördert wird.
3. In den im Lehrplan ausgewiesenen Systematisierungsstunden, wo die erworbenen astronomischen Kenntnisse nach den oben genannten Zielsetzungen wiederholt, geordnet und verallgemeinert werden. Diese Tätigkeit führt zu expliziten weltanschaulich-philosophischen Aussagen. [7; 23]

Zu 1. Bereits bei der Planung und Unterrichtsvorbereitung sollte der Lehrer erkennen, welche Sachverhalte des Lehrstoffs besonders zur Verwirklichung der ideologischen Linienführung im Astronomieunterricht beitragen, also zu systematisieren sind. Die Tabelle 1 enthält den Lehrplanstoff der Unterrichtseinheit 1.4. „Das Planetensystem“ und weist auf der Grundlage der ideologischen Linienführung die weltanschaulichen Potenzen des Bildungsgutes aus. Es ist erforderlich, daß der Astronomielehrer den ideologisch-erzieherischen Ge-

halt in jedem Stoffgebiet erkennt und ihn im Unterricht besonders bei Zusammenfassungen bewußt werden läßt.

Tabelle 1

Unterrichtseinheit 1.4. „Das Planetensystem“

Lehrplanstoff	Systematisierende Sachverhalte ¹
1.4.1. Bewegungserscheinungen der Planeten und geozentrische Erklärung Heliozentrische Weltvorstellung des KOPERNIKUS Erkenntnisse KEPLERS und NEWTONS Fernrohrbeobachtung GALILEIS Kampf um das heliozentrische Weltssystem Auffindung des Planeten Neptun	/3/ Erklärung vom Augenschein /3/ Erkennen der wirklichen Bewegungsvorgänge /3/ Aufdecken der Gesetzmäßigkeiten der Bewegungsvorgänge /3/ Erkennen der irdisch-physikalischen Natur der Himmelskörper /4/ Abhängigkeit des Fortschritts der Astronomie von den Ansichten der jeweils herrschenden Klasse /3/ Nachweis für den Wahrheitsgehalt des Gravitationsgesetzes
1.4.2. Erdnähnliche und jupiterähnliche Planeten Erforschung der Planeten mit Raumflugkörpern Möglichkeiten des Lebens auf anderen Planeten	/1/ Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei kosmischen Erscheinungsformen /4/ Abhängigkeit der Planetenerforschung vom Entwicklungsstand der Technik /1/ Existenz von Leben von natürlichen Voraussetzungen abhängig, kein Wunder
1.4.3. Planetoiden, Kometen, Meteorite, Gas und Staub im interplanetaren Raum	/1/ Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei kosmischen Erscheinungsformen
1.4.4. Übergang von der indirekten zur direkten Untersuchung der Himmelskörper Wissenschaftliche Aufgaben der Astronautik Raumfahrt in den beiden Gesellschaftssystemen	/3/ Neue Qualität in der Erkenntnisgewinnung der astronomischen Forschung /3/ Bedeutung der Astronautik für den Erkenntnisfortschritt in Wissenschaft und Technik /4/ Abhängigkeit der Ziele und des Inhalts der Raumfahrt von den gesellschaftlichen Verhältnissen

¹ Ideologische Linienführung

- /1/ Mannigfaltigkeit materieller Erscheinungsformen und damit verbundene Gesetzmäßigkeiten
- /2/ Veränderung und Entwicklung in der Natur
- /3/ Erkennbarkeit der Welt
- /4/ Gesellschaftliche Bedingtheit der Wissenschaft

Zu 2. In bestimmten Stunden steht die Systematisierung der Erkenntnisse einer Unterrichtseinheit im Vordergrund. Dazu gehört in der Unterrichtseinheit 1.3. „Der Erdmond“ die Stunde zum Thema 1.3.3. „Entwicklung unserer Kenntnisse über den Mond“. Diese Unterrichtsstunde deckt die logischen Beziehungen zwischen den in den einzelnen Stunden behandelten Teilen des Lehrstoffs auf. Sie läßt die ideologischen Potenzen des Bildungsgutes bewußt werden. Tabelle 2 verdeutlicht den welt-

Tabelle 2

Unterrichtseinheit 1.3. „Der Erdmond“

Lehrplanstoff	Systematisierende Sachverhalte ¹
1.3.1. Doppelplanet Erde – Mond Sichtbare und wirkliche Bewegungen des Mondes; Mondphasen; Finsternisse	/1/ Existenz von Systemen im Weltall /3/ Zusammenhang von Erscheinung und Wesen
1.3.2. Einfluß der Gravitationskraft des Mondes auf die Erde Anschauungen über den angeblichen Einfluß des Mondes auf die Erde Relief und physikalische Beschaffenheit des Mondes im Vergleich zur Erde	/1/ Wirkung von Naturgesetzen /3/ Wissenschaftliche Erkenntnis und abergläubische Vorstellungen /1/ Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei kosmischen Erscheinungsformen, Gültigkeitsbereich von Naturgesetzen
1.3.3. Historische Entwicklung des Wissens über den Mond Erkenntnisse der Mondforschung durch den Einsatz von Raumflugkörpern Anteil der sowjetischen Astronautik an der Mondforschung Ringens der UdSSR um die friedliche Nutzung des Weltraumes	/4/ Zusammenhang von Wissenschaft, Technik und Gesellschaft /3/ Moderne Technik und Erkenntnisfortschritt /4/ Vorzüge der sozialistischen Gesellschaft bei der Entwicklung der Raumfahrt /4/ Verantwortung der Gesellschaft für humanistischen Charakter der Raumfahrt

anschaulich-philosophischen Gehalt des Stoffs der Unterrichtsstunden zu den Themen 1.3.1. „Der Mond als Begleiter der Erde“ und 1.3.2. „Physik des Mondes“. In der letzten Stunde dieser Unterrichtseinheit wird das Wissen über den Mond nach historischen Gesichts-

¹ s. ideologische Linienführung in Tabelle 1

punkten geordnet. Dabei werden die gesellschaftlichen Hintergründe sichtbar, die zur Entwicklung des Wissens über den Mond führten.

Tabelle 3

Entwicklung unserer Kenntnisse über den Mond

Etappen der Mondforschung	Ergebnisse der Mondforschung
● Beobachtung der Bewegungserscheinungen des Mondes, der Mondphasen und der Finsternisse mit bloßem Auge ● Erforschung der Natur des Mondes mit dem Fernrohr und der Fotografie ● Erkundung der Mondoberfläche mit Hilfe von Raumflugkörpern	● Erklärung der Vorgänge vom Augenschein; z. T. mystische Deutung der Erscheinungen ● Fernrohrbeobachtung (GALILEI 1610) der Mondoberfläche erbringt den Nachweis: Der Mond unterliegt gleichen Naturgesetzen wie die Erde ● Direkte Untersuchung der Mondoberfläche, Bestätigung und Präzisierung der Erkenntnisse über den Erdtrabanten – Führende Rolle der Sowjetunion bei der systematischen Erforschung des Mondes – Verantwortung der Raumfluggationen für die friedliche Nutzung der Raumfahrt, Kampf der SU um Abschluß internationaler Verträge

Erkenntnisse:

1. Die Erforschung des Erdmondes vollzog sich in Abhängigkeit von der Entwicklung der Technik in einem historischen Prozeß. In jeder Etappe der Mondforschung wurde durch den Einsatz besserer Methoden und Hilfsmittel das Wissen über den Erdtrabanten ergänzt, präzisiert oder korrigiert.
2. Die sozialistische Gesellschaftsordnung sichert der Sowjetunion die führende Rolle bei der systematischen Erforschung des Erdmondes.

Die Tabelle 3 verdeutlicht Etappen und Ergebnisse der Mondforschung. Daraus können die Schüler gesellschaftliche Ursachen und Zusammenhänge dieses Prozesses ableiten, die in der Tabelle unter „Erkenntnisse“ zusammengefaßt sind. Die Tabelle läßt sich als Tafelbild verwenden.

Zu 3. Die im Lehrplan ausgewiesenen Systematisierungsstunden decken innere Beziehungen auf, die zwischen den einzelnen Teilen des Bildungsgutes des Faches bestehen, ordnen das Wesentliche des astronomischen Lehrstoffs

und fassen es zu einem Bedingungsgefüge zusammen. Die Unterrichtseinheit 1.5. „Die Entwicklung der Vorstellungen über das Planetensystem“ faßt die Ergebnisse der Stoffeinheit „Das Planetensystem“ unter historischen Gesichtspunkten zusammen (s. Tabelle 4). Die Schüler erhalten Einblick in die geschichtliche Entwicklung der Vorstellungen über das Planetensystem. Die Unterrichtseinheit 2.4. „Zu-

Tabelle 4

Entwicklung der Vorstellungen über das Planetensystem

Entwicklung der astronomischen Erkenntnis	Wissenschaftliche Verarbeitung der Beobachtungsergebnisse
– Weltsystem des PTOLEMAÏOS als Resultat intensiver Beobachtungen und theoretischer Überlegungen zu den Bewegungsvorgängen am Sternhimmel – Weltsystem des KOPERNIKUS um 1500 – Auffindung der Planetengesetze durch KEPLER um 1600 – Einführung des Fernrohrs in die Astronomie durch GALILEI um 1600 – Entdeckung des Gravitationsgesetzes durch NEWTON um 1700 – Auffinden des Planeten Neptun um 1850 – Entdeckung des Planeten Pluto mit Hilfe der Fotografie 1930 – Erforschung des Planetensystems mittels Raumflugkörper ab 1957	Vorstellungen nach dem Augenschein Erde als Kugel im Mittelpunkt des Weltalls; Erklärung der Planetenbewegungen vom Bezugssystem Erde Entwicklung der Astronomie zur Naturwissenschaft Erklärung der Planetenbewegung nach dem Bezugssystem Sonne Beschreibung der Planetenbewegungen auf mathematischer Grundlage Erkennen der irdisch-physikalischen Natur benachbarter Himmelskörper Physikalische Begründung für die heliozentrische Weltvorstellung Bestätigung für die Möglichkeit astronomischer Erkenntnisgewinnung mit Hilfe der Mathematik und Physik Einsatz besserer technischer Hilfsmittel in der Planetenforschung Ergänzung und Präzisierung des Wissens durch direkte Untersuchung benachbarter Himmelskörper

Erkenntnisse:

1. Die astronomische Forschung drang von den beobachteten Erscheinungen in die Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten des Planetensystems ein.
2. Die Entwicklung der astronomischen Erkenntnis widerlegte mystische und abergläubische Auffassungen vom Planetensystem.
3. Die Vorstellungen über das Planetensystem entwickelten sich in Abhängigkeit von den Möglichkeiten und Bedürfnissen der Gesellschaft, vom Stand der Technik und anderer Wissenschaften sowie von den Anschauungen der jeweils herrschenden Klasse.

Tabelle 5

Wichtige Entwicklungsetappen der astronomischen Wissenschaft

Entwicklung der Astronomie in Wechselwirkung mit der Technik	Untersuchungsgegenstand	Wissenschaftliche Erkenntnis
– Himmelsbeobachtung mit dem bloßen Auge (Alter Orient bis Mittelalter)	Bewegungsvorgänge am Sternhimmel	Beschreibung der Bewegungsvorgänge geozentrische Weltvorstellung Eindringen in das Wesen der Bewegungserscheinungen heliocentrische Weltvorstellung (KOPERNIKUS um 1500) Aufdeckung der Bewegungsgesetze (KEPLER um 1600, NEWTON um 1700)
– Einsatz des Fernrohrs in der Astronomie (GALILEI um 1600)	Oberflächenbeobachtung benachbarter Himmelskörper	Kenntnisse über die Physik der Himmelskörper Erweiterung der Kenntnisse über das Planetensystem (Uranus, Neptun)
– Einführung der Himmelsfotografie (2. Hälfte des 19. Jahrhunderts)	Planetensystem, Sterne, Sternsysteme	Anwachsen der Zahl beobachtbarer kosmischer Objekte, Auffinden unbekannter Erscheinungsformen
– Entwicklung der Astrophysik durch Anwendung der Spektralanalyse in der astronomischen Forschung (2. Hälfte des 19. Jahrhunderts)	Zusammensetzung der Strahlung	Wachsende Kenntnisse über physikalischen Aufbau der Sterne und Vorgänge im Sterninneren Schlußfolgerungen zur Entstehung und Entwicklung der Sterne
– Einführung der Radioastronomie (um 1950)	Radiofrequenzstrahlung im Weltall	Neue Erkenntnisse über die Struktur der Galaxis und über außergalaktische Systeme
– Entwicklung der Astronautik (ab 1957)	Erdnaheer Raum, benachbarte Himmelskörper	Erweiterung und Präzisierung der Kenntnisse über das Planetensystem

Erkenntnisse:

Die astronomische Wissenschaft entwickelte sich in Abhängigkeit von der Gesellschaft, von den Leistungen der zur Verfügung stehenden Geräte und Instrumente sowie von verbesserten Forschungsmethoden.

sammenfassender Überblick unter historischem Aspekt“, die in der ersten Stunde zum Thema 2.4.1. „Wichtige Entwicklungsetappen der astronomischen Wissenschaft“ an die Erkenntnisse der Unterrichtseinheit 1.5. anknüpft, verdeutlicht die Entwicklungsetappen der astronomischen Wissenschaft von NEWTON bis zur Gegenwart (s. Tabelle 5). In der zweiten Stunde zum Thema 2.4.2. „Unsere Vorstellungen vom Weltall“, werden die erworbenen Kenntnisse über kosmische Objekte so geordnet, daß die Schüler begreifen, daß das beobachtbare Weltall strukturiert ist.¹ Die Schüler erhalten bei der Systematisierung Einblick in das historische Werden der astronomischen Erkenntnis und erfassen wesentliche Strukturen des Weltraums. Bei dieser Tätigkeit decken sie Ursachen und Zusammenhänge auf, die zur Entwicklung des astronomischen Wissens führten. *Es wird herausgearbeitet, daß die Objekte im Weltall, ihre Entwicklung und damit verbundene Gesetzmäßig-*

keiten der menschlichen Erkenntnis zugänglich sind. Die astronomische Wissenschaft ist mit der Gesellschaft determiniert. Ihre Entwicklung hängt vor allem von den Bedürfnissen und Möglichkeiten der Gesellschaft und diese von den Produktionsverhältnissen ab. Astronomische Erkenntnisse setzen sich nicht im Selbstlauf, sondern oft gegen den Widerstand der Ideologie der herrschenden Klasse durch. Dieser Widerspruch ist erstmals und grundsätzlich in der sozialistischen Gesellschaft beseitigt.

