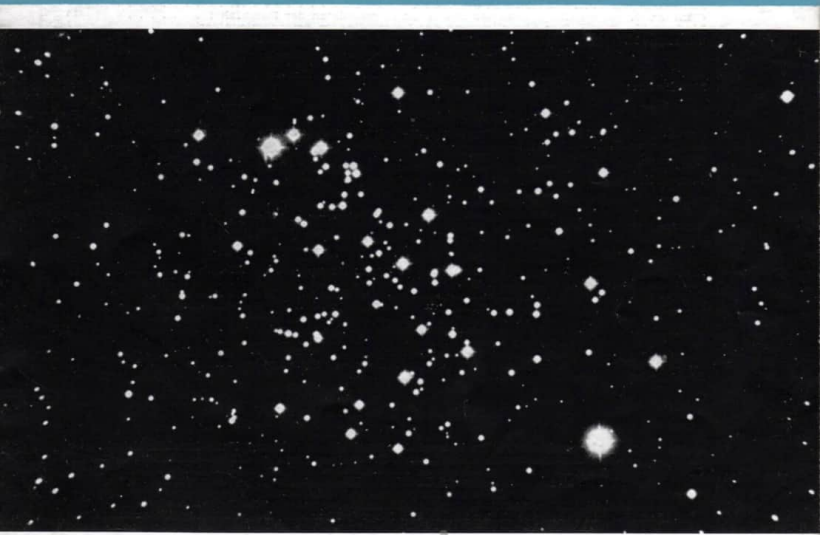


Astronomie

in der Schule



$\frac{1}{1970}$

INDEX 31 053

PREIS 0,60 M



VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Zeitschrift für die Hand des Astronomielehrers

Herausgegeben vom Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag
108 Berlin 8, Lindenstraße 54a – Telefon 2005 41, Postscheckkonto: Berlin 1326 26
Erscheinungsweise: zweimonatlich – Heft 1 – 7. Jahrgang 1970
Einzelheft 0,60 M; im Abonnement zweimonatlich (1 Heft) – 60 M

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Ley, H. Philosophische Probleme der Weltraumforschung	1
Ambarzumjan, V. A. Die Kerne in Galaxien	6
Günther, O. Zu einigen astronomischen Ergebnissen der Raumfahrt	13
Lindner, K. Zur Aktualisierung des Lehrstoffes im Astronomieunterricht	17
Tauscher, H. Astronomische Schülerbeobachtungen in gleicher Front	20
Informationen	23
Wir beobachten	24
Weiterbildung der Astronomielehrer in Kursen	24
Karteikarte: Interstellare Materie	

СОДЕРЖАНИЕ

Лей, Х. Философские проблемы исследования космического пространства	1
Амбарцумян, В. А. Ядра галактик	6
Гюнтер, О. О некоторых астрономических результатах космонавтики	13
Линднер, К. О актуализации учебного материала при преподавании астрономии	17
Таушер, Х. Астрономические наблюдения учеников в разном строе	20
Информации	23
Мы наблюдаем	24
Усовершенствование Учителей астрономии в курсах	24
картотечная карта: межзвездное вещество	

CONTENTS

Ley, H. Philosophical Problems of Space Research	1
Ambarzumjan, V. A. Galactic Nuclei	6
Günther, O. About some Astronomical Results of Space Flight	13
Lindner, K. About the Actualisation of Teaching Material in Astronomy Instruction	17
Tauscher, H. Pupils' Astronomical Observations in an Equal Order	20
Informations	23
We Observe	24
Supplementary Study for Astronomy Teachers by Courses	24
Register Card: Interstellar Matter	

Redaktionsschluss: 19. Dezember 1969

Redaktionskollegium: Oberlehrer Dr. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Hans-Joachim Nitschmann (stellvertretender Chefredakteur), Heinz Albert, Oberlehrer Günter Baum, Dr. habil. Otto Günther, Rüdiger Kollar, Dr. Klaus Lindner, Annelore Muster, Eberhard-Heinz Schmidt, Oberlehrer Manfred Schukowski, Dr. Klaus-Günter Steinert, Dr. Renate Wahsner, Jutta Richter (Redaktionsassistentin)
Wissenschaftlicher Beirat: Wolfgang Büttner, Oberstudienrat 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

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 durch den Buchhandel und die Deutsche Post entgegengenommen. Bezug für Westdeutschland und Westberlin durch den Buchhandel, für das Ausland durch Deutscher Buch-Export und -Import GmbH, 701 Leipzig, Leninstraße 16

Satz und Druck: Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen III-4-9-3586-3,5 Liz. 1488

Abbildungen: Titelseite – Der offene Sternhaufen M 67 im Sternbild Krebs. Aufnahme: Mt.-Wilson-Observatorium – 3. Umschlagseite – Beobachtungskarte Sternbild Krebs nach Atlas COELI und KOHL-FELSMANN. – 4. Umschlagseite – Die Galaxis M 101 (NGC 5457) im Sternbild Großer Bär, Aufnahme: Mt.-Wilson-Observatorium

Philosophische Probleme der Weltraumforschung*

Der Verfasser behandelt in seinem Beitrag einige philosophische Überlegungen, die sich aus gegenwärtigen Forschungsergebnissen der Raumfahrt, Kosmogonie und Kosmologie ableiten lassen. Das Studium des Aufsatzes ergänzt das Wissen über philosophische Grundlagen der Naturwissenschaften und ist eine gute Vorbereitung für die Behandlung dieser Thematik im Rahmen der Weiterbildung der Astronomielehrer in Kursen.

Der gegenwärtig zugängliche Kosmos erweist sich als ein Laboratorium ungeahnter Dimensionierung, in dem die Kontinuität wissenschaftlichen Fortschritts experimentell und theoretisch gesichert wird. Die 1957 durch Sputnik I eingeleitete Periode der Astronautik erweist sich von einer Bedeutung, die weit über den im damaligen geophysikalischen Jahr gegebenen Anlaß hinausreicht. War früher die Flugzeugindustrie und zuvor die Fertigung von Autos das Schrittmachergebiet für wissenschaftlich betriebene Technik, so hat inzwischen die Astronautik diese Funktion übernommen. Die von ihr gestellten Anforderungen beeinflussen durch die einzelwissenschaftlichen Resultate in zunehmendem Maße die Gebiete der Produktionstätigkeit, die in keiner direkten Beziehung zu konventionellen und nichtkonventionellen Bereichen der Astronomie stehen. Die Technik des Messens, Steuerns und Regels von künstlichen Satelliten mit automatischen Geräten, ohne oder mit Besetzung durch Astronauten hat das im zweiten Weltkrieg begonnene Darstellen und Beherrschen informationeller Strukturen und damit die elektronische Datenverarbeitung hervorragend beeinflußt. Die gesamte Weltraumforschung erhielt damit Anregungen und neue Instrumente, die die revolutionierenden neuen Einsichten in den Kosmos zum Teil erst ermöglicht haben. Das Berechnen der Kernprozesse in der Sonne und in anderen Sternen unterstützt die Astrophysik, die Kosmogonie und Kosmologie. Ähnliche Verfahren der Behandlung sehr komplexer Systeme betreffen das Behandeln informationeller Strukturen in Industrie und Landwirtschaft und werden in den sozialistischen Ländern auf die gesamte Volkswirtschaft und schließlich die gesamte sozialistische Staatengemeinschaft ausgedehnt. Die Sowjetunion hat durch die Begründung des Sputnikzeitalters nicht nur die Astronautik als kühne Verwirklichung menschlicher Träume geschaffen, sondern außerdem der gesamten Entfaltung der materiellen und ideellen

Produktivkräfte im Rahmen der wissenschaftlich-technischen Revolution mächtige Impulse gegeben. Die Weltraumforschung steht in engstem Zusammenhang mit der gesamten wissenschaftlichen und technischen Entwicklung der Erde. *Das Vordringen des Menschen in den irdischen Kosmos gelang der Sowjetunion als erster Macht der Welt auf der Grundlage sozialistischer Produktionsverhältnisse und einer auf den dialektischen und historischen Materialismus gegründeten Weltanschauung. Damit konnte die Sowjetunion auf entscheidenden Gebieten der Wissenschaft und Technik die USA einholen und überholen, wie W. I. LENIN verlangt hatte.* Daß die USA sich nicht freiwillig geschlagen bekennen, ist verständlich. *Entscheidend für das Schicksal der Menschheit ist die humanistische Anwendung der Resultate in Wissenschaft und Technik, die allein die sozialistische Gesellschaftsordnung garantiert, nicht der Imperialismus mit seiner aggressiven Kriegspolitik.* Es kommt auf die friedliche Entwicklung der Weltraumforschung an, wie L. SEDOW im Hinblick auf die den Mond betreffende Astronautik betonte.¹

Ausdrücklich ist festzustellen, daß die Weltraumforschung wie die gesamte Astronomie einschließlich der Astrophysik stets einen *weltanschaulichen, methodologischen* Aspekt mit *ethischen* Gesichtspunkten zu verbinden verlangt.

Der erkenntnistheoretische und praktische Ertrag der Weltraumforschung ist beträchtlich. Experimentell und theoretisch betriebene Astronomie ergänzen sich wechselseitig. Die materialistische Weltanschauung bewährt sich. Die Erkennbarkeit der Welt erweist sich an den Objekten des Kosmos demonstrativ für alle materiellen Systeme und sich ausbildenden ideellen Gegenstände.

Auf der XIII. Tagung der alle drei Jahre stattfindenden Kongresse der Internationalen Astronomischen Union konnte A. A. MICHAJLOW (Astronomisches Hauptobservatorium Pulkowo bei Leningrad) in seinem Einleitungsvortrag über Mondforschung zwei philosophisch relevante Momente besonders unterstreichen: die erstaunliche Perfektion und Präzision der von nur wenigen Mathematikern von höchstem Rang, nämlich NEWTON und EULER schon früher eingeleiteten Erfor-

* Kurzfassung eines Vortrages, der anlässlich der „Tage der Schulastronomie 1969“ in Bautzen gehalten wurde.

¹ Vgl. SEDOW, Mitglied der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, nach Prawda v. 27. 5. 1969.

schung der Mondbahn und der auf Grundlage der Gravitationstheorie schließlich gefundenen Resultate, sowie die mit der Mondforschung verbundene Erwartung weiterer brillanter und spektakulärer Erfolge auf dem Gebiet der Naturwissenschaft und Technik ([1] S. 3 und 11). MICHAILOW hebt hervor, daß die spezielle Voraussage des Positivisten AUGUSTE COMTE, man könne niemals durch irgendein Mittel die chemische Zusammensetzung oder mineralogische Struktur von Himmelskörpern studieren, praktisch widerlegt worden ist ([1] S. 11). Der sich durchsetzende Erkenntnisoptimismus ist materialistisch, der Positivismus COMTES (1830) und der späteren Neopositivisten ist erkenntnis pessimistisch.

Um zu Erkenntnissen der materiellen Wirklichkeit zu gelangen, genügen weder allein Theorie noch Beobachtung. Sie müssen zusammenwirken und sind in ihrer Entfaltung abhängig von der Technik, die sie selbst mit beeinflussen. Einmal gefunden, besitzen bestätigte Theorien eine nicht unbeträchtliche Reichweite. So läßt sich die Mondbahn nach MICHAILOW allein durch die Gravitationstheorie in bezug auf ihre Fehlergrenze genauer bestimmen als die Änderungen der Rotationsperiode der Erde. In den Debatten über den Ursprung der Meere und Krater des Mondes wurde die Meteoritenhypothese, die Meteoriteneinschläge als einzige Ursache ansah, durch Beobachtung eingeschränkt. Zeigte ein von dem Pulkowoer Astronomen N. KOSYREW aufgenommenes Spektrogramm ein Kohlenstoff enthaltendes Gas aus dem zentralen Gipfel des Alphonsus, so wurden inzwischen von STAFFORD, CERNAN und YOUNG Leuchterscheinungen in einigen Kratern visuell beobachtet. Nach MICHAILOW stimmen die von verschiedenen Seiten erhaltenen Beobachtungsergebnisse meist überein. Soweit sie voneinander abweichen, müssen theoretische Überlegungen und weitere Beobachtungen an eine Entscheidung heranzuführen. Eine im Jahre 1906 von FRANZ gemachte Voraussage über ein ausgedehntes helles, kraterreiches Hochland ohne Meere auf der Rückseite des Mondes konnte inzwischen durch die von sowjetischen Luniks zum ersten Male photographierten und zur Erde übermittelten Bilder bestätigt werden. Die Vermutungen über den Zustand der Oberfläche des Mondes wurden durch direkte und indirekte Beobachtung richtiggestellt.

Über die Gestalt der Erde haben schon die ersten Sputniks weiteren Aufschluß gebracht, den die von der UdSSR und den USA in Umlaufbahnen gebrachten Flugkörper weiter prä-

zisieren. *Theorie und Beobachtung ergänzen sich und verlangen wechselseitig voneinander neue Leistungen.* Hat sich seit ARISTOTELES die sphärische Gestalt der Erde in dem Wissensstand der Menschen erhalten und bekräftigen können, so machte die genauere Kenntnis der Abplattung an den Polen große Schwierigkeiten. Von der genaueren Bestimmung aber ist die Berechnung der Umlaufbahnen der künstlichen Satelliten abhängig, ebenso aber auch die geodätische Vermessung der Erdoberfläche.

Die Wechselwirkung von Ergebnissen des Flugs künstlicher Objekte außerhalb der Erdatmosphäre und auf der Erde zu bewältigenden Fragen erstreckt sich auf die verschiedenartigsten Probleme. Die Untersuchung von Venus und Mars durch sowjetische und amerikanische Sonden ergab, daß die Atmosphären dieser Planeten sehr voneinander und von der Erdatmosphäre verschieden sind. An die Analyse der Venusatmosphäre aber knüpfen sich Ideen recht beträchtlicher Tragweite. Sie gehen davon aus, die in der Venusatmosphäre vorgefundene hohe Temperatur und den hohen CO_2 -Gehalt bei niedrigen Werten für Wasserdampf in nähere Beziehung zu setzen. Die Wärme wird auf den sogenannten Treibhauseffekt zurückgeführt, woran sich bisher zwei wesentliche Spekulationen angeschlossen haben. Die eine betrifft die Erde. Kann das Anwachsen des CO_2 -Gehaltes der Luft ähnliche Verhältnisse wie in der Venusatmosphäre erzeugen, dann ist der Tatsache, daß in den vergangenen einhundert Jahren der CO_2 -Gehalt der irdischen Atmosphäre um 15 Prozent gestiegen ist, größere Beachtung zu schenken. Genannter Zuwachs verbraucht nach Schätzungen 15 Prozent des biologisch produzierten Sauerstoffes. Da Industrie, Verkehr und Wasserverschmutzungen die vermerkte Tendenz steigern, verdienen in einiger Zeit ernste Gegenmaßnahmen erwogen zu werden. Gegenwärtig ohne wesentlichen Einfluß, müssen nach dem Jahre 2000 sicherlich bei genauer Kenntnis der Zusammenhänge die Lebensbedingungen der gesamten Erde berücksichtigt werden.

Eine andere Überlegung scheint phantastisch. Sie betrifft die Manipulierung von Fremdplaneten. Um eine Erniedrigung der Temperatur zu erreichen, sollte man, unter Benutzung einer Hypothese von FRICKER und REYNOLDS, auf der Venus nach SAGAN Meere anlegen. Sie sollen aus dem unter der Oberfläche der Venus vermuteten Wasser gespeist werden. Angenommen ist, daß auf der Venus keine Lebewesen vorhanden sind. Dann könnte man in die kühle-

ren, oberen Gebiete der Atmosphäre Mikroorganismen einimpfen, die Kohlendioxid in zwei Schritten in Kohlenstoff und Sauerstoff aufspalten sollen. Als Resultat müßte der Treibhauseffekt, der durch eingestrahlte Sonnenenergie die Atmosphäre aufheizt, allmählich auf einen geringeren Betrag sinken, so daß nach einiger Zeit die Venus für Menschen bewohnbar würde. Obwohl trotz schneller Bevölkerungsvermehrung die Erde unter Ausnutzung schon der gegenwärtig vorhandenen Kenntnisse und vor allem unter Veränderung der kapitalistischen in eine sozialistische Gesellschaftsordnung Raum und Nahrung in hinreichendem Umfange besitzen könnte, sind solche weitgreifenden Spekulationen nicht unnütz. Wie sich in unserem Zeitalter der Mensch innerhalb des Sonnensystems zu bewegen beginnt und entgegenstehende Prognosen widerlegt hat, so sind mit Gewißheit Unternehmungen zu erwarten, die über das gegenwärtig Denkbare hinausgehen. Ist einmal die wissenschaftliche Idee kosmischer Unternehmungen in das Stadium rationaler Kalkulation getreten, dann ergibt sich erfahrungsgemäß nach einiger Zeit auch die Realisierung. Unabhängig von der Möglichkeit einer etwaigen Gründung von Siedlungen im extraterrestrischen Gebiet, veranlassen die Denksperimente solcher Art, neue Möglichkeiten auf der Erde zu erschließen, um den Stern Terra bei geeigneter Gesellschaftsordnung und unter beliebiger Entwicklung der Technik kulturfähig zu erhalten. Die Astronautik im irdischen Raum erschließt überdies neue Beobachtungsmöglichkeiten für den Kosmos. Die Observatorien auf der Erde können durch die Atmosphäre nur einen Ausschnitt aus dem Wellenangebot des Kosmos erfassen. Reicht das dem Auge zugängliche Spektrum von 4000 bis 7000 Å, so erweitern es die terrestrischen Teleskope auf 3000 Å und einige Ausschnitte aus dem Infraroten. Infrarot-Spektroskopie und Radioastronomie erschlossen dem Erdbeobachter unbekannte Erscheinungen des Kosmos. Künstliche Flugkörper vermögen den erdgebundenen Beobachtern unzugängliche Frequenzen zu empfangen und die Meßergebnisse zur Erde zu senden. Bemannte Beobachtungsstationen sind ebenfalls bereits in Erwägung gezogen worden. Bevor sich bemannte planetarische Observatorien einrichten lassen, konnte inzwischen die Ultraviolett-Astronomie, die von künstlichen Satelliten betrieben wird, weitere Erfolge erzielen.

Es gilt das für die Wellenlängen zwischen 300 und 0.1 Å, die als Röntgenstrahlen definiert werden, und die unter 0.1 Å befindlichen

Gammastrahlen ebenso wie für Ultraviolett, in dem heißen Sterne den größten Teil ihrer Energie abstrahlen. Die am ehesten der Beobachtung zugängliche Sonne ist zunächst das Hauptuntersuchungsobjekt. Mit der näheren Beobachtung der Sonnenaktivität vermögen genauere Erfahrungen über diese die Erde beeinflussenden Erscheinungen gemacht zu werden. Außerdem lassen sich andere Sterne und Objekte der Galaxis auf solche sonnenähnliche Erscheinungen untersuchen. Im Andromeda-Nebel ließ sich ein beträchtliches Ansteigen der Strahlung im Ultraviolett zwischen etwa 2700 und 1800 Å feststellen. Diese Erscheinung wurde als Vorhandensein von mehr heißen Sternen, als auf Grund der terrestrischen Beobachtung angenommen werden konnte, gedeutet.

Terrestrische Physik und Astronomie haben die Grenzen des zugänglichen Kosmos immer weiter hinausgeschoben und auf neue Fragen orientiert. Die Astronautik erweist sich als ein weiteres Forschungsinstrument, dessen Möglichkeiten sich gegenwärtig erst im Ansatz erkennen lassen. Wie in den Frühphasen der Astronomie weitet sich die praktische Anwendung für unmittelbar terrestrische Zwecke ebenfalls aus. Die weltanschauliche Relevanz neu erschlossener Problembereiche bleibt erhalten. Mindestens in der gegenwärtigen Phase werden massiv die Irrationalismen der ersten Hälfte des XX. Jahrhunderts ausgeräumt. Dialektisch-materialistisches Entwicklungsdenken setzt sich durch. Die Menge neuer Sachverhalte stürzt zahlreiche, geläufig gewordene Vorstellungen um. Der Kosmos enthüllt sich nicht nur selbst als theoretisch und experimentell erfassbares Gebiet der Entwicklung. Die dabei gefundenen Gesetze demonstrieren eine dem Zeitalter der gegenwärtig wissenschaftlich-technischen Revolution adäquate Entwicklung der Kenntnis von Naturgesetzmäßigkeiten, die von neuen Tatsachen ausgehen.

Gelten die gleichen physikalischen Gesetzmäßigkeiten von der Sonne bis zu den für unsere Kenntnis heute entferntesten Objekten, den Quasaren, dann bestätigt sich darin die Einheit der objektiven Realität. Diese bedeutet indes nicht, daß sich überall bekannte Vorstellungen vorfinden lassen. Vielmehr erweist sich diese Einheit des materiellen Kosmos als das Feld der unerwarteten Erscheinungen. Sternphysik und Kosmologie scheinen in einem sich zu berühren. Wenigstens ergibt sich das aus der zweiten Adresse an die XIII. Tagung der I. A. U., die LEDOUX gehalten hat. SANDAGE betont die eng Verwandtschaft der erst 1963 entdeckten Quasare mit Radiogala-

xien und anderen extragalaktischen Objekten ([2] S. 55–70). Deutlich wird diese Verwandtschaft in einem zuerst von HEESCHEN vorgeschlagenen Diagramm, daß die Beziehung zwischen den Logarithmen der Radio-Flächenhelligkeit und der absoluten Radiointensität zeigt. In einem HUBBLE-Diagramm wird der Logarithmus der vom Einfluß der galaktischen Rotation befreiten Rotverschiebung in Abhängigkeit von der lichtelektrisch gemessenen scheinbaren Helligkeit V (korrigiert zur Ausschaltung systematischer Fehler) dargestellt. Die beiden Diagramme machen die auch durch andere Argumente gestützte Annahme wahrscheinlich, daß die in den Spektren der Quasare gefundenen Rotverschiebungen tatsächlich als Fluchtgeschwindigkeiten in einem expandierenden Universum zu deuten sind. Wie der Amerikaner SANDAGE feststellte, wurde vieles von den heute in Quasaren beobachteten Vorgängen von AMBARZUMJAN, diesem bedeutenden sowjetischen Astronomen, vorweggenommen. „Vor zehn Jahren“, berichtet SANDAGE, „begann er die Rolle der Kerne von Galaxien mit Nachdruck hervorzuheben. Unablässig betonte er, zuerst meist allein, auf den Solvay-Konferenzen, auf der IAU-Generalversammlung von Berkeley (1961) und auf zahlreichen Symposien, daß heftige Prozesse sich in den Kernen von Galaxien abspielen und die Astronomen sich ihrer annehmen sollten“ ([2] S. 69). Damit aber konnte AMBARZUMJAN, wie heute kenntlich wird, die Grundlage zu einer beginnenden Verifizierung des objektiven Wahrheitsgehaltes der EINSTEINschen Weltmodelle geben. Theorie, Beobachtung und Experiment eines weitgestreuten Bereiches, deren Resultate zunächst weit zu divergieren schienen, fließen zusammen.

In der Darstellung einiger Hauptprobleme der Kosmologie hat HANS-JÜRGEN TREDER auf den Zusammenhang zwischen Allgemeiner Relativitätstheorie und den durch die Quasare der Verifizierung nahe gebrachten Problemen hingewiesen ([3] S. 68 ff.). Als erste konsequente Anwendung der EINSTEINschen Gleichungen auf die Untersuchung der geometrischen Struktur des Weltalls hat der sowjetische Mathematiker A. A. FRIEDMANN (1888 bis 1925) nachgewiesen, daß die Vorstellung eines statischen Universums mit den Entdeckungen EINSTEINs unverträglich ist. Fünf Jahre später gewannen ROBERTSON, EDDINGTON und LEMAITRE sowie andere diese Einsicht neu und verbanden sie mit der HUBBLEschen Rotverschiebung. Aus dem FRIEDMANNschen Modell lassen sich verschiedene Vorstellungen eines pulsierenden, expandierenden und kon-

trahierenden Universums ableiten. Die sich aus dem FRIEDMANNschen Modell ergebende Singularität wurde als Gravitationskollaps oder Antikollaps gedeutet. Zu diesem Zeitpunkt sind nach dem Modell „alle kosmischen Distanzen auf Null zusammengeschumpft ... und bei der entsprechenden ungeheuren Gravitationswechselwirkung die Massendichte groß“ ([3] S. 65).

Bei den von GÖDEL 1949 entworfenen Kosmen mit absoluter Rotation der kosmischen Materie fällt die Singularität weg. Indessen muß eine Anisotropie des Weltalls angenommen werden, die sich, wie TREDER ausdrücklich betont, empirisch nicht nachweisen läßt. Soweit eine solche Anisotropie durch Beobachtung nachweisbar erscheint, sie galt längere Zeit als Argument gegen die Möglichkeit des Anwendens von Weltmodellen überhaupt, hat ZWICKY durch umfangreiche Untersuchungen ihre Existenz unwahrscheinlich gemacht ([4] S. 573 f.). Die 1938 aus den 100 nächsten Galaxien bestimmte Verteilung hat sich bei einer Untersuchung der Verteilung von 7 000 Galaxien bestätigt. Unregelmäßigkeiten werden als zufällige Fluktuation und Wirkung interstellarer und intergalaktischer Verdunkelung beschrieben. Singularität oder nicht ergab sich als Alternative. Neigte AMBARZUMJAN mit vielen anderen dazu, ihre Existenz als Spekulation abzutun, um so mehr als sie von PIUS XII. als Demonstration der Welterschöpfung benutzt wurde, so haben die Hinweise AMBARZUMJANS auf stärkere Berücksichtigung des Beobachtungsmaterials ihre Wirkung nicht verfehlt. Die dichten Kerne der Galaxien und die Quasare scheinen Reste der Singularität zu sein, die sich durch eine Verzögerung der Expansion erhalten haben. Der eine Beleg für die Existenz der Singularität ist die 1965 durch radioastronomische Beobachtungen entdeckte 3-Kelvin-Strahlung ([3] S. 66; [5]).

TREDER bezeichnet die nachgewiesene schwarze Urstrahlung als „das entscheidende empirische Argument für die Geschichtigkeit des Universums“ ([5] S. 93). Zugleich ergibt sich eine Übereinstimmung mit dem PLANCKschen Strahlungsgesetz. Diesem gemäß muß das Photonengas anfänglich eine Temperatur von einigen Milliarden Grad besessen haben. Seine Evolution führt auf Wellen im Dezimeterbereich, die von den Astronomen außer den Radioquellen als Hintergrundstrahlung entdeckt wurden. An dieser Entdeckung sind Astronomen aus den USA, der Sowjetunion und Großbritannien beteiligt, an der theoretischen Deutung auch das Institut für relativistische und extragalaktische Forschung in

Potsdam-Babelsberg ([5] S. 93). Der zweite Beleg bahnt sich durch die Untersuchung an Radiogalaxien und Quasaren an, wie sie SANDAGE vorlegt. Bei den Quasaren war zu entscheiden, ob sie ihren Platz innerhalb oder in der Nähe unserer Galaxis besitzen oder einen Blick in die Nähe der Singularität des FRIEDMANNSchen Universums werfen lassen, in dem übrigens die Übereinstimmung mit der Deutung der HUBBLEschen Rotverschiebung sich bereits ankündigte. Für SANDAGE ist das Überraschende, daß sich die Quasare zuerst als einfache Merkzeichen der EINSTEINschen Weltgeometrie ankündigten, dann schließlich von entscheidendem theoretischem Interesse wurden. Voraussetzung ist die unbedingte Zeitabhängigkeit der Quasare. TREDDERS kosmologische Überlegungen betonen ausdrücklich die Zeitrichtung in der Kosmologie [6]. Die Weltzeit t , in bezug auf die das Universum expandiert, wird in Weltmodellen mit $\lambda > 0$ gleich der physikalischen und subjektiven Zeitrichtung. Weltmodelle mit dieser Konstante sind theoretisch dementsprechend nach TREDDER anderen vorzuziehen ([6] S. 441).

Bei diesem Stande der Kosmologie und der mit ihr verflochtenen Einzelforschung einschließlich der mit künstlichen Satelliten ausgeführten Untersuchungen wird deutlich, daß naturwissenschaftliche Arbeit, maßgeblich für das Deuten der kosmischen Erscheinungen, gerade auch das Unerwartete zu konzederen hat. Daß Entwicklung in allen Dimensionen im Kosmos herrscht, ist eine seit alters her progressive materialistische Einsicht, die von im Vergleich zum Kosmos äußerst mikrodimensionalisierten Ereignisfolgen kühn extrapoliert wurde. Gegenwärtig erfolgt die Koinzidenz von differentiellen Standpunkten ausgehende astronomische Untersuchungen.

Weist SANDAGE mit allem Vorbehalt möglicher anderer Deutungen auf die Evidenz kosmologischer Entfernungen für Radiogalaxien und Quasare hin, dann besticht die damit erzielte Annäherung verschiedener anderer Resultate. Radiogalaxien und Quasare sind Entdeckungen durch Beobachtung wie die Rotverschiebung. Expansion und Singularität sind eine von vielen Deutungen, die sich aus Lösungen der EINSTEINschen Gleichungen ergeben, die abstrakteste theoretische Leistung darstellen, wenn sie auch einen massiven experimentellen Hintergrund haben, worauf TREDDER ebenfalls hinwies. Ohne die Theorie der Weltmodelle wäre es unmöglich gewesen, dem anfallenden experimentellen Material und seinen Daten eine adäquate Deutung zu geben. Allein das Durchdenken ihrer vielen mathematisch

gegebenen Lösungen ergab den Katalog von Varianten, die durch Beobachtungen zu testen sind. Weil sich in den von SANDAGE und HEESCHEN aufgestellten Diagrammen die Daten mit bemerkenswerter Treue in logarithmischem Maßstab einer Geraden fügen, lag nahe, sie mit dem evolutionären FRIEDMANN-Modell in Beziehung zu setzen ([2] S. 63). Der Astrophysik bleibt indes damit die Aufgabe, die fundamentalen Fragen einer sogenannten Explosionsphysik zu behandeln, die physikalischen Vorgänge in den Galaxienkernen zu untersuchen, womit erst der Anfang gemacht ist. *Die Unerschöpflichkeit der Naturwirklichkeit, auf die LENIN verwies, verweist stets auf neue Fragen, die die bereits erkannten Sachverhalte weiter modifizieren.*

Die auf der XIII. Tagung der IAU vorgelegten kosmologischen Forschungsergebnisse und das laufende Programm sind bemerkenswert genug, um einen Einblick in den revolutionären Charakter der Situation in der diesbezüglichen Forschung zu geben [7]. HALATNIKOW, LIFSCHITZ, BELINSKI, GRISCHTSCHUK arbeiten an Lösungsklassen von Gravitationsgleichungen, in denen sich jeweils Singularitäten ergeben haben. NAAN untersucht die Relationen in einem aus Welt und Antiwelt bestehenden Universum. Die Antiwelt unterscheidet sich von der Welt durch Ersetzen der Teilchen durch Antiteilchen sowie durch Raumspiegelung und Zeitumkehrung. Masse, Energie und andere integrale Quantitäten können in NAANS Welt und Antiwelt variieren, gleichen sich aber in dem aus beiden Welten zusammengefügt Universum auf Null aus. NAAN verweist in Verbindung mit der Möglichkeit des Erscheinens von Masse und Energie in jedem der beiden Teile des Universums auf alle Erscheinungen, die mit großen Energieausbrüchen verbunden sind, sowie auf den Beginn der Expansion des Universums als mögliche Testobjekte. AMBARZUMJAN untersucht das experimentelle Material auf den direkten Ursprung der kosmischen Objekte aus superdichter Materie. Der Prozeß ihrer Bildung, einschließlich der Galaxien und ihrer Systeme, dauert noch an. AMBARZUMJAN vermutet eine Verbindung zwischen der Nichtstationarität des Systems von Galaxien und der Expansion der Metagalaxis. NOVIKOW untersucht im Anschluß an AMBARZUMJANS Vorstellung von Quasaren als verzögerten Resten der Singularität eine Lösung der Gravitationsgleichungen, die ein kosmologisches Modell mit verzögerten Kernen beschreiben. Eine andere umfangreiche Gruppe untersucht anisotrope Weltmodelle, Kollaps, Antikollaps und Quasare,

darunter SCHKLOWSKI, KARDASCHOW, ZELDOWITSCH und NOVIKOW, die Energieemission in der Form von Gravitationswellen als Nebenprodukt im Falle nichtsymmetrischer Bewegungen der Materie betrachten ([7] S. 136).

FRIEDRICH ENGELS verlangte in seinem „Anti-Dühring“, die Natur so zu erkennen, wie sie ist. Diese Aufgabe erscheint als ein an die Existenz der menschlichen Gesellschaft gebundener unendlicher Prozeß, in dem sich die Ergebnisse aufeinander aufbauen. Das Widerlegen einer Zeitlang gesicherten Theorie erscheint ebenso als wesentliches Moment des wissenschaftlichen Fortschritts wie das Aufstellen einer neuen, die das Testen an weiteren Beobachtungsergebnissen gestattet. Die extraterrestrischen Observatorien werden auf jeden Fall bisher unzugängliche Daten, Erscheinungen, Beziehungen und sonstige Sachverhalte liefern, die den Überraschungseffekt für sich haben. Gemeinsam zeugen sie für die kreative

Fähigkeit der menschlichen Gesellschaft und die Notwendigkeit, sie sozialistisch-humanistisch zu nutzen.

Literatur

- [1] MICHAILOW, A. A.: Exploring the Moon. In: Highlights of Astronomy, Dordrecht 1968.
- [2] SANDAGE, A.: Radio Galaxies and Quasars, II. In: Highlights of Astronomy, Dordrecht 1968.
- [3] TREDER, H.-J.: Relativität und Kosmos. Berlin, Oxford, Braunschweig 1968.
- [4] Transactions of the International Astronomical Union. Vol. XIII A. Dordrecht 1967.
- [5] TREDER, H.-J.: Die schwarze Urstrahlung und die Evolution des Kosmos. Die Sterne 44 (1968), 89.
- [6] TREDER, H.-J.: Energiesatz und Zeitrichtung in der Kosmologie. Die Naturwissenschaften 55 (1968), 440.
- [7] ZELMANOW, A. L.: Appendix, Summary of Work Done in USSR on Cosmology and Related Topics of General Relativity. IAU Transactions XIII B (1968), 156 ... 163.