Der Linienführung des Lehrplans entsprechend verdeutlichen die gewonnenen Erkenntnisse den Schülern ideologische Aspekte des astronomischen Lehrstoffs. In Einheit mit anderen Unterrichtsfächern werden weltanschaulich-philosophische Grundüberzeugungen angebahnt. Diese Aufgabe zählt zur Hauptfunktion der Systematisierungsstunden im Astronomieunterricht. Die Tabellen 4 und 5 veranschaulichen den Stoff der Systematisierungsstunden in seiner historischen Struktur. Mit Hilfe der

¹ s. Unterrichtshilfen für Astronomie 10. Klasse, S. 111, Bild 39.

(Fortsetzung auf Seite 134)

Komplexe Planung der Stoffeinheit 2: Astrophysik und Stellarastrophomie*

Thema	Kenntnisse und Erkenntnisse	Begriffe	Wesentliche Schüler-tätigkeiten	Unterrichts-mittel	Verbindungen zu anderen Unterrichtsfächern	Demon-strationen, Experimente	Verbindungen zu Beobach-tungsaufg.
Unterrichtseinheit 2.1. Die Sonne							
Ziele:							
Die Sonne als Stern; Kenntnis wichtiger Zustandsgrößen und der Grundzüge des inneren Aufbaus der Sonne. Sonnenaktivität; Strahlung (Analyse, Leuchtkraft, Wirkungen auf die Erde, Energiefreisetzung). Einarbeiten in neue physikalische Sachverhalte und Anwenden auf die astronomische Fragestellung (Spektrum). Abgrenzung zwischen wirklichen und vermeintlichen solar-terrestrischen Beziehungen. Erkennen der Veränderung und Entwicklung als Daseinsweise der Materie.							
1. Stunde Die Sonne und ihre Aktivität	Die Sonne ist der einzige Stern, auf dessen Oberfläche wir Einzelheiten beobachten können. Die Photosphäre ist die unterste Schicht der Sonnenatmosphäre. Sie ist die Quelle der Sonnenstrahlung, die wie die Protuberanzen und Eruptionen in der Chromosphäre, Erscheinungen der Sonnenaktivität sind. Die Sonnenaktivität erreicht alle 11 Jahre ein Maximum.	Astrophysik Sonne, Stern Chromosphäre Photosphäre Sonnenflecken Sonnenaktivität Protuberanzen Eruptionen Chromosphäre Korona	Anwenden mathematischer Kenntnisse zur Berechnung der Sonnenradius, der Sonnenaktivität, der Sonnen- und Erde (Radius, Masse). Anfertigen einer Tabelle, Systematisieren und Zuordnen der Erscheinungen der Sonnenaktivität zu den Atmosphärenschichten.	Lichtb.: R 650/3, R 650/16. 12 (Kassettenfilm „Protuberanzen“)	Mathematik: Stereometrie, Parallaxe, Zehnerpotenzen Physik: Masse, Gravitation, Magnetfelder		
2. Stunde Die Strahlung der Sonne	Die Sonnenstrahlung besteht aus Korpuskeln und elektromagnetischen Wellen. Ihre Gesamtleistung (Leuchtkraft) beträgt 4 · 10 ²⁶ kW. Zwischen Sonne und Erde bestehen durch Gravitation und Strahlung Kräfte, die sich in der Atmosphäre auswirken. Es handelt es sich dabei um natürliche, gesetzmäßige Vorgänge.	Leuchtkraft Teilchenstrahlung Sonnenwind Gravitation Strahlung Magnetischer Sturm	Anwenden physikalischer Kenntnisse, Berechnen der Sonnen-Zuflussleistung, Zusammenstellen von Beispielen für die technische Nutzung der Sonnenenergie (auch mittelbar).	Lichtb.: R 650/20	Math.: Kugelfläche Physik: Gravitation, Komponenten der Sonnenstrahlung, Leistung, Polarlicht, Ionosphäre und Funkverkehr		
3. Stunde Chemie und Energiehaushalt der Sonne	Die Spektraluntersuchung des Sonnenlichtes ermöglicht eine chemische Analyse der äußeren Schichten der Sonne: 73 % H, 25 % He, 2 % andere Elemente. Druck, Dichte und Temperatur nehmen im Inneren der Sonne stark zu. Die Quelle der Sonnenenergie ist hauptsächlich die Kernfusion des Wasserstoffs zu Helium.	Spektrum Kontinuierl. Spektrum Absorptionslinienspekt. Emissionsspektr. Kernfusion Kernfusion	Einarbeiten in neue physikalische Sachverhalte. Berechnen der mittleren Stern- und Sonnenenergie, Zusammenstellung von Beispielen zur Modellvorstellung „Sonne“.	Lichtb.: R 650/16. 12 AT „Spektralklassen der Sterne“ Kassettenfilm „Die Sonne“ Diagramm zur Dichte- und Temperaturzunahme eines Spektrums	Math.: Zehnerpotenzen Physik: Dichte, Spektralanalyse, Kernfusion, thermische Energie	Erzeugung eines kontinuierlichen und eines Emissionsspektrums	

Unterrichtseinheit 2.2. Die Sterne

Ziele:

Kennntnis wichtiger Verfahren der Entfernungsbestimmung im Weltall, Sternhelligkeiten, Ausgewählte Zustandsgrößen; ihre Ermittlung und ihr Zusammenhang (Charakterisieren eines Sterns, Vergleichel). Zusammenhang zwischen Energiefreisetzung und Entwicklung der Sterne, Analyse des Entwicklungsweges, Festigung der Überzeugung von der prinzipiellen Erkennbarkeit der Welt auch in bezug auf zeitliche Abläufe (Sternentwicklung, Sternalter). Erkennen der unendlichen Mannigfaltigkeit der Stoffe und Felder im Weltall und Festigung der Erkenntnis des Entwicklungsprinzips. Weiterentwicklung der Fähigkeit zur Arbeit mit Diagrammen.

4. Stunde Entfernungs- bestimmun- gen	Genaue Untersuchungen der Sterne for- dem die Kenntnis ihrer Entfernungen von der Erde. Entfernungen bis 25 pc werden mit dem trigonometrischen Verfahren be- stimmt. Scheinb. und abs. Helligkeit eines Sterns stehen in enger Beziehung zu sei- ner Entfernung. Die abs. Helligkeit ist ein Maß für die Leuchtkraft des Sterns.	Parallaxe Parsek, Licht- jahr scheinbare Helligkeit absolute Helligkeit Größenklasse	Anwenden ma- thematischer Kenntnisse, Er- mitteln von Stern- entfernungen aus gegebenen Messwerten; Ap- plikation der photometrischen Entfernungs- bestimmung.	Lichtb.: R 608/6, 17 R 638/9 Wandkarte „Nördl. Stern- himmel“, Dreh- bare Sternkarte.	Mathematik: Trigono- metrie	8
5. Stunde Zustands- größen (I)	Aus der Farbe des Sternlichtes ergeben sich die Oberflächentemperaturen der Sterne. Auf Skala der Leuchtkraft Deren Aufeinanderfolge O-B-A-F-G-K-M stellt eine Skala fallender Oberflächen- temperaturen dar.	Zustands- größen Leuchtkraft- klasse Hauptreihe Riesen Überriesen Weiße Zwerge Doppelstern- system Bedeckungs- stern	Anwenden physikalischer Kenntnisse, Er- mittlung der Oberflächentem- peraturen eines Sterns aus Demonstrations- experimentis.	R 749/1, 2 „Spektral- himmel“, Stern- stromversorg.- Gerät, Glühdraht (od. -lampe), Spektroskop	Physik: Spektrum, Glühfarben	8
6. Stunde Zustands- größen (II)	Das HRD stellt die Beziehung zwischen Oberflächentemperatur und Leuchtkraft dar. Die physikalischen Eigenschaften Klassen weisen wesentliche physikalische Unterschiede auf.	HRD Leuchtkraft- klasse Hauptreihe Riesen Überriesen Weiße Zwerge Doppelstern- system Bedeckungs- stern	Arbeit mit Tabel- len, dem HRD, Ordnen Besetzungs- gebiete im HRD nach ihrer Be- setzungs- dichte. Einordnen von Sternen in das HRD, Auswerten des Leuchtkraft- index, Bedeckungs- sterns.	Lichtb.: R 749/2, 6 Wandkarte „Nördl. Stern- himmel“, AT -HRD“ und Fo- liensatz zum HRD, 2 Kugeln für die Modell- darstellung eines Doppel- bzw. Be- deckungssterns	Math.: Zeh- nerpotenzen Physik: Gravitation, Keplersche Gesetze	9
7. Stunde Zustands- größen (III)	Massen können bei Doppelsternen aus der Bewegung ermittelt werden, bei anderen Sternen gilt die Masse-Leuchtkraft-Be- ziehung. Aus Radius und Masse berechnet man die mittlere Dichte eines Sterns. Sterne mit veränderlichen Zustandsgrößen befinden sich in besonderen Phasen ihrer Entwicklung.	Masse- Leuchtkraft- Beziehung mittlere Dichte Veränder- licher Stern	Anwenden math. und physikalischer Kenntnisse. Ermittlung der Masse-Leuchtkraft- Beziehung für die mittlere Dichte. Charakterisieren der Zustands- größen eines Sterns im Ver- gleich zur Sonne. Arbeiten mit dem HRD und mit einem Diagramm zur Periode- Leuchtkraft- Beziehung.	Lichtb.: R 641/8 R 749/8, 10, 11 Wandkarte „Nördl. Stern- himmel“, AT Foliensatz zum HRD	Math.: Kugel- volumen Physik: Gravitation, Keplersche Gesetze	9

Thema	Kenntnisse und Erkenntnisse	Begriffe	Wesentliche Schüler-tätigkeiten	Unterrichts-mittel	Verbindungen zu anderen Unterrichtsfächern	Demon-strationen Experimente	Verbindungen zu Beobach-tungsaufg.
8. Stunde Die Stern-entwicklung	Die Entwicklung der Sterne hängt eng mit ihrer Energieerzeugung zusammen. Alle Sterne durchlaufen ein Hauptreihen- und ein Riesenstadium. Aus dem HRD von Sternhaufen kann man deren Alter abschätzen. Die Hauptphasen der Sternentwicklung sind zu unterschiedlichen Zeiten entstanden.	Stern-entwicklung Entwick-lungsweg offene Stern-haufen	Erarbeiten der Modellvorstellung "Entwicklungsweg im HRD"-Arbeit mit dem HRD. Bestimmen der Entwicklungsphase der Sonne. Vergleichen des HRD zweier offener Sternhaufen.	Lichtb.: R 641/22, 23 R 650/17 R 749/2, 12, 13 AT "HRD" und Folienansatz zum HRD	Physik: Kernfusion		10

Unterrichtseinheit 2.3. Das Milchstraßensystem und extragalaktische Systeme

Ziele:

Kenntnisse über die Erscheinungsformen der Stoffe und Felder in der Galaxis und im außergalaktischen Raum. Erkenntnis der Unerreichbarkeit und Unzerstörbarkeit der Materie. Wissen über Bau und Struktur der Galaxis und die Stellung der Sonne im Sternsystem. Extragalaktische Systeme. Weitere Festigung der Einsicht in die Erkennbarkeit aller Erscheinungen und Prozesse und in die ununterbrochene Veränderung und Entwicklung im Weltall, Entwicklung der Fähigkeit zur Analyse von Himmelsphotographien, Weiterentwicklung des Systemdenkens. Herausbildung der Überzeugung von der Unbegrenztheit des Weltalls.

9. Stunde Interstellare Wolken und Stern-entstehung	Der Raum zwischen den Sternen ist mit Gas- und Staubelementen erfüllt, die man optisch oder radioastronomisch nachweisen kann. Durch Verdichtung und Aufheizung inter-stellarer Wolken entstehen Sterne.	Interstellare Wolken Radio- und optische Beobachtung Emissions-nebel Reflexions-nebel Dunkelwolke Kontraktion Stern-assoziatio	Anwenden physikalischer Kenntnisse. Systematisieren der Erscheinungen der interstellaren Stoffe. Auswerten von Himmelsphotographien. Arbeit mit der Spektralkarte.	Lichtb.: R 641/20, 21, 22 Wandkarte "Nördl. Sternhaufen"-Sternkarte "Nördl. Sternhaufen"-Sternkarte AT "HRD"	Physik: Ionisation, Anregung, Reflexion, Streuung, elektromagnetische Wellen, Gravitation, Kontraktions-energie, Kernfusion		
10. Stunde Unsere Galaxis und außergalaktische Stern-systeme	Die Milchstraße ist der Anblick unserer Galaxis "von innen". Die Galaxis besteht aus Sternen, Sternhaufen und interstellaren Gas- und Staubbmassen. Sie gliedert sich in Kern, Scheibe und Halo. Andere Sternsysteme haben z. T. ähnliche Struktur. Das Weltall ist unbegrenzt.	Galaxis Milchstraße Sternsystem Scheibe Kern Spiralarms Kugelstern-haufen Galaxie	Auswerten von Sternkarten, Tabellen und Himmelsphotographien. Systematisieren, Erarbeiten der Modellvorstellung "Galaxis". Vergleichen zwischen kugelförmigen Sternhaufen.	Lichtb.: R 641/22, 26, 28 R 726/9, 22 Wandkarte "Nördl. Sternhaufen"-Sternkarte "Nördl. Sternhaufen"-Sternkarte	Physik: differentielle Rotation, Gravitation		10

Ziele:

Kenntnis wichtiger Entwicklungsstadien der Astronomie (insbesondere in Astrophysik und Stellarastonomie). Gewinnung von Einsichten über die Bedeutung der ständigen Weiterentwicklung der Wissenschaft. Ausbau der Fähigkeit zum Systematisieren, zum Erkennen und zum Ordnen von Strukturen. Weitere Bestätigung der Erkenntnis von der ständigen Veränderung und Entwicklung im Weltall. Richtige Bewertung historischer Erkenntnisse. Bewusstmachen des Weges der wissenschaftlichen Erkenntnis von der Erscheinung zum Wesen. Erkenntnis der Wechselwirkung zwischen Astronomie, Technik und Gesellschaft.

11. Stunde

Wichtige Entwicklungsstadien der Astronomie:
 - die Erkenntnis und der Ausbau des heliozentrischen Weltbildes;
 - die Entstehung der Stellarastonomie und der Astrophysik;
 - der Beginn der Raumfahrt.

12. Stunde

Alle Himmelskörper sind gruppenweise in verschiedene Systeme eingeordnet. Sie unterliegen einer gesetzmäßigen Entwicklung. Die astronomische Forschung führt zu immer neuen und tieferen Einsichten in den Aufbau, die Struktur und die Entwicklung der Systeme im Universum.

2. Beobachtungsabend

Ziele:

Weiterentwicklung der Fähigkeit zur Orientierung am Sternhimmel und zum zielgerichteten Beobachten und Protokollieren. Erziehung zu disziplinierten Arbeiten und zu sorgfältigen Aufzeichnungen. Gewinnung von Einsichten über die Bedeutung der Beobachtungsaufgaben und Protokollieren. Kenntnis wichtiger Einzelheiten an einem Planeten und ausgewählter Objekte des Fixsternhimmels.

- (6) Sternbilder
- (7) Einzelheiten an einem Planeten
- (8) Farbe und Helligkeit des Sternlichts
- (9) Doppelsystem
- (10) Offener Sternhaufen

Vergleichen zwischen geozentrischen und heliozentrischen Weltbild. Anwenden der physikalischen Kenntnisse. Einordnen einzelner Entdeckungen in die Entwicklungsstadien der Astronomie. Arbeit mit der Zeittafel zur Geschichte der Astronomie.	Lichtb.: R 641/1, 3 R 641/2, 5 R 653/3 R 726/8 R 748/6 R 749/2, 5	Physik: Spektrum, Sternstrahlung, elektromagnetische Wellen, kosmische Geschwindigkeiten Geschichte
Systematisieren. Anwenden physikalischer Kenntnisse (Gravitationsgesetz). Einordnen aktueller Entdeckungen der Systeme im Weltall des Faches Astronomie.	Lichtb.: R 542/12 R 641/18 R 726/9, 22 R 749/8	Physik: Gravitationsgesetz

Aufsuchen der Objekte auf der Sternkarte und am Himmel. Protokollieren. Schätzen von Winkeln, Sternfarben und Helligkeiten. Einordnen der Schätzwerte in eine Größenklassenskala. Beobachten am Fernrohr.	Drehbare Sternkarte, Fernrohr	
---	-------------------------------	--

1 Dieser Abend ist in den Monaten Januar bis April anzusetzen. Die Aufgaben 6 und z. T. auch 8 können als Hausbeobachtungsaufgaben erteilt werden. Vollmondtage sind nach Möglichkeit zu meiden.

Tabellen decken die Schüler die Zusammenhänge zwischen Beobachtungstechnik, Beobachtungsergebnissen und wissenschaftlicher Verarbeitung der Resultate auf. Sich daraus ergebende weltanschaulich-philosophische Folgerungen sind in den Erkenntnissen zusammengefaßt. Die Übersichten können vereinfacht als Tafelbilder verwendet werden.

3. Methoden zur Systematisierung des astronomischen Lehrstoffs

Weltanschaulich-philosophische Erziehung im Astronomieunterricht verlangt das Vordringen zu immer umfassenderen Zusammenhängen, das Aufdecken des Wesens der Erscheinungen. Die Anbahnung von ideologischen Einsichten in den Systematisierungsstunden ist das Ergebnis eines Prozesses. Sein Ziel ist, den Schülern auf der Grundlage von astronomischen Kenntnissen Anschauungen über die Erscheinungen der objektiven Realität zu vermitteln, die für sie persönlich bedeutsam und in starkem Maß handlungswirksam werden. Die Jugendlichen sollen sich mit dem ideologischen Ideengehalt des Bildungsgutes identifizieren und entsprechende Schlußfolgerungen für das eigene motivierte Handeln und Verhalten ziehen. Zur Erreichung dieses Zieles müssen sie gründlich in die ideologischen Aspekte der astronomischen Kenntnisse eindringen, indem sie fachbezogene weltanschaulich-philosophische Kenntnisse erwerben. Das Vorhaben erfordert vom Lehrer, den Unterrichtsprozeß so zu steuern, daß die Schüler zur aktiven Auseinandersetzung mit dem ideologischen Gehalt des astronomischen Lehrstoffs gezwungen werden. [8; 119] Eine erfolgreiche Systematisierung hängt von der Folgerichtigkeit der methodischen Schritte ab. Systematisierung setzt ein anwendungsbereites astronomisches Grundwissen voraus. In der *ersten Phase* der Systematisierung haben die Schüler astronomische Fakten unter bestimmten Gesichtspunkten (z. B. historisierend) zusammenzutragen und zu ordnen. Diese Tätigkeit dient der Wiederholung und Festigung der Kenntnisse. In der *zweiten Phase* verarbeiten die Schüler das zusammengetragene Material und dringen zu allgemeineren Kenntnissen vor. Die zu erzielenden *Resultate* sind in den Tabellen unter „Erkenntnisse“ zusammengefaßt. Zur Meisterung dieser komplizierten pädagogischen Aufgabe sind Unterrichtsverfahren erforderlich, die den Schüler zum logischen Denken auf hoher Abstraktionsstufe zwingen. In der zweiten Phase der Systematisierung des Lehrstoffs finden der Vergleich und die Problemstellung erfolgreiche Anwendung. Die Schüler vergleichen z. B. die Erkenntnisse in

den verschiedenen Entwicklungsetappen der astronomischen Wissenschaft; sie decken soziale Ursachen und Zusammenhänge auf, die zu den Erkenntnisfortschritten führten. Bei anderer Gelegenheit erläutern die Schüler nach einer entsprechenden Problemstellung die unterschiedliche Strategie zwischen der UdSSR und den USA bei der Erforschung des Mondes mit Raumflugkörpern und begründen den führenden Anteil der sowjetischen Kosmonautik bei der Erkundung des Erdrabanten. Eine ausführliche Darstellung der Rolle des Vergleiches und der Problemstellung bei der Systematisierung im Astronomieunterricht bleibt einer späteren Veröffentlichung vorbehalten.

4. Schlußbemerkungen

Systematisierungsstunden verdeutlichen besser als alle übrigen Unterrichtsstunden, daß Fach und Ideologie untrennbar verbunden sind. Daraus ergibt sich für jeden Astronomielehrer die Verpflichtung, Ziel, Inhalt und Methoden der weltanschaulich-philosophischen Erziehung eingehend zu studieren und den Unterrichtsprozeß im Sinne von Wissenschaftlichkeit und Parteilichkeit zu planen und zu führen. Eine erfolgreiche Systematisierung des Lehrstoffs mit dem Ziel, zur Herausbildung ideologischer Grundüberzeugungen beizutragen, setzt eine hohe politisch-ideologische, fachliche und pädagogische Qualifikation des Lehrers voraus. Sie verlangt außerdem exakte Kenntnisse über den jeweiligen Stand des Klassenkollektivs und ein echtes Vertrauensverhältnis zu den Schülern.

5. Literatur

- [1] WAHSNER, R.: *Gesetzesauffassung und Weltbild* (I). In: *Astronomie in der Schule* 8 (1971) 1.
- [2] BERNHARD, H.: *Forderungen des neuen Lehrplans an die ideologische Erziehung im Astronomieunterricht*. In: *Astronomie in der Schule* 8 (1971) 1.
- [3] BERNHARD, H.: *Zur unterrichtlichen Verwirklichung der ideologisch-erzieherischen Aufgaben des neuen Lehrplans*. In: *Astronomie in der Schule* 7 (1970) 5.
- [4] Ministerium für Volksbildung: *Lehrplan für Astronomie Klasse 10*. Berlin 1969.
- [5] WAHSNER, R.: *Die Bedeutung des philosophischen Materiebegriffs für die Astronomie*. In: *Astronomie in der Schule* 5 (1968) 2.
- [6] KON, J. S.: *Geschichtsphilosophie des 20. Jahrhunderts*. Kritischer Abriss, Bd. 2, Berlin 1964.
- [7] Autorenkollektiv: *Aktuelle Probleme der Denk- und Erkenntnisarbeit im Geschichtsunterricht*. Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin 1967.
- [8] BERNHARD, H.: *Untersuchungen zur weltanschaulich-philosophischen Bildung und Erziehung im Astronomieunterricht der 10. Klasse*. Dissertation (unveröffentlicht), Potsdam 1967.

Anschrift des Verfassers:
Oberlehrer Dr. HELMUT BERNHARD
86 Bautzen, Sternwarte

Verwendungsmöglichkeiten des Himmelsglobus im Astronomieunterricht

Die folgenden Ausführungen zu unterrichtlichen Verwendungsmöglichkeiten des Himmelsglobus beziehen sich auf das Demonstrationsmodell „Horizont- und Äquatorsystem“, das vom DPZI entwickelt wurde und beim Staatlichen Kontor für Unterrichtsmittel zu beziehen ist.

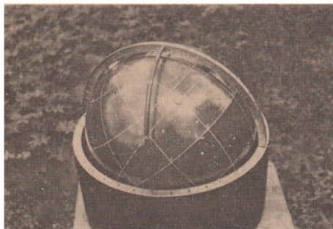
1. Probleme der Darstellung bei Himmelsgloben

1.1. Geometrische Probleme

Die Fixsternsphäre wird zur Erläuterung astronomischer Sachverhalte in der verschiedensten Weise dargestellt. Alle ebenen Abbildungsverfahren können die Sphäre nur verzerrt wiedergeben. Wenn es sich dagegen um die Darstellung eines Ausschnittes aus der Kugeloberfläche handelt, kann die Winkel- und Flächentreue der ebenen Abbildung hinreichend genau werden.

Das dreidimensionale Modell der Sphäre, also der Himmelsglobus, der Wasserglobus, die Armillarsphäre oder das an die Kuppel projizierte Bild des Sternhimmels im Planetarium liefern eine annähernd verzerrungsfreie Darstellung.

Dennoch ist die Abbildung der Himmelskugel auf einem Himmelsglobus problematisch, weil sich der Beobachter in der Natur im Zentrum der gedachten Himmelskugel befindet und auf die Innenseite der Kugeloberfläche blickt, der Himmelsglobus aber im allgemeinen nicht so groß ist, daß der Beobachter bequem darin Platz findet.



Da man ohnehin von den realen Bedingungen abgehen muß, weil der Betrachter des Himmelsglobus stets auf eine konvex gekrümmte Kugelfläche von außen schaut, sind zwei Varianten der Darstellung möglich:

- a) Der Sternhimmel wird so dargestellt, wie er von einem Beobachter „außerhalb“ der gedachten Himmelskugel gesehen würde. Diese Form wurde bei der Herstellung unseres Demonstrationsmodells gewählt, weil sie wissenschaftlich richtig ist.
- b) Der Sternhimmel wird gegenüber der ersten Darstellungsform spiegelverkehrt abgebildet, so daß der Betrachter die Sternbilder auf der konvexen Kugelfläche genauso sieht, wie er sie am nächtlichen Sternhimmel beobachten kann. Diese Form ist allgemein üblich bei den „Leuchtgloben“ für astronomisch interessierte Laien, um das Kennenlernen der Sternbilder zu erleichtern.

1.2. Methodische Probleme

Der oben beschriebene Sachverhalt muß den Schülern vor dem Einsatz des Himmelsglobus im Astronomieunterricht erläutert werden. Gut bewährt hat sich zur Einführung des Himmelsglobus die gleichzeitige Benutzung des Wasserglobus, auf dem die Sternbilder Großer Wagen (als Teil des Großen Bären) und Orion – in gleicher Anordnung wie auf dem Himmelsglobus – mit Plastfolie aufgeklebt werden. Der Betrachter sieht durch die erste Glaswand hindurch und erkennt auf der zweiten Glaswand von innen die Sternbilder in natürlicher Lage. Nach einer Drehung um 180° hat das Sternbild auf der Außenseite die Form wie auf dem Himmelsglobus.

Für die Zweckmäßigkeit der unter 1.1. a) genannten Darstellungsart spricht außerdem: Das Unterrichtsmittel zeigt den Bewegungsablauf in der Richtung, wie ihn die Schüler bei einem Planetariumsbesuch beobachten können. Für die „Leuchtgloben“ trifft diese Möglichkeit nicht zu.

2. Verwendung des Himmelsglobus zur Demonstration des scheinbaren täglichen Rotation des Sternhimmels

Nachdem über die Einteilung des Sternhimmels in Sternbildfelder und die Zuordnung der Sterne, über einige Sternbildnamen und die Einteilung der Sternhelligkeiten in Größenklassen gesprochen ist, wird an den Geografieunterricht der 9. Klasse angeknüpft.

Aus der Wiederholung der Erdrotation als einer wahren Bewegung folgt die scheinbare

tägliche Bewegung der Sonne. Diese Tatsache ist den Schülern im allgemeinen bekannt. Die scheinbare tägliche Rotation des Sternhimmels ist dagegen von den meisten Schülern noch nicht beachtet worden.