Anschrift des Verfassers:

NPT Prof. Dr. HERMANN LEY,
Humboldt-Universität Berlin,
108 Berlin, Unter den Linden 6

V. A. AMBARZUMJAN

Die Kerne in Galaxien

Der Verfasser legt Forschungsergebnisse über Materieverdichtungen in den galaktischen Kernen vor. Er kommt zu dem Schluß, daß die Radiogalaxien, Gasausbrüche aus Galaxien und die Spiralarme der Galaxien das Ergebnis der Aktivität der Kerne sind.

Wie bekannt, teilt man die Astronomie in drei Grunddisziplinen ein: die Astronomie des Sonnensystems, die Astronomie unserer Galaxis und die extragalaktische Astronomie. Der Rauminhalt des von der zweitgenannten Disziplin untersuchten Gebiets ist fast 10^{20} mal größer als der des von der ersten untersuchten, aber das Volumen des Untersuchungsgebiets der an der dritten Stelle genannten Disziplin übersteigt das unserer Galaxis um das 10^{16} fache.

Ich möchte bei einigen Fragen der extragalaktischen Astronomie verweilen.

Optische Beobachtungen

Es ist bekannt, daß jede Galaxie Milliarden und manchmal Hunderte Milliarden Sterne enthält. Zu den Überriesengalaxien, d. h. zu den sternreichsten, kann man unsere Galaxis und die Galaxie M 31 in der Andromeda zählen.

In der Regel nehmen in den Galaxien Helligkeit und Dichte in der Richtung zum Zentrum zu. Außer dieser allmählichen Helligkeitszunahme in der Richtung zum Zentrum, wurden mitten im Zentrum vieler Galaxien sehr kleine

diskrete sternartige Verdichtungen entdeckt. (Manchmal mit einem tausendmal kleineren Durchmesser als die Galaxie selbst.) Bei gut gewählten Belichtungszeiten sind diese diskreten Verdichtungen auf den Photographien vor dem Hintergrund der allgemeinen zentralen Verdichtung deutlich erkennbar. Diese sternartigen oder fast sternartigen Verdichtungen nennt man Kerne der Galaxien. Der Andromedanebel hat einen Kern, dessen Durchmesser 5000mal kleiner ist als der Durchmesser der ganzen Galaxie.

Auf den Photographien gehen die Kerne einiger Galaxien völlig unter auf dem Hintergrund der hellen zentralen Verdichtung. In vielen Fällen kann man jedoch die Belichtung so bemessen, daß der Kern dennoch sichtbar wird. Es gibt auch Galaxien, bei denen der Kern scharf abgegrenzt erscheint. Diese Kerne haben, ähnlich wie Sterne, sehr geringe Winkeldurchmesser. Bei einigen Galaxien sind die Kerne überhaupt nicht sichtbar, aber man kann auf das Vorhandensein eines Kerns aus den unmittelbaren Anzeichen seiner Aktivität schließen. Es ist z. B. bekannt, daß sich in der Galaxie M 82 vor 1,5 Millionen Jahren eine gigantische Explosion ereignet hat, und daß von ihrem zentralen Teil eine intensive Radiostrahlung ausgeht. Aber auf verschiedenen belichteten Photographien von M 82 ist kein Kern

zu sehen. Es ist erwähnenswert, daß der Kern unserer Galaxis von absorbierender Materie verdeckt ist, daß wir aber dank der Radiostrahlung des Kerns von seiner Existenz überzeugt sind. Die Kerne der Galaxien hielt man jahrzehntelang für gewöhnliche Details derselben und schenkte ihrer Untersuchung wenig Aufmerksamkeit. Nur einzelne Tatsachen waren über ihre physikalische Natur bekannt. So war bekannt, daß sich die Spektren vieler Kerne nur wenig von den Spektren der sie

wir den Kern im sichtbaren Licht praktisch nicht beobachten können; bei anderen erreicht sie 0,1 bis 3 Prozent der Leuchtkraft der ganzen Galaxie, und nur in Einzelfällen beträgt sie einen wesentlichen Teil dieser Leuchtkraft. Da man in den Galaxien häufig offene Sternhaufen und Kugelhaufen antrifft, rief die Existenz von Kernen, die nur aus Sternen bestehen sollten, in den vierziger Jahren keine große Verwunderung hervor. 1943 veröffentlichte SEYFERT eine bemerkenswerte Untersuchung der Spektren einiger galaktischer Kerne, die sich durch ihre Leuchtkraft deutlich vom Hintergrund der zentralen Teile ihrer Galaxien abheben und teilweise bis 50 Prozent zur Gesamthelligkeit der Galaxien beisteuern. Er fand acht Galaxien, in deren Spektren sehr helle und sehr breite Wasserstofflinien zu beobachten sind. Die große Breite dieser Linien zeugt davon, daß im Kern Gasströme bestehen, die sich mit einer Geschwindigkeit von 1000, ja sogar 2000 bis 3000 km/s bewegen. Diese Gase müssen im Laufe einiger Milliarden Jahre (eine verhältnismäßig kurze Zeit im Leben einer Galaxie) den Kern verlassen. Wenn im Kern Gasströme vorhanden sind, muß es dort auch Körper geben, die sie ausströmen lassen. Detailliertere Untersuchungen ausländischer und sowjetischer Astronomen zeigten, daß es in den Zentren der SEYFERTschen Galaxien einzelne diskrete Wolken gibt, die die Kerne mit großen Geschwindigkeiten verlassen.

Weitere Forschungen führten zu der Feststellung, daß auch in Galaxien mit weniger hellen Kernen Gasausströmungen beobachtet werden können, mögen sie auch weniger stürmisch sein. Genau genommen geht eine solche Gasausströmung auch aus dem Kern unserer Galaxis vonstatten.

Radiogalaxien

Die Entdeckung der Gasströme in den Kernen der SEYFERTschen Galaxien führte zu der Schlußfolgerung, daß die galaktischen Kerne im Unterschied zu Sternen und gewöhnlichen Sterngruppen eine eigenartige, für uns qualitativ neue Form der Aktivität aufweisen. Die ausschlaggebende Bedeutung für die Entwicklung der Vorstellungen von der Aktivität der galaktischen Kerne kommt jedoch der Entdeckung der Radiogalaxien zu. Die Radiogalaxien wurden 1952 entdeckt. Ihre Entdecker W. BAADE und R. MINKOWSKI schlugen gleichzeitig mit der Veröffentlichung ihrer Beobachtungen eine Theorie vor, nach der die galaktische Radiostrahlung durch den Zusam-

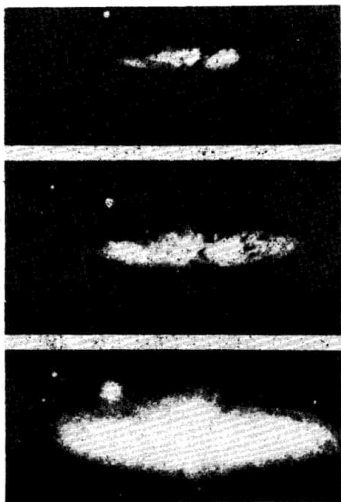


Abb. 1: Die Galaxie M 82 im Großen Bären. Auf den bei verschiedener Belichtung gewonnenen Aufnahmen ist kein Kern zu erkennen. Entweder ist er sehr schwach oder von lichtabsorbierender Materie verdeckt.

umgebenden zentralen Gebiete unterscheiden. In den Spektren der Kerne entdeckt man oft flache verwaschene Absorptionslinien, deren Wellenlänge mit der der intensivsten Absorptionslinien der Sterne übereinstimmen, die zur zentralen Population der Galaxien gehören. Das gab Grund zu der Annahme, daß jeder Kern eine Art in den zentralen Teil der Galaxie eingebetteter Sternhaufen ist. Die Leuchtkraft der Kerne erwies sich als sehr verschieden. Bei vielen Galaxien ist sie so niedrig, daß

menstoß zweier vorher voneinander unabhängiger Galaxien verursacht wird. Von Anfang an war klar, daß diese Theorie vielen Beobachtungstatsachen widerspricht. Allein ihre äußerliche Effektivität war der Grund dafür, weshalb diese Theorie in den fünfziger Jahren, sogar am Anfang der sechziger Jahre, stärker propagiert wurde als jede beliebige andere astronomische Theorie.

Heute ist die Hypothese vom Zusammenstoß von Galaxien völlig abgetan. Es wurde deutlich, daß im Kern jeder Radiogalaxis eine gigantische Explosion stattgefunden hat, deren Energie die Größenordnung von 10^{60} erg erreicht. Eine solche Energie gibt eine Riesengalaxie, die aus vielen Milliarden Sternen besteht, im Verlauf von einer Milliarde Jahren ab. Mehr noch, diese Energie ist vergleichbar mit der kinetischen Energie der Bewegung aller Sterne einer solchen Galaxie, eine geradezu unvorstellbare Energiemenge. *Als die Astronomen begannen, die Natur der Radiogalaxien zu verstehen, nahmen sie die Erforschung der grandiosesten energetischen Prozesse des Weltalls in Angriff.*

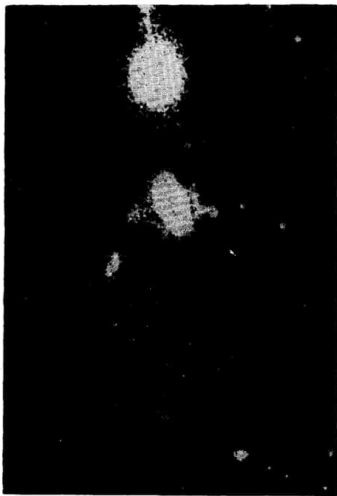


Abb. 2: Die Galaxie NGC 3561. Unmittelbar vom Kern dieser Galaxie geht ein Strom aus, an dessen Ende sich eine „blaue“ Kondensation mit einem geringen Winkeldurchmesser befindet.

Bei einer der uns nächsten Radiogalaxien — Virgo A — beobachtet man eine Gasausströmung aus dem Kern mit einzelnen Verdichtungen. Jede dieser Verdichtungen besteht aus hochenergetischen Elektronen, die sich in Magnetfeldern bewegen. Bei einer anderen Riesengalaxie — NGC 3561 — tritt der Strom unmittelbar aus dem Kern aus und erstreckt sich bis in eine große Entfernung. Ganz am Ende des Stroms befindet sich eine Verdichtung. Diese Verdichtung ist wesentlich schwächer als die Riesengalaxie, aus der sie ausgestoßen wurde. Die Verdichtung sendet ein intensiv blaues Licht aus, ebenso wie andere später entdeckte Objekte der gleichen Art. Das Spektrum der Verdichtung unterscheidet sich dadurch stark vom Spektrum anderer Galaxien, daß ein wesentlicher Teil ihrer Strahlung in einer Linie konzentriert ist, und zwar in der Linie des ionisierten Sauerstoffs mit der Wellenlänge 3727 Å. Das Erstaunlichste aber ist dabei, daß im Spektrum des Materieauswurfs die gleichen Linien zu sehen sind wie im Kern, aus dem er hervorgegangen ist.

Deshalb steht es jetzt außer Zweifel, daß die Verdichtung wirklich ein Auswurf ist, und — wenn man will — die Teilung einer Galaxis in zwei Teile. Wir wissen noch nicht, ob solche Auswürfe nur aus Gasen bestehen oder ob sich darin auch kompaktere Körper befinden (oder ein kompakterer Körper), die die Entstehung von Sternen und die Verwandlung des Auswurfs in eine wirkliche Galaxie einleiten könnten. Die Formen zweier für den Beobachter dicht beieinander stehender Galaxien sind oft entstellt. Die Erklärung dieser Entstellungen ist nicht einfach; offensichtlich spielen auch hier Erscheinungen, die mit den Kernen in Zusammenhang stehen, eine wesentliche Rolle. Ein großes Verdienst bei der Untersuchung der in Wechselwirkung stehenden Galaxien hat Professor B. A. WORONZOW-WELJAMINOW, der einen bemerkenswerten Atlas dieser Galaxien herausgegeben hat. *So wurde klar, daß es wenigstens drei Arten der Aktivität der Kerne gibt: Ausströmung von Gasen, Auswurf blauer Verdichtungen und Explosionen, die zur Verwandlung der betreffenden Galaxien in eine Radiogalaxis führen.*

Eigenschaften der Galaxien mit kompakten Kernen

Eine neue Etappe der Erforschung der galaktischen Kerne ist mit der Arbeit des Mitarbeiters am Observatorium Bjurakan, des korrespondierenden Mitglieds der Akademie der Wissenschaften der Armenischen Sozialisti-

schen Sowjetrepublik, B. J. MARKARJAN, verbunden. MARKARJAN stellte fest, daß die normale Abhängigkeit zwischen der Farbe und dem morphologischen Typ einer Galaxis manchmal durchbrochen wird. (Gewöhnlich verschiebt sich die Farbe beim Übergang von den elliptischen zu den spiralförmigen und weiter zu den unregelmäßigen Galaxien immer mehr ins Blaue.) Einige Galaxien sind blauer, als es ihrem morphologischen Typ entspricht. Es hat sich herausgestellt, daß die Abweichung der Farbe einer Galaxis von der Norm (die Blaufärbung) größer ist, wenn man nur das Licht des zentralen Teils, d. h. des Kerns und seiner unmittelbaren Umgebung untersucht.

Es ist bekannt, daß an der Peripherie der spiralförmigen Galaxien in den Spiralarmen viele Assoziationen blauer Sterne zu finden sind, die eine blaue Gesamtfarbe haben. Aber die Blaufärbung der zentralen Teile der Galaxien kann nicht durch die blaue Strahlung von Sternassoziationen bedingt sein. Die blaue Farbe der zentralen Teile von Galaxien muß von einer zusätzlichen Ursache hervorgerufen werden, die mit der Aktivität des Kerns zusammenhängt. Offensichtlich haben wir es hier mit einer zusätzlichen Strahlung zu tun, die man in Bjurakan „nichtstellar“ oder „nichtthermisch“ genannt hat. Der Mitarbeiter des Observatoriums Bjurakan, G. M. TOWMASJAN, untersuchte an den zwei größten australischen Radioteleskopen die Radiostrahlung solcher Galaxien mit anomaler Farbe. Es erwies sich, daß mehr als die Hälfte davon eine Radiostrahlung aussendet, die aus dem zentralen Teil in unmittelbarer Nähe des Kerns kommt. Dennoch sind es keine Radiogalaxien, sondern wesentlich weniger intensive Radioquellen, die aus einem kleinen zentralen Bereich der optischen Galaxie eine starke nichtthermische Strahlung abgeben. Untersuchungen der Radiostrahlung anderer, vor allem spiralförmiger Galaxien mit normaler Farbe haben gezeigt, daß es auch darunter Objekte gibt, von deren zentralem Bereich eine Radiostrahlung ausgeht. Aber der Prozentsatz solcher Objekte ist unter den normalen Galaxien erhebliche Male niedriger.

So äußert sich die Aktivität der Kerne auch noch in der blauen Farbe ihrer selbst und ihrer unmittelbaren Umgebung. Nebenbei sei bemerkt, daß die blaue Farbe auch das Vorhandensein eines intensiven Ultraviolettpektrums (eines Ultraviolettkontinuums) der zentralen Teile einer solchen Galaxie bedeutet.

Es muß gesagt werden, daß wir nur für eine kleine Anzahl von Galaxien den Farbindex

kennen. Die Akkumulation dieser Daten ging in den letzten Jahren in der Astronomie überaus langsam vonstatten, weil jede Galaxie für sich entweder im Spaltspektrographen oder mit dem photoelektrischen Photometer beobachtet wurde. Es leuchtet ein, daß sich die Beobachter mit der Untersuchung der Spektren und Farben nur der hellsten Galaxien begnügen mußten.

Die Lage änderte sich grundlegend, als in unserem Land für das 1-m-Schmidtteleskop des Observatoriums Bjurakan Objektivprismen hergestellt wurden. Dadurch ergab sich die Möglichkeit, gleichzeitig Spektren mit geringer Dispersion von vielen Sternen und Galaxien auf einer Fläche von annähernd 20 Quadratgrad zu erhalten. Auf einer solchen Aufnahme kann man unmittelbar unter Hunderten oder



Abb. 3: Das Spektrum der Galaxie Markanjan 5. Die hellsten und breitesten Linien im Spektrum sind die Linien des zweifach ionisierten Sauerstoffs N_1 und N_2 . Neben diesen Linien ist die Wasserstofflinie $H\delta$ zu sehen. Sie ist weniger breit als die Linien des zweifach ionisierten Sauerstoffs.

Tausenden von Galaxien diejenigen auswählen, deren Spektren die gewünschten Eigenschaften aufweisen, z. B. ein intensives Ultraviolettkontinuum. Danach lassen sich die ausgewählten Galaxien der Untersuchung an Spaltspektrographen mit großer Dispersion zuleiten. So entstanden MARKARJANS Kataloge der blauen Galaxien, oder genauer, der Galaxien mit einem Ultraviolettcontinuum. Die Beobachtung von etwa 50 Galaxien MARKARJANS, die der Mitarbeiter des Observatoriums Bjurakan, E. J. CHATSCHIKJAN, an den größten amerikanischen Spiegelteleskopen mit Spaltspektrographen gemacht hat, haben gezeigt, daß diese Galaxien — bis auf wenige Ausnahmen — allesamt sehr starke Emissionslinien haben. Bei vier Galaxien aus dem Katalog MARKARJANS traten sehr breite Wasserstofflinien auf. Breite Wasserstofflinien aber

sind charakteristisch für die SEYFERTschen Galaxien. Vergleichsweise soll darauf hingewiesen werden, daß in den 25 Jahren seit der Veröffentlichung der Arbeit SEYFERTS zu den ursprünglichen acht Objekten dieses Typs ganze drei hinzugekommen sind. Dabei ist bisher nur weniger als ein Viertel der Galaxien MARKARJANS mit einem Ultraviolettcontinuum untersucht worden.

Bei der Hälfte der Galaxien MARKARJANS konzentriert sich die Strahlung des Ultraviolettcontinuum und der Emissionslinien auf ein kleines Gebiet in unmittelbarer Nähe des Kerns. Diese Galaxien sind kompakte Objekte. In dieser Beziehung erinnern sie an die quasistellaren Objekte (Quasare), die 1963 entdeckt wurden und allgemeines Interesse erweckten. Aber die Leuchtkraft dieser kompakten Objekte ist mehrere hundertmal geringer als die mittlere Leuchtkraft der uns bekannten Quasare.

Die Leuchtkraft der Kerne — ich unterstreiche — nur der Kerne einiger Galaxien MARKARJANS sind vergleichbar mit der Gesamtleuchtkraft von Riesen- und Überriesengalaxien. Diese Kerne sind hinsichtlich vieler ihrer Eigenschaften den Quasaren nahe verwandt. Andererseits aber wurde bei vielen kompakten Galaxien keine spürbare, von ihren Kernen ausgehende Radiostrahlung registriert. So stehen diese kompakten Objekte in ihrer Leuchtkraft den Quasaren nur wenig nach; was aber ihre Radioleuchtkraft betrifft, so ist ihr Abstand zu diesen um ein Vielfaches größer.

Quasare und quasistellare Objekte

Es wird sehr viel darüber geschrieben, ob die Quasare tatsächlich so weit entfernte Objekte sind, wie es aus ihren Radialgeschwindigkeiten hervorgeht. Ich bin absolut davon überzeugt, daß es sich hier wirklich um sehr ferne Objekte handelt. Und wenn das so ist, dann lassen sie sich gut in einen sehr engen Zusammenhang mit den Kernen der SEYFERTschen Galaxien und mit den sogenannten N-Galaxien bringen, bei denen ein wesentlicher Strahlungsanteil im Kern konzentriert ist. Die Quasare besitzen dieselben Eigenschaften, durch die sich die aktiven galaktischen Kerne von anderen Galaxien und anderen galaktischen Kernen unterscheiden, nur kommen diese Eigenschaften in extremer und grellster Form zur Geltung. Diese Eigenschaften wurden schon oben angeführt: große Leuchtkraft, blaue Farbe und Vorhandensein eines Ultraviolettcontinuum, Kompaktheit und Emissionslinien in den Spektren. Hinzugefügt sei

hier noch die Variabilität der Leuchtkraft, wovon bisher noch nicht die Rede war.

Die intensive Radiostrahlung, die für die Quasare charakteristisch ist, kommt bei den aktiven galaktischen Kernen und sogar bei den SEYFERTschen Galaxien verhältnismäßig selten vor, obwohl offensichtlich alle aktiven Kerne immerhin eine schwächere Radiostrahlung aufweisen. Es muß gesagt werden, daß der amerikanische Astrophysiker SANDAGE zusammen mit seinen Mitarbeitern schon 1965 Beobachtungsdaten anführte, die davon zeigten, daß es quasistellare extragalaktische Objekte mit großer Leuchtkraft gibt, die sich von den Quasaren nur dadurch unterscheiden, daß sie keine intensive Radiostrahlung abgeben.

SANDAGE äußerte damals die Meinung, daß diese quasistellaren Quellen optischer Strahlung etwa 500mal häufiger sind als die Quasare. Eine Analyse der Argumente SANDAGES zeigte, daß solche optischen Quasare zwar existieren, daß aber ihre Anzahl wesentlich kleiner ist. Am wahrscheinlichsten ist, daß die Anzahl der optischen quasistellaren Objekte die der wirklichen Quasare gleicher Helligkeit nur um das Fünzfache übersteigt. 1968 wurde eine neue Untersuchung SANDAGES veröffentlicht, in der ausgesagt wird, daß es etwa hundertmal soviel quasistellare optische Objekte gibt wie Quasare. Im Grunde genommen kann man beide in einer gemeinsamen Klasse der blauen quasistellaren Objekte zusammenfassen, von denen ein kleiner Teil eine intensive Radiostrahlung aussendet und den Namen Quasare trägt. Auch in dieser Eigenschaft ist also eine Übereinstimmung zwischen den aktiven galaktischen Kernen und den quasistellaren blauen Objekten festzustellen. So zeichnet sich folgendes Schema der allgemeinen Klassifizierung der extragalaktischen Objekte nach dem Grad ihrer Kompaktheit und der Leuchtkraft der Kerne ab:

1. *Galaxien mit normalem Kern;*
2. *Galaxien mit aktivem (angeregtem) Kern, zu denen die SEYFERTschen Galaxien als eine besondere Gruppe zählen;*
3. *Blaue quasistellare Objekte, zu denen auch die Quasare gehören.*

In allen diesen Gruppen gibt es Objekte mit mehr oder weniger intensiver Radiostrahlung.

Aktivität der Kerne in Galaxien

Die Aktivität der galaktischen Kerne und Quasare äußert sich in Form von mächtigen Explosionen, bei denen gewaltige Gaswolken ausgestoßen werden, deren Masse Millionen

Sonnenmassen beträgt; sie äußert sich aber auch darin, daß die Gase in unmittelbarer Umgebung des Kerns zur Ausstrahlung von Emissionslinien und eines Ultraviolettkontinuums angeregt werden. Es leuchtet ein, daß sich mit dem Augenblick der Entdeckung dieser Erscheinungen die Frage nach ihren Ursachen erhob, nach den Quellen dieser gewaltigen Mengen von Energie und Materie, die im Ergebnis der Aktivität der Kerne freiwerden. *In diesem Zusammenhang wurde man darauf aufmerksam, daß alle untersuchten Prozesse der Aktivität von Kernen mit einer Zerstreuung von auf engem Raum zusammengedrückter Energie, mit der Zerstreuung und Expansion von Materie, mit dem Übergang der Materie aus einem dichteren in einen weniger dichten Zustand zusammenhängen.*

Andererseits gehen alle klassischen Vorstellungen von der Entstehung und Entwicklung der Himmelskörper und ihrer Systeme davon aus, daß sich die Materie verdichtet und daß aus verdünnten Gasmassen kompakte Körper entstehen. Für die Anhänger dieser klassischen Ansichten kamen die neuen Erkenntnisse über die Aktivität der galaktischen Kerne ebenso wie die Beweise dafür, daß diese Aktivität in der Entwicklung einer jeden Galaxie als Ganzes eine wesentliche Rolle spielt, sehr überraschend und sogar unwillkommen. Das war der Grund, weshalb viele von ihnen bis in die sechziger Jahre hinein versuchten, die über die Aktivität der galaktischen Kerne bekanntgewordenen Tatsachen abzustreiten oder wenigstens zu ignorieren. Aber schon 1958, als ich das erste Mal Gelegenheit hatte, auf der Konferenz von Solvay einen Vortrag zu halten, in dem ich mich vor allem mit den Problemen der Aktivität galaktischer Kerne befaßte, schlugen einige Vertreter der klassischen Richtung der Kosmogonie vor, man solle versuchen, die beschriebenen Erscheinungen im Zusammenhang mit der katastrophenartigen Kontraktion großer Gasmassen in unmittelbarer Nähe des Kerns und der sich daraus ergebenden Explosion zu erklären. Ungeachtet der ganzen Gekünsteltheit solcher Versuche, die überall beobachtbare Erscheinung der Expansion und der Materialeuswürfe mit einer vorausgehenden katastrophenartigen Kontraktion zu erklären, wurde diese Hypothese, die den Namen Kollaps-Hypothese erhielt, einige Jahre lang in wissenschaftlichen Kreisen erörtert.

Mit der Kollaps-Hypothese stößt man schon bei dem Versuch, eine nur sehr grobe Theorie der Erscheinungen aufzustellen, auf eine Reihe von Schwierigkeiten. Sie muß jedoch auch aus einem anderen Grunde abgelehnt werden.

Ihr widersprechen nämlich Tatsachen, die mit der Wiederholbarkeit von Explosionen zusammenhängen. So haben in der Radiogalaxie Centaurus A drei Explosionen nacheinander stattgefunden, die jedesmal mit dem Auswurf eines Paares Strahlung aussendender Wolken verbunden waren. M. RILE vertritt die Ansicht, daß ähnliche Beweise für aufeinanderfolgende Explosionen auch aus anderen Radiogalaxien vorliegen. Der Kollaps-Hypothese widersprechen vor allem auch solche Erscheinungen, wie der Auswurf verhältnismäßig kompakter Gaskondensationen, die blauen Galaxien und ganz besonders die Fälle, in denen nacheinander mehrere Kondensationen ausgestoßen wurden.

Schließlich müßte man nach der Kollaps-Hypothese neben den SEYFERTschen Galaxien eine um ein Vielfaches höhere Anzahl solcher Galaxien beobachten können, bei denen gewaltige Gasmassen um das Zentrum herum konzentriert wären, die keine irgendwie spürbare Rotationsbewegung aufweisen würden. Aber das wird überhaupt nicht beobachtet. Eine andere Hypothese geht von der Vorstellung aus, daß der galaktische Kern auf einer früheren Entwicklungsstufe eine Art autonomes Sternsystem aus Hunderten Millionen von Sternen im Zentrum der Galaxie gebildet hat. Nach den Gesetzen der Dynamik von Sternsystemen müßte ein so großer Sternhaufen im Laufe der Zeit Sterne verlieren und geringere Ausmaße annehmen. Wenn die Ausmaße des Kerns dann verhältnismäßig klein würden (etwa 1 pc im Durchmesser), würde die Wahrscheinlichkeit direkter Zusammenstöße zwischen den Sternen anwachsen. Es ist bekannt, daß solche Zusammenstöße außerhalb des Kerns in der umgebenden Galaxie derart selten sind, daß man sie völlig vernachlässigen kann. Häufige Sternzusammenstöße müssen zu vielerlei ungewöhnlichen Erscheinungen führen, vor allem aber zur Freilegung des Sterninneren, zur Herausbildung einer gemeinsamen Gashülle aus den „beschundenen“ Oberflächenschichten der Einzelsterne, zu Sternexplosionen usw. Nach Meinung ihrer Autoren kann diese Hypothese, wenn man sie weiter ausarbeitet, verschiedene ungewöhnliche Erscheinungen in den Kernen erklären. Es liegt auf der Hand, daß diese Hypothese eine vervollkommneter Variante der Kollaps-Hypothese ist. Unseres Erachtens verdient sie eine ernsthafte Diskussion. Jedoch auch sie stößt auf einige Schwierigkeiten, besonders bei der Erklärung der wiederholten Explosionen und der wiederholten gerichteten Auswürfe von Gaskondensa-

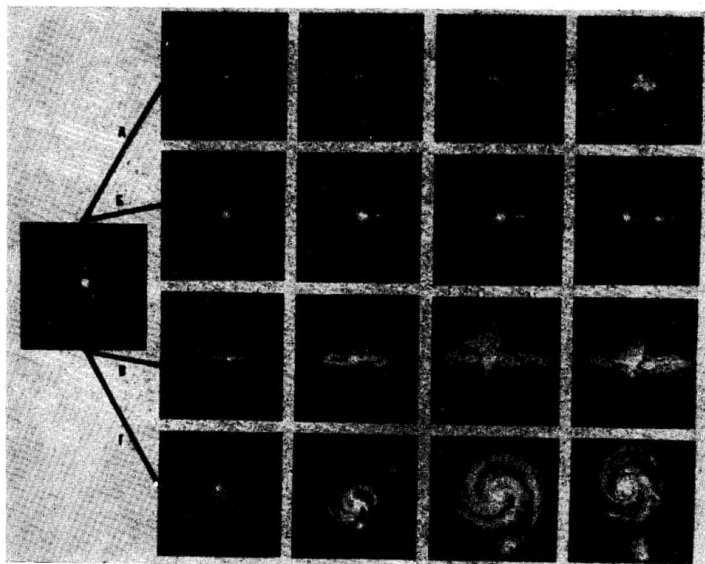


Abb. 4: Entwicklungsschema der Galaxien bei verschiedenartigen Äußerungen der Aktivität der Kerne. A – Teilung des Kerns und Auswurf von Radiostrahlung aussendenden Wolken; B – Auswurf von Strömen mit Kondensationen, die sich später in blaue Galaxien verwandeln; C – Auswurf von gasförmiger Materie durch Explosion im galaktischen Kern; D – Bildung von Spiralarmen und Begleitern der Galaxie aus der Materie des Kerns. Rechts befinden sich die Aufnahmen der Galaxien mit den entsprechenden Äußerungen der Aktivität ihrer Kerne.

tionen. Eine dritte Hypothese, die am Observatorium Bjurakan gleichzeitig mit dem Aufkommen der ersten Vorstellungen von der Aktivität der galaktischen Kerne entstand, besteht in folgendem: Die bei den Explosionen ausgeschleuderte Materie gehörte ursprünglich zu einer Art extrem massereichen hypothetischen Körper, der das Herzstück des Kerns darstellt. Nach dieser Hypothese unterscheidet sich der Kern dadurch von anderen kompakten Sterngruppen, z. B. von Sternhaufen, daß er einen sehr massereichen und verhältnismäßig kompakten Körper enthält.

Die Aktivität des Kerns ist die Aktivität dieses extrem massereichen Körpers, der das Hundertmillionenfache oder sogar Milliardenfache der Sonnenmasse erreichen kann. Wenn man annimmt, daß ein solcher Körper über längere Zeit im Kern existieren kann, dann

machen weder die Erklärung der mehrfach aufeinanderfolgenden Auswürfe von Radiostrahlung aussendenden Gaswolken noch die Erklärung der Auswürfe von Gaskondensationen in Form kleiner blauer Galaxien irgendwelche Schwierigkeiten. Nach dieser Hypothese bildete sich nicht der Kern innerhalb einer schon vorher vorhandenen Galaxie, sondern die Galaxie entstand im Ergebnis der Aktivität des Kerns. Die Bildung von Radiostrahlung aussendenden Gaswolken durch Ausstoß aus dem Kern ist von diesem Standpunkt aus nur ein Beispiel für die kosmogonische Aktivität des Kerns.

Die Tatsache, daß die Spiralarme der Galaxien vom Kern ausgehen, stimmt vollkommen mit diesem Bild überein. Die Möglichkeit des Auseinanderbrechens, vor allem des mehrmaligen Auseinanderbrechens des extrem massereichen

Körpers, führt vielleicht im Endeffekt zur Erklärung der Existenz von mehrfachen Galaxien und Galaxienhaufen. Viele charakteristische Eigenschaften der Galaxienhaufen werden auf dieser Grundlage verständlich.

Wir wollen nicht behaupten, daß die eben in groben Umrissen dargelegte Hypothese nicht auf Schwierigkeiten stieße, um so weniger, da sie keine in sich konsequente Theorie darstellt. Im Gegenteil; man kann sie in eine richtige Theorie verwandeln, indem man einige neue Gedanken und Verbesserungen einführt. Aber sie gestattete es, eine große Anzahl von Tatsachen zusammenzufassen, zahlreiche neue Erkenntnisse vorauszusagen, und, was das Wichtigste ist, sie zeigte die Unhaltbarkeit der früheren Vorstellung von der Kondensation der Galaxien aus intergalaktischer diffuser Materie. Wenn wir diese Vorstellungen für richtig halten, dann kommen wir zu der Schlußfolgerung, daß sich der galaktische Kern, der im Laufe seiner Existenz gewaltige Materiemengen abgibt, indem er explodiert und manchmal sogar auseinanderbricht, mit der Zeit stark verändern muß. Es liegt nichts Unnatürliches in der Annahme, daß der ursprüngliche Kern auf einer bestimmten Entwicklungsstufe verschwindet. In der Tat, einige Galaxien haben keinen Kern. Zwar kann man in einigen Fällen glauben, daß sie wegen der großen Entfernung nicht sichtbar sind, in anderen Fällen aber (z. B. bei den Magellanschen Wolken) ist das Fehlen eines Kerns als erwiesen zu betrachten.

Im Ergebnis der Entwicklung der modernen Astronomie, sowie durch die Anwendung immer größerer optischer und radioastronomischer Teleskope haben sich unsere Vorstellungen vom Weltall grundlegend gewandelt. Noch vor dreißig Jahren schien es uns, als wäre es eine friedliche, geradezu feierliche Welt fast unveränderlicher und unbeweglicher Sterne. Heute aber beobachten wir die stürmische Aktivität genau derselben Sterne, auf denen sich grandiose Eruptionen ereignen, die sich schnell entwickeln und miteinander in sehr heftiger Wechselwirkung stehen. Die Entdeckung der Radionebel und Radiogalaxien führte uns zu der Vorstellung von schnellen Veränderungen in noch viel größerem Maßstab. Heute untersuchen wir die großartigsten Prozesse, die in den galaktischen Kernen und in den Quasaren vorstatten gehen. Das Weltall ist eine Welt, die sich schnell und grundlegend verändert, die angefüllt ist von der großen Mannigfaltigkeit der Lebensprozesse der Himmelskörper. Ich gebrauchte absichtlich das Wort „Lebensprozesse“, um die Kompliziertheit und Mannigfaltigkeit, dabei aber auch die Autonomie vieler Entwicklungsprozesse zu unterstreichen, die von uns untersucht werden. Die neuen, schon im Bau befindlichen Fernrohre werden es gestatten, noch tiefer in das eigentliche Wesen dieser Prozesse einzudringen.

(Aus „Zemlja i vselennaja“, Heft 2/1969 – übersetzt von Dr. SIEGFRIED MICHALK, Bautzen)

Abbildungen und Bildunterschriften zum Artikel AMBARZUMJAN

OTTO GÜNTHER

Zu einigen astronomischen Ergebnissen der Raumfahrt

Der Autor orientiert in gedrängter Form über einige neuere astronomische Ergebnisse der Raumfahrt. Da diese Erkenntnisse Beziehungen zum Lehrplanstoff besitzen und zu seiner Aktualisierung beitragen, sollten sie den Schülern bei Behandlung der betreffenden Sachverhalte im Unterricht anschaulich dargestellt werden.

Die Leser dieser Zeitschrift sind durch den Beitrag von K.-H. REMANE [1] über Ergebnisse der sowjetischen Venussonden 4 bis 6, die die Venusatmosphäre betreffen, informiert worden. Die Venusatmosphäre unterscheidet sich mit sehr hohem Gehalt an Kohlendioxid sowie mit hohen Werten von Druck und Temperatur in der Nähe der festen Oberfläche sehr wesentlich von der Erdatmosphäre.

Hier soll zuerst die Frage untersucht werden, ob diese Ergebnisse auch auf anderem Wege erhalten werden konnten.

Beschaffenheit der Venusatmosphäre nach älteren Untersuchungen

E. SCHOENBERG [2], [3] hat in 1931 und 1933 veröffentlichten Untersuchungen ähnliche Ergebnisse erhalten. Aus einigen visuell-photometrischen Messungen der Helligkeitsverteilung auf der sichtbaren Venuscheibe in Verbindung mit Rechnungen, die von der Annahme ausgingen, daß bis zu einer gewissen

Tiefe das Rayleighsche Gesetz der Lichtstreuung gilt, konnte er die Diffusionskonstante ermitteln. Die Horizontalrefraktion ergibt sich aus der beobachteten Verlängerung der Hörnerspitzen. SCHOENBERG kam schließlich auf eine Gleichung, die auf der einen Seite den Brechungsindex n und das Molekulargewicht m enthält und auf der anderen Seite einen Zahlenwert. Er setzte die Werte n und m für verschiedene Gase ein und fand: „Man könnte somit zur Erklärung der Dichte, der Temperatur, der Helligkeit und der Horizontalrefraktion der Venusatmosphäre eine Zusammensetzung derselben aus Kohlensäure in den unteren Schichten und Wasserstoff in den oberen annehmen.“

Aus radiometrischen Messungen war von PETTIT und NICHOLSON sowie COBLENTZ und LAMPLAND die Temperatur auf der Nachtseite der Venus zu -23°C erhalten worden. Ausgehend von diesem Wert, der für hohe Atmosphärenschichten gilt, fand SCHOENBERG eine Temperatur von rund $+300^\circ\text{C}$ für die untere Grenze der Venusatmosphäre.

In der Ergänzung von 1933 [3] ging SCHOENBERG von einem besseren Wert für die Horizontalrefraktion und strengerer Rechnungen aus. Er fand dabei, daß die Venusatmosphäre ganz oder fast vollständig aus Kohlendioxid besteht. Er konnte dabei auf neue spektroskopische Untersuchungen von W. S. ADAMS und Th. DUNHAM hinweisen, deren Aufnahmen durch große Dispersion und Ausnutzung des Dopplereffekts eine Trennung der in der Venusatmosphäre entstandenen Linien von irdischen Linien erlaubten. Damit konnten spektroskopisch Kohlendioxid, aber weder Sauerstoff noch Wasserdampf in der Venusatmosphäre nachgewiesen werden. Nach den Angaben von SCHOENBERG schätzte R. WILD [4] die Kohlendioxidmenge in der Venusatmosphäre zu $1,5\text{ kg}$ über jeden cm^2 Bodenfläche. Er stellte fest: „... eine Kohlendioxidatmosphäre von solcher Mächtigkeit ist so undurchlässig für die Eigenstrahlung des Planeten, daß eine enorme Aufheizung der tieferen Schichten erfolgt.“

Die dichte Wolkendecke der Venus verhindert jede optische Beobachtung der Oberfläche. Radiostrahlen mit Wellenlängen von einigen Zentimetern durchdringen auch diese Wolkendecke; deshalb können radioastronomische Untersuchungen auf direkterem Weg als SCHOENBERGS Rechnungen Angaben über die Temperatur der Venusoberfläche liefern. Schon aus Messungen von Mai/Juni 1956 wurde so eine Oberflächentemperatur von $+300^\circ\text{C}$ gefunden [5].

Wissenschaftlicher Wert der Ergebnisse der sowjetischen Venussonden

Aus dem obigen kurzen Bericht über Veröffentlichungen, die alle vor den Flügen der sowjetischen Venussonden, meistens sogar erheblich früher, erschienen sind, geht hervor, daß die Ergebnisse von Venus 4 bis 6 für Fachleute nicht überraschend neu waren. Es wäre aber völlig falsch, wenn man daraus auf einen geringen wissenschaftlichen Wert dieser neuen Experimente schließen wollte. Den kurz referierten Arbeiten steht eine große Zahl von anderen gegenüber, in denen bis in die jüngste Zeit stark abweichende Vorstellungen über die Atmosphäre und die Oberfläche der Venus diskutiert und begründet wurden. Die optischen Beobachtungen erfassen ja nur den Teil der Venusatmosphäre über den undurchsichtigen Wolken und erlauben keine eindeutige Extrapolation. Eine klare Entscheidung über die Frage, welches der vielen diskutierten Modelle den wirklichen Verhältnissen am besten entspricht, war nur durch Messungen an Ort und Stelle zu erreichen. Die sowjetischen Experimente waren auf dieses wissenschaftliche Ziel, nicht auf sensationell neue Ergebnisse ausgerichtet.

Es könnte gefragt werden, ob es zweckmäßig war, drei Sonden mit praktisch gleichem Programm zur Venus zu schicken. Eine Antwort ergibt sich leicht, wenn wir einmal annehmen, es würden drei Meßsonden an Fallschirmen in der Erdatmosphäre niedergehen, die durch Funksignale vielseitige und genaue Informationen an ihren „Absender“ außerhalb der Erde übermitteln könnten. Eine dieser Sonden möge die Erdoberfläche in einer Wüste, die zweite in einem Ozean und die dritte auf einem Hochgebirge erreichen. Die drei Sonden würden sehr unterschiedliche Informationen über die Beschaffenheit der Erde übermitteln. Wenn nur die Ergebnisse einer Sonde vorlägen und als gültig für die ganze Erde betrachtet würden, ergäbe sich ein sehr falsches Bild. Die Summe der Informationen von allen drei Sonden käme dagegen den wirklichen Verhältnissen auf der Erde schon wesentlich näher. Unsere Kenntnisse über den schwer zu erforschenden Planeten Venus sind noch so gering, daß es durchaus richtig war, gleichartige Messungen von mehreren Sonden vornehmen zu lassen. Es war damit zu rechnen, daß die Unterschiede der Meßergebnisse weit über die durch Meßfehler zu erwartenden Grenzen hinausgehen würden. Das hat sich ja auch bestätigt. Wir dürfen nicht übersehen, daß bisher fast nur vorläufige Ergebnisse bekannt geworden sind.¹ Eine Gesamtauswer-

¹ Zu Ergebnissen von Venus 4 sind in Space Research IX (1969) Beiträge von sowjetischen Autoren erschienen.

tung der Meßergebnisse, die während des Fluges zur Venus und von den an Fallschirmen niedergegangenen Sonden erhalten wurden, bleibt abzuwarten.

Magnetfeld der Venus

Hier soll noch kurz auf die Frage nach einem Magnetfeld der Venus eingegangen werden. Als N. A. KOSYREV [6] 1954 das Vorkommen von Stickstoffemissionsbanden auf der Nachtseite der Venus nachweisen konnte, nahm er an, daß es sich um Leuchterscheinungen handelte, die den irdischen Polarlichtern vergleichbar sind. Dazu müßten also von der Sonne kommende Teilchen durch ein Magnetfeld der Venus so abgelenkt werden, daß sie auf der Nachtseite in die hohe Venusatmosphäre eindringen und dort Stickstoffmoleküle zum Leuchten anregen. Bei der Ähnlichkeit von Erde und Venus in bezug auf Durchmesser, Masse, mittlere Dichte und damit wohl auch inneren Aufbau lag es nahe, Magnetfelder von ähnlicher Stärke anzunehmen.

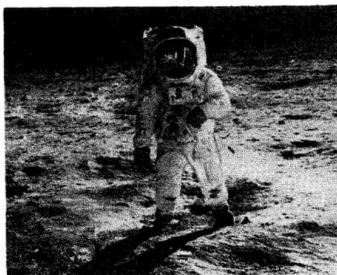
Bei den bisher durchgeführten Raumflügen zur Venus wurde aber festgestellt, daß Venus höchstens ein schwaches Magnetfeld besitzt, dessen Feldstärke unter der Nachweiskgrenze der mitgegebenen Magnetometer liegt.² Dieses Ergebnis ist verständlich, weil Venus nach Radarmessungen sehr langsam rotiert (Rotationsperiode rund 243 Tage). Neuere Untersuchungen über die Entstehung planetarer Magnetfelder – besonders genaue Rechnungen dazu haben M. STEENBECK und F. KRAUSE [7] durchgeführt – haben ergeben, daß ein starkes Magnetfeld nur bei genügend rascher Rotation auftritt.

(Der Planet Mars hat nach den Messungen der an ihm vorübergefliegenen Mariner-Sonden auch höchstens ein schwaches Magnetfeld. Als Grund läßt sich in diesem Fall der zu kleine Durchmesser angeben.)

Astronomische Ergebnisse der ersten Landung von Menschen auf dem Mond (Apollo 11)

Die Berichterstattung über die erste Landung von Astronauten auf dem Mond war vor allem konzentriert auf das Erlebnis der ungewohnten Umgebung und der geringen Schwerkerebeschleunigung für die Astronauten. Über die astronomischen Ergebnisse des Unternehmens liegen bisher nur vorläufige Berichte vor, z. B.

² Bei völligem Fehlen eines eigenen Magnetfeldes der Venus könnten geladene Teilchen des Sonnenwinds zeitweise durch interplanetare Magnetfelder auf der Nachtseite der Venus gelenkt werden und dort polarlichtähnliche Leuchtvorgänge erzeugen. Es müßte allerdings noch durch Abschätzungen geprüft werden, ob in diesem Fall die Stärke des Leuchtens so groß sein kann, wie sie KOSYREV beobachtet hat.



Astronaut ALDRIN auf dem Erdmond; im Vordergrund die Fußtapfen des Astronauten.

von H. PFAFFE [8]. Besonders wichtig ist die ausführliche Untersuchung der mitgebrachten Proben von Mondgestein in irdischen Laboratorien. Die Unterschiede gegenüber Material von der Erdoberfläche liegen vor allem in der Häufigkeit verschiedener chemischer Elemente. Der hohe Anteil von H, He, Ne, Ar, Kr und X kann auf die Bestrahlung der Mondoberfläche durch den Sonnenwind zurückgeführt werden. Die Untersuchung des Materials von der Mondoberfläche verspricht so Ergebnisse über die Sonne, die das Experiment, bei dem eine auf der Mondoberfläche aufgespannte Folie Teilchen des Sonnenwinds auffangen sollte, ergänzen können. Hauptsächlich sollen die Analysen zu einer Entscheidung der Frage führen, ob die Ringgebirge vulkanischen Ursprungs oder durch Meteoriteneinschläge entstanden sind. Wahrscheinlich war nicht nur eine dieser Ursachen wirksam. Außerdem werden die Ergebnisse als wichtiges neues Material zur Kosmogonie des Planetensystems dienen. Auch wenn die Untersuchungen schon abgeschlossen vorlägen, dürfte bei den Schlüssen daraus nicht vergessen werden, daß bisher nur Proben von einem winzigen Teil der Mondoberfläche vorliegen.

Mit dem auf der Mondoberfläche aufgestellten Seismometer wurden Bebenherde in Entfernungen von 430, 1770 und 3700 km vom Gerät festgestellt. Aus den Registrierungen wird geschlossen, daß der Mond im Inneren weniger homogen ist, als man vermutet hatte, sondern ähnlich wie die Erde verschiedene Schichten besitzt. Die äußere Mondrinde ist nach den vorläufigen Ergebnissen etwa 20 km dick. Das Gerät zur Reflexion von Laserstrahlen, das die Astronauten auf der Mondoberfläche aufgestellt haben, hat schon erfolgreiche Versuche zur

Messung der Mondentfernung mit Laserstrahlen ermöglicht. In diesem Fall wäre die Mitteilung vorläufiger Einzelergebnisse kaum von Wert.

Ergebnisse der Marssonden Mariner 6 und 7 (zum Teil nach [8])

Die Aufnahmen von Mariner 4 (1965) hatten nur knapp 1 Prozent der Marsoberfläche erfaßt. Die 200 Aufnahmen der neuen Marssonden, von denen die im Abstand von nur 3200 km von der Marsoberfläche erhaltenen die meisten Einzelheiten zeigen, sind also eine erwünschte Ergänzung. Außer Gebieten mit vielen Ringgebirgen sind Landschaften mit wenig Struktur und ein großes, stark zerklüftetes Gebiet zu erkennen. Die Aufnahmen zeigen auch ein Gebirge, das sich 13 km über eine angrenzende Ebene erhebt. Da auf dem Mars keine Meere vorkommen, ist die angegebene Höhe mit dem Niveauunterschied zwischen einem Hochgebirge und einem Ozeanboden auf der Erde zu vergleichen. Spektroskopisch wurde Kieselsäure, der Hauptbestandteil von Sand, nachgewiesen. Wasser in flüssiger Form wurde nicht gefunden.

Die Marsatmosphäre unterscheidet sich nach den neuen Meßdaten in ihrer chemischen Zusammensetzung erheblich von der Erdatmosphäre. Mit den Ultraviolett-Spektrometern wurde kein Stickstoff gefunden, sondern die schon früher nachgewiesenen Bestandteile CO_2 , CO und O. Auch die Wasserstofflinie $\text{L}\alpha$ tritt auf.

Die Registrierung des Infrarot-Radiometers ergab Mittagstemperaturen von $+16^\circ\text{C}$ und Nachttemperaturen von -73°C für äquatornahe Gebiete in guter Übereinstimmung mit Ergebnissen früherer radiometrischer Messungen von der Erde aus. Dunkle Gebiete auf Mars sind wärmer als helle. Die Südpolar- kappe hat nach den Messungen von Mariner 7 eine minimale Temperatur von -123°C , was etwa dem Gefrierpunkt von CO_2 unter dem auf der Marsoberfläche herrschenden Druck entspricht.

Zum Gruppenflug von Sojus 6 bis 8

Das große sowjetische Weltraumunternehmen, bei dem gleichzeitig drei Raumschiffe die Erde umkreisten, diente in erster Linie technischen Erprobungen. Es war ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Schaffung von Orbitalstationen, verbunden mit Vorarbeiten zur wirtschaftlichen Nutzung der besonderen Verhältnisse im Weltraum (Hochvakuum, Schwerelosigkeit).

Den Berichten ist zu entnehmen, daß mindestens zu einer der astronomischen Aufgaben von Raumstationen schon Probemessungen durchgeführt wurden, nämlich zur Messung von Sternhelligkeiten. Die wissenschaftliche Bedeutung photometrischer Beobachtungen außerhalb der Erdatmosphäre läßt sich kurz erläutern. Die Leuchtkraft eines Sterns charakterisiert seine Gesamtausstrahlung in allen Wellenlängen. Sie ergibt sich also aus der absoluten bolometrischen Helligkeit, die bei bekannter Entfernung aus der scheinbaren bolometrischen Helligkeit berechnet werden kann. Mit Messungen auf dem Erdboden kann aber nur der von der Erdatmosphäre durchgelassene Wellenlängenbereich erfaßt werden. Um auf die bolometrische Helligkeit zu kommen, muß der Betrag der in der Atmosphäre absorbierten Strahlung in sehr kurzen und in langen Wellen rechnerisch ergänzt werden. Dazu braucht man die theoretisch erschlossene Energieverteilung in den nicht erfaßten Bereichen. Die Größe der Korrekturen und auch ihre Unsicherheit wachsen nach den sehr heißen und nach den sehr kühlen Sternen hin.

Helligkeitsmessungen außerhalb der Erdatmosphäre können bolometrische Helligkeiten ohne diese Unsicherheiten liefern. Dabei gefundene Unterschiede zwischen theoretisch erwarteter und tatsächlicher Energieverteilung werden Ausgangspunkt zur Ergänzung der Kenntnisse über Sternatmosphären sein.

Literatur

- [1] REMANE, K.-H.: *Ergebnisse und Vermutungen über die Oberfläche und Atmosphäre der Venus*. *Astronomie in der Schule* 6 (1969) 4, S. 95.
- [2] SCHOENBERG, E.: *Untersuchungen über die Atmosphäre des Planeten Venus*. *Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften Phys.-math. Kl.* 21 (1931), S. 383.
- [3] SCHOENBERG, E.: *Die Refraktions- und Diffusionskonstante der Venusatmosphäre*. *Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften Phys.-math. Kl.* 23 (1933), S. 50.
- [4] WILDT, R.: *Ozon und Sauerstoff in den Planetenatmosphären*. *Veröffentlichungen der Universitäts-Sternwarte Göttingen* 3 (1934), Heft 38.
- [5] MAYER, C. H., McCULLOUGH, T. P., SLOANAKER, R. M.: *Observations of Venus at 3.15-cm Wave Length*. *Astrophys. J.* 127 (1958) 1, S. 1.
- [6] KOSYREV, N. A.: *Über das Leuchten des Nachthimmels der Venus*. (russ.) *Mitt. Astrophys. Observatorium Krim* 12 (1954), S. 169.
- [7] STEENBECK, M., KRAUSE, F.: *Zur Dynamiktheorie stellarer und planetarer Magnetfelder. II. Berechnung planetenähnlicher Gleichfeldgeneratoren*. *Astronomische Nachrichten* 291 (1969), S. 271.
- [8] PFAFFE, H.: *Die Rätsel von Mond und Mars*. *Aerosport* 10/1969, S. 430.

Anschrift des Verfassers:

Dr. habil. OTTO GÜNTHER,
15 Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium

Zur Aktualisierung des Lehrstoffes im Astronomieunterricht

Der Autor beschäftigt sich mit einigen Komponenten der Aktualisierung des Lehrstoffes im Fach Astronomie. Die Ausführungen geben Anregungen, um die Forderungen des Lehrplans und der Aufgabenstellung zur staatsbürgerlichen Erziehung der Schulpupile nach einer aktuellen Unterrichtsgestaltung zu verwirklichen.

1. Aktualität als Komponente der Anschaulichkeit

Bei der Einführung neuen Stoffes gilt die Forderung nach Anschaulichkeit im Unterricht der allgemeinbildenden Schule als unabdingbar. Es ist jedoch kaum möglich, allgemeingültige Kriterien dafür aufzufinden, wie Anschaulichkeit erzielt werden kann. Ob die Schüler einen Sachverhalt als anschaulich empfinden, hängt vielmehr sehr stark von ihrem Alter, ihrem bereits vorhandenen Wissen und Können und auch vom Unterrichtsfach ab. Darüber hinaus bedeutet Anschaulichkeit auch einen wichtigen Anreiz für die Beschäftigung mit dem Lehrstoff über die Unterrichtsstunde hinaus.

Im Astronomieunterricht wird Anschaulichkeit angestrebt durch Beobachtungen an der Realität, Demonstrationen an Modellen und Bildern, Selbsttätigkeit der Schüler, Verbindungen zu anderen Unterrichtsfächern, Modellvorstellungen und durch Vergleiche. Aber auch die Aktualität eines Ereignisses oder einer Erkenntnis gehört zu diesen Komponenten der Anschaulichkeit – wie übrigens auch die verbale Erarbeitung des Stoffes unter Bezugnahme auf bereits vorhandene Anschauung. (Ein fesselnder Lehrervortrag kann viel anschaulicherer Unterricht sein, als eine schlecht organisierte Fernrohrbeobachtung!) Bei aktuellen Problemen rechnet der Lehrer von vornherein mit einer gesteigerten Aufnahmebereitschaft der Schüler; das Ereignis ist für sie nicht fern oder „historisch“, sondern hat Bezug zur selbst erlebten Gegenwart. In diesem Zusammenhang heißt „aktuell“:

1. vor kurzem entdeckt (z. B. die physikalischen Verhältnisse auf dem Planeten Venus, Quasare, Pulsare); oder
2. gegenwärtig – z. B. im betreffenden Monat – bedeutungsvoll (z. B. Finsternisse, astronomische Ereignisse; hierzu gehört auch die politische Aktualität eines Ereignisses); oder
3. vor kurzem erfahren (und zwar aus der Sicht des Schülers – eine vom Schüler im Unterricht kürzlich gewonnene Erkenntnis).

Während die beiden erstgenannten Beziehun-

gen *objektiv aktuell* sind, besitzt die im letzten Fall dargestellte Erfahrung eine *subjektive Aktualität* für den einzelnen Schüler. Sie ist daher vom Lehrer weit schwieriger planbar. Objektive Aktualitäten lassen sich dagegen in jedem Falle nutzen; die Forderung nach Anschaulichkeit schließt auch die Forderung ein, sie in vernünftigem Maße in den Unterricht einzubeziehen.

2. Methodische Varianten

2.1. Neue Ergebnisse der Fachwissenschaft

Neue Ergebnisse der Fachwissenschaft, soweit sie Beziehung zum Lehrplanstoff besitzen und in einer für die Schüler verständlichen Art und Weise dargestellt werden können (auch hierfür ist das bereits vorhandene Wissen und Können der Schüler ein ganz wesentliches Kriterium), bilden oftmals einen außerordentlich günstigen „Einstieg“ in eine neue Stoffeinheit. Sie erfüllen somit eine Motivationsfunktion für das zu erwerbende astronomische Grundwissen, obwohl sie i. a. nur als Informations- (Ergänzungs-)wissen gelten können. Dieser Tatbestand ist sehr bedeutungsvoll, weil uns im Astronomieunterricht nur ganz wenige utilitaristische – durch Nützlichkeits-erwägungen bestimmte – Motivationen zur Verfügung stehen. Aber auch im laufenden Unterrichtsgang dienen aktuelle Fakten als belebende Impulse und zeigen den Schülern, daß die astronomische Wissenschaft kein fertiger, in sich und nach außen abgeschlossener Komplex ist.

An dieser Stelle wird für unsere Zeitschrift „Astronomie in der Schule“ eine wichtige Aufgabe erkennbar. Sie besteht in der kurzfristigen Mitteilung und in der methodischen Aufbereitung neuer astronomischer Erkenntnisse, die geeignet sind, in der beschriebenen Weise in den Unterricht einzufließen. Zur Aufbereitung gehört auch die Bestimmung des Lehrplanbezugs und eine Wertung, welche didaktische Funktion die Einzelinformation im Unterrichtsprozeß erfüllen kann. Dabei wird sich zeigen, daß durchaus nicht jede neue fachwissenschaftliche Erkenntnis im Unterricht von Nutzen ist. Für viele Informationen macht sich außerdem neben der didaktischen eine politische Wertung erforderlich; dies gilt z. B. für die meisten astronomischen Aktualitäten. Daß hierbei der erzieherische Aspekt Vorrang

vor dem Aspekt der reinen Wissensvermittlung erhalten muß, ist wohl selbstverständlich. Neben der unterrichtlichen Nutzung aktueller Informationen durch den Lehrer ist aber auch eine zweite Möglichkeit zu betrachten:

Aktualisierung als Schülertätigkeit. Sie kann z. B. in der Auswertung populärwissenschaftlicher Zeitschriften (Urania, Wissenschaft und Fortschritt u. a.) geschehen, also als kurz- oder langfristige Hausarbeit. Wichtig ist dabei, daß diese Arbeit nicht Selbstzweck bleibt. Sie muß in den Unterricht einbezogen werden. Die Einbeziehung ist aber nur möglich, wenn diese Art Arbeiten einen hinreichenden Vorlauf zum Unterrichtsgang besitzen. Sie haben daher ihren Platz in der langfristigen Planung der Bildungs- und Erziehungsabsichten.

2.2. Aktuelle Daten

Während neue Entdeckungen der Fachastronomie und Raumfahrt ereignisse vom Astronomielehrer kaum vorausszusehen sind, haben die aktuellen astronomischen Daten für das laufende Schuljahr den großen Vorteil, daß sie bereits zu Beginn des Schuljahres bekannt und damit fest planbar sind.

2.2.1. Kalendarische Angaben zum laufenden Jahr

Hierzu zählen z. B. die Daten für Aphel und Perihel der Erdbahn. Die Tatsache, daß die Temperaturunterschiede der Jahreszeiten nicht auf die unterschiedliche Entfernung der Erde von der Sonne zurückzuführen sind, wird den Schülern sehr viel eindrucksvoller, wenn der Lehrer statt allgemeiner Angaben („Perihel im Winter“) das genaue Datum für das betreffende Schuljahr (1969/70: 1. 1. 1970, 22^h MEZ) nennen kann. Daran läßt sich eine einfache Denkaufgabe anschließen: „An welchem Tage im Schuljahr 1969/70 ist der scheinbare Durchmesser der Sonne am größten?“ – womit im Grunde nichts Neues gebracht, aber Bekanntes gefestigt und das Denken geübt wird.

Aus der Kenntnis der Zeitpunkte für die Tag- und Nachtgleichen und die Sonnenwenden kann man entnehmen, wieviel Tage, Stunden und Minuten jede einzelne Jahreszeit dauert (Schülerarbeit, Hausaufgabe!). Im Schuljahr 1969/70 ergeben sich z. B. für den Herbst 89 d 19 h 37 min, für den Winter 89 d 0 h 13 min, für den Frühling 92 d 18 h 46 min und für den Sommer 93 d 15 h 17 min. Im Ergebnis dieser Auszählung zeigt sich die Gültigkeit des 2. KEPLERschen Gesetzes; wegen der in Sonnennähe schnelleren Umlaufbewegung der Erde muß der (Nord-) Winter die kürzeste Jahreszeit sein!

2.2.2. Daten über den Mond

Die Dauer eines synodischen Monats wird meist nur vom Lehrer mitgeteilt. Es dürfte aber zumindest für interessierte Schüler eine reizvolle Aufgabe sein, diesen Wert zu Hause anhand einiger Vollmonddaten nachzurechnen. Sie erkennen dabei auch, daß die im Lehrbuch angegebene Dauer von 29,53059 Tagen (29 d 12 h 44 min) ein Mittelwert aus sehr vielen Mondumläufen ist. So ergibt sich z. B. im Frühjahr 1970:

Vollmond am	Dauer des syn. Monats
21. 2. 1970 9h19min	
23. 3. 1970 2h53min	29 d 17 h 34 min
21. 4. 1970 17h21min	29 d 14 h 28 min
21. 5. 1970 4h38min	29 d 11 h 17 min
19. 6. 1970 13h28min	29 d 8 h 50 min

- Die tägliche Ortsveränderung des Mondes – relativ zu den Umgebungsternen – läßt sich ebenfalls eindrucksvoll an einem aktuellen Beispiel zeigen. Die Schüler erhalten für einen Tag, an dem sie den Mond auch beobachten können, die Ephemeriden des Mondes in Form einer Tabelle:

Uhrzeit in Abständen von je 4 h	Rektaszension	Deklination

In die „Arbeitskarte der Tierkreiszone“ eingetragen, ergibt sich ein Stück Mondbahn, dessen Länge mittels der Deklinationsteilung zu reichlich 13° bestimmt werden kann. Daß die Rechnung stimmt, davon werden und sollen sich die Schüler bei klarem Himmel selbst überzeugen.

Selbstverständlich gehören die Finsternisse zum klassischen Programm der Aktualisierung des Astronomieunterrichts. Es wird wohl kaum einen Astronomielehrer geben, der nicht ein solches bei uns beobachtbares Ereignis im Unterricht behandelt, auch wenn der Zeitpunkt nicht der langfristigen Planung entspricht.

Weniger als Neuerarbeitung von Lehrstoff als vielmehr zur Anregung reizvoller Beobachtungen durch die Schüler lassen sich auch Angaben über nahe Vorübergänge des Mondes an hellen Planeten in die Aktualisierung des Unterrichts einbeziehen. Für die ersten Monate des Jahres 1970 könnten diese Hinweise z. B. lauten:

Datum und Uhrzeit des kleinsten Abstandes	Planet	Der Mond steht	Die Erscheinung ist beobachtbar
12. 1. 1970 5h MEZ	Mars	1,0° nördl.	am 11. u. 12. 1. abends
10. 2. 1970 4h MEZ	Mars	3,0° nördl.	am 9. 2. abends
7. 4. 1970 10h MEZ	Merkur	3,0° nördl.	am 6. u. 7. 4. kurz nach Sonnenuntergang
6. 6. 1970 23h MEZ	Venus	2,0° nördl.	am 6. 6. abends
7. 7. 1970 7h MEZ	Venus	0,9° nördl.	am 6. u. 7. 7. abends

Vorübergänge mit mehr als 3° kleinstem Abstand sind weniger eindrucksvoll und sollten daher keine Berücksichtigung finden.

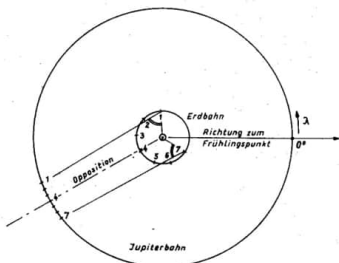
2.2.3. Daten über die hellen Planeten

Strenggenommen gehören hierzu auch die im letzten Absatz genannten Hinweise, die ungeübten Schülern das selbständige Auffinden der Planeten sehr erleichtern. Darüber hinaus sollte bei der Behandlung der hellen Planeten stets derjenige im Mittelpunkt stehen, der zu dieser Zeit gut sichtbar ist. Es lohnt sich, hierbei eine Akzentverschiebung zu wagen und die anderen Planeten kursorisch zu behandeln, falls nicht durch spektakuläre Entdeckungen, z. B. in der Astronautik, das allgemeine Interesse für einen anderen Planeten größer ist. Eine weitere Gelegenheit für die Aktualisierung des Unterrichts besteht in der Verwendung von Planetenephemeriden zur Darstellung der wahren Bewegungen. (Diese Arbeit sollte aber als vorlaufende Hausaufgabe angesehen werden.) So kann man z. B. bei Kenntnissen der heliozentrischen Längen von Erde und Jupiter auf dessen Sichtbarkeit schließen:

Stellung	Datum	heliozentrische Länge	
		des Jupiter	der Erde
1	25. 12. 1969	202°	93°
2	3. 2. 1970	205°	134°
3	15. 3. 1970	208°	174°
4	24. 4. 1970	211°	213°
5	3. 6. 1970	214°	252°
6	13. 7. 1970	217°	290°
7	22. 8. 1970	220°	328°

Die Auswertung dieser Tabelle geht aus der Abb. hervor. Im Unterricht läßt sich die in häuslicher Arbeit anzufertigende Zeichnung schnell deuten: Verbindet man in Stellung 1 die Erde mit Sonne und Jupiter, so erkennt man, daß zu dieser Zeit der Riesenplanet rechts der Sonne steht, also vor ihr auf- und untergeht. Er wird demnach vor Sonnenaufgang am Osthimmel zu beobachten sein. In Stellung 7 ergibt sich die entgegengesetzte Situation, dazwischen

liegt nahe der Stellung 4 die Opposition. An einem durch Beobachtung nachprüfaren Beispiel erhalten die Schüler somit eine Erklärung



für die unterschiedlichen Sichtbarkeitsbedingungen. (Daß sich an dieser Skizze auch die Rückläufigkeit des Jupiters zeigen läßt, sei nur am Rande erwähnt.)

2.3. Schülerbeobachtungen

Subjektiv aktuell sind neben anderen Erkenntnissen auch die, welche aus zeitlich nicht allzu weit zurückliegenden Schülerbeobachtungen resultieren. Der Grad der Anschaulichkeit (vgl. Abschnitt 1) ist dabei, weil die realen Objekte beobachtet wurden, besonders hoch. Damit dieses Positivum aber wirklich genutzt wird, genügt es nicht, die Beobachtungen einfach nur durchzuführen. Ebenso wichtig ist ihre Auswertung, d. h. die Einbeziehung der in der Beobachtung aktuell gewordenen Tatsachen und Zusammenhänge in den Unterricht. Die damit verbundenen Fragen sind gegenwärtig noch nicht in befriedigendem Maße gelöst.¹

Sicher ist bereits die wiederholte Erwähnung von Beobachtungsergebnissen im Unterricht eine Form der Auswertung. Sie kann, wenn sie nicht sporadisch, als momentaner Einfall des Lehrers oder eines Schülers, erfolgt, durchaus zur Festigung des Wissens beitragen.