Vor dem Einsatz des Geräts wird die Polhöhe $h = 52^\circ$ eingestellt; auf der Horizontkulisse erscheinen die Himmelsrichtungen; der Stern *Arktur* wird als gelber Kreidefleck markiert. Danach erhält die Klasse folgende Aufgabe, die ein Schüler am Himmelsglobus löst:

Aufgabe 1

- Demonstrieren Sie die scheinbare tägliche Bewegung des Sterns *Arktur* von seinem Aufgangspunkt bis zu seinem Untergangspunkt! Markieren Sie beide Punkte auf der Schreibfläche des Modells!
- Wiederholen Sie einen Umlauf. Beobachten Sie, ob sich Auf- und Untergangspunkt des Sterns verschoben haben!
- Heben Sie den Globus aus der Horizontkulisse und demonstrieren Sie den scheinbaren Bewegungsverlauf nach Untergang des Sterns!

Aus Aufgabe 1 gewinnen die Schüler folgende Kenntnisse:

- *Sterne beschreiben bei einem scheinbaren Umlauf kreisähnliche Bahnen.*
- *Ihr Aufgangspunkt liegt im Ostteil, ihr Untergangspunkt im Westteil des Horizonts.*
- *Die Auf- und Untergangspunkte der Sterne verändern sich nicht.*
(Vorläufige Annahme: Sterne stehen fest.)

Aufgabe 2

Drehen Sie den Himmelsglobus langsam und suchen Sie Sterne, für die keine Auf- und Untergangspunkte angegeben werden können! Nennen Sie Sternbilder, bei denen diese Tatsache insgesamt zutrifft!

Nachdem diese Gruppe von Sternen als Zirkumpolarsterne bezeichnet sind, finden die Schüler den vierten Punkt der Zusammenfassung:

- *Sterne, die bei ihrer täglichen scheinbaren Bewegung nicht untergehen, heißen Zirkumpolarsterne.*
Die bekanntesten Zirkumpolarsternbilder in unserer geographischen Breite sind: Großer Bär und Kassiopeia.

Für den ersten Beobachtungsabend erhalten die Schüler den Auftrag, die Bewegung eines Gestirns relativ zu einer irdischen Marke zu beobachten.

3. Die Verwendung des Himmelsglobus zur Darstellung astronomischer Koordinatensysteme

3.1. Das Horizontsystem

Als Motivation stellen wir folgende Aufgabe, die mit Hilfe des Himmelsglobus oder mit der

Wandkarte „Nördlicher Sternhimmel“ gelöst werden kann:

Aufgabe 3

Wo liegt der Stern *Arktur*? Diesen Stern wählen wir wegen der leichten Auffindbarkeit durch Verlängerung der „Wagendeichsel“.

Aus den Schülerantworten kann der Ort etwa folgendermaßen eingegrenzt werden:

- auf der nördlichen Hemisphäre;
- im Sternbild *Bootes*;
- im südlichen Teil des *Bootes*.

Aus diesen noch recht ungenauen Aussagen folgen die Notwendigkeit der Einführung von Koordinaten, eine kurze Wiederholung, wie die Erdkoordinaten zustande kamen (Grundkreisebene und Abstand vom Nullmeridian) und der Hinweis auf die Verwendung von Winkelmäßen, weil der Radius der Himmelskugel unbestimmt ist.

Im weiteren Verlauf des Unterrichts wird der Himmelsglobus zur Klärung der folgenden Begriffe benutzt:

Horizont – Horizontebene – Zenit – Vertikalkreis – Meridian und Kulmination.

Nachdem dieses Rüstzeug erarbeitet ist, wird erneut die Frage nach dem Ort des Sternes *Arktur* gestellt. Der Himmelsglobus steht mit der Seite West ($\alpha = 90^\circ$) zur Klasse. Diese Stellung entspricht der Darstellung auf der Anschauungstafel „Horizontsystem“, die gleichzeitig benutzt wird. Am Vollmeridianring des Modells ist, aus dickem Draht ein Vertikalkreis mit Höhenmarken für 30° und 60° befestigt, der durch *Arktur* läuft.

Zuerst ist das *Azimuth* zu definieren als Winkel auf dem Horizont zwischen Meridian und dem durch den Stern gehenden Vertikalkreis. Vergleiche mit den Himmelsrichtungen W, N, NW, NNW werden angestellt.

Jetzt eignet sich der Himmelsglobus sehr gut, zur Demonstration der Veränderung des *Azimuths* mit der Tageszeit.

Aufgabe 4

- Lesen Sie das *Azimuth* für *Arktur* auf dem Horizont ab!
- Drehen Sie den Himmelsglobus in westlicher Richtung weiter! Legen Sie erneut den Vertikalkreis durch das Gestirn; lesen Sie das *Azimuth* ab! Welche Feststellung machen Sie?

Zur Erarbeitung der zweiten Koordinate zeichnen wir einen zur Horizontebene parallelen Kreis auf dem Himmelsglobus. Dadurch erkennen die Schüler, daß alle Gestirne, die auf diesem Horizontalkreis liegen, in gleicher Höhe über dem Horizont zu sehen sind. Folglich ist die Höhe eines Gestirns der Winkel zwischen dem Horizont und der Visierlinie zum Gestirn, gemessen auf dem Vertikalkreis.

Durch die auf dem Vertikalkreis angebrachten Marken ist es möglich, die Höhe eines Gestirns abzuschätzen; der Gebrauch der drehbaren Schülersternkarte wird dadurch erleichtert.

Aufgabe 5

- Ermitteln Sie die Höhe des Arktur am Vertikalkreis!
- Drehen Sie den Himmelsglobus in westlicher Richtung weiter und bestimmen Sie nach Verstellen des Vertikalkreises erneut die Höhe des Sterns! Zu welcher Feststellung kommen Sie?

Weitere Übungen folgen, z. B. a und h der Sonne am 21. 3. beim Aufgang, bei ihrer Kulmination und beim Untergang.

So erkennen die Schüler ohne Schwierigkeit, daß Azimut und Höhe eines Sterns von der jeweiligen Tageszeit abhängig sind.

Wodurch verändern sich die Werte für a und h außerdem noch? Als Impuls dient eine runde Pappscheibe (Horizontebene), die an verschiedenen Stellen eines Erdglobus gehalten wird. Daraus folgt in der Zusammenfassung:

- Die Koordinaten Azimut und Höhe sind abhängig vom Beobachtungsort und von der Tageszeit.

3.2. Das rotierende Äquatorsystem

Den größten unterrichtlichen Wert besitzt der Himmelsglobus zur Veranschaulichung des Äquatorsystems. Ausgehend von den Kenntnissen über das Horizontsystem erhält die Klasse folgenden Denkanstoß:

Azimut und Höhe eines Gestirns ändern sich unablässig. Weshalb ändern sich λ und φ für einen Ort auf der Erde nicht?

Aus den Überlegungen gewinnen die Schüler die Einsicht, daß es möglich sein muß, ein astronomisches Koordinatensystem zu finden, dessen Koordinaten unveränderlich bleiben. (Die Präzession wird zunächst nicht erwähnt.)

Wir brauchen demnach ein Orientierungssystem, das mit dem Sternhimmel mitrotiert, ebenso wie das mitrotierende Gradnetz der Erde. Dazu verlängern wir die Verbindungsgerade der beiden Erdpole. Wo die verlängerte „Erdachse“ die Himmelskugel durchstößt, dort befinden sich die beiden *Himmelspole*. Der Schnittpunkt der Äquatorebene mit der Sphäre wird zum *Himmelsäquator*. Alle durch die Pole verlaufenden Kreise an der Sphäre entsprechen im irdischen Gradnetz den Längenkreisen. Die Parallelkreise zum Himmelsäquator entsprechen den Breitenkreisen auf der Erde. Danach werden der Himmelsglobus und die Anschauungstafel „Äquatorsystem – Rotieren der Himmel“ zur Veranschaulichung der folgenden fünf Begriffe – im Vergleich zu den bekannten Begriffen – benutzt:

Himmelsäquator	– Erdäquator	– Horizont
(Äquatorebene)	–	– (Horizontebene)
Parallelkreise		
(Deklinationkreise)	– Breitenkreise	– Horizontalkreise
Polachse	– Erdachse	– Lot aus Zenit
Stundenkreise	– Längenkreise	– Vertikalkreise

Nachdem die Äquatorebene als Grundebene in diesem System festgelegt ist, erhalten die Schüler die Aufgabe 6.

Aufgabe 6

Lassen Sie den Himmelsglobus langsam rotieren! Beobachten Sie, ob sich der Abstand der Gestirne vom Himmelsäquator bei der täglichen Bewegung ändert!

Aus der Beobachtung werden die erste Koordinate, die *Deklination*, als der Erhebungswinkel des Gestirns über der Äquatorebene definiert und der Wertebereich angegeben. Diese Koordinate ist – wie die geografische Breite – von der Tageszeit unabhängig. Sie ist die der Höhe entsprechende Koordinate im Horizontsystem. Nun wird die Winkelteilung auf dem Vollmeridianring des Modells erklärt. Ableseübungen folgen, die von einem zweiten Schüler an der Wandkarte „Nördlicher Sternhimmel“ und zum Vergleich von der Klasse auf der drehbaren Schülersternkarte vorgenommen werden.

Aufgabe 7

Bestimmen Sie die Deklination der Sterne Deneb, Wega, Altair und Rigel!

Zur Veranschaulichung der zweiten Koordinate gehen wir von der willkürlichen Festlegung des Nullmeridians im Gradnetz der Erde aus. Einen solchen Punkt, der mitrotiert, legen wir auch an der Himmelskugel fest. Danach folgt die Definition des Frühlingpunktes als scheinbarer Ort der Sonne unter den Sternen am 21. 3. zur Zeit der Frühlings-Tagundnachtgleiche.

Die Ekliptik des Himmelsglobus wurde an vier Stellen (21. 3.; 21. 6.; 23. 9. und 21. 12.) mit Bohrungen von 1 mm Durchmesser versehen, um mit einem Nagel eine gelbe Kreisscheibe von 2 cm Durchmesser auf dem Himmelsglobus befestigen zu können. Dadurch ist das Mitrotieren des Frühlingpunktes für die ganze Klasse deutlich sichtbar.

Nun wird an die Klasse ein ähnlicher Auftrag wie in Aufgabe 6 erteilt.

Aufgabe 8

Drehen Sie den Himmelsglobus und beobachten Sie, ob sich der Abstand der Gestirne vom Frühlingpunkt bei der täglichen Bewegung ändert!

Daraus folgt die Definition der *Rektaszension* als der Richtungswinkel zwischen dem Frühlingpunkt und dem Schnittpunkt des Himmelsäquators mit dem Stundenkreis des Gestirns. Die Zählung der Rektaszension erfolgt auf dem Himmelsäquator in west-östlicher Richtung und ist mit der Zählung der Längenkreise auf der Osthemisphäre der Erde vergleichbar.

Wegen der fast gleichmäßigen Erdrotation kann der Richtungswinkel der Rektaszension auch im Zeitmaß (Stunden, Minuten, Sekunden) ausgedrückt werden. Es gilt $15^\circ \triangleq 1 \text{ h}$, da $360^\circ \triangleq 24 \text{ h}$. Nun werden von den Schülern mit dem Himmelsglobus und gleichzeitig mit der Wandkarte „Nördlicher Sternhimmel“ mehrere Aufgaben gelöst, wobei anfangs der der Rektaszension entsprechende Bogen durch einen Kreidestrich auf dem Himmelsäquator markiert wird. Der Schüler an der Wandkarte benutzt dazu ein Tafellineal.

Aufgabe 9

Lesen Sie für den Stern Wega im Sternbild Leier die Äquatorkoordinaten ab!

Aufgabe 10

Welchen Stern finden Sie im Schnittpunkt der Koordinaten $\alpha = 5 \text{ h } 10 \text{ min}$ und $\delta = -8^\circ$: (Lösung: Rigel) Derartige Aufgaben werden nach solcherart Vorbereitung der Schüler nur noch mit der drehbaren Schülersternkarte gelöst, weil die Sternkarte allen Schülern der Klasse zur Verfügung steht und mit ihr mannigfaltige Aufgaben zu lösen sind.

4. Die Verwendung des Himmelsglobus zur Darstellung der scheinbaren Sonnenbahn

Um den Himmelsglobus dazu sinnvoll einsetzen zu können, besteht die Möglichkeit, an der Ekliptik die „Sonne“ anzubringen (s. 3.2.). Nachdem mit dem Tellurium die Ekliptik einmal als der Schnittpunkt der Erdbahnebene mit der Himmelskugel und zum anderen als scheinbare jährliche Sonnenbahn definiert wurde, dient der Himmelsglobus zur Demonstration der Tagbogenlänge in Abhängigkeit von der Deklination. Die Sonne wird nacheinander auf den Frühlings-, Sommer-, Herbst- und Winterpunkt eingestellt. Es folgt

Aufgabe 11

- Lesen Sie die Deklination der Sonne für die vier gegebenen Zeitpunkte des Jahres ab!
- Demonstrieren Sie dafür den gesamten Tagbogen!
- Auf der Horizontlinie finden Sie die genauen Himmelsrichtungen für den Auf- und Untergang zu den vorgegebenen Daten.
- Stellen Sie die Besonderheiten der scheinbaren jährlichen Sonnenbahn für diese Daten tabellarisch zusammen! (Vergleich)

Obwohl der gesamte Inhalt dieser Aufgabe auch mit der drehbaren Schülersternkarte gelöst werden kann, ist der Himmelsglobus wegen seiner verzerrungsfreien Wiedergabe des Tagbogens bei der Einführung vorzuziehen. Die scheinbare jährliche Wanderung der Sonne durch die Tierkreissternbilder erklären wir folgendermaßen:

Würde am 20. 8. eine totale Sonnenfinsternis stattfinden, so daß für kurze Zeit der Sternhimmel sichtbar wäre, könnten wir ganz dicht bei der Sonne den Stern Regulus im Sternbild Löwe sehen. So erklärt sich die Aussage: „Von Mitte August bis Mitte September bewegt sich die Sonne durch das Sternbild Löwe.“

5. Der Himmelsglobus zur Darstellung der Bewegung des Sternhimmels in verschiedenen geografischen Breiten

Da der Himmelsglobus mit beliebiger Achsenneigung in das Gestell eingesetzt werden kann, eignet er sich gut zur anschaulichen Erklärung der Bewegungsverhältnisse, wie sie ein Beobachter am Pol oder am Äquator sehen würde. Von dieser Möglichkeit machen wir informativ Gebrauch, um einen Planetariumsbesuch vorzubereiten. Wir beginnen mit der Demonstration der Verhältnisse für einen Beobachter am Nordpol.

Am Modell wird die Polhöhe $hp = 90^\circ$ eingestellt. Die „Sonne“ wird mehrmals auf der Ekliptik umgesteckt. Ein Schüler dreht den Himmelsglobus langsam weiter, und die Klasse beobachtet am Demonstrationsmodell

- den scheinbaren täglichen Lauf der Fixsterne und der Sonne,
- in welcher Höhe der Himmelsäquator kulminiert,
- für welche Sterne der Begriff „zirkumpolar“ zutrifft,
- weshalb Sternbeobachtungen am Pol in der Zeit vom 21. 3. bis 23. 9. kaum möglich sind, und wie die „Polarnacht“ einschließlich Dauer zu erklären ist.

Ebenso können dem Beobachter die Bewegungsverhältnisse am Erdäquator gezeigt werden. Abschließend erhalten die Schüler folgende Aufgabe:

- Schildern Sie die jahreszeitlichen und klimatischen Verhältnisse auf der Erde für eine angenommene „Schiefe der Ekliptik“ von 0° !

6. Möglichkeiten zur Verbesserung des Himmelsglobus

Die unter 3.1. und 3.2. erwähnten Zusätze zum handelsüblichen Modell sollen hier als Empfehlung für eine Weiterentwicklung des besprochenen Unterrichtsmittels zusammenfassend dargelegt werden.

6.1. Für den Unterricht im Klassenraum kann ein Demonstrationsmittel nie groß genug sein. Die Vergrößerung des Durchmessers auf etwa 50 cm wäre von großem Nutzen.

6.2. Für einige Sterne (wie Wega, Deneb, Atair, Capella, Arktur, Regulus, Spica, Rigel, Betelgeuze und Aldebaran) sollten die Namen auf der Globuskugel gedruckt erscheinen.

6.3. Für Darstellungen im Horizontsystem ist ein Vertikalkreis notwendig, der am Vollmeridianring (für $\varphi = 52^\circ$) im Zenit mit einem Scharniergelenk angebracht und auf den Hori-

zontkreis geleitet wird. Der Vertikalkreis sollte leicht demontiert werden können (Rändelschraube).

Der Horizontkreis des Gestells ist mit Führungsschlitzen zu versehen, während der Vertikalkreis am unteren Ende einen Führungsstift erhalten muß. Höhenmarken für $h = 30^\circ$ und $h = 60^\circ$ sind farbig aufzutragen.

6.4. Der Schüler könnte das Azimut eines Gestirns von seinem Platz aus ablesen, wenn die Azimuteilung durch wechselnde Farbfelder von 10 zu 10 Grad auf der Horizontkulisie aufgetragen wird.

6.5. Zur Veranschaulichung der scheinbaren Sonnenbahn sollten längs der Ekliptik vier Bohrungen in die Globuskugel eingebracht werden, um durch Aufstecken von Applikationen den jeweiligen scheinbaren Ort der Sonne unter den Sternen demonstrieren zu können.

6.6. Weitere Demonstrationsmöglichkeiten (Aufsuchen von Planetenörtern nach vorgegebenen Koordinaten) erschließen sich, wenn die Ekliptik in 12 Teile eingeteilt wird und eine Datumskaale erhält.

Mit diesen Ausführungen sollte gezeigt werden, daß der Himmelsglobus nicht nur ein Demonstrationsmodell in der Hand des Lehrers ist, sondern — im Gegensatz zu anderen Geräten und Anschauungstafeln — bei entsprechender

Aufgabenstellung ein sehr gutes Arbeitsmittel für den Astronomieunterricht darstellt. Somit dient der Himmelsglobus der Effektivitätssteigerung des Unterrichts und trägt dazu bei, daß die Schüler das heliozentrische Weltbild in ihren Vorstellungen richtig erfassen.

Das weitaus beste Demonstrations- und Arbeitsmittel für das gesamte Stoffgebiet ist natürlich das Planetarium.

Unter dem Planetariumshimmel wird das am Himmelsglobus Gelernte nochmals mit den Mitteln des Projektors wiederholt.

Literatur:

1. Lehrmittel für den Astronomieunterricht. Lehrmittelbeiblätter 1.1.2, 1.2.2, und 1.2.3. Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin.
2. Autorenkollektiv: Astronomieunterricht. Methodisches Handbuch für den Lehrer, Kapitel II und IV. Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin 1963.
3. GÜNTHER, O.: Astronomie für die Hand des Lehrers. PH Potsdam.
4. DRÜSSLER, R.: Wir beobachten den Himmel, Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin 1963.
5. WEIGERT, A.; ZIMMERMANN, H.: ABC der Astronomie. Brockhaus-Verlag, Leipzig 1961 bzw. 1971.
6. Vgl. dazu auch NIEMANN: Demonstrationen am Wasserglobus. In: Astronomie in der Schule 2 (1965), 4, S. 82.

Anschrift der Verfasser:

JOACHIM SCHÖN, 37 Wernigerode/Harz
Eisenbergstraße 26b

HEINZ ALBERT, 963 Crimmitschau
Straße der Jugend 20

AUS FORSCHUNG UND LEHRE

● Erkenntnisse der Raumforschung und ihre Nutzung

Unter diesem Thema fand am 8. und 9. September 1971 aus Anlaß der Ausstellung „Der Kosmos dem Frieden — die Wissenschaft zum Nutzen des Menschen“ eine wissenschaftliche Vortragsreihe statt, zu der die Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin und die Technische Hochschule Karl-Marx-Stadt eingeladen hatten. Etwa 150 Teilnehmer waren zum Symposium erschienen. Von 13 Vorträgen wurden vier durch sowjetische Wissenschaftler gehalten.

Das Spektrum der gebotenen Vorträge umfaßte technische, technologische, biologische und astronautische Themen. Aus der Fülle des Dargebotenen sollen im folgenden, ohne jeden Anspruch auf Vollständigkeit, einige für den Astronomielehrer wichtig erscheinende Ergebnisse und Erkenntnisse wiedergegeben werden. In seinem einleitenden Referat nannte der Generalsekretär der DAW, Prof. Dr. LAUTER, einige Aufgaben der Raumforschung in den 70er Jahren: Werkstoffuntersuchungen im schwerelosen Zustand, Lenkung von Schiffen durch Satelliten, Speicherung und Übertragung von Meßdaten über weite Entfernungen und biomedizinische Untersuchungen. Großprojekte, die von mehreren Nationen in Zusammenarbeit verwirklicht werden, sind die Weltwetterforschung, die Vermessung der Erde, größere astronomische Untersuchungen in der näheren Zukunft. In angemessenem Rahmen leistet die DDR Beiträge zum Interkosmosprogramm (meteorologische, nachrichtentech-

nische, telemetrische und hochatmosphärische Forschung).

Besonders starke Beachtung fand der Vortrag von Prof. Dr. FLORENSKI (Moskau) „Ergebnisse und Probleme der Mondforschung“. Ausgehend von den Schwierigkeiten bei der Erforschung der Erde, wies der Referent nach, daß heute viele Probleme der Kosmogonie des Planetensystems durch die Mondforschung ihrer Lösung nähergebracht werden.

Bei der Gestaltung der Mondoberfläche sind drei prinzipiell verschiedene Etappen zu unterscheiden:

1. die vorgeologische Etappe, die mit der Entstehung des Sonnensystems zusammenhängt,
2. die endogene Etappe (vor 2,5 bis 3 Milliarden Jahren), die zum Ausfließen von Lava und zur Gestaltung der Mondoberfläche führte,
3. die gegenwärtige exogene Etappe, die die Prozesse der letzten 100 Millionen Jahre umfaßt und der Untersuchungsperiode der irdischen Geologie entspricht.

Die außerordentlich aussagekräftigen Ergebnisse der Untersuchungen von Lunochod 1, die in dem Buch: *Fahrbares Mondlaboratorium Lunochod 1*, (Verlag Nauka, Moskau 1971; Redakteur Akademikmitglied WINOGRADOW) publiziert sind, faßte FLORENSKI bezüglich der geomorphologischen Untersuchung der Panoramen wie folgt zusammen:

1. Die Untersuchungsgebiete von Luna 16 und Lunochod 1 stellen leicht wellige Ebenen dar, deren Oberfläche mit schalenförmigen Kratern verschiedener

Ausprägung bedeckt ist. Diese Ebenen sind mit basaltischen, kantigen Steinen belegt, die wahrscheinlich nach dem flächenhaften Ausfluß von Lava gebildet wurden. Diese Steine überdecken eine Schicht Regolith (lockerer Mondboden). Morphologisch sind die Zusammensetzung des Regoliths und die Verteilung der Krater und Steine ähnlich wie in den vorher untersuchten Meeresgebieten der Äquatorzone des Mondes.

2. Unter den Kratern mit Durchmessern von 10 cm bis 40 m überwiegen die älteren, durch Erosion schon weitgehend zerstörten Formen, während jüngere Krater nicht mehr als einige Prozent zur Gesamtzahl beitragen. Besonders tritt die morphologische Gruppe der Krater hervor, die Merkmale der Entstehung durch Einschlag aufweisen.

3. Steine mit Abmessungen von einigen Zentimetern bis Dezimetern werden vorzugsweise bei jüngeren Kratern gefunden. Wenn bei großen Kratern die Zahl der Steine stark ansteigt, so ist anzunehmen, daß die Kraterböden aus felsigem Grund ohne Regolith bestehen.

4. Die unterschiedliche Zusammensetzung der Steine bei jungen Kraterausräucherungen deutet auf Variationen in der petrographischen Zusammensetzung des Felsuntergrundes hin.

5. Steine von abgerundeter Form findet man im wesentlichen in der Nähe alter Krater als Resultat des Einflusses exogener Faktoren auf die Oberfläche des Mondes.

6. Das Regolith, das die Oberfläche des Felsgesteins bildet, ist ein lose gefügtes Material mit Korngrößen unter 1 mm, das eine beträchtliche Anzahl von Steinen und Schotter verschiedener Größe enthält. Dieses Material ist zum großen Teil durch Zerstückelung des darunter liegenden Felsgesteins gebildet worden. Der Anteil an Steinen ist in den Kraterwällen am größten. Die Mächtigkeit des Regoliths im untersuchten Gebiet variiert zwischen 1 und 5 m.

7. Die Entwicklung der Oberfläche geschieht hauptsächlich unter dem Einfluß zweier Faktoren:

- Bildung von Einschlag- und Einschlagexplosionskratern. Die großen Energien der Gesteinszertrümmerung deuten auf Explosionsvulkanismus, während die Oberflächenbildung durch Vulkanismus nur mit 1 Prozent beteiligt ist.
- Veränderung der Kraterstruktur und der Gesteinsformen durch Oberflächenerosion.

Über das Thema „Wetterforschungen mit Hilfe von Erdsatelliten“ stellt der stellvertretende Direktor des Meteorologischen Dienstes der DDR, Dr. PETERS, Er nannte zwei wesentliche Gründe für die Unsicherheit der Wetterprognose, nämlich den ungenügenden Stand der theoretischen Erforschung atmosphärischer Prozesse und die mangelnde Kontinuität meteorologischer Informationen.

Der Einsatz von Satelliten für meteorologische Untersuchungen dient der Erfassung qualitativer meteorologischer Daten, der Erlangung quantitativer meteorologischer Materials und der Einrichtung von Realsatelliten zur Datenerfassung. Sowjetische Wetter-satelliten (Kosmosserie) arbeiten im Bereich 550 bis 900 km, während die US-amerikanischen Wetter-satelliten in 1300 bis 1500 km arbeiten. Das Auflösungsvermögen der sowjetischen Wolkenaufnahmen beträgt 1,3 km, wobei ein Gebiet von 1000 km Durchmesser überblickt werden kann. Geostationäre Satelliten (etwa 36 000 km Erdbestand) können Aufnahmen in Zeitabständen von 20 min zur Erde geben, wodurch großräumige Veränderungen der Atmosphäre sehr schnell erkannt werden. Es ergab sich ein neuer Wert für die Solarkonstante zu 1,94 cal cm⁻² min⁻¹ (statt 2,00), der um 1 bis 2 Prozent veränderlich ist, was wesentliche Temperaturänderungen hervorruft. Die Entwicklung der Wetterforschung mit Satelliten läßt hoffen, daß etwa im Jahre 1980 12- bis 14tägige Prognosen möglich sind.

Kommunikationssatelliten werden nach den Ausführungen von Obrerrat LIEBSCH (RFZ der Deutschen Post) für die Realisierung von festen und beweglichen Diensten eingesetzt. Zu den ersteren gehört z. B. das seit 1965 arbeitende sowjetische Molnija-System. Bewegliche Dienste betreffen die automatische Lenkung von Flugzeugen und Schiffen. 1980 sollen 1500 Flugzeuge und 8000 Schiffe an bewegliche Systeme

angeschlossen sein. Ähnlich wie im herkömmlichen Rundfunksystem, spielen Probleme der Ausnutzung und Abgrenzung von Frequenzbereichen auch hier eine große Rolle.

Dr. ERYPLEV (Astronomischer Rat der sowjetischen Akademie der Wissenschaften) berichtete über den Stand und die Probleme der Erdvermessung mittels Satelliten. Die Sowjetunion hat drei neue Typen leistungsfähiger Satellitenteleskope geschaffen, die in einer Nord-Süd- und in einer Ost-West-Kette über die Erde verteilt aufgestellt sind. Die Beobachtungen bestehen in Positions- und Entfernungsmessungen (letztere mit Laser). Ziele der Arbeiten sind neben der Bestimmung der physikalischen Erdfigur, die Kontrolle der Bewegung des Erdkörpers, die Erfassung von Veränderungen an seiner Oberfläche und die Messung des Gravitationsfeldes.