Die Schüler erfahren, daß durch die Beobachtungen die Herausbildung bestimmter Kenntnisse und Erkenntnisse gestützt wird; sie gewöhnen sich daran, die Beobachtung als Teil des Unterrichts zu betrachten.

Noch wertvoller ist der zusammenhängende Bericht eines Schülers über die Beobachtungsergebnisse. Er kann ebenso planmäßig in den Unterricht eingebaut werden und die Erarbeitung vertiefen. Korrekturen und Ergänzungen

¹ vgl. SCHUKOWSKI, M., in „Astronomie in der Schule“, 6 (1969) 6, 115/116.

durch andere Schüler sind möglich; sie bilden eine wertvolle Bereicherung des Unterrichtsgesprächs. Ebenfalls zum Unterrichtsgespräch gehört der Vergleich zwischen der Beobachtung und den Aussagen des Lehrbuchs zum betreffenden Thema. Schließlich kann auch als Hausarbeit, eventuell sogar als Jahresarbeit für ein kleines Schülerkollektiv, eine Ausarbeitung über ein Unterrichtsthema anhand der vorliegenden Beobachtungsergebnisse verlangt werden.

3. Schlußbemerkung

Wie die meisten Überlegungen zur Methodik unseres Faches gehen auch die vorstehenden Ausführungen davon aus, daß nicht jeder Lehrer alles für seinen Unterricht übernehmen kann. Er muß selbst eine für ihn und die Klasse praktikable Auswahl treffen. Dabei werden auch Schwierigkeiten auftreten, z. B. bei den unter 2.2. mitgeteilten Möglichkeiten. Zwar ist aus AHNERT, „Kalender für Sternfreunde“, das benötigte Material für die ersten Monate des Schuljahres zu entnehmen; da aber der Kalender für das folgende Jahr erst im

November oder Dezember erscheint, fehlen zunächst alle Angaben für die Monate Januar bis Juli. Man kann sich helfen, indem man auf das sowjetische astronomische Jahrbuch zurückgreift, das in wissenschaftlichen Bibliotheken vorhanden ist.² Eine bessere (und vor allem bequemere) Lösung dieses Problems wäre die Veröffentlichung der interessierenden Daten in der Zeitschrift „Astronomie in der Schule“. Es würde sich sicher auch lohnen, dem künftigen Lehrbuch eine jährlich wechselnde aktuelle Beilage anzufügen, so daß alle Schüler in den Besitz des Materials kämen. Hier bleibt also noch einiges zu tun: Indes darf nicht übersehen werden, daß Aktualisierung auch ohne Hilfestellung von zentraler Stelle möglich und notwendig ist. Der moderne Astronomieunterricht sollte auf sie nicht verzichten!

² Astronomičeskij Ešegodnik. Erscheint auf etwa drei Jahre voraus.

Anschrift des Verfassers:

Dr. KLAUS LINDNER
7024 Leipzig, Grunickestraße 7

HEINZ TAUSCHER

Astronomische Schülerbeobachtungen in gleicher Front

Der folgende Beitrag erläutert, wie man mit Hilfe der Herstellung und Anwendung einfacher Meßgeräte für alle Schüler das Erfolgserlebnis bei astronomischen Beobachtungen schaffen kann.

In unserer Schule werden die Schüler aus vier verschiedenen Ortschaften unterrichtet.

Diese mehrmals im Jahr am Abend zentral zusammenzufassen, hat sich in den vergangenen Jahren aus unterschiedlichen Gründen (schlechter Zustand der Straßen, große Entfernung, keine zuverlässige Möglichkeit der Benachrichtigung bei Witterungsumschlag, uneinheitlicher Stundenplan durch verschiedene UTP-Gruppen, außerschulische Verpflichtungen von Lehrern und Schülern usw.) als nicht durchführbar erwiesen.

Es ist erforderlich, daß jeder Schüler in die Lage versetzt wird, seine Beobachtungen nach einer entsprechenden Anleitung selbst und in seinem Heimatort durchzuführen. Daher muß jeder Schüler mit einem einfachen Handwerkszeug ausgerüstet sein, mit dem vergleichbare Beobachtungsergebnisse erzielt werden können.

Was aber steht unseren Schülern eigentlich an Arbeitsmitteln für den Astronomieunterricht zur Verfügung? Neben dem Lehrbuch,

das in seiner jetzigen Form für ein selbständiges Arbeiten nur bedingt brauchbar ist, besitzt jeder Schüler eine Zahlentafel, den Rechenstab und eine Sternkarte, die allerdings vielseitige Anwendungsmöglichkeiten gestattet. Nicht alle Schüler haben Feldstecher oder Operngläser zur Verfügung. Es lassen sich aber einfachste Geräte selbst herstellen. So haben bisher in allen 10. Klassen einige Schüler Pendelquadranten gebaut, die sie nach ihrem Abgang der Schule überließen. Mit ihnen kann ich jetzt fast eine gesamte Klasse für gemeinsame Unterweisungen ausrüsten. Für Winkelmessungen in der Horizontebene werden die handelsüblichen Winkelmesser verwendet, die vielleicht noch auf feste Unterlagen montiert und mit einer Visiereinrichtung versehen werden können; aber auch ein Kompaß genügt durchaus.

Unsere Schüler brauchen das Erfolgserlebnis, daß ihnen durch die unkomplizierte Anwendung dieser Geräte verschafft wird. Solange nicht jeder selbst tätig sein kann, versteckt sich ein Teil der Klasse hinter den geistig beweglicheren Schülern. Indessen befähigt gerade die langsamen Denker eine eigene Lei-

stung ungemein und führt sie leichter an die Bewältigung schwieriger Themen des Astronomieunterrichts heran.

Die bisher gegebenen Bauanleitungen für Behelfstheodolite sind noch zu umständlich, als daß sie von jedem Schüler in kürzester Zeit gebaut werden könnten. Ich lasse daher von meinen Schülern einfachste Hilfsmittel anfertigen, die sich schon bei der Behandlung des Horizontsystems als sehr nützlich erweisen.

a) Einfache Orientierungshilfe

Eine kreisrunde Pappe von etwa 16 cm Durchmesser ist vorbereitet, die Haupt- und Nebenhimmelsrichtungen sind eingetragen. Gemeinsam wird diese Pappscheibe eingenordet. Da-

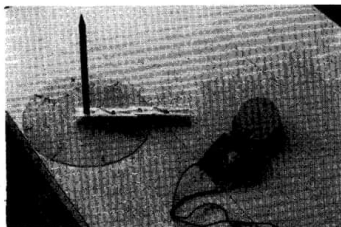


Abb. 1:
Horizontsystem - Azimutalscheibe, eingenordet.

bei empfiehlt es sich, ein weiter von der Schule gelegenes und aus dem Fenster sichtbares Objekt als verbindliche Nordrichtung festzulegen oder eine Stelle auf der Bank einheitlich als Nordrichtung zu benennen. Nachdem die gemeinsame Einnordung erfolgt ist, wird - ausgehend von der scheinbaren Sonnenbahn und der Kulmination der Sonne im

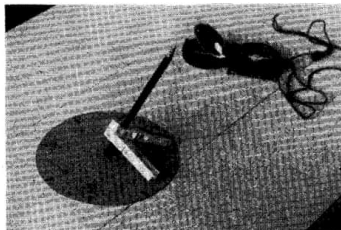


Abb. 2: Horizontsystem - Kulminationshöhe der Sonne am 21. 6.

Süden - die Zählweise des Azimuts erarbeitet; dabei ist die Gradeinteilung auf der Pappscheibe zu vermerken. Nachdem die Zählweise festgehalten ist, wird die Vertikaleinteilung erläutert. Ein in der Mitte der Pappscheibe senkrecht aufgestellter Bleistift, der durch zwei leicht zu beschaffende und kostengünstig unerhebliche Wäscheklammern festgehalten wird, weist zum Zenit. Die auf der Sternkarte gefundenen oder lediglich nach Azimut und Höhe für eine bestimmte Zeit angegebenen Objekte lassen sich jetzt auf der angenommenen Himmelskugel mit Hilfe der einfachen Aufstelluvorrichtung durch den Bleistift leicht anpeilen - und der Lehrer hat sofort eine Kontrolle, ob die Objekte in der richtigen Höhe und Richtung gesucht werden. Auf eine Skala für die 90° Höhe kann verzichtet werden.

b) Beobachtung des Tagesgestirns

Zur Bestimmung der Mittagshöhe der Sonne sind lediglich ein Schattenstab von 1 m Länge und ein Gliedemaßstab bzw. ein Wandtafel-lineal nötig. Da die Schüler zu dieser Zeit meist in der Schule sind, lassen sich die Messungen in der Mittagspause von einzelnen Schülern auf dem Schulhof durchführen.

Durch die bekannte Beziehung $\tan h = \frac{1}{s}$, wobei 1 die Länge des Schattenstabes und s die Schattenlänge ist, wird die Höhe rasch ermittelt.

Erfolgt die Bestimmung der Mittagshöhe über längere Zeiträume hinweg, kann als Ergebnis die Bahn der Sonne graphisch dargestellt werden und so zum besseren Verständnis einfacher Vorgänge in der Himmelsmechanik beitragen. Evtl. läßt sich die in nachfolgendem Diagramm

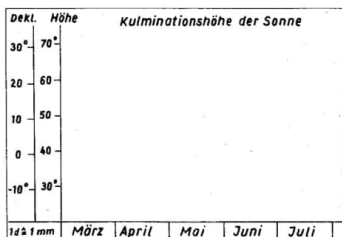


Abb. 3: Vorlage zur Eintragung der Kulminationshöhe des Tagesgestirns.

vorgegebene Deklination für den jeweiligen Tag errechnen.

Benutzt man die bereits erwähnten Wäscheklammern, einen Bleistift und das Reißbrett, auf dem ein Blatt Zeichenpapier befestigt ist, so kann man die Sonnenhöhe in gleicher Front bestimmen lassen. Die Bleistifte, durch die Klammern senkrecht festgehalten, werfen, da von unterschiedlicher Länge, unterschiedliche Schattenlängen ergeben. Wenn die Schüler auf Millimeter genau messen, lassen sich durch die gewonnenen Mittelwerte ebenfalls recht gute Ergebnisse erzielen.

c) Die scheinbare Bewegung des Fixsternhimmels

Um die scheinbare Bewegung des Sternhimmels nachzuweisen, genügt eine relativ kurze Zeitspanne. Dazu wird ein beliebiger Stern in der Nähe des Himmelsäquators ausgewählt, den man an irgendeinem auffälligen Objekt aus der näheren Umgebung des Beobachtungs-ortes „aufsitzen“ läßt. Vom Auge des Beobachters über die angenommene Markierung hinweg bis zu dem Stern muß eine Visierlinie zustande kommen, die nach einer bestimmten Zeit wieder genauso eingenommen werden kann. Eine Wäscheklammer als „Kimme“ an eine Zaunlatte, einen Zweig, an das Fenster o. ä. geklemmt (evtl. Bleistift und Klammer mit einem Gummi befestigt), den weiter entfernten Gegenstand als „Korn“ benutzend, läßt sich ein Stern recht gut anvisieren. Am vorteilhaftesten würde sich der westliche Gürtelstern des Orion eignen, der fast auf dem Himmelsäquator liegt und damit die größte Bewegung im gleichen Beobachtungszeitraum aufweist. Wenn der Beobachter seine Position nach 20 Minuten wieder einnimmt und den Abstand mißt, den der Stern inzwischen in westlicher Richtung zurückgelegt hat, müßte sich ein Winkelabstand von 5 Grad ergeben. Diese Beobachtung mit kleineren Schülergruppen durchgeführt, hat relativ gute Ergebnisse gezeigt. Aber auch eine selbständige Beobachtung durch die Schüler läßt sich gut beurteilen, wenn man die entsprechende Situation des Horizontblicks am Südhimmel durch die Schüler zeichnen läßt und ihre Angaben vergleicht.

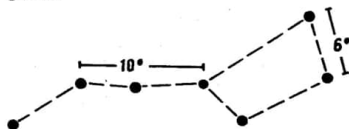


Abb. 4: Schätzen der Winkelabstände einiger Sterne des Großen Wagens.

d) Vergleichendes Schätzen von Winkelabständen zwischen den Gestirnen

Zur Auffindung bestimmter Objekte am Sternhimmel und zur vorteilhaften Einteilung der Himmelskugel ist es notwendig, daß das Entfernungsschätzen in Winkelabständen geübt wird. Manche Empfehlungen gibt es, die ein rasches Abschätzen der Entfernungen ermöglichen. Am Großen Wagen können zwei Normstrecken zum vergleichenden Schätzen genutzt werden, wie aus der Skizze ersichtlich ist. Mit Hilfe der geballten Faust läßt sich über die Knöchel ein Abstand von 8° , 6° und von 3° schätzen. Bei der Peilung über die gespreizten Finger der vertikal ausgestreckten Hand ist zwischen kleinem Finger und Daumen ein Winkelabstand von etwa 20° zu erfassen möglich. Der scheinbare Monddurchmesser beträgt $0,5$ Grad.

Um aus einer Vielzahl von Schätzungsergebnissen der Schüler bessere Vergleichswerte zu erhalten, ist natürlich ein verbindliches Verfahren zur Schätzung von Winkelabständen von Vorteil. Die bereits genannte Methode mit Bleistift und Wäscheklammer eignet sich dafür recht gut.

Es kann von allen Schülern verlangt werden, daß sie die Standorte der hellen Planeten aufsuchen, ihre Winkelabstände zu bekannten Fixsternen messen und die Ergebnisse ihrer Beobachtungen in eine Arbeitskarte eintragen. Vielleicht läßt sich die Standortänderung über einen gewissen Zeitraum verfolgen. Die Festlegung einer scheinbaren Bahn eines Planeten ist nur von besonders interessierten Schülern zu erwarten. Wenn eine Schleife oder s-förmige Rückläufigkeit im Beobachtungszeitraum liegt, so ist die Aussicht auf größere Beteiligung an solchen Sonderaufgaben natürlich entsprechend. Auf jeden Fall sollte ein Beispiel für die Darstellungsweise des Bahnverlaufs zum Aushang kommen, damit die Zögernden zu selbständiger Arbeit ermutigt, zumindest aber die Teilnahme und das Interesse aller Schüler an dem Beobachtungsvorhaben erreicht werden.

Die Aufzeichnungen von Zusammenkünften heller Gestirne mit Angabe entsprechender Winkelabstände sind dagegen für alle Schüler verbindlich.

e) Einsatz des Arbeitsblattes

Um Gewißheit über die selbständige Beobachtungsarbeit der Schüler zu erlangen und um ihnen gleichzeitig eine Anleitung zu systematischen Niederschriften der Beobachtungsergebnisse zu geben, ist die Verwendung eines

Arbeitsblattes für das Messen von Winkelabständen, den Vergleich von scheinbaren Sternhöhen und einiger anderer selbständig zu lösender Schüleraufgaben vorteilhaft.

Es sollte so angelegt werden, daß die Kontroll- und Korrekturarbeit des Lehrers nur ein Minimum an Zeit beansprucht. Das Arbeitsblatt verlangt neben Einheitlichkeit im Format eine Übersichtlichkeit, die auch Vergleiche von Ergebnissen in kürzester Zeit gestattet. Gewiß erfordert die Anfertigung von Arbeitsblättern einigen Zeitaufwand. Die Ergebnisse reichten jedoch dieses Bemühen, und im Hinblick auf die Unterrichtsarbeit zahlt sich ihr Einsatz in jedem Falle aus.

Schlußbemerkung

Mit den hier niedergelegten Gedanken sind die Möglichkeiten für Schülerbeobachtungen in gleicher Front gewiß nicht erschöpft. Ich bin mir dessen bewußt, daß an zahlreichen Schulen in ähnlicher Weise gearbeitet wird, an vielen mit besseren Möglichkeiten.

Worum es mir geht, und was ich in diesen Ausführungen darzustellen bemüht war, ist der Versuch einer Systematisierung und Präzisierung für die Aufgabenstellung an unsere Schüler im Astronomieunterricht auf der Grundlage einfacher und an jeder Schule vorhandener oder zu schaffender Einrichtungen bei minimalen Kosten für die Schüler und unerheblichem Zeitaufwand.

Ich bin der Ansicht, daß die Vermittlung astronomischer Kenntnisse, wenn sie schon nicht nur Sache einiger weniger Interessierter in Arbeitsgemeinschaften ist, sondern auf breiter Basis für alle Schüler erfolgen soll, einen Unterricht verlangt, der sich an jeden wendet, der die Mitarbeit eines jeden erfordert und dadurch zur gemeinsamen Freude am Entdecken und am Erforschen unseres gestirnten Himmels wird. Allen unserer Erziehung anvertrauten jungen Menschen muß ein wissenschaftliches Weltbild erschlossen werden.

Anschrift des Verfassers:

HEINZ TAUSCHER,
8103 Ottendorf-Okrilla, Talstraße 12

INFORMATIONEN

● Frühanalysen der Mariner-6- und -7-Mission

Die ersten kontrastverstärkten Bildversionen sowie detaillierte Analysen der vorjährigen Mariner-Marsmission wurden kürzlich vom Jet Propulsion Laboratory der internationalen Marsforschung zugänglich gemacht.

Beide Marssonden erhielten neben umfangreichen Atmosphärenmessungen 200 Oberflächenphotographien, die sich in Global- und Nahaufnahmen unterteilten. Die Globalaufnahmen vom Mars werden zur Zeit zur Konstruktion einer neuen Oberflächenkarte benutzt, wobei erstmals Bodendetails unter 50 km Durchmesser einer exakten kartographischen Erfassung unterliegen werden. Entgegen den ersten Analysen wurden auf nahezu allen Globalaufnahmen atmosphärische Phänomene erkannt. Neben Dünst- und Nebelschneidungen über polaren Regionen wurden verschiedene Wolkenkomplexe bis zu 200 km Größe über mittleren und äquatorialen Breiten identifiziert. Die Atmosphärenmessungen geben aber zu erkennen, daß sie nicht aus Wassereispartikeln gebildet sind, sondern analog zum Polkappenmaterial aus sublimiertem Kohlendioxid (Trockeneis) bestehen. Auf den Mariner-6-Photographien Nr. 40 und Nr. 41 konnte der etwa 10 km große Marsmond Phobos nur wenige Grade oberhalb des Äquators gefunden werden. Nähere Analysen über den immer noch geheimnisumwitterten Mond liegen aber noch nicht vor. Ein Einblick in die physikalische Beschaffenheit der Hell- und Dunkelgebiete wird durch die Globalaufnahmen nicht ermöglicht. Die dunklen Marsgebiete scheinen aber eine wesentlich rauhere Topographie, besonders im Syrtis-Major-Bereich, aufzuweisen als die hellen durch Radarstudien als Flachlagen klassifizierten Areale.

Diese Strukturarmut zeigt sich markant in einer Mariner-7-Nahaufnahme von der hellen Region Hellas, die nach den heutigen Ansichten als ein etwa 800 km großer Flachlandkessel zu deuten ist. Eine hypothetische Deutung dieser Kraterarmut ist durch klimatologische Prozesse zu finden. Vermutlich werden die Verwitterungsprodukte der Hellas umrandenden Hochlagen durch stärkere Windverhältnisse in Hellas ab-

gelagert und haben hier eine höhere Staubschicht gebildet, die eine langfristige Modifikation bzw. Nivellierung der Oberfläche herbeigeführt hat.

Die Atmosphärenmessungen der Zwillingssonden bestätigen weitgehend die modernen Modelle. Die Marsatmosphäre setzt sich zu etwa 95 Prozent aus Kohlendioxid zusammen, ferner wurden geringe Mengen von Kohlenmonoxid und Wasserdampf ermittelt. Atomarer Sauerstoff und atomarer Wasserstoff wurden ebenfalls gefunden. Wie spätere Nachprüfungen ergaben, konnte das zuerst vermutete Vorhandensein von Ammoniak und Methan nicht bestätigt werden. Über Meridiani Sinus wurde ein Oberflächendruck von 8,5 mbar registriert – das entspricht etwa einem Druck in der Erdatmosphäre bei einer Höhe von ca. 35 km. Über den Koordinaten 59°S und 28°E wurde bei einer Temperatur von –68°C ein Druck von nur 3,5 mbar gefunden. Dieser geringe Wert gibt zu der Vermutung Anlaß, daß die Luftdruckmessung über einem etwa 7 km hohen Bergmassiv erfolgte.

Die Auswertungen der Infrarot-Spektrometer-Messungen ergaben für die Marsoberfläche beträchtliche Temperaturdifferenzen. Als höchste Oberflächentemperatur zur Zeit des Marsmittags wurden +20°C erhalten, über Meridiani Sinus, unweit des Marsmittags, bereits Werte um –20°C. In den späten Abendstunden lagen Temperaturverhältnisse am Äquator um –80°C. Die südpolaren Regionen ergaben eine Temperatur um –125°C und bestätigten die Trockeneis-Hypothese der Marspolkappen.

Gleichzeitig ermittelte Mariner 6 zwei Ionosphärenschichten – erzeugt durch UV- und Röntgenstrahlung von der Sonne – in 140 und 110 km Höhe. Mariner 7 eine Schicht in 130 km Höhe. Ergebnisse über die Marsgestalt liegen zur Zeit nur spärlich vor. Als Marsmasse wurde etwa der zehnte Teil der Erde berechnet, der exakte Wert beträgt 0,1074469 Erdmassen. (Umschau zu Wissenschaft und Technik 69 (1969), S. 850.)

Aus technischen Gründen erscheint das Jahresinhaltsverzeichnis 1969 im Heft 2/1970.



Im Tierkreissternbild Krebs (es kulminiert am 1. März um 22 Uhr, am 1. April um 20 Uhr) finden wir zwei Objekte, die für die Beobachtung mit dem Schulfernrohr sehr gut geeignet sind. Es sind dies die beiden offenen Sternhaufen M 44 und M 67.

M 44, der uns unter dem Namen **Präsepe** oder **Krippe** allgemein bekannt ist, wurde schon von GALILEI mit seinen ersten primitiven Fernrohren in Einzelsterne aufgelöst. Dieser Sternhaufen ist nur rund 500 Lichtjahre von uns entfernt. Deshalb ist auch seine Flächenausdehnung am Himmel recht groß, so daß die Beobachtung mit den schwächsten Vergrößerungen erfolgen sollte. Am eindrucksvollsten ist der Anblick in einem lichtstarken Feldstecher, während das bloße Auge den Sternhaufen nur als diffusen, nebligen Fleck wahrnehmen vermag. Die rund 200 bisher identifizierten Haufenmitglieder gehören dem sogenannten Taurus-Strom an und bewegen sich gemeinsam mit den Sternen des Hyaden-Haufens durch den Raum.

Schon etwas anspruchsvoller ist der offene Sternhaufen M 67, der aber für das Schulfernrohr bei günstigen Beobachtungsbedingungen ein sehr schönes Beobachtungsobjekt darstellt. Auch hier sollte keine zu starke Vergrößerung gewählt werden, um den Haufen möglichst vollständig im Gesichtsfeld zu haben. M 67 ist nach neueren Angaben rund 30 000 Lichtjahre von uns entfernt und dürfte mit rund 4 Milliarden Jahren etwa das Alter unseres Sonnensystems haben.

Vor der Beobachtung im Klassenverband sollte sich zunächst der Lehrer im Aufsuchen der beiden Sternhaufen üben. Während M 44 verhältnismäßig leicht im Fernrohr einzustellen ist, wird M 67 nicht auf Anhieb zu finden sein. Dann erfolgt das Aufsuchen durch die Schüler, indem mit Hilfe der drehbaren Schülersternkarte und der nachstehenden Beobachtungskarte die Positionen beider Sternhaufen zuerst grob festgelegt werden. Unter Zuhilfenahme markanter Vergleichssterne tasten wir uns dann Schritt für Schritt zu dem gesuchten Objekt vor. Dabei ist zu beachten, daß bei der Beobachtung mit dem Schulfernrohr die Aufsuchungskarte auf den Kopf gestellt werden muß (umkehrende Wirkung des astronomischen Fernrohrs!). Selbstverständlich kann das Aufsuchen schwieriger Objekte an größeren und fest aufgestellten Schulfernrohren auch mittels der Teilkreise erfolgen.

An Schulsternwarten, die über eine Zeiss-Amateur-Astrokamera verfügen, können interessierte Schüler

von dem Sternhaufen M 44 mit Leichtigkeit Aufnahmen selbst herstellen, die dann zur Bereicherung der Lehrmittelsammlung dienen können. Die Belichtungszeiten sollten dabei zuerst 15 Minuten nicht überschreiten. Nach einiger Übung im Nachführen können dann aber auch Aufnahmen mit 30 und 45 Minuten Belichtungszeit angefertigt werden. Während der Belichtungszeit muß jedoch das als Leitrohr dienende Schulfernrohr sehr exakt einem Leitstern nachgeführt werden.

Von den Planeten kann **Merkur** zwischen dem 5. und 30. April kurz nach Sonnenuntergang am tiefen Westhimmel aufgesucht werden. Am 18. April erreicht er mit 20 Grad Winkelabstand von der Sonne seine größte östliche Elongation. In den Tagen um den 18. April kann Merkur mit bloßem Auge gesehen werden.

Venus wird ab Mitte März wieder Abendstern. Der Planet **Mars**, der noch immer am tiefen südwestlichen Abendhimmel steht, scheidet infolge seines geringen scheinbaren Durchmessers für die Fernrohrbeobachtung aus.

Dagegen wird im Berichtszeitraum der Planet **Jupiter** zum dominierenden Objekt. Er gelangt am 21. April in Opposition zur Sonne und kann dann von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang beobachtet werden. Aus dem großen scheinbaren Durchmesser des Planeten (zur Oppositionszeit 41 Bogensekunden) ergeben sich für das Schulfernrohr hervorragende Beobachtungsmöglichkeiten. Nach den ausführlichen Angaben im „Kalender für Sternfreunde“ von Dr. P. AHNERT sollte der Astronomielehrer auch die Erscheinungen der vier hellen Jupitermonde in die Beobachtungen mit der Klasse einbeziehen. Besonders eindrucksvoll und mit dem Schulfernrohr mühe-los zu erkennen ist immer wieder die Wanderung eines Mondschattens über die Wolkenoberfläche des Riesenplaneten.

Saturn kann noch bis Mitte April am Abendhimmel beobachtet werden. Er ist trotz der rasch schlechter werdenden Sichtbarkeitsbedingungen noch immer ein lohnendes Objekt für die Beobachtung.

In jedem Falle ist es vorteilhaft, die Schüler vor der Beobachtung die Orte der Planeten mit Hilfe der drehbaren Schülersternkarte bestimmen zu lassen.

Die **Sonne** überschreitet den Himmelsäquator nach Norden am 21. März um 01h57min MEZ.

H. J. NITSCHMANN

Zentraler Kurs für die Weiterbildung der Astronomie-lehrer vom 8. bis 17. Juli 1970 in Bautzen

Die Sternwarte Bautzen wurde vom Ministerium für Volksbildung beauftragt, in den Sommerferien 1970 zu den fachwissenschaftlichen und didaktisch-metho-dischen Themen der Weiterbildung der Lehrer in Kursen im Fach Astronomie einen zentralen Lehrgang durchzuführen. 1972 ist eine Wiederholung dieses zentralen Kurses geplant.

Grundlage des zentralen Kurses ist das in der Zeitschrift „Astronomie in der Schule“, Heft 3/1969, und in der Sammelmappe für die Lehrprogramme veröffentlichte Lehrprogramm.

Die Vorlesungen und Seminare werden von Hochschullehrern und Mitarbeitern des Zentralinstituts für Astrophysik Potsdam, der Universität Jena, der Humboldt-Universität zu Berlin, der Technischen Univer-

sität Dresden und des Deutschen Pädagogischen Zentralinstituts durchgeführt.

Die Delegation zur Teilnahme am zentralen Kurs für Astronomie erfolgt auf der Grundlage der Anweisung über die Weiterbildung der Lehrer vom 24. April 1969.

Teilnehmen können sowohl ausgebildete als auch nichtausgebildete Astronomielehrer, bei denen sich der Astronomieunterricht konzentriert.

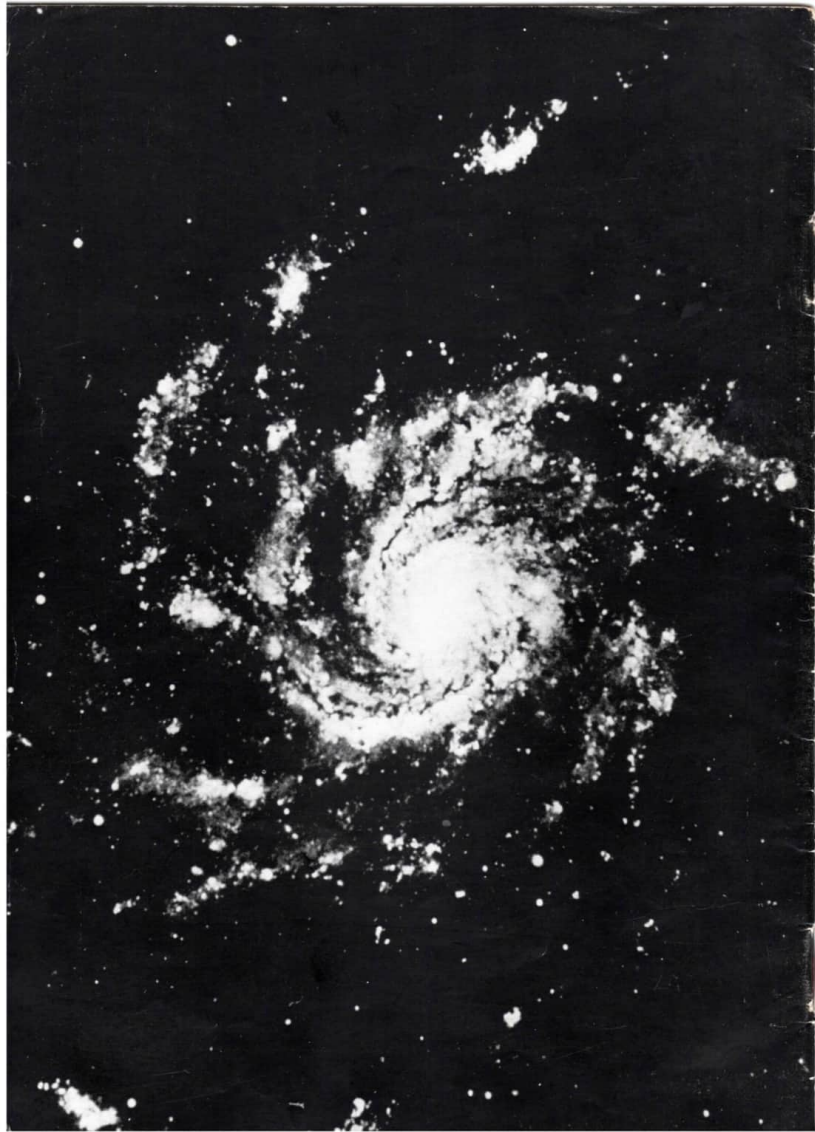
Die Teilnehmer absolvieren vorher die politisch-ideo-logischen und pädagogisch-psychologischen Themen des Lehrprogramms in ihrem Territorium.

Der zentrale Kurs für die fachwissenschaftlichen und didaktisch-methodischen Themen findet vom 8. Juli bis 17. Juli 1970 im Sorbischen Institut für Lehrerbildung Bautzen statt.

Die Teilnehmer werden dort auch untergebracht und verpflegt. Die Kosten für die Vollverpflegung betragen täglich 4,- Mark, für die Übernachtung pro Nacht 1,50 Mark. Bettwäsche und Eßbesteck sind mitzubringen.

! Sofern Astronomielehrer der Bezirke Halle und Leipzig an Kursen in ihren Bezirken teilnehmen, entfällt die Delegation zum zentralen Kurs.





Astronomie

in der Schule



3
1970

INDEX 31 053
PREIS 0,60 M



VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Zeitschrift für die Hand des Astronomielehrers

Herausgegeben vom Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag
108 Berlin 8, Lindenstraße 54a – Telefon 200541, Postscheckkonto: Berlin 1326 26
Erscheinungsweise: zweimonatlich – Heft 3 – 7. Jahrgang 1970
Einzelheft 0,60 M; im Abonnement zweimonatlich (1 Heft) – 60 M

INHALTSVERZEICHNIS

STIER, J.	Bemerkungen zum neuen Lehrplan für Astronomie	49
HAGEN, M.	Leitungstätigkeit bei der Führung des Astronomieunterrichts im Kreis Auerbach (Vogtland)	57
SALABUN, J.	Der Astronomieunterricht in der polnischen Oberschule	58
SJAGAJLO, G. N.	Der kosmische Staub in der Galaxis	60
WATTENBERG, D.	Alexander von Humboldt in seinen Beziehungen zur Astronomie	65
	Informationen	68
	Welche Zeitschriften interessieren uns?	69
	Rezensionen	70
	Wir beobachten	72
Karteikarte	Die Sonne	

СОДЕРЖАНИЕ

СТИР, Я.	Замечания по поводу нового учебного плана по астрономии	49
ХАГЕН, М.	Направляющая деятельность при руководстве преподаванием астрономии в Ауэрбахском районе (Вогтланд)	57
САЛАБУН, Я.	Преподавание астрономии в польской средней школе	58
СЯГАЙЛО, Г. Н.	Космическая пыль в нашей галактике	60
БАТТЭНБЭРГ, Д.	Александр фон Гумбольдт в его отношениях к астрономии	65
	Информация	68
	Которые журналы интересны для нас?	69
	Рецензии	70
	Мы наблюдаем	72
Картотечная карта:	Солнце	

CONTENTS

STIER, J.	Remarks about the New Program of Astronomy Instruction	49
HAGEN, M.	The Management of Astronomy Instruction in the District of Auerbach (Vogtland)	57
SALABUN, J.	The Astronomy Instruction in the Polish Secondary School	58
SJAGAJLO, G. N.	The Cosmic Dust in Our Galaxy	60
WATTENBERG, D.	Alexander von Humboldt in His Relations to Astronomy	65
	Information	68
	Which Journals are Interesting to Us?	69
	Reviews	70
	We Observe	72
Register Card:	The Sun	

Redaktionsschluß: 20. April 1970

Redaktionskollegium: Oberlehrer Dr. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Hans-Joachim Nitschmann (stellvertretender Chefredakteur), Heinz Albert, Oberlehrer Günter Baum, Dr. habil. Otto Günther, Rüdiger Kollar, Dr. Klaus Lindner, Annelore Muster, Eberhard-Heinz Schmidt, Oberlehrer Manfred Schukowski, Dr. habil. Klaus-Günter Steinert, Dr. Renate Wahsner, Jutta Richter (Redaktionsassistentin)

Wissenschaftlicher Beirat: Wolfgang Büttner, Oberstudienrat 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

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 durch den Buchhandel und die Deutsche Post entgegengenommen. Bezug für Westdeutschland und Westberlin durch den Buchhandel, für das Ausland durch Deutscher Buch-Export und -Import GmbH, 701 Leipzig, Leninstraße 16

Satz und Druck: Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen III-4-9-1212-3,5 Liz. 1488

Abbildungen: Titelseite – Komet BENNETT 1969 I am 13. April 1970, Aufnahme: Nitschmann – 3. Umschlagseite – Beobachtungskarte für die partielle Mondfinsternis am 17. August 1970, Zeichnung: Nitschmann – 4. Umschlagseite – Galaxie NGC 4565, siehe Artikel „Der kosmische Staub in der Galaxis“, Reproduktion aus „Erde und Weltall“.

Bemerkungen zum neuen Lehrplan für Astronomie

Der VII. Pädagogische Kongress verdeutlichte entscheidende Probleme und Aufgaben, die sich für die weitere Verwirklichung des Gesetzes über das einheitliche sozialistische Bildungssystem in der nächsten Zeit ergeben und mit deren Lösung begonnen werden muß.

Der folgende Beitrag zeigt, welche höheren Anforderungen sich aus der Zielstellung und dem Inhalt des neuen Fachlehrplans an das politisch-ideologische Bewußtsein der Astronomielehrer, an ihr fachliches, pädagogisches und methodisches Können ergeben.

Der neue Lehrplan für das Fach Astronomie ist an die Schulen ausgehändigt und tritt im Schuljahr 1971/72 in Kraft. [8]

Es ist erforderlich, bereits jetzt auf einige seiner neuen Wesenszüge hinzuweisen; denn „die neuen Lehrpläne stellen nicht nur neue Ziele und Aufgaben für die Entwicklung sozialistischer Schülerpersönlichkeiten, sondern auch qualitativ neue Forderungen an das politisch-ideologische Bewußtsein der Lehrer und Schulfunktionäre, an ihr pädagogisches und methodisches Können“. [12]

Nur wenn wir uns rechtzeitig darauf einstellen und gut auf die Meisterung der neuen Qualität des Astronomieunterrichts vorbereiten, wird es uns gelingen, den Auftrag zu realisieren, der aus den Ausführungen des Ministers für Volksbildung auf der 9. Tagung der Volkskammer abzuleiten ist, das in den Lehrplänen festgelegte höhere Niveau an allen Schulen voll zu verwirklichen [3], und zwar durch alle Lehrer mit allen Schülern.

Der Schule als einem Machtinstrument unseres sozialistischen Staates ist durch die Arbeiterklasse der gesellschaftliche Auftrag gestellt, sozialistische Schülerpersönlichkeiten heranzubilden und zu erziehen.

— die über eine gefestigte und ausbaufähige Grundlagenbildung verfügen,

— die fähig sind, ihr Wissen selbständig zu erweitern und in der Praxis anzuwenden und

— Einsichten und Überzeugungen erworben haben, die sie als sozialistische Staatsbürger denken, fühlen und handeln lassen.

Die Schaffung des entwickelten gesellschaftlichen Systems des Sozialismus in unserer Deutschen Demokratischen Republik erfordert die aktive Mitarbeit aller Staatsbürger. Auf Grund der schnellen Wissenschaftsentwicklung im Zuge der wissenschaftlich-technischen Revolution ist es notwendig, besonders die heranwachsende Generation auf die vor ihr stehenden Aufgaben gründlich vorzubereiten. Deshalb war auch ein höheres Niveau der allseitigen Entwicklung der sozialistischen Schüler-

persönlichkeit in den Lehrplänen zu projektieren.

Aus der Notwendigkeit dieser allseitigen Entwicklung der jungen Menschen erwächst die Aufgabe, den Anteil jedes Unterrichtsfaches möglichst genau zu bestimmen, um sowohl Überschneidungen als auch Lücken bei der Persönlichkeitsentwicklung zu vermeiden. Eine exakte gegenseitige Abgrenzung der Aufgaben und die Festlegung gemeinsamer, fachübergreifender Anliegen dienen dabei der Erhöhung der Wirksamkeit des Lehrplans als staatliches Führungsdokument; sie dienen der Effektivität der Bildung und Erziehung im Unterricht. Die besonders in den letzten Jahren steigende Qualifizierung der im Fach unterrichtenden Lehrer und die wesentlich besseren Voraussetzungen, die die Schüler aus dem Unterricht nach den neuen Lehrplänen in die Klasse 10 mitbringen werden, gestatten es, auch den neuen Lehrplan für Astronomie auf einem höheren, den gesellschaftlichen Erfordernissen und der Tendenz der Wissenschaftsentwicklung entsprechenden Niveau anzulegen.

Diese Niveauerhöhung erfolgt aber nicht durch eine quantitative Ausweitung auf neue und komplizierte Unterrichtsstoffe, sondern durch eine wesentliche qualitative Verbesserung.

1. Zur Entwicklung des neuen Lehrplans für Astronomie

In seinem Beitrag „Zur Stellung und Funktion des Faches Astronomie im System der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer in der Oberschule“ hat MADER [5] speziell zu den Grundpositionen des Faches und des neuen Lehrplans Stellung genommen, die hier als bekannt vorausgesetzt werden.

Grundlage der Arbeit am neuen Fachlehrplan war der Plan von 1959. Zunächst galt es, den Inhalt an der gesellschaftlichen Praxis zu überprüfen und mit den prognostischen Erfordernissen der siebziger und achtziger Jahre in Übereinstimmung zu bringen. Dieser Schritt verlangte eine kritische Sichtung der Unterrichtsstoffe. Selbst dort, wo bewährte Elemente des alten Plans beibehalten wurden, erfolgte zum Teil eine Umwertung des Stoffes. [Vgl. 2] Alle Erwägungen und Entscheidungen wurden dabei unter dem Aspekt getroffen, daß das Unterrichtsfach Astronomie Teil des Systems der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer ist und seine Aufgaben nur in enger Zusammenarbeit mit den übrigen Fächern zu

lösen sind. So wurde der Fachlehrplan durch klare Abgrenzung, aber ständige Bezugnahme auf die Zusammenhänge mit den in den Nachbarfächern erarbeiteten Ergebnissen wesentlich besser als bisher in das Gesamtsystem des Lehrplanwerkes eingeordnet.

Diesem Ziel diene auch eine eindeutige Abstimmung mit anderen Fächern, besonders mit Physik, Mathematik, Geschichte und Staatsbürgerkunde, die Auswirkungen auf Stoffauswahl und -anordnung hatte und zugleich einer weitgehenden Stoffentlastung diene. In Zukunft wird sich der Astronomielehrer sicher auf physikalische Kenntnisse der Schüler über die Gravitation und das erste und zweite Keplersche Gesetz stützen können. Dagegen kann z. B. beim Thema „Sonne“ noch nicht tiefer auf Fragen der Spektralanalyse eingegangen werden, da die Erarbeitung der Spektren im Fach Physik erst etwa gleichlaufend mit der Stoffeinheit „Die Sterne“ erfolgt.

Hinsichtlich der Sternentfernungen sieht der Plan vor, trigonometrische Parallaxen von den Schülern berechnen zu lassen, die Berechnung von photometrischen Parallaxen und der absoluten Helligkeit von Sternen aber als Demonstration durch den Lehrer auszuführen. Auf eine Herleitung der verschiedenen Bestimmungsgleichungen wird auf Grund der zur Verfügung stehenden Zeit verzichtet, da z. T. mathematische, z. T. physikalische Voraussetzungen erst geschaffen werden müßten. Auch unter dem Gesichtspunkt der Grundlagenbildung wurden verschiedene Stoffe nicht mehr in den Plan aufgenommen, z. B.

- die Probleme der Planetenkosmogonie, weil zur Darstellung der Planetenhypothesen wichtige Voraussetzungen fehlen (beispielsweise aus dem Physikunterricht der Drehimpuls) oder erst zu einem späteren Zeitpunkt erarbeitet werden (z. B. im Astronomieunterricht die Sternentstehung); außerdem fehlt die Zeit zu umfangreichen historischen Erörterungen; ferner
- die Expansion des Weltalls, weil die zur Erläuterung notwendigen Gesetzmäßigkeiten (Doppler-Effekt, Hubble-Effekt) zum Teil das Niveau der Allgemeinbildung überschreiten, im Physikunterricht nicht behandelt werden und auch im Astronomieunterricht nicht gründlich genug erarbeitet werden können.

Andererseits wurde den *Fragen der Kosmonautik* mehr Raum gegeben, denn die extraterrestische Forschung erschließt der Astronomie eine Vielzahl neuer Erkenntnisse. So ist die Raumfahrt, in die gesamtgesellschaftliche Ent-

wicklung eingeordnet, eine wesentliche Säule der wissenschaftlich-technischen Revolution. Sie gehört damit unbedingt zur Grundlagenbildung, von der DREFENSTEDT sagt: „*Auch bei der Realisierung des Lehrplanwerkes sollte uns die Idee der Grundlagenbildung immer leiten, da wir nicht von Einzelforderungen her die Allgemeinbildung bestimmen können, sondern immer das Gesamtsystem im Auge haben müssen.*“ [2]

Den Lehrern der sozialistischen Schule ist die Aufgabe gestellt, die jungen Staatsbürger mit einem Wissen auszurüsten, das auch über die achtziger Jahre hinaus noch eine tragbare Basis für ihr Wirken in der Praxis darstellt. Für die naturwissenschaftlich-technischen und einige gesellschaftswissenschaftliche Fächer, deren Unterrichtsgegenstände in besonderem Maße einer stürmischen Entwicklung unterliegen, ergab sich daraus die schwierige Aufgabe, das zu vermittelnde Wissen nicht nur dem gegenwärtigen Stand der jeweiligen Fachwissenschaft anzupassen, sondern den Lehrplan zugleich so zu gestalten, daß er flexibel genug ist, um auch wissenschaftliche Erkenntnisse und technische Errungenschaften der kommenden Jahre noch berücksichtigen zu können.

Das bedeutet für den Astronomielehrplan, daß z. B. auf dem Gebiet der Raumfahrt diejenigen Teile in der Formulierung offen gehalten werden mußten, für die in den nächsten Jahren mit neuen, wichtigen Erkenntnissen gerechnet werden muß; besonders die Stoffeinheit „Der Erdmond“, in der durch Aufnahme des Themas „Die Entwicklung unserer Kenntnisse über den Mond“ neueste Ergebnisse der Kosmonautik sofort unterrichtswirksam werden können. Auch die Themen „Die Erde und der erdnahe Raum“ und „Zur Physik der Planeten“ sind so angelegt, daß weitere Erkenntnisse aus der Raumforschung umgehend einfließen können. Auch der Radioastronomie; die bereits ganz bedeutende Forschungsergebnisse aufzuweisen hat, mußte im neuen Plan Raum gegeben werden. Dagegen können einige spezielle Arbeitsverfahren, z. B. der Einsatz der Fotografie, nur angedeutet werden.

In jedem Falle ist im Interesse einer wirklich tragfähigen Grundlagenbildung ein vertretbares Stoff-Zeit-Verhältnis anzustreben. Die Zielstellung des Astronomieunterrichts forderte stets eine strenge Auswahl unter den sich anbietenden Stoffen und eine Beschränkung auf diejenigen mit den größten Potenzen für die Erfüllung der Lehrplanziele. Dabei wurde eine eindeutige Begrenzung der Stoffvermittlung nach oben angestrebt. Sie soll

der Sicherung des Grundwissens und einer Beschränkung auf das hinsichtlich der Allgemeinbildung Notwendige dienen.

Bei der Auswahl des Bildungsgutes wirkte sehr erschwerend, daß es auf dem Gebiet der Schulastronomie noch keine wissenschaftlichen Untersuchungen zur Bestimmung eines astronomischen Grundwissens oder zur Festlegung solcher fachspezifischen Fähigkeiten und Fertigkeiten gibt, die zur Grundlagenbildung der Schüler gehören. Daraus ergab sich die Notwendigkeit vieler spezieller Diskussionen mit Fachwissenschaftlern und erfahrenen Astronomielehrern.

Vor seiner Bestätigung durch den Minister für Volksbildung wurde der Plan zweimal einem größeren Kreis von Gutachtern — vor allem Lehrern — vorgelegt, deren Stellungnahmen sehr sorgfältig geprüft und bei der Feststellung des Plans berücksichtigt wurden. Ein Vergleich der Stoffübersicht des neuen mit dem zur Zeit gültigen Lehrplan von 1959 läßt zwar neue Züge im Aufbau erkennen, das Wesen des neuen Plans aber nur ungenügend in Erscheinung treten. Deshalb sollen nachfolgende Ziele und Inhalt näher erläutert werden.

2. Zur Zielstellung des neuen Astronomielehrplans

„Die Schule als Machtinstrument des Arbeiter- und Bauern-Staates, als aktiver Faktor beim Aufbau des Sozialismus und im politischen und ideologischen Klassenkampf ist wesentlich dazu berufen, die Ideologie der siegreichen Arbeiterklasse in die Köpfe und Herzen der gesamten heranwachsenden Generation zu pflanzen.“ [10] Diese Orientierung dient der sozialistischen Persönlichkeitsentwicklung; sie gilt auch für den Unterricht im Fach Astronomie. Inhalt und Gestaltung des Astronomieunterrichts werden eindeutig von dieser Zielstellung determiniert.

Im neuen Lehrplan wurde angestrebt, die Ziele so klar wie möglich auszuweisen sowie Inhalt und Umfang des Beitrages der Schulastronomie zur Persönlichkeitsentwicklung eindeutig zu bestimmen, um die Lehrer noch besser auf ihre Aufgaben und das zu erreichende Niveau hinsichtlich der Bildung und Erziehung zu orientieren. [6.; S. 5–7]

Gemeinsam mit anderen Fächern hat die Schulastronomie den Auftrag, den Jugendlichen das wissenschaftliche Weltbild zu vermitteln. Dabei besteht der Anteil unseres Faches speziell darin, *...den Schülern ein Grundwissen über ausgewählte Objekte und Vorgänge im Weltall sowie deren Zusammen-*

hänge und Gesetzmäßigkeiten zu vermitteln und sie in einige astronomische Probleme einzuführen. Durch den Astronomieunterricht sollen die Schüler Einblick in die historische Entwicklung astronomischer Erkenntnisse gewinnen und mit wichtigen Arbeitsmethoden und Forschungsergebnissen, z.B. der Astronautik, vertraut gemacht werden. Die Schüler sind zu befähigen, wichtige Erscheinungen am Himmel beobachten und mit Hilfe von Naturgesetzen erklären zu können.

In Einheit mit diesen Zielen hat der Astronomieunterricht die Aufgabe, im System der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer einen Beitrag zur Erziehung sozialistischer Staatsbürger und zur Formung und Festigung ihrer wissenschaftlichen Weltanschauung zu leisten.“ [6] Er muß vor allem die Überzeugung herausbilden, daß sich im Weltall alles in ständiger Veränderung und Entwicklung befindet und die Menschen fähig sind, die Strukturen und Prozesse im Weltall und die ihnen zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten zu erkennen.

Es ergibt sich daraus die Notwendigkeit, sowohl der Vermittlung eines soliden Fachwissens als auch der Befähigung der Schüler zu selbständiger Erweiterung und Anwendung dieses Wissens sowie der Mitwirkung des Faches bei der Herausbildung von Grundüberzeugungen sozialistischer Staatsbürger.

Der Minister für Volksbildung sagte dazu auf der Magdeburger Schrittmacherkonferenz: *„Unsere Lehrpläne liegt das Prinzip der Einheit von Erkenntnisgewinnung, Fähigkeitenentwicklung und Überzeugungsbildung zugrunde.“* [4] Die Worte gelten in vollem Maße für den Astronomielehrplan. Deshalb ist diese Einheit bei der Planung und Durchführung des Unterrichts unbedingt zu beachten.

2.1. Bemerkungen zur Linienführung im Lehrplan hinsichtlich der Vermittlung des grundlegenden Wissens

Der Astronomieunterricht hat, trotz seines Charakters als astronomischer Anfangsunterricht in 28 Unterrichts- und 3 Beobachtungsstunden umfangreiche Aufgaben zu erfüllen. Ihre Realisierung soll durch eine Linienführung im neuen Lehrplan unterstützt werden, die es Lehrern und Schülern ermöglicht, den erarbeiteten Stoff klarer zu ordnen und durch bessere Überschaubarkeit auch der Entwicklung des Systemdenkens entgegenzukommen. Die historische Entwicklung der Astronomie ist bei allen Themen des ersten Halbjahres angelegt, tritt aber im zweiten etwas zurück. Ausgehend vom astronomischen Wissen des

Altertums, wird die Entwicklung der astronomischen Erkenntnis stufenweise erarbeitet. Dabei wird das Wissen um die Abhängigkeit des Standes auch der astronomischen Wissenschaft von der gesamtgesellschaftlichen Entwicklung nachgewiesen und besonders in den Systematisierungsstunden präzisiert. Dort ist auch als logische Fortsetzung der Entwicklung des Fachwissens mit herauszuarbeiten, daß unser gegenwärtiges und zukünftiges Wissen notwendigerweise ebenfalls der ständigen Überprüfung, Erweiterung und Weiterentwicklung bedarf. Den Schülern muß bewußt werden, daß gerade dieser Umstand hier wie auf allen anderen Wissensgebieten zum ständigen Weiterlernen zwingt und das Lernen zur objektiven Notwendigkeit macht.

Ein wichtiges Anliegen des Astronomieunterrichts besteht darin, die Schüler mit neuen Maßstäben vertraut zu machen. Sie sollen erkennen, daß Erde – Doppelplanet Erde/Mond – Planetensystem – Sonnensystem – Galaxis – Galaxienhaufen – Metagalaxis jeweils einander übergeordnete Systeme bilden.

Bis zum Sonnensystem ist dieser Aufbau speziell in der ersten Systematisierungsstunde herauszuarbeiten und am Schuljahresende in der Unterrichtseinheit „Unsere Vorstellung vom Weltall“ abzurunden.

Die Schüler sollen auch erkennen, daß bestimmte Bewegungen der Himmelskörper oder Teilsysteme und verschiedene Erscheinungen nur aus der Bewegung innerhalb des Systems oder aus den Bewegungen des Systems selbst zu erklären sind. Das muß besonders bei den Phasen und Finsternissen, aber auch bei den Planetenbewegungen klar werden.

Zieht sich die Erörterung der Bewegungen speziell durch die Lektionen 1.1. bis 1.4., so werden Bewegungsgesetze der kosmischen Objekte in allen Systemen untersucht, um zu allgemeingültigen Aussagen zu kommen.

Auch bezüglich der Kosmonautik läßt der Plan eine Linienführung erkennen. So treten zunächst die Ergebnisse der Raumforschung jeweils bei den Einzelobjekten in Erscheinung: Erdvermessung, Magnetfeld, Strahlungsgürtel; Mondforschung, Ergebnisse der Planetenerkundung. Die Zusammenfassung erfolgt dann gemeinsam mit der Erarbeitung der Aufgaben und einiger spezieller Probleme dieser astronomisch-technischen Forschungsmethode in einer besonderen Stunde, die den künstlichen Kleinkörpern im Planetensystem gewidmet ist.

Eine zweite Stunde ist für die Erörterung eines aktuellen kosmonautischen Ereignisses zur Mond-, Planeten- oder Sonnenforschung vor-

gesehen und deshalb in ihrer zeitlichen Ansetzung nicht festgelegt. In der Unterrichtseinheit „Wichtige Entwicklungsetappen der astronomischen Wissenschaft“ werden Überlegungen zur Kosmonautik systematisiert in den allgemeinen Entwicklungsprozeß eingeordnet. Bei der Erarbeitung von Kenntnissen über die Bewegungen im Planetensystem und die Atmosphären sowie über Sonne und Sterne wird die Energieleitlinie der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer [vgl. 9] unter neuen Gesichtspunkten aufgegriffen.

Neu am Lehrplan ist die eindeutige inhaltliche Schwerpunktsetzung. Steht die Physik des Mondes, der Planeten und Kleinkörper im ersten Halbjahr gleichberechtigt neben historischen Betrachtungen und der Beschreibung der Kosmischen Objekte, so sind im zweiten Halbjahr allein zehn Stunden der Physik der Sterne und Sternsysteme gewidmet. Mit dieser Orientierung entspricht der Unterricht notwendigerweise den Entwicklungstendenzen der Fachastronomie, schafft Voraussetzungen für das Eindringen der jungen Menschen in Gesetzmäßigkeiten des Weltalls und ermöglicht ihnen das Verstehen der besonders in Zukunft zu erwartenden neuen Erkenntnisse der astronomischen Forschung.

2.2. Bemerkungen zum Beitrag des Astronomieunterrichts zur geistigen Bildung und Erziehung der Schüler

In Einheit mit der Vermittlung von Wissen hat das Fach die Aufgabe, auch bei der Fähigkeitsentwicklung mitzuwirken. Diesbezügliches Ziel des Astronomieunterrichts ist es, die Schüler auf der fachlichen Grundlage zu befähigen, astronomische Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge zu erkennen und richtig in das wissenschaftliche Weltbild einzuordnen.

Zur Erreichung dieses Zieles sieht der Lehrplan eine Anzahl Maßnahmen unterschiedlicher „Wertigkeit“ vor.

Zunächst sind die bereits in anderen Fächern erworbenen Fähigkeiten und Fertigkeiten auch im Astronomieunterricht zu nutzen und zu festigen. Das bezieht sich besonders auf das selbständige Arbeiten mit dem (neuen!) Lehrbuch, auf die Protokollführung, das Auswerten von Tabellen, Schemata und Bildern sowie von Veröffentlichungen in der Presse.

Besondere Bedeutung kommt der Weiterentwicklung des Systemdenkens zu, das ebenfalls bereits in anderen Fächern angebahnt wurde. Es hilft dem Schüler bei der Einordnung neu erworbenen Wissens in das System vorhandener Kenntnisse und ermöglicht ihm dabei stets die Sicht aufs Ganze.

Darüber hinaus sind durch die Schüler einige fachspezifische Fähigkeiten zu erwerben, für die allein der Astronomieunterricht verantwortlich zeichnet. So sollen sie u. a.

- annähernd richtige Raumvorstellungen erwerben,
- die betrachteten Einzelkörper auch in ihrem Systemzusammenhang untersuchen und sich dabei der Hilfe von Unterrichtsmitteln und Modellvorstellungen bedienen können sowie
- an einigen Beispielen durch Anwendung mathematischer Operationen selbst zu quantitativen Aussagen kommen.

Natürlich müssen die Schüler auch zur Anwendung fachspezifischer Arbeitsweisen befähigt werden, die es ihnen gestatten, selbstständig zu Erkenntnissen zu gelangen bzw. erworbenes Wissen zu überprüfen. Hier sieht der Lehrplan vor allem die Arbeit mit der drehbaren Sternkarte und den Arbeitssternkarten vor.

Die Bedeutung gut vorbereiteter Himmelsbeobachtungen für die Vorstellungsbildung, ihre hohe emotionale Wirksamkeit und ihre hervorragende Wirkung zum Wecken und Aufrechterhalten des Interesses am Astronomieunterricht wie deren Rückwirkung auf die Unterrichtsdisziplin und -mitarbeit der Schüler wird sicher von allen Kollegen anerkannt. Obwohl ihre Durchführung vom Lehrer die Überwindung vielfältiger Schwierigkeiten verlangt, haben viele Kollegen bereits in den vergangenen Jahren die Beobachtung zu einer ihrer ständigen Arbeitsmethoden gemacht und dabei ausgezeichnete Ergebnisse erzielt.

Der neue Lehrplan sieht die Durchführung obligatorischer Beobachtungen und einfacher Messungen mit den Schülern vor. Auch hier war die Zielstellung entscheidend für die Auswahl: Der Lehrplan orientiert ausschließlich auf solche Objekte, die der Schüler nicht nur betrachten und bestaunen, sondern an denen Beobachtungen nach klar formulierten Aufträgen durchführen und unterrichtliche Erkenntnisse vertiefen oder überprüfen kann. Wo größere Geräte vorhanden sind, können den Schülern auch interessante Objekte gezeigt werden, um die Wirkung des Staunens oder der Freude am Geschauten als zusätzliches Mittel zur Erreichung des Lehrplanziels mit zu nutzen.

Um die obligatorischen Beobachtungen materiell zu sichern, sieht der Unterrichtsmittelbedarfsplan, der zum Astronomielehrplan veröffentlicht wird, die zentrale Belieferung aller Schulen, an denen Astronomieunterricht erteilt

wird, mit einem Refraktor 50/540 vor. Dieses Gerät kann gleichzeitig zu Messungen benutzt werden; es genügt zur Realisierung der schulastronomischen Aufgaben.

Auf die Durchführung einer obligatorischen Sonnenbeobachtung wurde im Lehrplan noch verzichtet, da zur Zeit – und wahrscheinlich auch in den nächsten Jahren – noch nicht an allen Schulen die Einhaltung der notwendigen Sicherheitsmaßnahmen möglich ist. Im Lehrplan wird empfohlen, den Besuch einer Sternwarte evtl. mit einer Sonnenbeobachtung zu verbinden.

2.3. Bemerkungen zur staatsbürgerlichen Erziehung im Astronomieunterricht

Die Erziehung der Schüler zu sozialistischen Staatsbürgern wird im Prozeß der Aneignung des Bildungsgutes der Klasse 10 zielstrebig weitergeführt.

Wie jede echte Gemeinschaftsarbeit, so erfordert auch die Erfüllung der Aufgabenstellung des Ministeriums für Volksbildung und des Zentralrates der FDJ zur weiteren Entwicklung der staatsbürgerlichen Erziehung der Schuljugend der DDR¹ [7] die Arbeitsteilung und Koordinierung zwischen den einzelnen Fächern und Erziehungsträgern. Durch Beschränkung auf den Anteil, der organisch aus der Spezifik des jeweiligen Unterrichtsgegenstandes und seiner politischen und weltanschaulichen Relevanz erwächst, kann die erzieherische Einwirkung wesentlich vertieft werden. Damit erhöht sich zugleich die Verantwortung des im Fach unterrichtenden Lehrers für die Realisierung dieses Anteils an der sozialistischen Persönlichkeitsentwicklung; denn eben diesen Anteil kann und wird ihm kein anderes Fach und kein anderer Erziehungsträger abnehmen!

Die Aufgaben zur staatsbürgerlichen Erziehung in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern werden präzisiert durch ein System fachübergreifender Leitlinien, die jeweils den weltanschaulich-philosophischen, den politischen bzw. den ethisch-moralischen Aspekt dieses gesellschaftlichen Auftrages zum Ausdruck bringen. [1, vgl. auch 5 und 11] An der Formung entsprechender Grundüberzeugungen [1], auf die speziell NEJNER [8, 9] und ROSSA [11] Bezug nehmen, nimmt der Astronomieunterricht mit seinen fachspezifischen Mitteln teil. Da die Astronomie ein Feld ideologischer Auseinandersetzungen zwischen der materialistischen Weltanschauung und den unterschiedlichen Spielarten des Idealismus war, ist und sicher auch noch lange Zeit bleiben wird, kommt dem erziehe-

Einführung zur Überzeugungsentwicklung im Astronomielehrgang 1969

Stunde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Ab-schluß																												
Unter-richts-einheit	1.1.	1.2.	2.1.	2.2.1.	2.2.2.	2.2.3.	3.1.	3.2.	3.3.	4.1.1.	4.1.2.	4.2.	4.3.	4.4.1.	4.4.2.	5.	1.1.	1.2.	1.5.	2.1.	2.2.1.	2.2.2.	2.2.3.	2.3.	3.1.	3.2.	4.1.	4.2.
I.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
II.																												
III.																												
IV.																												

I. zur gesellschaftlichen Bedingtheit der Wissenschaftsentwicklung, II. zur Gültigkeit von Naturgesetzen am Beispiel des Gravitationsgesetzes, III. zur Erkennbarkeit der Welt (Bewegungen, Strukturen und Mannigfaltigkeit der Erscheinungsformen der Stoffe und Felder), IV. zur Veränderung und Entwicklung im Weltall

rischen Gehalt des Astronomieunterrichts eine besondere Bedeutung zu. Deshalb werden notwendige Überzeugungen nicht in Form einer einmaligen Einwirkung auf den Schüler vermittelt, sondern in kontinuierlicher Arbeit während des ganzen Schuljahres entwickelt, so daß sich auch hier eine Linienführung ergibt (s. Tabelle). Natürlich kommt dabei einzelnen Stunden entsprechend ihren speziellen Beiträgen besondere Bedeutung zu; doch darf aus der graphischen Übersicht keinesfalls geschlossen werden, daß in den übrigen Stunden nichts zur Überzeugungs-bildung unter-nommen werden soll.

Zu den Aufgaben des Unterrichts in der allge-meinbildenden Schule gehört die Vorbereitung grundlegender philosophischer Überzeugun-gen [1]. Sie ist Teil des Zielsystems der Schul-astronomie; sie dient der weltanschaulichen Fundierung der Schülerpersönlichkeit und stellt einen Beitrag zu den Vorleistungen für den Unterricht auf den weiterführenden Stufen des einheitlichen sozialistischen Bildungs-systems dar.

1. Ideologische Einsichten und Überzeugungen können nur in Verbindung mit Wissen und Be-fähigungen vermittelt werden. Deshalb ist z. B. die beim grundlegenden Wissen im ersten Halbjahr vorgesehene historische Betrachtung [s. S. 51/52] besonders geeignet, am Beispiel der Astronomie einen Beitrag zum Erwerb der Überzeugung von der gesellschaftlichen Be-dingtheit der Entwicklung der Wissenschaft zu leisten. Die Überzeugungs-bildung beginnt be-reits in den beiden Einführungsstunden, in denen die Rolle der herrschenden Klasse, der Wissenschaften und der Technik für die Ent-wicklung der Astronomie gezeigt werden. Sie wird bei der Behandlung der Erde, der Erfor-schung des Mondes und der Planeten sowie beim Thema „Künstliche Kleinkörper im Pla-netensystem“ fortgesetzt. In der ersten Systema-tisierungsstunde wird sie zu einem vor-läufigen Abschluß gebracht, muß aber – ohne weiterhin Schwerpunkt der Erziehungsarbeit zu bleiben – im zweiten Halbjahr immer wie-der anklängen. Durch Erkenntnisse aus der Behandlung der großen Stoffeinheit „Aströ-physik und Stellarastronomie“ erweitert und vertieft, wird die Problematik am Ende des Schuljahres erneut aufgegriffen und abge-schlossen. Ergebnis muß die Überzeugung der Schüler sein,

– daß die Forschungsergebnisse jeweils durch neuere Erkenntnisse präzisiert und ge-sichert oder widerlegt werden und damit die gesellschaftliche Erkenntnis über das Weltall ständig weiterentwickelt wird;

— daß die Entwicklung der Astronomie — wie aller Wissenschaften — von den gesellschaftlichen Produktivkräften bestimmt wird.

2. Die Überzeugung, daß in der Natur objektiv wirkende Gesetzmäßigkeiten existieren, wird im Astronomieunterricht unterstützt durch den Nachweis der Wirkung der Gravitation in allen Bereichen des beobachtbaren Weltraums. Dabei wird gleichzeitig der universelle Charakter dieses speziellen Naturgesetzes nachgewiesen:

In den Unterrichtseinheiten „Zur Physik des Mondes“ und „Entwicklung unserer Kenntnisse über den Mond“ wird zunächst dargelegt, daß auf der Erde bekannte Naturgesetze auch auf dem Mond gelten. Bei der Behandlung des Planetensystems und der Kleinkörper wird eingeschränkt auf die Gültigkeit der Keplerschen Gesetze und des Gravitationsgesetzes und in den folgenden Stoffeinheiten schließlich nur noch der Nachweis für die Wirkung der Gravitation geführt. So erhält der Schüler bis zum Abschluß folgende Erkenntnis, vermittelt: „Das Gravitationsgesetz ist ein objektives Gesetz, d. h. es existiert unabhängig vom Bewußtsein und Willen des Menschen. Es ist zugleich ein Beispiel dafür, daß Naturgesetze im gesamten Weltall wirken.“ Grundlage sind bedeutende geistige Operationen der Schüler: Ein wesentliches Naturgesetz wird in seinem kosmischen Wirkungsbereich von der Erde bis in extragalaktische Systeme nachgewiesen und, da es kein Beispiel für das Nichtwirken des Gesetzes in diesem Bereich gibt, auf den Rest des überschaubaren Raumes verallgemeinert.

3. Die Überzeugung von der Erkennbarkeit der Welt wird im Astronomieunterricht in vielfältiger Weise vorbereitet: Verbunden mit der Wissensvermittlung über die Systeme unterschiedlicher Größenordnung im Weltraum wird am Beispiel verschiedener beobachtbarer Bewegungen von Himmelskörpern (tägliche und jährliche Drehung des Sternhimmels, Mondbewegung und Bahnschleifen der Planeten) der gesetzmäßige Zusammenhang zwischen der (geozentrischen) Erscheinung und der (heliozentrischen) Bewegung aufgedeckt, indem sie als Relativbewegungen in unterschiedlichen Bezugssystemen erklärt werden. In der Systematisierungsstunde wird in einem ganz anderen Zusammenhang (Entwicklung des astronomischen Weltbildes) dem Schüler die Einsicht vermittelt, daß es für den Menschen unerlässlich ist, sich mit dem Geschauten aktiv auseinanderzusetzen und so von der einfachen Anschauung der Erscheinung zum

Wesen vorzudringen, um zu richtigen Erkenntnissen zu kommen.