Interessant waren die Ausführungen von Prof. Dr. KURT (Institut für Kosmosforschung Moskau) über „Die Aufgaben künftiger Weltraumstationen“. Da von der Erde aus nur ein begrenzter Teil des elektromagnetischen Spektrums beobachtbar ist, gibt es seit langem Bestrebungen, ein Instrument außerhalb der Erdatmosphäre einzusetzen (Höhenballons, Forschungsraketen). Die Kosten für ein Orbitaleteleskop sind bis zum Faktor 100 größer als für ein irdisches Teleskop. Prinzipiell wäre die Verwendung eines 3-m-Spiegels in einer Orbitalstation (oder auf dem Mond) im Bereich $1 \text{ mm} > \lambda > 800 \text{ Å}$ möglich.

Eine Schwierigkeit besteht darin, daß der Spiegel des Raumteleskops unter irdischen Bedingungen hergestellt werden muß, während sein Einsatz im schwerelosen Zustand erfolgt. Die gegenwärtige Technologie erlaubt die Herstellung von Spiegeln mit einer Auflösung von $0,2''$. In 10 Jahren hofft man $0,1''$ zu erreichen. Dabei wird der Werkstoff CEF-VIT, der im Bereich von -20°C bis $+40^\circ \text{C}$ praktisch keine Wärmeausdehnung hat, bei der Spiegelherstellung eine große Rolle spielen. Die Stabilisierung der Achsen eines Raumteleskops auf $0,1''$ bis $0,3''$ sollte möglich werden, wobei unbemannte Apparate, Vorteile gegenüber bemannten sind. Bereits der Herzschlag des Kosmonauten würde die Arbeit des Gerätes beeinträchtigen. Man muß sich jedoch hüten, zu große Erwartungen an die Raumastonomie zu knüpfen. Der Gewinn an raumdurchdringender Kraft würde für das erwähnte Raumteleskop nur den Faktor 6 (zwei Größenklassen) betragen. Die schwächsten nachweisbaren Objekte hätten dann die Helligkeit 16^m bis 26^m . Das heißt, ein Planet von Jupitergröße bei einem nahen Stern in einigen Lichtjahren Entfernung mit 30^m wäre nicht zu entdecken. Die Hauptaufgaben der Raumastonomie werden sein: spektrale und photometrische Beobachtungen im UV-, IR-, Submillimeter- und Röntgenbereich, wo eine Auflösung von $1''$ ausreicht. Die Beobachtung von schwachen Galaxien und Quasaren, die große Auflösung verlangt, wird weiterhin von der Erde aus erfolgen.

Eine interessante Zusammenfassung der bisherigen Kenntnisse über die Erforschung der solar-terrestrischen Beziehungen gab Prof. Dr. PUSCHKOV der Vorsitzende des Rates Erde-Sonne der AdW der UdSSR (der Inhalt des Vortrages entspricht etwa „Astronomie in der Schule“ 1980 Heft 2, S. 26-30).

Einen der letzten Vorträge hielt der Leiter des Forschungsbereiches Kosmische Physik der DAW, Prof. Dr. FREDER zum Thema „Probleme der Gravitations- und Relativitätstheorie in der modernen Kosmologie“. (Vgl. „Astronomie in der Schule“ 5 (1968) 1, S. 2-4 und 5 (1968) 6, S. 122-125). Der interessante Vortrag gipfelte in dem Hinweis, daß sich eine künftige Lösungsmöglichkeit der kosmologischen Hauptfrage (Zu- oder Abnahme der Gravitationskonstante) durch genaue relative Abstandsmessungen Erde-Mond abzeichnet. Nach DIRAC müßte bei Abnahme der Gravitationskonstante die Entfernung Erde-Mond jährlich 2-3 cm zunehmen. Nach MACH-EINSTEIN träte der umgekehrte Effekt ein. Wegen der Kompliziertheit der Mondbewegung ist die praktische Lösung der Meßaufgabe sehr schwer.

Die außerordentlich interessante Tagung zeigte die Bedeutung der Kosmosforschung in vielen Wissensbereichen. Durch die grundlegenden Beiträge der sowjetischen Wissenschaftler kamen die hervorragenden Leistungen der Sowjetunion in der Raumforschung überzeugend zum Ausdruck.

Dr.-Ing. habil. KLAUS-GÜNTHER STEINERT

● Kepler-Ehrungen in Prag

In das Jahr 1971 fällt die 400. Wiederkehr des Geburtstages von JOHANNES KEPLER und die 370. Wiederkehr des Todesjahres von TYCHO BRAHE. Beide verlebten die für ihre Bedeutung wichtigsten Jahre ihres Wirkens in Prag. Aus diesem Anlaß fand kürzlich im Prager Planetarium ein KEPLER-BRAHE-Seminar statt, veranstaltet vom tschechoslowakischen Komitee für das KEPLER-Jahr. Vorträge und Aussprachen über die Themen „Wissenschaft und Gesellschaft im 16. Jahrhundert in Böhmen“, „TYCHO BRAHE und JOHANNES KEPLER“, „Leben und Werk JOHANNES KEPLERS“ und „KEPLERS Werk in unserer Zeit“ vermittelten den etwa 70 Teilnehmern – Leitern und verantwortlichen Mitarbeitern von Volks- und Schulsternwarten der CSSR – neue Kenntnisse und wertvolle Anregungen. Ein populärwissenschaftlicher Kurzfilm über KEPLER und BRAHE erlebte im Rahmen des Seminars seine Uraufführung.

Wenige Tage danach schloß eine Ausstellung zum Thema „KEPLER und Prag“ ihre Pforten. Sie hatte im Königlichen Lustschloß Belvedere in Prag mehrere Monate lang vielen Besuchern ein anschauliches und sehr eindrucksvolles Bild vom Wirken JOHANNES KEPLERS in Prag und seiner Zusammenarbeit mit TYCHO BRAHE vermittelt. Die historische Umgebung, viele wertvolle Originalinstrumente aus der Rudolfinischen Epoche – darunter ein übermannshoher Sextant von ERASMUS HABERMEL, dem Hofmechaniker RUDOLFS II. – und Originalhandschriften der beiden genialen Astronomen verhalfen dieser Ausstellung zu einer außerordentlich tiefen emotionalen Wirkung.

Dr. KLAUS LINDNER

● 10 Jahre Astronomische Station „JOHANNES KEPLER“ in Halle (s. Abb. 4. Umschlagseite)

Die Astronomische Station „JOHANNES KEPLER“ in Halle-Kanena besteht seit 1961. Zunächst wurde auf dem Dach des Schulgebäudes eine kleine Schulsternwarte mit dem Zeissrefraktor 80/1200 eingerichtet. Ein Jahr später bereits entstand der Kuppelbau, in dem ein Meniscus 150/2250 aufgestellt wurde. 1963 wurde schließlich das Kleinplanetarium mit 90 Sitzplätzen gebaut und damit die Astronomische Station „JOHANNES KEPLER“ als selbständige Einrichtung der Abteilung Volksbildung beim Rat der Stadt Halle gegründet.

Seit dieser Zeit entwickelte sich die Station kontinuierlich zu einer gut eingerichteten Schulsternwarte, die nicht nur von den schulischen Einrichtungen der Stadt, sondern vom ganzen Bezirk Halle genutzt wird. Im Kuppelgebäude wurde inzwischen der Zeiss-Coudé-Refraktor 150/2250 installiert, und hinter diesem Gebäude entstand ein weiterer rechteckiger Bau mit einem abschließbaren Dach, in dem sich eine Zeiss-Montierung IV befindet, die mit einem Schindspiegel 150/200-450 bestückt ist; ferner besitzt dieser Bau einen Newton 80/1200 und den Zeiss-Meniscus 150/2250 als Leitrohr. Weiter stehen zwei Astrokameras 56/250 zur Verfügung.

1970 wurde durch den Bau einer Coelostatenanlage auf der Südseite des Planetariums (Zeiss-Polarcoelostat 120) ermöglicht, daß mit Hilfe der Gegen spiegung und eines Fernrohrs das Sonnenbild im Durchmesser von einem Meter an die Planetariumskuppel projiziert werden kann. Außerdem entstand eine Projektioneinrichtung, die das Sonnenspektrum an die Kuppel projiziert.

Diese Einrichtung erlaubt, eine Fülle der Aufgaben des neuen Astronomielehrlans den Schülern zu vermitteln. Dazu gehören: Gründliche Orientierung am Sternhimmel, unabhängig von der Wetterlage, Demonstrierung der Wirkungsweise der Koordinatensysteme, scheinbare und wirkliche Himmelsbewegungen, die Sonne, Oberflächenerscheinungen und Spektrum, Galaxis und anschauliche Vorstellungen vom Weltall.

Die Vermittlung dieser anschaulich dargebotenen Kenntnisse, verbunden mit Direktbeobachtungen durch Schülergruppen in der Sternwarte, erfolgt während eines ein- bis mehrmaligen Besuchs der Schulklassen und des Wunsches der Schüler angepaßten Vorträgen in den Abschlußklassen, die Astronomieunterricht haben.

Da die meisten Schüler der 8. Klassen in den Vorbereitungsstunden auf die Jugendweihe das Planeta-

rium besuchen, werden hier bereits Interessen für das Fach Astronomie geweckt und erste Vorstellungen geschaffen. Unterstufenklassen nützen mehr und mehr die Gelegenheit, die Aufgaben ihrer Lehrpläne (z. B. Stoff der 3. Klasse) mit Hilfe von Besuchern der Station zu lösen.

Für die Anleitung der Schüler zur Durchführung obligatorischer Beobachtungsaufgaben haben alle Astronomielehrer Gelegenheit, sich in der Astronomischen Station fachlich-methodisch beraten zu lassen. Darüber hinaus führen auch Schülergruppen in der Station direkt Beobachtungen durch. Desgleichen arbeitet die Einrichtung mit Kollegen eng zusammen, die Arbeitsgemeinschaften „Astronautik“ und „Astronomie“ nach Rahmenprogrammen leiten oder leiten werden. Diese Zusammenarbeit erstreckt sich auf Erfahrungsaustausch, Anleitung, Hilfe und Benützung der Station.

Im Rahmen der Qualifizierung der Lehrer fanden in der Vergangenheit monatlich ganztägige Weiterbildungsveranstaltungen für Astronomielehrer mit und ohne Fachqualifikation statt. Sie wurden stets mit außerordentlichem Interesse besucht. Sie dienten gleichzeitig der Vorbereitung auf die Fachprüfung an der PH Potsdam.

Darüber hinaus geben die Mitarbeiter der Station allen Astronomielehrern des Bezirkes ständige Hilfe und Anleitung durch Beratungen, Informationen und entsprechendes Anschauungsmaterial.

Die Besucherzahl aller Einrichtungen der Station beläuft sich auf jährlich 12–15 000.

Die Einrichtung beteiligt sich außerdem an der Sonnenüberwachung und steht mit der Eidgenössischen Sternwarte Zürich in reger Verbindung. Ebenfalls werden Veränderliche Sterne, vorwiegend Mira-Veränderliche, beobachtet und die gewonnenen Ergebnisse der Sternwarte Sonneberg mitgeteilt.

KARL KOCKEL

● Blick auf den Büchermarkt

Unsere Zeitschrift wird in Zukunft halbjährlich über Buchveröffentlichungen informieren, die für den Astronomielehrer von Interesse sind. Den Angaben liegt die jeweilige Sonderausgabe des Börsenblattes für den Deutschen Buchhandel zur Leipziger Messe zugrunde.

G. DAUTCOURT: *Relativistische Astrophysik*, Akademie-Verlag Berlin. Reihe „Wissenschaftliche Taschenbücher“. Etwa 176 Seiten – 10 Abbildungen, 8,- M. Bestellnummer 7096

Kleine Enzyklopädie Natur. VEB Bibliographisches Institut Leipzig. 17., vollrevidierte Auflage, etwa 880 Seiten, etwa 500 Strichzeichnungen, 96 Foto- und Farbtäfelchen, Vorzugspreis für die DDR 12,- M.

In sich verengenden Kreisen werden das Weltall, die Erde, das Leben, Pflanze, Tier und Mensch geschildert.

P. AHNERT: *Astronomisch-chronologische Tafeln für Sonne, Mond und Planeten*, Johann Ambrosius Barth Leipzig. 5. Auflage, 47 XLIII Seiten mit 7 Abbildungen, 43 Tafeln und 1 Zellophandekblatt, 10,20 M.

P. AHNERT: *Kalender für Sternfreunde 1972*, Johann Ambrosius Barth Leipzig. Etwa 200 Seiten mit etwa 50 Abbildungen, etwa 4,50 M.

H. LINDNER: *Physik im Kosmos*, VEB Fachbuchverlag Leipzig. 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Etwa 248 Seiten mit 147 Bildern, etwa 8,50 M.

Flieger-Jahrbuch 1972, transpress VEB Verlag für Verkehrswesen Berlin. Etwa 168 Seiten, zahlreiche Abbildungen, 15,- M.

Eine internationale Umschau der Luft- und Raumfahrt.

E. PADEL: *Menschen messen Zeit und Raum*, VEB Verlag Technik Berlin. Etwa 190 Seiten, 101 Abbildungen, 10 Tafeln, etwa 9,80 M.

Im Mittelpunkt steht die Entwicklung der Zeitmessung und der Längenmessung.

Brockhaus ABC Naturwissenschaft und Technik, VEB F. A. Brockhaus Verlag Leipzig. 10., durchgesehene Auflage (2 Bände). Rund 1200 Seiten mit ungefähr 10 000 Stichwörtern, etwa 1400 Abbildungen und 56 Bildtafeln. Vorzugspreis für beide Bände zusammen für die DDR 28,- M.