Bei den Themen zur Sonne wird rückschauend erarbeitet, daß viele Erscheinungen im Planetensystem in gesetzmäßigem Zusammenhang mit der Sonne bzw. Prozessen in und auf der Sonne stehen. Die nachfolgende Sternphysik muß zu der Erkenntnis führen, daß die Prozesse im Weltall wie bei der Sonne auf Grund ihrer Gesetzmäßigkeit und vielfältigen Zusammenhänge erkennbar sind. Sie wird bei der Erörterung der Galaxis und der extragalaktischen Systeme soweit vertieft, daß sich in der Abschlußstunde die Überzeugung anbahnt:

Das Weltall ist, auf Grund seiner Strukturiertheit und des Wirkens von Gesetzmäßigkeiten, erkennbar.

4. In Verbindung damit, muß erreicht werden, daß die Schüler „vor allem zu der Überzeugung geführt werden, daß sich im Weltraum alles in ständiger Veränderung und Entwicklung befindet“. [6] Auch hier liegt der Ausgangspunkt noch im ersten Halbjahr, denn bei der Besprechung des Planetensystems wird als Wissen vermittelt, daß alle Körper des Systems ständigen Veränderungen unterworfen sind: den beobachtbaren Ortsveränderungen und einer nicht unmittelbar beobachtbaren Entwicklung, zu deren Nachweis in Ermangelung fachspezifischer Kenntnisse über die Planetenkosmogonie auf Wissen aus dem Geographieunterricht über die erdgeschichtliche Entwicklung zurückgegriffen werden muß.

Dabei erwerben die Schüler die Einsicht, daß sowohl der gegenwärtige Zustand der Körper des Planetensystems als auch ihr augenblicklicher Ort im Raum nur eine Phase eines großen Ablaufs darstellen, etwa wie ein Einzelbild aus einem Film.

Bei der Sonne werden dann am Beispiel der Aktivitätserscheinungen die physikalischen und bei der Besprechung des Energiehaushalts auch die chemischen Veränderungen eines Himmelskörpers erarbeitet, ohne die Begriffe „physikalische Bewegung“ und „chemische Bewegung“ zu benutzen.

In den folgenden Stoffeinheiten steht neben dem vertiefenden Nachweis dieser Veränderungen bei den Sternen besonders der Entwicklungsgedanke im Mittelpunkt der Erziehungsarbeit, vor allem dort, wo Entstehung und Entwicklungsweg eines Sterns Unterrichtsthemen sind.

Das ständige Zuarbeiten und Vertiefen gestattet eine Verallgemeinerung, die zu der Überzeugung führt: „Im Weltall befindet sich

alles in ständiger Veränderung und Entwicklung.

Eine abschließende Verallgemeinerung, z. B. die Erarbeitung des philosophischen Inhalts des Begriffs „Bewegung“ ist weder in der zur Verfügung stehenden Zeit möglich noch Aufgabe des Astronomieunterrichts. Um aber in den weiterführenden Bildungseinrichtungen z. B. die philosophischen Kategorien „Bewegung“ und „Materie“ definieren zu können, haben wir die Pflicht, zu einer exakten Begriffsbildung beizutragen. Im neuen Astronomielehrplan wurde deshalb auf solche bisher gebräuchliche Termini wie „interplanetare bzw. interstellare Materie“ und Formulierungen wie „Erscheinungsformen der Materie“ verzichtet. Sie wurden durch solche ersetzt, die genauer ausdrücken, womit wir uns beschäftigen; durch „Staub und Gas“ bzw. „Stoffe und Felder“.

Der ethisch-moralische Aspekt ist im Lehrplan nur in Ansätzen gelegt.

Sie bieten sich

- bei der Erörterung von Raumfahrtproblemen: Verantwortung der Wissenschaftler und Regierungen für die friedenssichernde und friedlichen Zwecken dienende Anwendung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse; Bemühungen der Sowjetunion um die vertragliche Sicherung der friedlichen Nutzung des Mondes und anderer Himmelskörper;
- in den Systematisierungsstunden: Ableitung der Notwendigkeit des ständigen Weiterlernens und Weiterforschens aus der Wissenschaftsentwicklung.

3. Zur Struktur des neuen Lehrplans für Astronomie

Der Aufbau des Lehrgangs folgt im Fach Astronomie im wesentlichen dem historisch-technischen Entwicklungsgang der Fachwissenschaft und ist ein Weg vom relativ Konkreten zum Abstrakten mit steigendem Schwierigkeitsgrad.

Da der Astronomieunterricht nur in geringem Maße auf im Fach selbst erarbeitete Vorkenntnisse zurückgreifen kann, ist es notwendig, die vielseitigen Vorleistungen anderer Fächer aufzugreifen und mit astronomischen Aussagen zu verbinden. Deshalb wurde den Zielen der einzelnen Stoffeinheiten jeweils eine entsprechende Zusammenstellung angefügt. Die Hinweise auf die Klassenstufe, in der die betreffenden Vorkenntnisse erarbeitet wurden, sollen dem Lehrer bereits bei der Planung seines

Unterrichts eine Einschätzung ermöglichen, bis zu welchem Grade er mit ihrem Vorhandensein rechnen kann.

Der unterschiedlichen Wertigkeit des Bildungsgutes trägt der neue Fachlehrplan ebenfalls Rechnung. So sind für jede Unterrichtseinheit diejenigen Stoffe, durch Kursivdruck hervorgehoben, die Schwerpunkte der unterrichtlichen Arbeit sein sollen.

Mit „Zur Information“ und Kleindruck gekennzeichnete Stoffe stellen Ergänzungswissen dar, das nicht zum reproduzierbaren Wissen der Schüler gehören soll, aber zum Verständnis von Zusammenhängen, als Ergänzung, zur Motivierung oder Anwendung notwendig ist. Im Plan ist ausdrücklich festgelegt, daß diese Stoffe nicht in Leistungskontrollen einbezogen werden dürfen.

Beide Kennzeichnungen dienen der Orientierung auf das Wesentliche und zum Erreichen der Lehrplanziele. Notwendige und beuge einer unzulässigen Stoffausweitung sowie der damit verbundenen Belastung des Stoff-Zeit-Verhältnisses vor.

Eine ähnliche Funktion kommt der Aufnahme einer Anzahl von Begriffen als Anhang zu jeder Stoffeinheit zu. Sie stellen keine Definitionen dar, sondern legen den Umfang fest, in dem die Begriffe im Unterricht gebraucht werden sollen. Diesen Inhalt müssen die Schüler kennen und in Leistungskontrollen nachweisen.

Ausgehend von der Einheit von Ziel, Inhalt und Gestaltung des Unterrichts orientiert der neue Lehrplan vorwiegend auf eine begründende, beweisende Unterrichtsführung. Durch die Einarbeitung der wesentlichsten fachspezifischen Techniken der geistigen Arbeit trägt er den Charakter eines Prozeßplans. Um ein Mindestmaß aktiver Auseinandersetzung der Schüler mit dem Bildungsgut bereits vom Führungsdokument her festzulegen, wurden die notwendigsten Schüleraktivitäten jeweils an den Stellen eingearbeitet, an denen sie sich logisch in die Stoffvermittlung einfügen.

Der Lehrplan zeichnet damit in grober Anlage einen methodischen Weg vor, der die Realisierung der Ziele ermöglicht. Damit erfolgt jedoch keine Einnengung der methodischen Vielfalt der Unterrichtsgestaltung, denn der Plan läßt innerhalb der einzelnen Unterrichtseinheiten genügend Spielraum für alle Organisationsformen, die dazu beitragen können, die Ziele mit Sicherheit zu erreichen.

Ein besonderer Abschnitt im Anschluß an den Zieltitel des neuen Lehrplans ist Hinweisen zur methodischen und organisatorischen Ge-

staltung des Unterrichts gewidmet. Er hat Empfehlungscharakter und orientiert

auf aktive Aneignung des Lehrstoffes durch die Schüler und methodische Vielfalt des Unterrichts; denn der neue Plan verlangt auch ein neues Durchdenken der Unterrichtsgestaltung;

auf die Durchführung der Beobachtungen nach konkreten Arbeitsaufträgen zur Sicherung ihrer Unterrichtswirksamkeit und

auf die Gestaltung der Leistungskontrollen, um die Kollegen auf die vielfältigen Möglichkeiten der Gewinnung von Bewertungsgrundlagen hinzuweisen, die es ihnen gestatten, auf die zeit- und kraftraubenden einstündigen Klassenarbeiten zu verzichten.

Nun kommt es darauf an, den neuen Lehrplan gründlich zu studieren, den reichen Erfahrungsschatz der Astronomielehrer schöpferisch mit den neuen Zielen und Aufgaben des staatlichen Dokuments zu verbinden und alle im Fach unterrichtenden Lehrer gut auf die Einführung des neuen Plans vorzubereiten.

Literaturhinweis:

- [1] Deutsches Pädagogisches Zentralinstitut: *Hinweise für die Lehrplanarbeit in den Klassen 9 und 10*, Arbeits- und Diskussionsmaterial für die Lehrplankollektive, Berlin, 1968, Seiten 28-38 und 58-67.
- [2] DREFFENSTEDT, E.: *Inhalt und Wesen der neuen Lehrpläne und Grundforderungen an die Unterrichtsgestaltung*, „Pädagogik“ 25 (1968) 8/9.

- [3] HONECKER, M.: *Ergebnisse der Einführung neuer Lehrpläne und Lehrmethoden an den zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschulen*, Materialien der 9. Tagung der Volkskammer der DDR am 10. und 11. Juni 1968.
- [4] HONECKER, M.: *Mit guten Leistungen zum VII. Pädagogischen Kongress*, Referat auf der Schrittmacherkonferenz der Pädagogen in Magdeburg vom 18./19. November 1968, DLZ Dokumentation, DLZ 48/69.
- [5] MADER, O.: *Zur Stellung und Funktion des Fachs Astronomie im System der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer in der Oberschule*, „Astronomie in der Schule“ 6 (1968) 5.
- [6] Ministerium für Volksbildung: *Lehrplan für Astronomie Klasse 10*, Berlin, 1969.
- [7] Ministerium für Volksbildung: *Aufgabenstellung des Ministeriums für Volksbildung und des Zentralrates der FDJ zur weiteren Entwicklung der staatsbürgerlichen Erziehung der Schulpflichtigen der DDR vom 3. April 1963*, Verfügungen und Mitteilungen des Ministeriums für Volksbildung und des Staatlichen Amtes für Berufsausbildung, Berlin, 1969, Nr. 10, S. 180.
- [8] NEUNER, G.: *Zum Problem der Niveaueverhöhung in Bildung und Erziehung auf der Grundlage der prämierten Lehrpläne*, „Pädagogik“ 22 (1967) 9.
- [9] NEUNER, G.: *Schulpolitische und pädagogische Aspekte der Einheit von Bildung und Erziehung*, „Pädagogik“ 23 (1968) 8/9.
- [10] NEUNER, G.: *Die Schule – eine ideologische Institution*, „Einheit“ 23 (1968) 12.
- [11] ROSSA, E.: *Zum Systemcharakter des Inhalts der mathematisch-naturwissenschaftlichen Allgemeinbildung in den neuen Lehrplänen*, „Pädagogik“ 24 (1969) 2.
- [12] STÖHR, G.: *Ergebnisse und Probleme bei der Verwirklichung der neuen Lehrpläne*, „Pädagogik“ 23 (1968) 8/9.

JOACHIM STIER

Deutsches Pädagogisches Zentralinstitut
Fachgebiet Physik/Astronomie
108 Berlin, Otto-Großewohl-Straße 11

MANHARD HAGEN

Leitungstätigkeit bei der Führung des Astronomieunterrichts im Kreis Auerbach (Vogtland)

Das Interview der Zeitschrift „Astronomie in der Schule“ mit dem Stellvertreter des Ministers für Volksbildung, Genossen DIETZEL, veranlaßte uns, die gegenwärtige Situation des Astronomieunterrichts in unserem Kreis einzuschätzen und Überlegungen zur Einführung des neuen Lehrplans Astronomie, 10. Klasse, anzustellen. Auch in unserem Kreise hat das Unterrichtsfach Astronomie seit seiner Einführung vor 10 Jahren eine positive Entwicklung genommen. Grundlage unserer Arbeit ist nach wie vor der 1959er Lehrplan. In den letzten Jahren sind jedoch den Anregungen der Fachzeitschrift folgend, Erweiterungen und Umstellungen in fachlicher und fachmethodischer Hinsicht vorgenommen worden. Es war unser Bestreben, den Übergang zum neuen Lehrplan besonders durch bessere mathematisch-physikalische Durchdringung des Lehrstoffes vorzubereiten. Die Fachlehrer unseres Kreises er-

halten dabei mannigfache Unterstützung durch die Mitarbeiter der Schulsternwarte Rode- wisch, den Fachberater und die Mitglieder der Fachkommission. Gegenwärtig werden Niveau-Aufgaben erarbeitet, die als (selbstver- ständlich unverbindliche) Grundlage von Lei- stungskontrollen mitteilen sollen, Umfang und Gründlichkeit der Stoffbehandlung zu un- reifen. Ein weiterer Schwerpunkt war die Anlei- tung zur Durchführung von Schülerbeobach- tungen, insbesondere durch die Ausbildung von Beobachtungshelfern aus den 9. Klassen, in einer Arbeitsgemeinschaft an der Schul- sternwarte.

Wie erreichen wir die vom Genossen Minister geforderte Aktualität und Wirksamkeit hin- sichtlich der neuesten wissenschaftlichen Er- kenntnisse? Das ist im wesentlichen die Ant- wort auf die Frage, wie wir unsere Astrono- mielehrer im Prozeß der Arbeit qualifizieren.

Neben den von der Schulsternwarte Rodewisch monatlich herausgegebenen Informationen bestehen zur Zeit für unsere Fachlehrer zwei Qualifizierungsmöglichkeiten. Ein Drittel der Astronomielehrer unseres Kreises beteiligt sich — zusammen mit Lehrern aus den Nachbarkreisen — an einem bezirksgeleiteten Lehrgang zur Vorbereitung auf die externe Erlangung der Unterrichtsbefähigung für das Fach Astronomie. Außerdem treffen sich unsere Fachlehrer alle zwei Monate zu einer Zirkelveranstaltung unter der Bezeichnung „Weiterbildungs- und Beobachtungsabend“ an der Sternwarte.

Die Einführung des neuen Lehrplanes soll von uns unter folgenden Gesichtspunkten durchgeführt werden:

1. Wir haben keine grundsätzlich neue Aufgabe vor uns; daher können wir uns auf Erfahrungen stützen, die wir in den letzten Jahren bei der Einführung neuer Lehrpläne sammelten. Solche Erfahrungen liegen vor für die Einordnung eines Lehrplanes in das System der neuen Lehrpläne, aber auch für die Bedeutung eines Unterrichtsfaches im Rahmen der weltanschaulichen Bildung und Erziehung.
2. Darüber hinaus werden von uns fachspezifische Besonderheiten beachtet. Dazu gehören beispielsweise
 - die besondere Situation des Astronomieunterrichts als nur einjähriger Kurs der 10. Klassen,
 - die unbedingte Notwendigkeit der Koordinierung mit anderen Unterrichtsfächern, besonders der Mathematik, Physik und Geographie,

- die Notwendigkeit fachlicher und fachmethodischer Vorbereitung auf mathematisch-physikalisch zu durchdringende Stoffeinheiten,
- die Beachtung der materiellen und finanziellen Erfordernisse zur Anschaffung von Nachfolgematerialien, Lehr- und Unterrichtsmitteln bzw. Instrumenten.

Nach unseren bisher gemachten Erfahrungen haben sich besondere Einführungsveranstaltungen bewährt, die ihre Fortführung in Zirkelveranstaltungen und Erfahrungsaustauschen finden müssen. Trotz vieler, sicherlich positiv einzuschätzender Arbeitsergebnisse gibt es selbstverständlich auch im Kreise Auerbach eine Reihe noch ungelöster Probleme. Eines sei hier genannt: Es ist uns noch nicht gelungen, den Fachlehrereinsatz, besonders an kleineren Schulen der peripheren Gebiete des Kreises, konstant zu halten. Häufiger Lehrerwechsel, oft von Schuljahr zu Schuljahr, beeinträchtigt immer wieder die Wirksamkeit unserer Maßnahmen. Wir leiten daraus eine zusätzliche und sicher nicht nur einmalige Aufgabe ab:

Allen an der Einsatzplanung der Lehrkräfte beteiligten Leitern müssen Bedeutung und Schwierigkeit der fachlichen und fachlich-methodischen Arbeit unseres Unterrichtsfaches bewußt gemacht werden, um bei der Fachlehrerbesetzung optimale Verhältnisse anzustreben.

Anschrift des Verfassers:

Studienrat **MANHARD HAGEN**, Kreisschulrat
97 Auerbach (Vogtl.), Rat des Kreises

JOZEF SALABUN

Der Astronomieunterricht in der polnischen Oberschule

Der Verfasser, der zu den profiliertesten Vertretern der astronomischen Volksbildung in Polen zählt, informiert über inhaltliche Fragen und materielle Voraussetzungen des Astronomieunterrichts an den polnischen Schulen.



In der heutigen Zeit, der Epoche der kosmischen Flüge, interessiert sich die Menschheit wesentlich mehr für die Astro-

nomie, als dies früher der Fall war. In der sozialistischen Gesellschaft wird die Verbreitung astronomischer Kenntnisse vor allem unter der Jugend besonders gefördert. Hier soll über einige Fragen und Probleme des Astronomieunterrichts, der in der Volksrepublik Polen nur an Oberschulen erteilt wird, berichtet werden.

Die Notwendigkeit der Kenntnis der Quanten- und Wellennatur der elektromagnetischen Strahlung, der Wellenoptik sowie der geometrischen Optik, der relativistischen Effekte der Relativitätstheorie, des Aufbaus der Atome und der thermonuklearen Reaktionen, der Physik der Elementarteilchen neben der der klassischen Methoden der Spektralanalyse

läßt keinen Zweifel darüber aufkommen, wer Astronomielehrer sein und welches Niveau der Astronomieunterricht in der Oberschule haben muß. Aus der Zusammenstellung dieser Tatsachen geht hervor, daß nur der in Astronomie ausgebildete Physiklehrer dieses Unterrichtsfach zu erteilen vermag, um so mehr, da er im Verlauf des gesamten Physiklehrgangs auf jeder Ebene die entsprechende Problematik aus dem Bereich der Astronomie, Astrophysik und Astronautik mitbehandeln kann. Kein anderer als der Physiklehrer hat die Pflicht, das Lehrprogramm in Physik und Astronomie genau aufeinander abzustimmen: In den Lehrplänen der polnischen allgemeinbildenden Oberschulen und auch der Berufshochschulen nimmt das Programm des Physikunterrichts gegenüber dem des Astronomieunterrichts eine übergeordnete Stellung ein. Die zeitliche Einordnung des Astronomieunterrichts ist in der polnischen allgemeinbildenden Oberschule günstig gewählt, nämlich in der 4. Klasse der Oberschule, d. h. im 12. Schuljahr, wenn man die Zeit in der Grundschule mitrechnet. Der Physikunterricht dauert in der allgemeinbildenden Oberschule in Polen vier Jahre und umfaßt im ersten bis dritten Jahr jeweils drei, im vierten jedoch nur zwei Wochenstunden. Im ganzen stehen dem Physikunterricht während der gesamten Unterrichtszeit in der allgemeinbildenden Oberschule etwa 400 Stunden zur Verfügung. Der Astronomieunterricht wird in der 4. Klasse der allgemeinbildenden Oberschule mit einer Wochenstunde erteilt. Das macht im ganzen Schuljahr etwa 30 Stunden aus.

Diese Stundenzahl ist für den Astronomieunterricht ausreichend, wenn man bedenkt, daß der Schüler die mathematischen und physikalischen Voraussetzungen schon aus der Grundschule mitbringt. Der *Astronomielehrplan der allgemeinbildenden Oberschule umfaßt folgende Teilgebiete:*

1. Einführung

In diesem Abschnitt wird der Schüler mit den Elementen der Himmelskugel bekanntgemacht, mit den Himmelskörpern, mit den Sternbildern, mit der täglichen Bewegung der Himmelskugel und mit den Koordinaten des Horizontsystems. Die Koordinaten des Äquatorialsystems werden hier nur am Rande erwähnt; nach Meinung des Verfassers nicht ausreichend genug, da der Schüler einen Begriff von der Sternzeit und der Sonnenzeit bekommen soll, womit dem Lehrer in der Folge die Möglichkeit gegeben wird, die Methoden der Bestimmung der geographischen Koordinaten zu ver-

mitteln und, was wichtig ist, um den Schüler mit den mathematischen Grundlagen der Astronomie vertraut zu machen.

2. Die Erde als Himmelskörper

Dieser Abschnitt behandelt die Kugelgestalt der Erde, die Grundsätze der Vermessung des Erdradius, die Gestalt der Erde, die Erdrotation und die Bewegung der Erde um die Sonne, die Ekliptik, die jährliche Bewegung der Sonne auf der Ekliptik, die Tierkreiszeichen und die tägliche scheinbare Bewegung der Sonne zu verschiedenen Jahreszeiten. Die Schwäche dieses Abschnitts besteht darin, daß das äquatoriale und auch das ekliptikale Koordinatensystem fehlt. Andernfalls wäre es möglich, die notwendigen Kenntnisse auf dem Gebiet der Geographie, der astronomischen Grundlagen der Geodäsie und der Planetenkonstellationen zu vertiefen.

3. Die Bewegungen der Körper im Sonnensystem

Dieser Abschnitt behandelt den Mond, seine Entfernung und seine Phasen, Sonnen- und Mondfinsternisse, die Planeten, das geozentrische und heliozentrische System und die Keplerschen Gesetze sowie die Bewegungsgesetze von Raketen und Raumschiffen. Im Hinblick auf die große Attraktivität der astronautischen Problematik sollte man an dieser Stelle die Frage der Gravitation, der Schwerelosigkeit und der Überbelastung eingehend besprechen, und als Konsequenz der Gravitationskraft das dynamische Wesen der Keplerschen Gesetze, vor allem des verallgemeinerten dritten Keplerschen Gesetzes, vermitteln. Als weitere Folge des Gesetzes der allgemeinen Massenanziehung sollte man auch die Gezeitenkräfte, die Präzession sowie die Störungen erwähnen.

4. Die physikalischen Eigenschaften der Körper des Sonnensystems

Bei der Behandlung dieses Problems muß der Frage nach der Sonnenenergie besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Dieses Thema ist zu vertiefen und zu erweitern, indem die Schüler Informationen über die Kernprozesse erhalten, die im Inneren der Sonne und der Sterne vorstatten gehen.

5. Sterne und interstellare Materie

Grundlage der Behandlung dieses Abschnitts ist das HERTZSPRUNG-RUSSELL-Diagramm. Vorher werden die Schüler mit der scheinbaren und absoluten Helligkeit sowie mit der

Spektralklassifikation der Fixsterne bekanntgemacht. In diesem Abschnitt muß die Aufmerksamkeit auf die Sternentwicklung konzentriert werden, vor allem im Hinblick auf den physikalischen und weltanschaulichen Inhalt dieser Frage. Das Verständnis für die Entwicklung der Fixsterne und der interstellaren Materie ist eine wichtige Aufgabe bei der Verwirklichung des Lehrplans. Die Struktur der Galaxis, die Rolle von Staub und Gas in der interstellaren Materie sowie Probleme, die die extragalaktische Astronomie betreffen, und vor allem die mit Hilfe der Radioastronomie gewonnenen neuen Erkenntnisse, sie alle sind ein aktuelles und interessantes Thema für den Schüler.

8. Fragen der Kosmologie

Diese Frage muß propädeutisch behandelt werden, wobei vor allem der Unterschied zwischen wissenschaftlicher Gesetzmäßigkeit und Hypothese klar herauszuarbeiten ist.

Zum ersten Mal wurde in Polen der Astronomieunterricht als obligatorisches Fach an den Berufshochschulen eingeführt, in denen das Studium 5 Jahre dauert. Das astronomische Unterrichtsprogramm muß hier im zweiten Halbjahr der 4. Klasse absolviert werden, d.h. nach dem Abschluß des Physikunterrichts, dessen Lehrplan nicht wesentlich von dem des Physikunterrichts an der allgemeinbildenden Oberschule abweicht. Der Astronomielehrplan wird im zweiten Halbjahr der 4. Klasse abgeschlossen, wobei mit zwei Wochenstunden insgesamt ebenfalls 30 Unterrichtsstunden zur Verfügung stehen. Der Astronomielehrplan für die Berufshochschulen unterscheidet sich nicht von dem für die allgemeinbildende Oberschule, aber in den Erläuterungen dazu sind mehr Anmerkungen über die praktischen Beziehungen der Astronomie zu anderen wissenschaftlichen Disziplinen enthalten.

Zur Zeit bereitet die Qualifizierung der Astronomielehrer für die Berufshochschulen einige Schwierigkeiten, da in diesen Schulen der Physikunterricht nicht nur von Physiklehrern,

sondern vor allem von Ingenieuren erteilt wird. Deshalb befassen sich die Methodikzentren in Polen gegenwärtig mit der Ausbildung eines astronomischen Lehrerkaders, indem sie entsprechende Lehrgänge und Konferenzen organisieren.

Um das Niveau des Astronomieunterrichts zu heben, muß man die Schaffung von Lehrbüchern vorrangig betreiben, und zwar ein besonderes Lehrbuch für den Schüler und eines für den Lehrer. Eine gute Hilfestellung geben hier die populärwissenschaftliche Literatur und die entsprechenden Jugendzeitschriften. Die Herausgabe einer Zeitschrift unter dem Titel „Astronomie in der Schule“ wird zur unabdingbaren Forderung.

Eine große didaktische Hilfe für den Unterricht in diesem Fach leisten die Kleinplanetarien. Es ist deshalb vorgesehen, in jeder Wojewodschaft (Bezirk) wenigstens ein solches Planetarium zu errichten. In größeren Zentren, wo mehrere Schulen bestehen, müssen Schulsternwarten eingerichtet werden, die für die Beobachtung von Sonnenflecken, Mond, Doppelsternen, Planeten, Sternhaufen, künstlichen Erdsatelliten usw. so notwendig sind. Wichtige didaktische Hilfsmittel für das Verständnis der Bewegungen und Positionen der Himmelskörper auf der Himmelskugel sind die Armillarsphäre, die drehbare Sternkarte, das Tellurium und das Astronomische Jahrbuch. Großes Interesse für die Astronomie wecken bei der Schuljugend die Astronomie-Olympiaden, die das Planetarium in Chorzów alljährlich im gesamtpolnischen Maßstab veranstaltet. In Polen gibt es die „Polnische Gesellschaft der Amateurastronomen“, die sich in 29 Abteilungen gliedert. Ihr Wirkungskreis liegt in den größeren Zentren, die mit den Astronomiezirkeln der Schulen zusammenarbeiten, eine Hilfe, das Interesse der Schuljugend für diese schöne Wissenschaft zu wecken.

(Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. JOZEF SALABUN
Chorzów, VR Polen
Planetarium und Observatorium

G. N. SJACAJLO

Der kosmische Staub in der Galaxis

Der Autor beschäftigt sich mit neueren Forschungsergebnissen der neuesten Astronomie über die interstellare Extinktion des Lichts, die räumliche Verteilung des interstellaren Staubes und die physikalische Beschaffenheit der Staubelementen.

In einer klaren mondlosen Nacht kann man am Himmel das leuchtende Band der Milch-

straße erkennen. Die Breite des Bandes ist nicht konstant. Man kann darin einzelne helle Wolken unterscheiden und auch dunkle Flecken. Diese dunklen Flecken sind riesige Wolken kosmischen Staubs, die sich in verhältnismäßig großer Nähe der Sonne befinden und

hinter den dahinterstehenden Sterne stehen. Nur etwa 1/10000 der Masse unserer Galaxis ist zu interstellarem Staub kondensiert, aber dieser verursacht die Absorption des Sternlichts.

Die Extinktion setzt sich aus der Absorption, bei der das auftreffende Licht von einem Teilchen tatsächlich verschluckt wird, und der Streuung zusammen, bei der das Licht nur eine Richtungsänderung erfährt; oft wird der Begriff Absorption für Extinktion verwendet.

1. Historischer Überblick

Erstmal wurde die Frage nach der Existenz eines lichtabsorbierenden interstellaren Mediums von W. J. STRUVE in seinen 1847 erschienenen „Studien zur Stellarastronomie“ aufgeworfen. Bis dahin herrschte viele Jahrzehnte lang die irrige Meinung, daß der interstellare Raum absolut durchsichtig sei. W. J. STRUVE kam zu seiner Schlussfolgerung über die Existenz der interstellaren Absorption des Lichts auf der Grundlage zahlreicher Beobachtungen, die W. HERSCHEL Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts gemacht hatte. W. J. STRUVE stellte eine offensichtliche Verringerung der räumlichen Sterndichte mit wachsender Entfernung von uns fest und erklärte dies mit der Absorption des Lichts im interstellaren Raum. Das Vorhandensein eines lichtabsorbierenden interstellaren Mediums wurde erst in den 30er Jahren unseres Jahrhunderts allgemein anerkannt. Heute sind nun die optische Erforschung eines jeden beliebigen Bereichs der Milchstraße und die Berechnung von Sternentfernungen ohne Berücksichtigung der interstellaren Absorption des Lichts undenkbar.

Im Mittel wird das Licht eines in einer Entfernung von 1 kpc von der Sonne in der Ebene der Milchstraße stehenden Sterns um 2 mag abgeschwächt, d. h. mehr als sechsmal. Aber die Absorption ist, vor allem innerhalb des ersten kpc, stark richtungsabhängig. So schwankt der Wert des Absorptionskoeffizienten (Absorption für 1 kpc) im Bereich der photographisch wirksamen Strahlen je nach der Richtung zwischen 0,5 mag und 4,0 mag. Deshalb muß man, um die wirkliche Entfernung eines Sterns zu erhalten, die interstellare Absorption des Lichts in Richtung zu diesem Stern berücksichtigen.

Am leichtesten läßt sich die interstellare Absorption des Lichts bestimmen, wenn man die selektive Absorption untersucht, die von der Wellenlänge abhängig ist.

Schon am Anfang unseres Jahrhunderts hat

G. A. TICHONOW unter Anwendung einer neuen Methode der photographischen Photometrie mit Lichtfiltern entdeckt, daß das interstellare Medium die blauen und violetten Lichtstrahlen am meisten schwächt (wir sehen das Licht der Sterne röter). Wenn man ein und denselben Himmelsabschnitt einmal im roten und einmal im blauen Licht photographiert, dann sieht man auf der Aufnahme im roten (vor allem im Infraroten) in der Regel mehr Sterne.

2. Interstellare Absorption und Natur der Staubteilchen

Die Differenz zwischen der photographischen (4400 Å) und der visuellen (5500 Å) Helligkeit ein und desselben Sterns nennt man den Farbindex. $FI = m_{pg} - m_{vis}$

Jedem Stern einer bestimmten Spektralklasse entspricht ein bestimmter interstellarer Farbindex; diese Abhängigkeit wird aber durch die selektive interstellare Absorption des Lichts gestört. Zur quantitativen Charakteristik dieser Erscheinung wird der Begriff des Farbexzesses E eingeführt, das ist das Maß der Rötung. Der Farbexzeß ist die Differenz zwischen dem beobachteten und dem der Spektralklasse des Sterns entsprechenden Farbindex. $E = FI - (FI)_0$. Es wurde festgestellt, daß die Gesamtabsorption A des Lichtes dem Farbexzeß proportional ist: $A = k \cdot E$. Wenn der Proportionalitätskoeffizient k und der Farbexzeß E eines Sterns bekannt sind, kann man die Größe der Gesamtabsorption A errechnen und diese bei der Entfernungsbestimmung berücksichtigen. $\lg r = 0,2 (m - M - A + 5)$; r : Entfernung, m : scheinbare, M : absolute Helligkeit. Es ist erwähnenswert, daß bei Beachtung der interstellaren Absorption des Lichts die früheren Größenwerte unserer Galaxis korrigiert werden mußten, und zwar im Sinne einer Verringerung.

Was ruft die Absorption des Lichts der Sterne hervor? Die interstellare Materie ist ein Gemisch aus Staub und Gas. Der interstelläre Staub, der etwa 1/10000 der Gesamtmasse der in der Galaxis enthaltenen Materie ausmacht, verhüllt die Sterne vor uns entweder ganz oder schwächt ihr Licht ab. Der Staub ist es, der die Absorption hervorruft (s. Abb. 4. Umschlagsseite). Die Absorptionseigenschaft des Staubs ist in erster Linie von der Größe der Teilchen abhängig. Offensichtlich gibt es im interstellaren Raum Staubteilchen aller möglichen Größen, aber die selektive Absorption des Lichts wird durch Teilchen von der Größenordnung der Wellenlängen im sichtbaren Bereich des Spektrums (10⁻⁶ cm) ver-

ursacht. Sind die Teilchen dielektrisch, so kommt es zur Lichtstreuung; sind sie metallisch, dann wird das Licht im wesentlichen absorbiert. Teilchen mit einem Durchmesser von 10^{-5} cm haben einen stärkeren Einfluß auf die interstellare Absorption des Lichts als wesentlich größere und wesentlich kleinere Teilchen; doch müssen diese weder der Anzahl noch der Masse nach unbedingt vorherrschen. Feste Teilchen verhältnismäßig großer Ausmaße (10^{-1} ... 10^{-3} cm) rufen nur eine im optischen Spektralbereich neutrale, von der Wellenlänge unabhängige Extinktion des Lichts hervor, d. h. sie verdecken einfach das Licht.

Im interstellaren Raum gibt es bekanntlich Magnetfelder, die die Staubteilchen in bestimmter Weise orientieren, wenn sie keine sphärische Form haben. Mit der Ausrichtung der Staubteilchen steht die Polarisation des Sternlichts im Zusammenhang. Die Erforschung der Polarisation des Lichts gestattet die Annahme, daß ein Teil der Staubteilchen, deren Ausmaße in der Größenordnung der Wellenlängen im sichtbaren Bereich des Spektrums liegen, eine längliche Gestalt aufweisen. Wahrscheinlich sind die Teilchen des interstellaren Staubs eine Art verschmutzter Eiskristalle.

Einige Schwierigkeiten, die dieser klassischen Theorie der interstellaren Absorption des Lichts entgegenstehen, zwingen dazu, andere Erklärungen für die Natur der Staubteilchen zu suchen. Deshalb gibt es auch noch andere Theorien der interstellaren Absorption des Lichts, und es wird an weiteren gearbeitet. Besonders stark entwickelten sich diese Theorien in den vergangenen 10 bis 15 Jahren. Insbesondere wurde jene Hypothese aufgestellt,

in der die optischen Eigenschaften des kosmischen Staubs vom Standpunkt der Quantenmechanik aus erklärt werden. Nach dieser Hypothese haben die absorbierenden Teilchen eine Größe von 10^{-7} cm, wobei die Energieniveaus ihrer Elektronenhüllen nicht voll besetzt sind. Die Teilchen sind Riesenmolekülen analog, die über eine große Absorptionsfähigkeit verfügen, die auf das Konto des Übergangs von Elektronen von niedrigeren auf höhere unbesetzte Energieniveaus geht. Solche Teilchen streuen das Licht gleichmäßig nach allen Richtungen. Bei einer bestimmten Ausrichtung der Längsachsen dieser Teilchen muß die Polarisation des Lichts 4,5 Prozent betragen, was ziemlich gut mit den Beobachtungen übereinstimmt. Dieser Hypothese steht folgende Schwierigkeit entgegen. Die beobachtete Polarisation können die Teilchen nur dann verursachen, wenn 12 Prozent davon in gleicher Weise ausgerichtet sind, und das kann man schwerlich mit den zufälligen Bedingungen des Wachsens der Teilchen erklären. Außerdem würden die quantenmechanischen Teilchen im allgemeinen interstellaren Strahlungsfeld zerstört werden.

3. Verteilung des Staubs in der Galaxis

Es zeigt sich, daß der kosmische Staub in einer schmalen Zone (200–300 pc) beiderseits des galaktischen Äquators konzentriert ist (s. Abb. 1). Dafür sprechen einige Tatsachen. So fand E. HUBBLE entlang der ganzen Milchstraße eine Zone, in der keine anderen Galaxien beobachtet werden können. Sie wurde „nebelfreie Zone“ genannt. Proportional zur Entfernung von dieser Zone und damit auch vom galaktischen Äquator wächst die Zahl der



Abb. 1: Gesamtansicht der Milchstraße. Vor dem Hintergrund heller Sternwolken und leuchtender Nebel heben sich die Dunkelwolken ab. Die Teilung der Milchstraße ist zu sehen.

beobachteten Galaxien. Da die Verteilung der Galaxien im Raum nicht von ihrer Lage zu unserer Galaxis abhängig sein kann, bestätigt das Nichtvorhandensein von Galaxien in der „nebelfreien Zone“, daß in der Ebene der Galaxis lichtabsorbierende Materie konzentriert ist. Dafür spricht auch die auffällige Rötung der Sterne im Bereich der Milchstraße. Außerdem kann man auf Photographien in der Nähe der Äquatorebene einiger von der Seite gesehener Galaxien einen schmalen dunklen Streifen kosmischen Staubs wahrnehmen. Im Bereich der Milchstraße ist die absorbierende Materie ungleichmäßig verteilt. Eine starke Absorption beobachtet man z.B. in zwei fast einander entgegengesetzten Richtungen: in den Sternbildern Skorpion und Ophiuchus (galaktische Länge $320 - 360^\circ$) sowie in den Sternbildern Fuhrmann und Stier (galaktische Länge $125 - 150^\circ$), aber auch im Bereich der Teilung der Milchstraße vom Sternbild Adler (315°) bis zum Nordamerikanen im Sternbild Schwan ($40 - 70^\circ$).

Viele Forscher stellen eine Asymmetrie in der Verteilung des kosmischen Staubs gegenüber dem galaktischen Äquator fest; sie kommen nördlich der Ebene der Galaxis auf einen höheren Wert der Absorption. Der grusinische Astronom D. CHAWTASI hat auf der Grundlage des von ihm zusammengestellten Katalogs von 800 Dunkelnebeln in der Umgebung der Sonne eine Gruppe von Dunkelnebeln ausgesondert, deren Symmetrieebene um 4° zur Ebene der Galaxis geneigt ist. So stellt sich heraus, daß der Bereich starker Absorption eine Neigung zum galaktischen Äquator aufweist und daß folglich die Verteilung des kosmischen Staubs in bezug auf die Ebene der Galaxis nicht symmetrisch ist.

Die Dunkelnebel sind verhältnismäßig nahe Anhäufungen von Staub, die das Licht der dahinter stehenden Sterne stark absorbieren und auf dem Hintergrund der Milchstraße als ganz oder teilweise sternleere Gebiete verschiedener Größe und Gestalt erscheinen. Von den Dunkelnebeln am bekanntesten ist der Pferdekopfnebel im Sternbild Orion, der etwa in 90 pc Entfernung von der Sonne beginnt (s. Abb. 2), aber auch der Kohlsacknebel im Kreuz des Südens mit einem sichtbaren Winkeldurchmesser von 3° . Der Kohlsacknebel befindet sich in 150–170 pc Entfernung von der Sonne.

Der größte Dunkelnebel ist die sogenannte Gabelung der Milchstraße oder die Große Lücke. Sie beginnt an der Grenze zwischen Schwan und Adler und geht im Centaurus zu Ende; sie erstreckt sich über etwa 120° . An



Abb. 2: Der Dunkelnebel „Pferdekopf“ im Orion

eben dieser Stelle beobachtet man auch die Teilung der Milchstraße. Auch die hellen Reflexionsnebel enthalten zweifellos kosmischen Staub. In der Nähe eines solchen Nebels befindet sich in jedem Fall ein heller, aber nicht immer sehr heißer Stern. Das Spektrum dieses Sterns wiederholt sich im Spektrum des Nebels. Die leuchtenden Nebel bestehen entweder aus Gas oder aus Gas und Staub. Nahe dunkle und helle Nebel von ausreichender Stärke bewirken das Bild der ungleichmäßigen Helligkeit der Milchstraße. Darin offenbaren sich sicherlich auch die verschiedene Ausdehnung der Milchstraße und die unterschiedliche räumliche Dichte der Sterne in verschiedenen Richtungen.

Schon im Jahre 1937 stellten W. A. AMBAR-ZUMJAN und S. G. GORDELADSE fest, daß die interstellare Absorption des Lichts von einzelnen diffusen Wolken kosmischen Staubs verursacht wird: die interstellare Absorption des Lichts verändert sich sprunghaft, je nachdem, ob der Lichtstrahl eine, zwei, drei oder mehr solche Wolken durchdringt. In der Tat ist die Struktur der kosmischen Staubwolken in großen Abschnitten der Milchstraße sehr kompliziert. Die Nebel sind manchmal in

mehreren Schichten hintereinander in verschiedenen Abständen vor der Sonne angeordnet. In der Ebene der Galaxis gibt es neben Gebieten, in denen die Absorption beobachtet wird, auch solche, die vom Einfluß des kosmischen Staubs verhältnismäßig frei sind. Andererseits gibt es aber auch in hohen galaktischen Breiten Gebiete mit spürbarer Absorption. Berechnungen haben gezeigt, daß die Anordnung der lichtstreuenden kosmischen Staubwolken in hohen galaktischen Breiten dreimal weniger dicht ist als in niederen Breiten.

Einzelne kleine oder „elementare“ - Wolken vereinigen sich zu großen Wolkensystemen oder -komplexen. Die Größe der Staubwolken ist sehr verschieden. Der mittlere Durchmesser einer Wolke beträgt 15 pc; es gibt aber auch Wolken von 1–2 bis 50 pc Durchmesser. Die Entfernung zwischen den Wolken ist etwa 40 pc. E. K. CHARADSE schätzt die Gesamtmasse der Dunkelwolken auf 10^7 Sonnenmassen. Diese Wolken und Wolkensysteme sind im wesentlichen in den Spiralarmen der Galaxis konzentriert. Sie erstrecken sich entlang dieser Arme, aber auch dazwischen gibt es einzelne Wolken. Als Beispiel für die ungleich-



Abb. 3: Ein Gebiet im Sternbild Adler. Hier befindet sich eine große Ansammlung von Staubwolken. In dem umgrenzten Viereck mit einer Flächenausdehnung von 40 Quadratgrad wurde die Absorption des Lichts untersucht (vgl. Abb. 4).

mäßige Verteilung des kosmischen Staubs in der Galaxis betrachten wir das Gebiet des Sternbildes Adler, das an der Stelle der Gabelung der Milchstraße steht (s. Abb. 3). Hier befindet sich eine der uns am nächsten gelegenen großen Ansammlungen dichter Staubnebel, die eine sehr starke Absorption des Lichts verursachen.

Wiederholte Untersuchungen der interstellaren Absorption des Lichts in diesem Gebiet haben gezeigt, daß die dichtesten Staubwolken im Sternbild Adler innerhalb eines Kilopar-

sec konzentriert sind. Sie beginnen etwa bei 100–150 pc und erstrecken sich bis 500–1200 pc in verschiedenen Abschnitten dieses Gebiets. Etwas unterhalb der Ebene der Galaxis beobachtet man weniger dichte Wolken. Ungeachtet der großen Anhäufungen des kosmischen Staubs in diesem Gebiet gibt es auch Lücken zwischen den Wolken, durch die man sehr ferne Sterne beobachten kann, die mehr als 10 kpc von uns entfernt sind.

Wie in anderen Gebieten so wurde auch im Sternbild Adler die räumliche Übereinstimmung von Staubwolken mit Gebieten hoher Konzentration des neutralen Wasserstoffs (im Mittel 1 Atom pro 1 cm^3) entdeckt, ebenso auch das Anwachsen der Konzentration sowohl des Staubs als auch des neutralen Wasserstoffs in Richtung der Achse des Spiralarms. Im Stern-

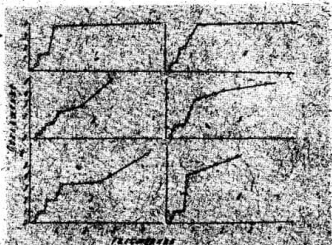


Abb. 4: Die Abhängigkeit der Absorption von der Entfernung in sechs Teilgebieten des Sternbildes Adler (ihre Lage ist aus der Abb. 3 ersichtlich). Die Gebiete 1, 3, 4, 5 befinden sich in der Nähe des galaktischen Äquators, die Gebiete 2 und 6 jedoch in $2,5\text{--}3^\circ$ galaktischer Breite. Die Absorption in photographischen Sterngrößen ist auf der vertikalen Achse eingezeichnet, die Entfernung in Kiloparsec auf der horizontalen. Man sieht, daß die Absorption mit der Entfernung stufenweise wächst. Am durchsichtigsten ist das Gebiet 2.

bild Adler fand W. I. WOROSCHILOW auf einer Fläche von etwa 40 Quadratgrad sechs Gebiete, in denen die Absorption etwa gleich stark ist und mit der Entfernung stufenweise anwächst (s. Abb. 4). Im Gebiet des galaktischen Äquators befindet sich die Zone der sonnennächsten Wolken in einer Entfernung von 110 ... 150 pc. Von $\pm 2,5\text{--}3^\circ$ galaktischer Breite an sind sie weiter entfernt, nämlich 170 ... 200 pc. Die räumliche Ausdehnung der Wolken liegt zwischen 40 und 440 pc, was (umgerechnet auf 1 kpc) einer Absorption von 3,6 ... 25,4 mag entspricht. In einem relativ durchsichtigeren Gebiet befinden sich in weniger als 1 kpc Entfernung nur weniger dichte Wolken (1,6 mag pro kpc); dafür aber wächst

Absorption in größerer Entfernung schnell. Sogar innerhalb der abgegrenzten Gebiete bleibt die Absorption in einer bestimmten Entfernung nicht gleich. So ist es für die Bearbeitung eines wahrheitsgetreuen Bildes der Struktur und Größe der Galaxis sehr wichtig, daß man die Art der Verteilung des kosmischen Staubs innerhalb der Galaxis, aber auch seine optischen Eigenschaften kennt.

Deshalb werden gegenwärtig an zahlreichen Observatorien die interstellare Extinktion des Lichts, die räumliche Verteilung des interstellaren Staubes und die physikalische Beschaffenheit der Staubteilchen untersucht. An dieser Untersuchung sind auch die Mitarbeiter der Sternwarte Jena (DDR) beteiligt.

(Aus „Zemlja i vselennaja“, Heft 2/1969 — Übersetzt von Dr. SIEGFRIED MICHALE, Rautzen)

DIEDRICH WATTENBERG

Alexander von Humboldt in seinen Beziehungen zur Astronomie



Nachstehende Ausführungen würdigen das Denken und Handeln ALEXANDER VON HUMBOLDTS auf dem Gebiet der Astronomie. Die wissenschaftsgeschichtlichen Betrachtungen zeigen die Vielseitigkeit des großen deutschen Humanisten im Bereich der Naturforschung. Das Studium des Aufsatzes trägt zur Erweiterung des Wissens über die historische Entwicklung der Naturwissenschaften bei.

Der 200. Geburtstag ALEXANDER VON HUMBOLDTS am 14. September 1969 ist in der Deutschen Demokratischen Republik in zahlreichen zentralen und lokalen Feierstunden zum Anlaß genommen worden, eines großen Naturforschers zu gedenken, der durch sein humanistisch-naturwissenschaftliches Lebenswerk an der Erhebung der Naturforschung zu einem wesentlichen Element der

Volksbildung wesentlichen Anteil hat. Dabei kann nicht übersehen werden, daß auch die Astronomie im Denken und Wirken des großen Humanisten einen bedeutenden Platz einnimmt, der besonders dadurch gekennzeichnet erscheint, daß die Idee der Volkssternwarten letztlich auf ALEXANDER VON HUMBOLDT zurückweist.

Schon die frühen Schriften aus den Jahren 1790 bis 1799, die vorwiegend geologischer und geophysikalischer Natur waren, lassen die Gewißheit des Verfassers erkennen, daß jegliches Geschehen in der Natur gesetzmäßig begründet ist, und daß sich diese Einsicht auch auf das Universum bezieht, über das HUMBOLDT 1799 schrieb: „Alle Kräfte im Universum beschränken sich gleichzeitig und wechselseitig, und keine Kraft kann unabhängig von der anderen gedacht werden.“ Die astronomischen Kenntnisse HUMBOLDTS waren nicht nur allgemeiner Natur, sondern auch auf ihre praktische Nutzung angelegt, wie dies vor allen Dingen für seine späteren Reisen unerlässlich erschien, zumal die Fertigkeit für astronomische Ortsbestimmungen zu den Grundsätzen gehörte, in denen sich ein Forschungsreisender auskennen mußte. Obwohl HUMBOLDT die ersten Ratschläge dieser Art dem Astronomen F. X. v. ZACH (1754–1832) in Gotha verdankte, gewann er vor Abtritt seiner großen Reise nach Süd- und Mittelamerika, die von 1799 bis 1804 dauerte, Zugang zur Sternwarte in Paris, um sich dort in der Handhabung eigener Instrumente gründlich unterweisen zu lassen. In einem Brief aus dem Jahre 1852 an den Geographen H. BERGHAUS (1794–1884) heißt es im Rückblick auf jene Zeit: „Als ich mich zu meiner großen Reise entschlossen hatte, war, mit Ausnahme der allgemeinen astronomischen Wahrheiten, meine Kenntnis vor dem, was man Sonnenhöhen im oder außer dem Mittag, oder was man Cir-

cummedianhöhen usw. nennt, so gut wie Null, und von der Behandlung eines Sextanten mit dem künstlichen Horizonte verstand ich gar nichts... Erst in Paris... habe ich mich auf der Sternwarte mit den Erfordernissen eines Reisenden in unbekannten Ländern beschäftigt und sie mir zu eigen zu machen gesucht."

Während der großen Reise sammelte HUMBOLDT gemeinsam mit seinem Begleiter, dem Arzt und Botaniker A. BONPLAND (1773 bis 1858), zahlreiche astronomische Eindrücke vom südlichen Sternhimmel. So bemerkte er am 22. Juni 1799 bei der Besteigung des Pic von Teneriffa bei den tiefsiehenden Sternen eine als „Sterneschwanken“ bezeichnete Erscheinung, die wir heute zu den Refraktionsphänomenen zählen, während ihm auf der Schiffsreise nach Venezuela, die vom 25. Juni bis 16. Juli 1799 dauerte, der südliche Sternhimmel in seiner ganzen Pracht zu einem unverlierbaren Erlebnis wurde. In seinem Tagebuch ist darüber zu lesen: „Nichts mahnt den Reisenden so auffallend an die ungeheure Entfernung von seiner Heimat als der Anblick eines neuen Himmels. Die Gruppierung der großen Sterne, einige verstreute Nebelflecke, die an Glanz mit der Milchstraße wetteifern, Strecken, die sich durch ihr tiefes, Schwarz auszeichnen, geben dem südlichen Himmel ein ganz eigenartiges Gepräge. Dieses Schauspiel regt selbst die Einbildungskraft der Menschen an, die den Naturwissenschaften sehr fern stehen und zum Himmelsgewölbe aufblicken, wie man eine schöne Landschaft oder eine großartige Aussicht bewundert.“ In ähnlicher Weise hat HUMBOLDT das Sternbild Kreuz des Südens beschrieben, und ebenso über den großen Sternschnuppenfall berichtet, den er in der Nacht vom 11./12. November 1799 beobachtete.

Andere Eintragungen in das Tagebuch beziehen sich neben allgemeinen Ortsbestimmungen auf helle Sterne des Südhimmels, die Jupitermonde, einen Merkurdurchgang (9. November 1802), weitere Meteorfälle sowie auf das Zodiakallicht. Sämtliche astronomischen Ortsbestimmungen sind später von dem Berliner Astronomen J. OLTMANN (1783–1833) in einem zweibändigen Werk (Paris 1808 und 1810) veröffentlicht worden. Wenn auch die Aufzeichnungen HUMBOLDTS, die OLTMANN der astronomischen Welt zugänglich machte, nicht in jeder Hinsicht die Zustimmung des sehr kritisch urteilenden Direktors der Berliner Sternwarte, J. F. ENCKE (1791 bis 1865), fanden, so liegen doch die besonderen Verdienste HUMBOLDTS darin, daß durch seine astronomisch-geographischen Messungen

mehrere Angaben über die Lage von Häfen und anderen Städten sowie des Laufs großer Ströme Südamerikas eine bemerkenswerte Verbesserung erfuhren.

Nach seiner Rückkehr nach Europa hielt sich HUMBOLDT, der am 19. Februar 1805 zum Mitglied der Berliner Akademie der Wissenschaften gewählt wurde, nur kurze Zeit in der Heimat auf. Diese Gelegenheit nutzte er zu Besuchen bei den Astronomen C. F. GAUSS (1777–1855) in Göttingen und H. C. SCHUMACHER (1780–1850) in Altona, während er in Berlin (1806) den Besuch von W. OLBERS (1758–1840) empfing. Von 1808 bis 1827 weilte HUMBOLDT mit nur unwesentlichen Unterbrechungen immer in Paris, wo er zu D. F. J. ARAGO (1786–1853), damals Direktor der dortigen Sternwarte, ein freundschaftliches Verhältnis gewann. Hinzu kamen persönliche Beziehungen zu anderen angesehenen Astronomen und Mathematikern, unter ihnen J. J. LAPLACE (1749–1827) sowie L. J. GAY-LUSSAC (1778–1850). In ARAGO und HUMBOLDT hingegen begegneten sich zwei Persönlichkeiten, die in ihren humanistischen Bestrebungen weitgehend übereinstimmten. Das öffentliche Wirken von ARAGO ist dadurch besonders bemerkenswert, daß er von 1812 bis 1845 in der Pariser Sternwarte regelmäßig für jedermann zugängliche und verständliche Vorlesungen hielt, aus denen später eine vierbändige „Populäre Astronomie“ hervorging, die auch in die 16bändige Gesamtausgabe von ARAGOS Werken Aufnahme fand. Sie wurden ebenso ins Deutsche übertragen, wozu HUMBOLDT das Vorwort und in Erinnerung an ARAGO, der ihm im Tode um sechs Jahre vorausging, die bewegenden Worte schrieb: „Angenehme und traurige Erinnerungen werden gleichzeitig beim Lesen der „Populären Astronomie“ in denjenigen erweckt werden, welche das Glück haben, ARAGOS Vorlesungen zu hören und seine so einfache, überzeugende, fesselnde Darstellung zu bewundern.“

In einem Brief an H. C. SCHUMACHER nannte HUMBOLDT seinen Freund ARAGO „eine der edelsten Menschennaturen, in der Weisheit und Güte gepaart sind.“ Und in einer Gedenkrede auf ARAGO finden sich die Worte: „Der Gedanke macht mich stolz, daß ich ihm durch liebevolle Hingebung und durch die beharrliche Bewunderung, die in allen meinen Schriften Ausdruck fand, vierundvierzig Jahre hindurch angehört habe, und daß mein Name dann und wann an der Seite seines großen Namens genannt werden wird.“

Die endgültige Rückkehr HUMBOLDTS nach

Berlin bedeutete zugleich eine neue Phase seiner Beziehungen zur Astronomie. In einer bald begonnenen großen öffentlichen Vorlesungsreihe an der Universität sowie in der Singakademie, die vielfach das Interesse von tausend Zuhörern fand, berührte HUMBOLDT sehr häufig und ergiebig astronomische Probleme. Zugleich bahnte er einen ausgedehnten Briefwechsel mit auswärtigen Astronomen an, darunter auch mit F. W. BESSEL (1784–1846) in Königsberg, während er sich ebenso eifrig darum bemühte, C. F. GAUSS für die Berliner Universität zu gewinnen, was aber aus verschiedenen Gründen nicht gelang. Sein größtes Verdienst aus dieser Zeit wird für die Astronomie darin sichtbar, daß er sich beim König von Preußen im Einvernehmen mit ENCKE erfolgreich darum bemühte, in Berlin eine neue Sternwarte zu errichten und diese mit einem neunzölligen Refraktor aus der Werkstatt FRAUNHOFERS in München auszustatten. Dem Antrage wurde stattgegeben, so daß die Sternwarte in den Jahren 1832 bis 1835 gebaut werden konnte. Nach ihrer Fertigstellung erwirkte HUMBOLDT von ENCKE das Zugeständnis, die Sternwarte wenigstens einmal im Monat für das interessierte Publikum zu öffnen, so daß darin der Grundstein für die erst später von W. FOERSTER (1832–1921) mit der Gründung der Urania-Sternwarte (1888/89) in Berlin verwirklichte Idee der Volkssternwarten erblickt werden kann.

Von 1834 an verfolgte HUMBOLDT mit großer Beharrlichkeit die Ausarbeitung seines beachtlichen Werkes, das unter der Bezeichnung „Kosmos“ Weltruhm erlangte. „Ich habe den tollen Einfall“, so schrieb er am 27. Oktober 1834 an K. A. VARNHAGEN VON ENSE (1785–1858), „die ganze materielle Welt, alles was wir heute von den Erscheinungen der Himmelsräume und des Erdenlebens, von den Nebelsternen bis zur Geographie der Moose auf den Granitfelsen wissen, alles in einem Werke darzustellen und in einem Werke, das zugleich in lebendiger Sprache anregt und das Gemüt ergötzt.“ Dieses Vorhaben ist dem großen Erforscher der Erd- und Himmelsräume vollaug gelungen. Mit diesem Werke schuf HUMBOLDT ein großes Gemälde der Natur, wie er es nannte, das zugleich den Versuch darstellte, auch den Menschen in seiner Stellung zur Natur in einem neuen Lichte zu sehen, was insofern „das Streben nach dem Verstehen

der Welterscheinungen, der höchste und ewige Zweck aller Naturforschung“ bedeutete.

Im dritten Band des insgesamt fünfbandigen Werkes hat HUMBOLDT mit Meisterhand die damaligen astronomischen Kenntnisse in ihren historischen und praktischen Begründungen zur Darstellung gebracht. Ebenso spiegelt sich darin seine sehr enge Verbindung mit der Berliner Sternwarte und ihren Astronomen wider, unter denen neben J. F. ENCKE vor allem J. G. GALLE (1812–1910), später C. BRUHNS und W. FOERSTER seine Berater in dem Sinne gewesen sind, daß sie aus der Literatur die verlässlichsten Fakten der astronomischen Wissenschaft sammelten und damit zum Gesamtwerk HUMBOLDTS wesentliche Beiträge leisteten.

Größten Anteil nahm HUMBOLDT an der Entdeckung des Planeten Neptun durch J. G. GALLE (1846), ferner an den Arbeiten BESSELS, die sich auf die erste Messung einer Fixsternparallaxe, die Zonenbeobachtungen und schließlich auf die Berliner Sternkarten bezogen, so daß darin, wenn auch nur andeutungsweise, die sehr nahe Verwurzelung von HUMBOLDTS Altersschaffen in der Astronomie sichtbar wird. Zahlreiche Briefe von seiner Hand sind Fundgruben für historische Komplexe und Detailfragen, die anderweitig nicht immer in den Vordergrund treten, so daß die Astronomen nach HUMBOLDTS Tod (9. Mai 1859) ihn mit Stolz „zu den Ihrigen“ rechneten, der „sehr wesentlich zur Förderung der astronomischen Wissenschaften beigetragen“ habe; in J. F. ENCKE wurde dann auch einem Astronomen die Pflicht zugemessen, dem toten HUMBOLDT in der Gedenksitzung der Berliner Akademie der Wissenschaften die Gedenkreide zu halten. Nicht von ungefähr mag es sein, daß im Jahre 1865 in W. FOERSTER wiederum einem Astronomen die Aufgabe zufiel, die Einweihung der HUMBOLDT-Denkmal vor der Berliner Universität zu vollziehen.

Literatur:

WATTENBERG, D.: ALEXANDER VON HUMBOLDT und die Astronomie. In: Vorträge und Schriften der Archenhold-Sternwarte, Nr. 1, 42 S. (Berlin 1959).
WATTENBERG, D.: Forschungen und Publikationen zur Geschichte der Astronomie in der Deutschen Demokratischen Republik. Eine Bibliographie 1949 bis 1969.

Anschrift des Verfassers:

Prof. DIEDRICH WATTENBERG

1193 Berlin-Treptow 1, Archenhold-Sternwarte

INFORMATIONEN

Organische Verbindungen in Meteoriten

Unter Einwirkung der kosmischen Strahlung können organische Verbindungen aus einfachen anorganischen entstehen. Dies wurde von dem bekannt-sowjetischen Wissenschaftler Akademikernmitglied ALEXANDER WINOGRADOW nachgewiesen. Er sowie andere sowjetische Spezialisten, die in einigen Meteoriten, die zu verschiedenen Zeiten auf der Erde aufgeprallt waren, komplizierte organische Stoffe wie Aminosäuren und Kohlenwasserstoffe entdeckten, haben eine Hypothese über deren anorganische Herkunft aufgestellt. Zur Überprüfung dieser Hypothese wurden im Moskauer Institut für Geochemie und analytische Chemie die Bedingungen des Kosmos imitiert. Mit Protonen von 600 Millionen Elektronen-volt bestrahlten die Forscher Gemische einfacher Verbindungen, die Stickstoff und Kohlenstoff enthielten. Auf diese Weise wurden organische Verbindungen wie Glutamin- und Asparaginsäure, Glycerin, Alanin, Lysin, Valin und andere synthetisiert, die zu Bestandteilen aller Lebewesen gehören. (TASS)

Sonnenwind im Mondstaub

Ein besonderes Merkmal des Mondstaubes ist der hohe Gehalt an Edelgasen, deren Herkunft auf den sogenannten Sonnenwind zurückzuführen ist. Als Sonnenwind bezeichnet man die sehr intensive Korpuskularstrahlung (über 10⁸ Teilchen/cm² s in der Gegend der Erdbahn), die als Plasma von der Sonne ausgestrahlt wird. Wegen der relativ geringen Energie dieser Teilchen von wenigen keV ist auch die Reichweite mit nur etwa 100 Å sehr klein. Um eine mehrere Meter dicke Staubschicht mit Sonnenwind zu beladen, ist es daher erforderlich, daß diese Staubschicht ständig umgewälzt wird – auf dem Mond nur durch Meteoriteneinschlag möglich –, damit jedes Korn der Staubschicht an die Oberfläche gelangt. Während sich die Hypothese des Sonnenwindursprungs der Edelgase in bestimmten Meteoriten nach heftigen Kontroversen nach und nach durchgesetzt hat und durch die auf dem Mond vorgenommenen Untersuchungen eine letzte Bestätigung erhielt, fand sich für die Abstammung bestimmter Typen von Meteoriten vom Mond bisher kein Hinweis.

Mondsteine magmatischen Ursprungs sind natürlich frei von Sonnenwind. Nur an der Oberfläche dieser Steine ist das Auftreten des Sonnenwindes nachweisbar. Neben den Edelgasen werden dem Mondstaub natürlich alle übrigen Elemente in Form von Sonnenwind zugeführt. In den meisten Fällen ist jedoch ein Nachweis unmöglich, da es sich um winzige Spuren handelt, die neben der wesentlich größeren „normalen“ Konzentration der einzelnen Elemente nachgewiesen werden müßten. Lediglich Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff und vielleicht Chlor konnten im Mondstaub neben den Edelgasen dem Sonnenwind zugeschrieben werden. Von ganz besonderem Interesse war hierbei die Häufigkeit des schweren Wasserstoffs, also des Deuteriums. Im irdischen Wasserstoff kommt auf etwa 8000 Atome leichten Wasserstoffs nur ein Atom Deuterium, das H/D-Verhältnis beträgt also etwa 6000. Da im Sonneninneren Deuterium nicht beständig ist, sollte der Deuteriumgehalt auch an der Sonnenoberfläche wesentlich geringer sein. Aus Messungen folgte, daß im Sonnenwind das H/D-Verhältnis mindestens einen Wert von 50 000 haben muß. Der schwere Wasserstoff muß also auf der Erde durch irgendwelche Prozesse um mindestens einen Faktor 8 angereichert worden sein.

Das Alter der Mondproben

Altersbestimmungen nach der Rb/Sr-Methode an den magmatischen Steinen aus dem Mare Tranquillitatis liefern für alle untersuchten Proben nahezu identische Werte von 3,7 Milliarden Jahren. Alle diese mit sehr hoher Präzision ausgeführten Messungen stammen aus dem Labor G. J. WASSERBURG am California Institute of Technology (Pasadena). Die Gesteine aus diesem Gebiet des Mondes sind also vor 3,7 Milliarden Jahren aus der Schmelze erstarrt. Messungen nach der Uran-Thorium-Blei-Methode lieferten ähnliche Werte. Die Werte, die nach der Kalium/Argon-Methode und besonders diejenigen, die nach der

Uran-Thorium-Helium-Methode gewonnen wurden, liegen zwischen 3 und 3,8 Milliarden Jahren. Diese geringeren Alter lassen sich auf Grund von Verlusten der Edelgase Helium und Argon aus den Mondgesteinen durch Diffusion erklären. Mit Hilfe einer genauen Meßmethode, die von G. TURNER von der Sheffield University (England) entwickelt wurde, kann die Höhe dieser Diffusionsverluste bestimmt werden. Entsprechend korrigierte K/Ar-Alterswerte liegen ebenfalls um 3,7 Milliarden Jahre.

Das hohe Alter der ersten Mondproben war für alle diejenigen eine große Überraschung, die an einem noch sehr aktiven Mond glaubten. Man nimmt allgemein an, daß der Mond vor etwa 4,6 Milliarden Jahren entstand. Es ist bemerkenswert, daß 1 Milliarde Jahre später ausgedehnte Schmelzprozesse am Mond stattfanden. Nach all unserem Wissen sind die Mondmeere wesentlich jünger als die Kontinente. Dieses Altersunterschied geht schon aus der wesentlich geringeren Kraterdichte in den Mondmeeren gegenüber derjenigen auf den Kontinenten hervor. Tatsächlich lieferte ein kleines Steinchen aus dem Meer der Ruhe mit einer von den anderen Steinen deutlich abweichenden chemischen Zusammensetzung ein Alter von 4,4 Milliarden Jahren. Es könnte sich bei diesem Stein um ein Stück von den Kontinenten handeln. Auf Grund der Altersdifferenz geht eindeutig hervor, daß das Material der Kontinente nicht Partner des Materials der Mondmeere bei den Fraktionierungsprozessen gewesen sein kann.

Ähnlich wie bei Meteoriten kann man bei den Mondproben auf Grund der Einwirkung der Höhenstrahlung noch eine besondere Art von „Alter“ angeben. Die Gesteinsbrocken, die von den Astronauten gesammelt wurden, lagen keineswegs an der Oberfläche. Die heute an der Oberfläche aufgefundenen Steine lagen ursprünglich in einer Tiefe von mindestens 5 m, viele vermutlich noch wesentlich tiefer. In dieser Tiefe waren sie von der Einwirkung der Höhenstrahlung durch das darüberliegende Material nahezu vollständig abgeschirmt. Durch Einschläge wurden die Gesteinsbrocken herausgeschleudert und liegen seither an der Oberfläche, zum langsamen Zerfall zu Staub bestimmt (neben Meteoriten und Mikrometeoriten spielen hierbei sicherlich die ständigen großen Temperaturschwankungen eine Rolle). Hier an der Oberfläche sind sie nunmehr voll der Einwirkung der Höhenstrahlung ausgesetzt. Auf Grund der Konzentration bestimmter Reaktionsprodukte der Höhenstrahlung läßt sich die Dauer der Einwirkung der Höhenstrahlung angeben. Wir können somit den Zeitpunkt bestimmen, zu dem diese Gesteinsbrocken an die Oberfläche gebracht wurden. Die Analysen dieser liefern hierfür Zeiten, die 20 Millionen bis 500 Millionen Jahre zurückliegen.