Sonne, Mond und Sterne, Verlag Jugend Welt Berlin. Modellbogen. 10 Blatt Karton, 8 Seiten Umschlag, 1,70 M.

Zum Basteln von drehbarer Sternkarte, Winkelmeßgerät, Weltzeit- und Sonnenuhr. Bastelalter ab 12 Jahren.

Dr. MANFRED SCHUKOWSKI

● **Rahmenprogramm für Astronomie und Astronautik** für die Tätigkeit der Arbeitsgemeinschaften Astronomie und Astronautik (Klassen 9 und 10) sind beim Verlag Volk und Wissen die verbindlichen Rahmenprogramme erschienen.

Astronomie – Bestellnummer: 30 04 78 – 1

Astronautik – Bestellnummer: 30 04 62 – 1

● **Hohe staatliche Auszeichnung für Forschungskollektiv „Dynamotheorie des Magnetfeldes“**

Für seinen Anteil an der Erarbeitung einer neuartigen Theorie für Elektrodynamik turbulenter bewegter elektrischer leitender Medien, mit der die Herkunft des Magnetfeldes von Himmelskörpern und deren magnetischer Zyklus geklärt werden konnte, wurde das Kollektiv „Dynamotheorie des Magnetfeldes“, welchem Prof. Dr. phil. Dr. rer. nat. h. c. MAX STEENBECK, Vorsitzender des Forschungsrates der DDR, Dr. rer. nat. habil. FRITZ KRAUSE, Abteilungsleiter kosmische Magnetohydrodynamik im Zentralinstitut für Astrophysik der DAW, Dr. rer. nat. KARL-HEINZ RÄDLER, wissenschaftlicher Abteilungsleiter im Zentralinstitut für Astrophysik der DAW, und Dr.-Ing. HORST HILLER, Leiter der Abteilung „Technisches Rechenzentrum“ im Forschungszentrum Chemieanlagenbau Dresden, angehören, vom der Regierung der DDR mit der Verleihung des Nationalpreises I. Klasse für Wissenschaft und Technik geehrt.

Herzlichen Glückwunsch!

Astronomie in der Schule veröffentlicht demnächst aus der Feder von Dr. habil. KRAUSE einen Aufsatz über die genannten Forschungsergebnisse.

● **Die 3. Konferenz über den Astronomieunterricht in der CSSR**

Vom 29. bis 30. April 1971 fand im Haus der Wissenschaftler der Slowakischen Akademie der Wissenschaften in Smolenice die 3. gesamtstaatliche Konferenz über den Astronomieunterricht statt. Diese Konferenz befaßte sich mit der Problematik der Vorbereitung der Physiklehrer an den Grundschulen, wie sie an den zwölf pädagogischen Fakultäten in beiden Volksrepubliken durchgeführt wird. Es wurde die Frage diskutiert, Pflichtprüfungen in Astronomie im 7. Semester einzuführen, ferner ein modernes Lehrbuch sowie ein Handbuch für praktische und theoretische Übungen zur Astronomie herauszugeben. Besonders wurde die Forderung betont, daß die Vortragenden Fachastronomen sein sollen. Ebenfalls wurde über das postgraduale Studium der Lehrer und der Mittelschulprofessoren in Physik (mit acht Stunden Vorlesung zur Astronomie in die Studienpläne aufgenommen), über die Zusammenarbeit mit den Volkssternwarten und Planetarien sowie über Fragen der internationalen Zusammenarbeit zum Astronomieunterricht – (über die Arbeit der Kommission Nr. 46 bei der Internationalen Astronomischen Union) – verhandelt.

In der Schlußresolution ist gefordert worden, die Pädagogische Kommission der Tschechoslowakischen Astronomischen Gesellschaft (diese Gesellschaft ist die wissenschaftliche Vereinigung bei der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften) zu erweitern und zu vervollständigen, ein Lehrbuch und Studententexte der pädagogischen Fakultäten vorzubereiten sowie erneut das Handbuch des Ehepaars Sikroky „Grundlagen der Astronomie in Beispielen“ herauszugeben. Es wurde gefordert, eine zweistündige Vorlesung zur Astronomie an den pädagogischen Fakultäten als Teilprüfung anzuerkennen, damit die Astronomie zu einem festen Bestandteil bei der Ausbildung der Physiklehrer an den neunklassigen Grundschulen wird.

Eine weitere Konferenz wird in drei Jahren an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der J.-E.-Purkyne-Universität in Brno stattfinden. Zur Lösung von Teilfragen werden die Mitglieder der Pädagogischen Kommission gemeinsam mit weiteren verantwortlichen Mitarbeitern häufiger zusammentreffen und für die Erfüllung der Aufgaben sorgen, die auf dieser Konferenz angenommen worden sind.

Dr. JAROMÍR SIKROKY

Übersetzer: A. ZENKERT

● **Defekte drehbare Schülersternkarten sind nicht wertlos**

Eine Anzahl der schon seit Jahren in Gebrauch befindlichen drehbaren Schülersternkarten ist defekt

geworden, so daß nur noch die Grundscheibe vorhanden ist. Das Anbringen der durchsichtigen Deckscheibe ist unmöglich geworden, da diese in der Mitte ausgerissen ist und die Verbindung mit der Grundscheibe nicht mehr bewerkstelligt werden kann.

Im folgenden wird ein Hinweis für die Reparatur dieser Sternkarte gegeben, um die vorhandenen Grundscheiben wieder verwenden zu können. Es handelt sich dabei um die Anfertigung einer einfachen Deckscheibe aus Pappe, die also nicht durchsichtig ist und auch nicht das horizontale Koordinatennetz enthält. Bei der Ausbesserung kommt es darauf an, den sichtbaren Teil des Sternhimmels im ovalen Teil nicht mit einer Lasche, die zum Drehknopf führt, zu behindern. Zuerst gilt es, den alten Drehknopf vorsichtig zu entfernen und das evtl. entstandene Loch fest zu verkleben. Bei größeren Beschädigungen der Sternkarte wird man mit der entsprechenden blauen Farbe das Kartenbild ausbessern.

Aus 1 bis 1,5 mm starker Pappe schneiden wir folgende Stücke aus:

Deckscheibe: Die genaue Größe kann von der durchsichtigen Deckscheibe unserer Schülersternkarte abgenommen werden. Der sichtbare Teil des Sternhimmels im Oval wird ausgeschnitten, am Rand der Deckscheibe wird die Zeiteinteilung aufgetragen. Im Süden, wo nur eine schmale Verbindung bestehen bleibt, ist Vorsicht geboten, damit die Stelle nicht ausbricht. Bei der Zeiteinteilung genügen die Uhrzeiten von 16 bis 8 Uhr.

Steg: Länge: 280 mm

(A) Breite: 25 mm

Zwei Verbindungsstücke: B: 25×50 mm

zum Befestigen: mit Fenster von 17×23 mm

C: 25×30 mm

Die Verbindung der Deckscheibe mit der Grundscheibe geschieht mittels des Steges, der über die Rückseite der Grundscheibe verläuft und dort durch eine kleine Schraube mit Gegenmutter oder eine Musterklammer drehbar im Himmelsnordpol verbunden wird.

Der Steg wird dann mit Klebstoff (3 D ist besonders zu empfehlen) mit der Deckscheibe verbunden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß zwischen den beiden Scheiben ein kleiner Spielraum von etwa 3 mm bleibt, um die Drehbarkeit zu gewährleisten. Dies wird durch Aufkleben von kleinsten Pappteilchen erreicht. Bei 24 Uhr befindet sich das kleine Fenster, um auch dort die Uhrzeit abzulesen. Wer großen Wert auf die azimutale Einteilung legt, kann mit einer durchsichtigen Folie das horizontale Koordinatennetz am Rande des ovalen Ausschnitts befestigen. Weitere Auskünfte erteilt der Verfasser.

ARNOLD ZENKERT

15 Potsdam, Seestraße 17

UNSERE BILDER

Titelseite – Bildnis JOHANNES KEPLER

2. Umschlagseite – Titelblatt aus „Harmonices Mundi“ von JOHANNES KEPLER

3. Umschlagseite – Orientierungskarte zum Beitrag „Wir beobachten mit dem Schulfernrohr“, Zeichnung: NITSCHMANN, Bautzen

4. Umschlagseite – Blick in ein Beobachtungsgebäude der Astronomischen Station „JOHANNES KEPLER“ in Halle. Auf der parallaxischen Zeiss-Montierung IV: Schmidtspiegel 150/200/450, Newton-Spiegelteleskop 180/1200, Zeiss-Meriscas 150/2250 und 2 Astrokameras 56/250. Siehe dazu den Beitrag in „Aus Forschung und Lehre“ in diesem Heft.

*Wir anbieten unseren Lesern
die herzlichsten Wünsche
zum Jahreswechsel*

Erde und Weltall (Zemlja i vesennaja) Jahrgang 1971 (Bezugsmöglichkeiten bestehen über den Zentralen Postzeitungsvertrieb der DDR zum Jahrespreis von 8,40 Mark).*

K. SAGAN, D. MORRISON (USA): **Der Planet Merkur**, 1970/1, 9-17. Rotationsdauer des Planeten nach Radarbeobachtungen 59 ± 3 Tage (% der Umlaufzeit). Spezialfall der gebundenen Rotation, Merkurtag ≈ 176 ird. Tage, W. I. LAPSCHIN: **Submillimeterastronomie**, 1970/1, 47-53. Die Beobachtung des zwischen Infrarot- und Radiowellen gelegenen Submillimeterbereichs des Spektrums bereitet außerordentlich große technische Schwierigkeiten, verspricht aber außerordentlich interessante Informationen über Details der Struktur der Chromosphäre der Sonne, über die chemische Zusammensetzung der Planetenatmosphären, über die Quasare und über die Reliktstrahlung, deren Maximum im Submillimeterbereich des Spektrums erwartet wird, P. G. KULIKOWSKI: **Das 50jährige Jubiläum der Internationalen Astronomischen Union**, 1970/1, 59-64. Würdigung der Tätigkeit dieser Organisation und einiger ihrer hervorragendsten Mitglieder, J. A. GRISCHIN: **Über die Arbeit der jungen Astronomen von Uglitsch**, W. G. FESSENKOW: **W. I. LENIN und das Werden der sowjetischen Astronomie**, 1970/2, 7-10. K. P. FEOKTISTOW: **Die Entwicklung der sowjetischen bemannten Weltraumschiffe**, 1970/2, 12-20. Von Wostok bis Sojus 8, W. W. KASJUTINSKI: **Die moderne Astronomie und die Dialektik**, 1970/2, 51-57. Über die gegenseitige Bereicherung von Astronomie und Philosophie in der Wissenschaftsgeschichte, N. S. JACHONTOWA: **Ein Planet, der zu Ehren Wladimir Iljitsch Lenins benannt wurde**, 1970/2, 60-61. Entdeckungsgeschichte und Parameter des Planetoiden Wladilena, A. A. NEFEDJEW: **Die astronomische Schule der Kasaner Universität**, 1970/2, 73-78. Geschichte der astronomischen Forschung an der Universität Kasan, Würdigung der Arbeit ihrer hervorragendsten Vertreter, W. A. BRONSCHTEN: **Das erste Treffen junger Amateurastronomen**, 1970/2, 82-88. Bericht über ein Treffen junger Amateurastronomen (6.-9. Klasse), das im Juli 1969 in Aserbaidshan abgehalten wurde, A. P. WINOGRADOW: **Über den Ursprung der Mondgesteine**, 1970/3, 2-11. Vgl. *Astronomie in der Schule* 1 (1971) S. 2, W. PARIN: **Medizinisch-biologische Probleme der Eroberung des Kosmos**, 1970/3, 15-23. Beschreibung des Aufbaus und der Funktion verschiedener Lebenshaltungssysteme, darunter auch des in der Sowjetunion während eines ganzen Jahres erprobten geschlossenen biologischen Systems, W. S. SAFRONOW: **Die Mascons des Mondes**, 1970/3, 32-38. Entdeckung und Interpretation der Massenkonzentrationen im Mare Imbrium, Mare Serenitatis, Mare Crisium, Mare Nectaris, Mare Humorum, Mare Australe u. a.; Planetesimalhypothese, Sedimentalhypothese, Lavahypothese, isostatisches Modell der Mondmascons, W. P. ZESSEWITSCH: **Die Sterne vom Typ RR Lyrae**, 1970/3, 46-49. Beschreibung des sogenannten Blashko-Effekts (Veränderlichkeit des Maximums bei gleichbleibendem Minimum der Lichtkurve), für den es noch keine befriedigende Erklärung gibt, M. J. MAROW: **Neues über die Planeten und den Mond**, 1970/3, 61-69. Bericht vom Symposium über die Atmosphären und Oberflächen der Planeten und des Mondes, das im August 1969 in Woods-Hall Massachusetts USA stattfand, J. L. RUSKOL: **Katastrophen in der Frühgeschichte des Systems Erde-Mond**, 1970/3, 73-74. Himmelsmechanische Probleme des Zusammenstoßes des Mondes mit anderen ehemaligen kleineren Erdrabanten, **Das neue Astronomielehrbuch**, 1970/3, 75-79. Zwei Rezensionen von A. A. MICHAELOW und I. F. BOJARTSCHENKO/L. D. ILJEWSKI, S. D. TSCHUWACHIN: **Der Bau eines Cassegrain-Spiegels**, Anleitung für Amateurinstrumentenbauer, J. P. LEVITAN: **Unendlichkeit und Weltall**, 1970/3, 93-95. Rezension eines Sammelbandes mit dem Titel „Unendlichkeit des Weltalls“, die darin veröffentlichten Aufsätze wurden auf zwei Symposien diskutiert, die in der Sowjetunion 1965 und 1969 stattgefunden haben, I. S. SCHKLOW-

SKIJ: **Die Pulsare als astronomische Objekte**, 1970/4, 4-11. Pulsare sind schnell rotierende Neutronensterne von etwa 10 km Durchmesser und annähernder Sonnenmasse. Sie entstehen bei der Explosion von Supernovae und erreichen allem Anschein nach sehr hohe Geschwindigkeiten, die es einigen Pulsaren ermöglichen, die Galaxis zu verlassen, S. B. DOSTO-WALOW: **„Infants terribles“**, 1970/4, 6-11 (untere Seitenhälfte). Nähere Einzelheiten über verschiedene Pulsare, mit sechs graphischen Darstellungen, CH. RÖDERER: **Teilchen und Felder in der kosmischen Umgebung der Erde**, 1970/4, 12-15. Die gegenwärtigen Vorstellungen von der Wechselwirkung zwischen dem Sonnenwind und der Erde, I. M. POGORNY: **Künstlicher Sonnenwind**, 1970/4, 16-19. Untersuchungen von Besonderheiten des Sonnenwinds am Laboratoriumsmodell (elektrodynamisch beschleunigtes Plasma), M. S. FROLOW: **Was sind Sterne vom Typ d Scuti?** 1970/4, 27-28. Beschreibung der Besonderheiten des zahlreichen, kurzperiodischsten Typs von Pulsationsveränderlichen mit der kleinsten Amplitude, die erst am Ende der 50er Jahre entdeckt wurden, K. I. TSCHURJUMOW: **Ein neuer Komet der Familie des Jupiter**, 1970/4, 36-39. Über die Entdeckung des periodischen Kometen 1969 h, D. J. GOLDOVSKI: **Pläne der USA zur Erforschung der Planeten mit Hilfe von kosmischen Apparaten**, 1970/4, 41-44. S. I. SELESCHNIKOW: **Kalender und Zeitrechnung der Maja**, 1970/4, 50-54. J. P. LEVITAN: **Astronomie in der Oberschule verschiedener Länder**, 1970/4, 54-55. Bericht über ein Material des Jahreskongresses 1970 der IAU, Besonders hervorgehoben wird die Weiterbildung der Astronomielehrer in der DDR sowie die Arbeit der Zeitschrift „Astronomie in der Schule“, G. A. TSCHEBOTAREW: **Das Institut für theoretische Astronomie**, 1970/4, 56-59. B. A. WORNOW-WELJAMINOW: **Sind die Quasare Protogalaxienhaufen**, 1970/4, 60-63. Darlegung der Hypothese vom Zerfall der Quasare zu Galaxienhaufen, L. M. GINDLIS: **Außerirdische Zivilisationen als Such- und Forschungsobjekt**, 1970/5, 2-9. Die Annahme der Existenz von vernunftbegabtem Leben im Weltall irgendwo fern von der Erde bleibt weiterhin eine Hypothese. Heute jedoch gibt es erstmalig in der Geschichte der Wissenschaft die Mittel zur Überprüfung dieser Hypothese, B. W. KOMBERG: **Das Rätsel der Infrarotstrahlung der galaktischen Kerne**, 1970/5, 10-12. Hypothese über den Mechanismus der gewaltigen Infrarotstrahlung, die von den galaktischen Kernen und den Quasaren ausgeht, N. ARMSTRONG: **Die Erforschung der Mondoberfläche**, 1970/5, 30-36. Augenzeugenbericht über den ersten Aufenthalt von Menschen auf dem Mond (11 Photographien), W. N. ZYTOWITSCH: **Wissenschaftler diskutieren das Problem der Pulsare**, 1970/5, 48-49. Bericht über die 1. Internationale Konferenz über das Problem der Pulsare, Rom, 18.-20. Dezember 1969, TARASSOW A. W. IWANOW/J. I. STACHEJEW: **Luna 16 über dem Mondboden**, 1970/6, 2-3. Über die mineralogische und chemische Zusammensetzung der von Luna 16 zur Erde gebrachten Mondbodenprobe (3 Abbildungen), W. W. KASJUTINSKI: **Engels und die philosophischen Fragen der Astronomie**, 1970/6, 8-11. ENGELS' Gedanken über die kopernikanische Revolution, über die Unendlichkeit des Weltalls, über den „Wärmeter des Weltalls und über Leben und Vernunft im Weltall“, E. K. SCHEFFER: **Das Weltall im Bereich der Röntgenstrahlen**, 1970/6, 24-32. Beobachtungsmethoden, Ergebnisse und Interpretationen der seit dem Anfang der 60er Jahre bestehenden Röntgenastronomie, B. E. WESTERLUND: **Die Magellanschen Wolken**, 1970/6, 34-37. Beschreibung der Struktur der beiden Magellanschen Wolken, J. B. GUSEV: **Ein ungewöhnliches symmetrisches Stern**, 1970/6, 38-39. CH Cyg. N. 3, DUVAR: **Der interplanetarische Staub**, 1970/6, 54-55. W. W. SCHEWTSCHENKO: **Der Mond auf der COSPAR-Tagung**, 1970/6, 55-56. W. A. BRONSCHTEN: **Die Venusforschung**, 1970/6, 56-58. I. K. KOWAL: **Neues vom Mars**, 1970/6, 58-59.

Übersetzung und Annotationen
Dr. SIEGFRIED MICHALK

* S. Astronomie in der Schule 5 (1968) 6, 139.

WIR BEOBACHTEN MIT DEM SCHULFERNROHR

Ergänzend zum Beitrag von H. ALBERT „Obligatorische Schülerbeobachtungen im Astronomieunterricht“ [1] seien diesmal einige technische und methodische Hinweise zur Gestaltung des Beobachtungsabends II gegeben. Nach den Vorschlägen ALBERTS sollten die Beobachtungsaufgaben A 7, A 8 (1), A 9 und A 10 an diesem Abend gelöst werden, während die Aufgaben A 6, A 8 (2), A 8 (3) und A 8 (4) den Schülern als Hausaufgabe gegeben werden können [2]. ALBERT schlägt weiter vor, den Beobachtungsabend bei mondlosem Himmel durchzuführen. Wenn wir in diesem Schuljahr ausnahmsweise davon abweichen wollen, so hat das seinen Grund in dem engen Beieinandersein dreier heller Planeten (Venus, Mars und Saturn) im April 1972 im Sternbild Stier [3]. Dazu gesellt sich am 16. und 17. April noch die Sichel des zunehmenden Mondes, so daß eine eindrucksvolle Konstellation zu beobachten sein wird.

Zur Beobachtungsaufgabe A 7

In der Vorbereitung auf den Beobachtungsabend II erhalten die Schüler die Hausaufgabe, sich mit den wichtigsten Wintersternbildern vertraut zu machen (A 6, Arbeitsanweisungen 2 und 3). Sie benutzen zur Orientierung die drehbare Sternkarte und das Bild 121.1 im Lehrbuch. Mit Hilfe der drehbaren Sternkarte fertigen sie eine Skizze der Sternbilder Orion und Stier in ihrer Stellung zum Horizont zum vorgesehenen Beobachtungszeitpunkt an. Die nebenstehende 3. Umschlagseite gibt eine ausführliche Darstellung für den 17. April 1972, 20h. Die untenstehende Grafik veranschaulicht die Stellung der Planeten Erde (207°), Venus (167°), Mars (100°) und Saturn (68°) am 17. April 1972 entsprechend den heliozentrischen Koordinaten. Diese Grafik sollte den Schülern in der letzten Astronomiestunde vor dem Beobachtungsabend gezeigt werden (Episkop!), damit eine räumliche Vorstellung erarbeitet werden kann. Die seltene Konstellation der drei Planeten ermöglicht eine Reihe interessanter Beobachtungen. Deshalb macht es sich in diesem Falle notwendig, die Arbeitsanweisung zur Beobachtungsaufgabe A 7 wie folgt zu formulieren:

1. Tragen Sie in Ihre zum Beobachtungsabend vorbereitete Skizze der Sternbilder Orion und Stier die Positionen der Planeten Venus, Mars und Saturn (gegebenenfalls auch Mond) ein.

2. Achten Sie auf mit bloßem Auge auffällige Farbunterschiede zwischen den drei Planeten und den hellen Sternen in den Sternbildern Orion und Stier. Halten Sie Ihre Wahrnehmungen im Protokoll fest!
3. Betrachten Sie die drei Planeten nacheinander im Fernrohr und machen Sie Aussagen über
 - 3.1. Lichtgestalt und Farbe des Planeten Venus. Ursache für die große Helligkeit. Skizzieren Sie den Planeten nach dem Fernrohrbild und begründen Sie die Lichtgestalt! oder:
 - 3.2. Farbe des Planeten Mars. Achten Sie auf eventuell auf der Marsoberfläche sichtbare Schattierungen. Skizzieren Sie den Planeten nach dem Fernrohrbild! oder:
 - 3.3. Abplattung des Planeten Saturn. Öffnung des Ringsystems, Farbe des Planeten. Skizzieren Sie den Saturn nach dem Fernrohrbild!

Zu den Beobachtungsaufgaben A 10 und A 9

Da die Beobachtungsaufgabe A 8 (1) bereits gelöst ist, sollte im Anschluß an die Beobachtung der Planeten die Durchführung der Beobachtungsaufgabe A 10 erfolgen, weil sich die Plejaden bereits dem Horizont nähern. Es wird hierbei wie bei der anschließenden Beobachtungsaufgabe A 9 nach den im Lehrbuch angegebenen Arbeitsanweisungen verfahren.

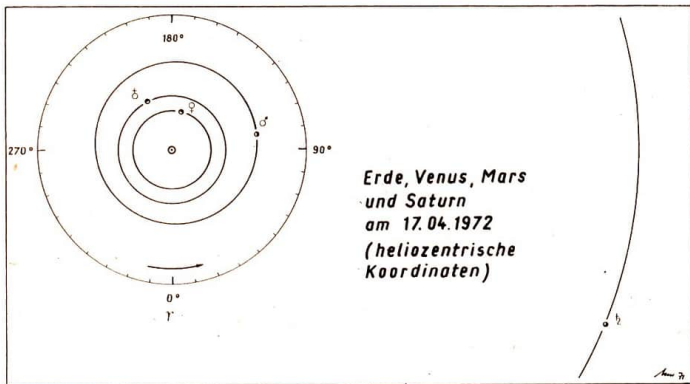
Technische Hinweise

Es wird empfohlen, den Beobachtungsabend gegen 20h beginnen zu lassen, da zu dieser Zeit der Himmel hinreichend dunkel ist. Bei der Verwendung des Schulfernrohres 63/840 sind die Okulare mit den Brennweiten 25 und 16 mm am besten geeignet.

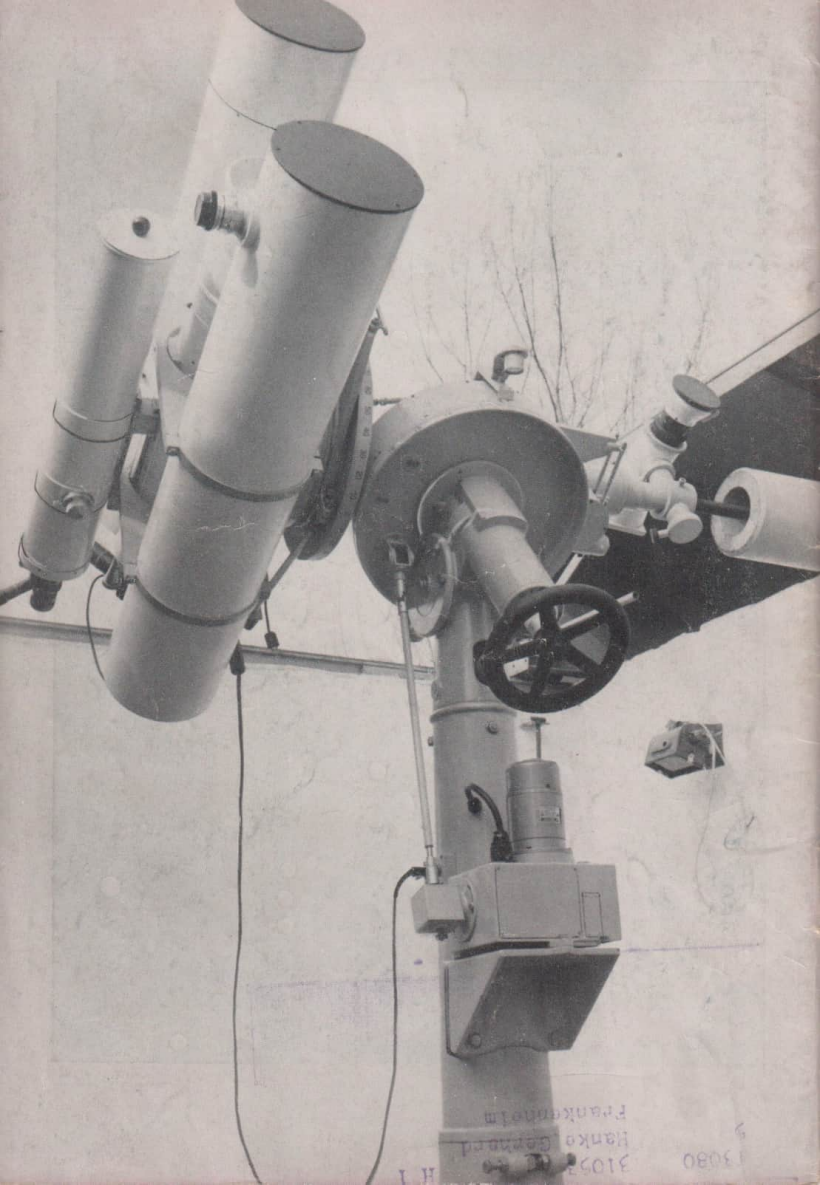
Literatur:

- [1] ALBERT, H.: Obligatorische Schülerbeobachtungen im Astronomieunterricht. In: Astronomie in der Schule 8 (1971) 5, 105.
- [2] Astronomie, Lehrbuch für Klasse 10.
- [3] LINDNER, K.: Hinweise auf astronomische Ereignisse im Schuljahr 1971/72. In: Astronomie in der Schule 8 (1971) 4, 85.

HANS-JOACHIM NITSCHMANN







Frankenheim
Hankel Gerhard
3105

13080