Entstehung der Mondmeere

Der Großteil der Wissenschaftler ist hinsichtlich der Mondkrater der einhelligen Meinung, daß sie in ihrer Mehrzahl durch Einschläge entstanden sind und daß nur bei einer kleineren Zahl bestimmter Krater ein vulkanischer Ursprung wahrscheinlicher ist. Im Falle der Mondmeere hingegen bestehen heftige Kontroversen. Auf welche Weise könnten die Meere entstanden sein?

1. Lavruptionen aus einem flüssigen Mondinneren ohne äußere Einwirkung.
2. Lavruptionen ausgelöst durch einschlagende Körper.
3. Aufschmelzen des Gebietes der Mondmeere durch Umwandlung der kinetischen Energie der einschlagenden Massen in Wärme.

Die Modelle 1 und 2 verlangen ein heißes flüssiges Mondinneres. Hier gelangen wir zwangsläufig auf die immer noch ungeklärte Frage, ist der Mond im Inneren fest oder flüssig. Die bisherige Auswertung der beiden bei der Mission von Apollo 11 und 12 auf dem Mond installierten Seismometer lieferte keine Anhaltspunkte über die Verhältnisse in größeren Tiefen. Falls der Mond heute fest ist, bleibt die Frage, war er früher einmal flüssig? Die in den Mondsteinen festgestellte Magnetisierung deutet auf ein Magnet-

Erde, sondern in der Stärke von einigen Prozent. Erklärer haben ein solches Magnetfeld muss auf der Mondoberfläche zum Zeitpunkt der Erstarrung der Steine vorhanden gewesen sein. Hatte dieses eine nicht mehr bestehende lunare Magnetfeld seine Ursprung in Konvektionsströmen des flüssigen Inneren, oder kam es auf ganz andere Weise zustande? Befand sich der Mond damals vielleicht im Einfluß des Magnetfeldes der Erde, da der Abstand Erde-Mond wesentlich geringer war? Wir wissen keine Antwort.

Alle untersuchten Steine aus dem Mare Tranquillitatis sind vor 3,7 Milliarden Jahren erstarrt. Kann uns das hohe Alter helfen, die Frage nach der Ursache der Schmelzprozesse zu entscheiden? Leider ist dies nicht möglich. Wie in einer noch vor der Mondlandung erschienenen Arbeit amerikanischer Wissenschaftler gezeigt wurde, lag der Höhepunkt der vulkanischen Aktivität des Mondes vor etwa 4 Milliarden Jahren, falls es überhaupt echten Vulkanismus auf dem Mond gab.

Objekte ausreichender Größe, die die Mondmeere beim Einschlag zum Schmelzen gebracht haben könnten, gab es, wenn überhaupt, nur am Anfang der Geschichte unseres Planetensystems. Es ist kaum zu erwarten, daß der Akkumulationsprozeß, der aus der planetarischen Staubbewölke zu unserem Planetensystem führte, von Anfang an nur die heute vorhan-

denen Körper entstehen ließ. Vielmehr erscheint es wahrscheinlicher, daß zunächst eine große Zahl von Protokörpern gebildet wurde. Aus einigen dieser Protokörper wurde dann unser Planetensystem. Hierbei wuchsen die heutigen Körper nicht nur durch Akkumulation von Staub, sondern die größeren Objekte "schluckten" die kleineren. Es wäre also durchaus denkbar, daß die Formationen der Mondmeere den Abschluß dieses "Verdauungsprozesses" widerspiegeln. Ein Blick durch das Fernrohr lehrt uns, daß es heute zwar Objekte gibt, die die Erdbahn kreuzen, deren Größe bei einer Kollision zur Bildung von Großkratern ausreicht, die aber nicht instande sind, die Energie zum Aufschmelzen, der bis zu 1000 km Durchmesser großen Mondmeere zu liefern.

Nachdem aus Unregelmäßigkeiten der Bewegungen der Mondsatelliten das Vorhandensein von Massenkonzentrationen, die der Lage nach genau mit den Mondmeeren zusammenfallen, aufgedeckt wurde, erhielt die Einschlaghypothese neuen Antrieb. Eine gegenüber der Mondoberfläche höhere mittlere Dichte der einschlagenden Körper würde zwangsläufig zu den beobachteten Massenkonzentrationen führen. Es sei aber mit großer Deutlichkeit darauf hingewiesen, daß es zahlreiche ebenso wahrscheinliche Möglichkeiten zur Erklärung der Massenkonzentrationen gibt.

(Nach H. WANKE, Der Mond nach Apollo 11, "Umschau in Wissenschaft und Technik")

Welche Zeitschriften interessieren uns?

PÄDAGOGISCHE FORSCHUNG. EBERHARD ROSSA: Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht und Aufgabenstellung zur staatsbürgerlichen Erziehung der Schullerng. 10 (1969) 3/4, 29-33. Autor stellt dar, wie sich der Inhalt des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts in der neuen Lehrpläne gründet und damit bessere Voraussetzungen für die Einleitung von wissenschaftlicher Bildung und politisch-ideologischer Erziehung im Unterricht geschaffen werden. Auf das Beispiel des Zusammenwirkens der naturwissenschaftlichen Fächer in der Klasse 10 bei der Vermittlung politischer Überzeugungen und Einsichten wird näher eingegangen.

KALENDER FÜR STERNFRENDE 1970. Der Textteil des Kalenders enthält folgende Artikel: Neuere astronomische Arbeiten und Entdeckungen: 1. Das gegenwärtige Sonneneinstrahlungsmaximum (S. 135). 2. Messung der Entfernung Sonne-Erde mittels der 21-cm-Linie des neutralen Wasserstoffs (136). 3. Die Venus und Marssonden 1969 (137). 4. Die Masse der Vesta (138). 5. Atmosphärische Störungen auf Jupiter und Saturn (139). 6. Die physikalischen Eigenschaften der Meteor (141). 7. Neues von Barnards Stern (142). 8. Wieder ein neuer Fixsternbegleiter in der Sonnenumgebung (142). 9. Die massereichsten Sterne (143). 10. Infraroter Nebel im Orion (144). 11. Schnell pulsierende Radioquellen (145). 12. Die 3K-Strahlung, ein Beweis für den "Urknall" (146). 13. Aus der Veränderlichenforschung auf der Sternwarte Sonneberg (147). 14. Das sowjetische 6-m-Teleskop (150). - Zukunftsaussichten der Raumfahrt (151). - Die Leuchtkraftfunktion (155). - Extrem kühle Sterne (Infrarotsterne) (170). - Planetarische Nebel (183). - Kosmische Dimensionen (185). - Ein Blick in die Tiefen des Raumes (188). - Die Scheinersche Methode zur Berechnung einer parallaxischen Aufstellung (191).

HORIZONT. HORST HOFFMANN: Transkosmos 69. Eine Jahresbilanz der Raumfahrtforschung. 3 (1970) 1, 29-30. - HORST HOFFMANN: Karrieren aus dem Kosmos. 3 (1970) 9, 20-21. Am Beispiel der prominentesten amerikanischen Astronauten demonstriert der Autor, wie wissenschaftliche Leistung unter kapitalistischen Bedingungen entartet. Das Image des Raumfahrers wird zum politischen oder wirtschaftlichen Sprungbrett oder es dient zur Manipulierung breiter Bevölkerungskreise. Die sehr instruktiven Darlegungen sollten von Astronomielehrern beachtet werden.

ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT. SIEGFRIED MARK: Die Zustandsgrößen der Sterne. 1969, 1, 1-8.

Prinzipien der Bestimmung der wichtigsten Zustandsgrößen. - H. D. NAUMANN: Westeuropas Nachrichtenssatelliten-Pläne. Hintergründe, Organisationen, Projekte. 1969, 1, 23-28. - JOHANNES HOPPE: Neuere Ansichten über die Natur des Zodiakallichts. 1969, 2, 33-38. Autor gelangt zu dem Schluß, daß das Zodiakallicht wahrscheinlich aus mehreren Komponenten besteht. Das Hauptphänomen wird von einer zirkumsolaren Staubbewölke erzeugt. Ihr sind das Streulicht der Elektronen, deren Symmetrieebene der Sonnenäquator sein kann, sowie das Leuchten von Staubbewölken und Elektronen aus dem subplanetaren Raum überlagert. - SIEGFRIED MARK: Der zweite Satellit des Saturn. 1969, 2, 39-40. - JOHANNES MALLSEN: Mondvulkanismus und Perleiten - Ursachen der Tektonik. 1969, 2, 41-44 und 3, 70-76. - Über die Weltraumaktivität Japans. 1969, 2, 53-58. - HANS SWART: Zur Strahlenexposition bei Orbitalflügen. 1969, 2, 58-61. - W. STRUBELL: Möglichkeiten und Grenzen der Steuerungs- und Regelungstechnik in der Raketenfahrt. 1969, 2, 62-64. - SIEGFRIED MARK: Astronomische Beobachtungen im Infrarot. 1969, 3, 65-68. - EDGAR OTTO jun.: Satellitennavigations mit dem Schußfernrohr. 1969, 3, 65-66. - H. D. NAUMANN: Entwicklungstendenzen bei Solarzellen. 1969, 3, 85-86. - HANS-K. REMANE: Simulation in Raketen- und Raumfahrtstechnik. 1969, 3, 86-92. Durch Simulation ist es möglich, alle Variationen, denen ein Gerätesystem bei einem Raumflug ausgesetzt sein kann, zu erproben. Die Simulation kann schon im Entwicklungsstadium zur Untersuchung eines Systems unter später zu erwartenden Bedingungen benutzt werden. Der ökonomische Vorteil kann erheblich sein. - WOLFGANG STRUBELL: Festpulverraketen und Raumfahrt. 1969, 3, 92-93. - NIKOLAUS RICHTER: Auf Datenempfang am Himmel. 1969, 4, 98-104. Aus der Arbeit und von den Aufgaben des Karl-Schwarzschild-Observatoriums Tautenburg. - HELMUT BUSCH: Die Bruno-M.-Bürgel-Sternwarte in Hartha. 1969, 4, 105-109. - WOLFGANG WENZEL: Die Erforschung der veränderlichen Sterne. 1969, 4, 110-117. - KLAUS LINDNER: Astronomieunterricht und Amateurastronomie. 1969, 4, 118-121. - PAUL AHNERT: Probleme der Liebhaberastronomie. 1969, 4, 122-127. - HANS-JOACHIM BLASBERG: Erfahrungen aus der Fachgruppenarbeit. 1969, 4, 127-130. - HERBERT PFAFFE: Die Entwicklung der Deutschen Astronomischen Gesellschaft. 1969, 4, 131-132.

JENASER RUNDschau, NIKOLAUS RICHTER: Acht Jahre Erfahrungen mit der Schmidt-Kamera des 2-m-Universal-Spiegelteleskops in Tautenburg. 13 (1968) 6, 315-321. - W. BRONKALLA/H. OLEAK/H.-J.

TREDER/P. NOTNI: Extragalaktische Forschungen. 13 (1968) 6, 322-325. — FRIEDRICH WILHELM JÄGER: Über Probleme, Aufgaben und Arbeitsmittel der Sonnenforschung. 13 (1968) 6, 326-329. — WOLFGANG WENZEL: Erforschung der veränderlichen Sterne. 13 (1968) 6, 330-333. — BRICH BARTL: Die Beobachtung der Nova Delphini 1967 mit dem 2-m-Universal-Spiegelteleskop. 13 (1968) 6, 334-336. — SIEGFRIED WÄCHTER: Beobachtungen am Passage-Instrument 100/1000 des VEB Carl Zeiss. 13 (1968) 6, 337-340. — ALFRED JENSCH-MANFRED STEINBACH: Kuppelsteuereinrichtung in den 2-Meter-PCC-Teleskopen. 13 (1968) 6, 341 bis 344. — HEINZ LETSCH: Das neue Universal-Großplanetenarium aus Jena. 13 (1968) 6, 345-349. — HANS VEHRENBURG: Atlas Stellarum 1950-60. 13 (1968) 6, 350-352. — NIKOLAUS RICHTER: Kompakte Galaxien — eine bemerkenswerte neue Kategorie von Sternsystemen. 14 (1969) 6, 324-329. — FREIMUT BÖRNGEN: Der Andromedanebel auf Tautenburg. SCHMIDT-Aufnahmen. 14 (1969) 6, 330-332. — KARL-HEINZ SCHMIDT: Interstellare Staub. 14 (1969) 6, 333-339. — WOLFGANG HÖGNER: Über die Herstellungstechnik photographischer Äquidensiten. 14 (1969) 6, 340-345. — HELMUT ARTUS: Die Planillterspektrograph im Cassegrain-Fokus des 2-m-Universal-Spiegel-Teleskops. 14 (1969) 6, 346-352.

NEUES DEUTSCHLAND. Exophysiologie im Welt-
raum. 24. 1. 1970, S. 12. Die Exophysiologie ist ein neuer Wissenschaftszweig, der aus den kosmischen Biologie und Medizin hervorging. Sie beschäftigt sich u. a. mit Problemen der Zuverlässigkeit des Menschen im Steuerungssystem eines Raumschiffes, mit Grundzügen der Programmierung der Reihenfolge menschlicher Tätigkeit sowie mit Fragen der Ausstattung und Hygiene der Raumschiffkabinen. In vorstehend genanntem Bericht wird ein Kapitel aus einem mehrbändigen sowjetischen Werk zur Exophysiologie referiert, das von Akademikerin N. M. Siskajan verfaßt wurde. — DIETER HANNES: Direktverkehr mit Interkosmos 2. 28. 2. 1970, S. 10. Mit dem Start der beiden Gemeinschaftssatelliten sozialistischer Länder Interkosmos 1 und 2 im Oktober bzw. Dezember 1969 begann für viele wissenschaftliche Einrichtungen in der DDR ein neuer Arbeitsabschnitt. Er betraf besonders Institute, die sich mit der Selenbeziehungen zwischen Sonne und Erde — der solar-terrestrischen Physik — beschäftigen. In vorliegendem Beitrag wird über Aufgaben und Bedeutung der Erforschung der Hochatmosphäre der Erde im Zusammenhang mit dem Forschungsprogramm der Gemeinschaftssatelliten informiert.

URANIA. HANS DIETER NAUMANN: Kosmosindustrie. 1969, 12, 4-7. Zum Gruppenflug von Sojus 6, 7 und 8. — HORST WOLF: Von Sternentfernungen und „Sternentfernungen“. 1969, 12, 58-59. — SIEGFRIED MARX: Die Erde — Ein Kreis. 1969, 12, 77. — GEORGE RULEA: Informationsträger mit großer Zukunft — Laser. 1970, 1, 12-16. — J. CLASSEN: Glas auf dem Mond. 1970, 1, 58-59. — MANFRED SCHEUFELER: Häuser im Kosmos. 1970, 2, 4-7. — SIEGFRIED MARX: Der Mond und seine Librationen. 1970, 2, 77.

ZEITSCHRIFT FÜR ASTROPHYSIK. KURT VON SENGBUSCH: Sternentwicklung IX. Die erste hydrostatische Kontraktionsphase für einen Stern von 1 M_☉. Bd. 69 (1968) 2, 79-111. — G. ACKERMANN

u. a.: Neue Infrarot-Sterne. Bd. 69 (1968) 2, 130-139. — R. KIPPENHAHN/A. WEIGERT/H. C. THOMAS: Entwicklung in engen Doppelsternsystemen V. Bd. 69 (1968) 4, 265-272. Es wird die Entwicklung eines Weißen Zwerges von 0,264 M_☉ gegeben, dessen Entstehung in einem engen Doppelsternsystem (anfanglich 2 M_☉ + M_☉) zuvor berechnet worden war. Die noch nahe der Oberfläche des Weißen Zwerges verbliebene Wasserstoff-Schalenquelle wird säkular instabil. Daraus resultieren zwei thermische Pulse im Abstand von etwa 500 Jahren, während deren der Stern jeweils kurzzeitig zum Roten Riesen wird. Danach geht das Schalenbrennen immer mehr zurück, und der Weiße Zwerg kühlt friedlich weiter ab. (Engl.)

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN. P. TH. OOSTERHOFF: Ejnar Hertzsprung. 8. 10. 1873 — 21. 10. 1967. Bd. 291, 2, 85-87.

PRACTIC. MODELLBAU UND BASTELN. HANS-JOACHIM DANKERT: Monokulares Fernglas. 1969, 5, 217-219. Selbstbau eines optischen Instrumentes, das auch für astronomische Zwecke Verwendung finden kann.

JUGEND UND TECHNIK. K.-H. NEUMANN: Raumschiffe mit Strahlenfalle. 17 (1969) 8, 747-749. Über sowjetische Versuche, Raumflugkörper mit Hilfe superleitender Spulen gegen die Raumstrahlung abzuschirmen. — K.-H. NEUMANN: Wege ins All. 17 (1969) 9, 783-789. Über das sowjetische und das amerikanische Weltraumprogramm.

TECHNIKUS. R. BOTSCHEN: Man braucht kein Fernrohr. 1969, 8, 4-5. Astronomische Beobachtungen mit einfachen Mitteln. — K.-H. NEUMANN: Astronautik-Rückschau 10. 1968, 11, 43-46. Der Berichtszeitraum reicht vom 4. 4. 1969 bis zum 12. 8. 1969.

DEUTSCHE LEHRERZEITUNG. Satelliten vermessen die Erde. 17 (1970) 4, S. 7. — JURI DOKUTSCHAJEW: Zwischen Kosmos und Schule. 17 (1970) 10, S. 8. Begegnungen mit der Frau des Kosmonauten Georgi Bergowoi.

PÄDAGOGIK. EBERHARD ROSSA: Zur Einheit von Bildung und Erziehung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. 24 (1969) 12, 1120-1125. In dem Stoff der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer sind grundlegende weltanschauliche und politische Ideen des Marxismus-Leninismus aufgenommen worden. Sie sind nicht nur Ergebnis der Verallgemeinerung einzelwissenschaftlicher Erkenntnisse, sondern auch Resultat der Einsicht in math.-naturwiss. Theorien, Begriffe, Gesetze und Methoden, die über den Rahmen eines Einzelfaches hinaus gültig sind. Es wird gezeigt, daß mit der Struktur des Bildungsinhaltes Vorentscheidungen über die Qualität des Lehrens und Lernens getroffen wurden. — JOACHIM LOMPSCHER: Wesen, Bedingungen und Möglichkeiten der Entwicklung geistiger Fähigkeiten. 25 (1970) 1, 66-75. Autor beschäftigt sich hauptsächlich mit dem Wesen und der Struktur allgemeiner geistiger Fähigkeiten und mit den Bedingungen zu ihrer Entwicklung. Er zeigt, wie vor allem auf der Grundlage des neuen Lehrplanwerkes die geistigen Fähigkeiten unserer Schüler ausgebildet werden können.

MANFRED SCHUKOWSKI

Stichtag: 15. 3. 1970.

Rezensionen

HEINZ MIELKE: Der Weg zum Mond, Verlag Neues Leben Berlin, 1. Auflage 1969, 266 S., zahlreiche Fotos und Zeichnungen im Text, 12,80 M.

Der Schriftsteller HEINZ MIELKE hat sein neues Mondbuch in einer Weise abgefaßt, die man aus einem Teil seiner früheren Bücher schon kennt. Einestheils fußt er auf relativ neuen Erkenntnissen der Mondforschung (Apollo 11 ist schon mit einbezogen) andererseits enthält das Buch eine utopische Rahmenhandlung, in der Mondflüge von einer größeren benannten Raumstation von der Erdumlaufbahn aus erfolgen. Der Mond besitzt in diesem Buch bereits

von Menschen „unterlunarisch“ eingerichtete Anlagen, in denen ein internationales Kollektiv von Wissenschaftlern arbeitet.

Wegen dieser Besonderheit der Darstellung dürfte „Der Weg zum Mond“ bei jugendlichen Lesern im Alter von 14 bis 18 Jahren seine Wirkung nicht verfehlen. Das Buch kann als eine erweiterte Neuauflage des früher von H. MIELKE als Taschenbuch (Verlag Enzyklopädie Leipzig) herausgegebenen Bändchens „Unternehmen Luna“ angesehen werden.

HORST BOCHE hat auch dieses neue Mondbuch wieder illustriert und eine Reihe farbiger Zeichnungen eingefügt. Der Autor nennt sein Werk einen „Streif-

zug durch Traum und Wissen vom Mond". Da eine Trennung von Utopie und Wirklichkeit bereits durch das Studium des Inhaltsverzeichnis und an Hand der Kapitelüberschriften vorgenommen werden kann, ist das Buch auch für den Astronomielehrer brauchbar, der es schon deswegen kennen sollte, um es Schülern als Beispiel belehrender und zugleich unterhaltender Literatur zu empfehlen.

WOLFGANG KÖNIG

Taschenatlas der Sternbilder. Text von JOSEF KLEPEŠTA, illustriert von ANTONIN RUKL. Artia Verlag, Prag, 1968 (in deutscher Sprache). Preis: 10,- Mark. Zu beziehen über das Haus der tschechoslowakischen Kultur in Berlin.

Für die praktische Arbeit sind zusammenlegbare Sternkarten unhandlich und machen sich bisweilen nachteilig bemerkbar. Dazu kommt noch, daß die erforderlichen Bemerkungen zu den einzelnen Sternen und Beobachtungsobjekten nicht auf den Sternkarten verzeichnet sind und man diese erst zusammenstellen muß.

Bei dem vorliegenden Taschenatlas entfällt diese Arbeit. Alle 88 Sternbilder sind einzeln auf 108 mal 182 mm großen farbigen Kartentafeln abgebildet. Zu jedem Sternbild steht ferner eine Seite für Erläuterungen (mythologische Bedeutung, Entfernung, astrophysikalische Beschaffenheit) zur Verfügung. Die Kartenblätter enthalten die Sterne bis zur 5. Größe sowie die Kennzeichnungen für Doppelsterne, Veränderliche, Sternhaufen, Nebel und Galaxien. Die letzteren Objekte werden farblich unterschieden, je nachdem es sich um die Sichtbarkeit mit bloßem Auge bzw. mit dem Feldstecher oder einem größeren Fernrohr handelt.

Der Aufbau der Karten und die Farbgebung sind sehr übersichtlich und ansprechend gestaltet. So werden z. B. die benachbarten Sternbilder gekennzeichnet, die Sterne enthalten ihre Namen, und bei den meisten Sternen ist auch die Entfernung in Lichtjahren beigegeben. Die farbige Bezeichnung der Sterne unterscheidet sich nach deren Entfernungen: weiß bis 100 Lichtjahre, orangefarben von 100 bis 1000 Lichtjahre und rot über 1000 Lichtjahre.

Zur Orientierung am Sternhimmel dienen 6 Übersichtskarten mit Beschreibungen für die einzelnen Jahreszeiten und die beiden Polgebiete. Der einführende und allgemein verständliche Text über die Grundlagen der Astronomie, den Aufbau und die Handhabung von Sternkarten sowie das Auffinden der Sternbilder spricht weite Kreise an, die sich für Astronomie interessieren. Fachworterklärungen, ein alphabetisches Verzeichnis der Sternnamen und ein Verzeichnis der Sternbilder beschließen dieses gelungene und für die praktische Arbeit des Lehrers und Amateurastronomen sehr zu empfehlende Werk.

ARNOLD ZENKERT

„Der Mensch im Weltall“ von ALEXEI A. LEONOW und WLADIMIR I. LEBEDEV, Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin, 1. Auflage 1969, 152 Seiten, Preis: 5,80 M. Die Schrift des sowjetischen Kosmonauten LEONOW und des sowjetischen Physiologen LEBEDEV ist weniger für den Astronomieunterricht geeignet, denn sie

enthält eine wissenschaftliche Untersuchung psychologisch-physiologischer Probleme der Raumfahrt. Dafür sollte sie jeder kennen, der sich über spezielle Probleme des benannten Raumfluges informieren will.

Der Untertitel lautet: „Die Wahrnehmung von Raum und Zeit im Kosmos.“ Ausgehend von der LENTINSCHEN Widerspiegelungstheorie berichten die Autoren über die spezifischen Reaktionen des Menschen unter den ungewöhnlichen Bedingungen des Aufenthaltes im Kosmos. Aktuell sind derartige Untersuchungen gegenwärtig deshalb, weil die Sowjetunion den Bau langzeitig besetzter Weltraumstationen vorbereitet, die sich auf einer Erdumlaufbahn bewegen werden und die USA im Rahmen ihres Apollo-Programms länger befristete Mondexpeditionen ausrüsten will. Außer der in der Einleitung vorgenommenen Abgrenzung des Problems (adäquate Abbildung der kosmischen Umwelt) enthält das Buch folgende Kapitel:

1. Das Raumschiff als Objekt der Steuerung;
2. Die Orientierung des Menschen im kosmischen Raum.
3. Die Wahrnehmung der Zeit im Weltraum.
4. Die Vorhut des Weltraumfluges und die psychologischen Rhythmen.

Ohne Zweifel sind die Autoren durch ihre praktischen Erfahrungen für die Behandlung dieses Themas prädestiniert. LEONOW war der Kosmonaut, der 1965 („Woschod II“) als Erster ein Ausstiegsmanöver im Kosmos ausführte. Im Vorwort heißt es: „Durch seine Berichte erhält das Buch ... die Frische des unmittelbaren Erlebens.“

Enttäuschend ist das vom Verlag beigelegte Bildmaterial, da wenig aussagekräftig und bereits mehrmals veröffentlicht. Dafür dürfte dieses Bändchen vom Preis her für jedermann erschwinglich sein.

WOLFGANG KÖNIG

Mitteilung der Redaktion

Frau Dr. RENATE WAHSNER, Mitglied der Sektion marxistisch-leninistische Philosophie an der Humboldt-Universität Berlin, wurde in das Redaktionskollegium von „Astronomie in der Schule“ berufen.

Herr Dr.-Ing. KLAUS-GÜNTER STEINERT, Mitglied der Redaktion von „Astronomie in der Schule“, habilitierte sich an der Technischen Universität Dresden mit dem Thema „Beitrag zur Weiterentwicklung des Zirkumzenitals“. Herzlichen Glückwunsch!



Partielle Mondfinsternis am 17. August 1970

Von den 4 Verfinsterungen, die sich in diesem Jahre ereigneten bzw. noch ereignen, kann nur die partielle Mondfinsternis in den Morgenstunden des 17. August in einem Teil ihres Verlaufes bei uns beobachtet werden.

Der Mond tritt um 02^h00^m in den Halbschatten der Erde ein. Der Eintritt in den Halbschatten ist jedoch nicht wahrnehmbar. Erst wenn der Mond schon verhältnismäßig tief in diesen eingedrungen ist, läßt sich in Richtung zum Kernschatten eine Abschattung der Mondscheibe erkennen: Um 03^h17^m erfolgt in der Gegend Sinus Roris, in der Nähe der Wallebene Pythagoras, die erste Berührung mit dem Kernschatten der Erde. Die Mitte der Finsternis wird um 04^h33^m erreicht. Zu diesem Zeitpunkt ist der Mond mit 0,13 Einheiten seines Durchmessers in den Kernschatten eingetaucht. Im Kernschattenbereich liegen zu dieser Zeit das Mare Crisium, der nördliche Teil des Mare Tranquillitatis, die Mare Serenitatis, Frigoris und Imbrium, sowie der nördliche Teil des Oceanus Procellarum. Während der hellste Krater der bei uns sichtbaren Mondscheibe, Aristarch, im Kernschatten untertaucht, bleibt das ringgebirge Kopernikus außerhalb der Schattenzone.

Der Austritt des Mondes aus dem Kernschatten erfolgt um 05^h29^m ist bei uns aber nicht mehr sichtbar, da der Mond bereits um 04^h55^m unter dem Horizont verschwindet und schon wenige Minuten vorher die Sonne aufgeht.

Der Positionswinkel des Eintritts liegt bei 14°, der des Austritts bei 28°. Der Positionswinkel der Mondscheibe beträgt 34,4°. Die Dauer des Aufenthaltes des Mondes im Kernschattenbereich ergibt sich zu 21^m14^s.

Wenn auch die Finsternis unter für uns ungünstigen Bedingungen stattfindet (2. Nachthälfte, helle Dämmerung bzw. zum Ende fast völlige Tageshelligkeit, niedriger Mondstand), sollten doch Schülerbeobachtungen organisiert werden, zumal das Ereignis in die Sommerferien fällt. Vor allem in Ferienlagern sollten Gruppenbeobachtungen organisiert werden.

Instrumentelle Anforderungen

Zur Beobachtung sind alle Arten von Fernrohren geeignet, jedoch sollten grundsätzlich schwache Vergrößerungen gewählt werden, damit sich der gesamte Mond im Gesichtsfeld befindet. Außerdem erscheint nur bei nicht zu starker Vergrößerung der Kernschattenrand hinreichend scharf begrenzt. Selbstverständlich eignen sich zur Beobachtung auch Feldstecher und Aussichtsfernrohre. Auch für das bloße Auge ist die Beobachtung einer Mondfinsternis lohnend.

Methodische Hinweise

Die Schüler sollen bei der Beobachtung der Mondfinsternis folgendes erkennen:

- Sonne - Erde - Mond bilden zum Zeitpunkt des Ereignisses eine Linie.
- Eine Mondfinsternis kann nur bei Vollmond stattfinden.
- Aus der Wanderung des Kernschattens über die Mondoberfläche kann die Bewegung des Mondes

um die Erde sehr gut nachgewiesen werden. Es empfiehlt sich, den Ablauf der Finsternis vorher am Tellerrum zu demonstrieren.

- Als gesetzmäßig ablaufende Naturereignisse sind Finsternisse exakt vorausberechenbar.
- Am Beginn der Finsternis erscheint der Kernschatten verhältnismäßig dunkel. Mit dem weiteren Fortgang der Finsternis beginnen im Kernschattenbereich Einzelheiten der Mondoberfläche sichtbar zu werden. Bei der bevorstehenden Finsternis, die unter für uns ungünstigen Bedingungen verläuft, wird wahrscheinlich der Krater Aristarch auch im Kernschatten sichtbar bleiben.
- Der Kernschattenrand ist nicht scharf begrenzt, sondern zeigt ein verwachsenes Aussehen. Das ist darauf zurückzuführen, das infolge der Refraktion in der Erdatmosphäre Sonnenstrahlen in den Kernschattenkegel eindringen. Daraus ergibt sich auch das im allgemeinen nicht völlige Verschwinden des verfinsterten Mondes und das Sichtbarbleiben markanter Oberflächeneinheiten.
- Für das vom Kernschatten der Erde bedeckte Gebiet des Mondes vollzieht sich zum gleichen Zeitpunkt eine totale Sonnenfinsternis.

Unsere nebenstehende Beobachungskarte zeigt den Verlauf der gesamten Finsternis beim Anblick im umkehrbaren astronomischen Fernrohr. Allerdings ist der Austritt des Mondes aus dem Kernschatten bei uns nicht mehr sichtbar. Bei der Verwendung von Feldstechern, terrestrischen Fernrohren, oder bei der Beobachtung mit dem bloßen Auge muß die Karte um 180° gedreht werden.

Von den Planeten

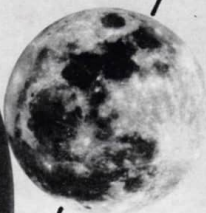
Kann Merkur in den Tagen um den 15. August bald nach Sonnenuntergang für kurze Zeit am tiefen Westhimmel aufgesucht werden. Venus beherrscht den Abendhimmel und erreicht Ende August ihre längste Abendstehensdauer. Mars befindet sich am 2. August in Konjunktion zur Sonne und kann deshalb im Beobachtungszeitraum nicht gesehen werden. Jupiter ist nach wie vor ein sehr lohnendes Objekt für die abendliche Beobachtung mit dem Schülfernrohr. Saturn ist im Juli in der zweiten Nachthälfte sichtbar. Bis Ende August verrückt sich sein Aufgang bis auf 21^h30^m.

Komet BENNETT 1969 i

Dieser Komet, der bei uns vor allem Anfang April zu einer eindrucksvollen Erscheinung wurde, war am 26. Dezember 1969 von J. C. BENNETT in Pretoria (Südafrikanische Union) entdeckt worden. Vom Zeitpunkt seiner Entdeckung bis Ende März war der Komet jedoch bei uns nicht sichtbar. Er lief am 20. März 1970 mit einer Sonnenentfernung von 80,7 Millionen km durch sein Perihel und erreichte am 22. März mit einer Entfernung von rund 100 Millionen km seine größte Erdnähe. Leider war bei uns die Periode der günstigsten Sichtbarkeit von extrem schlechter Witterung begleitet. Unser Titelfeld zeigt den Kometen am 13. April 1970. Die Aufnahme wurde von MEZ 03^h15^m bis 03^h45^m belichtet. Als Aufnahmegerät diente ein Zeiss-Vierlinser 56/270, als Aufnahmematerial ORWO ZU 2.

HANS-JOACHIM NITSCHMANN

Eintritt MEZ 03^h17^{min}2



Mitte MEZ 04^h23^{min}4



Austritt MEZ 05^h29^{min}6



Kernschatten





Astronomie

in der Schule



5
1970

INDEX 31 053
PREIS 0,60 M



VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Zeitschrift für die Hand des Astronomielehrers

Herausgegeben vom Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag
108 Berlin 8, Lindenstraße 54a — Telefon 20 05 41, Postscheckkonto: Berlin 1326 26

Erscheinungsweise: zweimonatlich — Heft 5 — 7. Jahrgang 1970
Einzelheft 0,60 M; im Abonnement zweimonatlich (1 Heft) — 60 M

INHALTSVERZEICHNIS

POPPEI, G.	Zum neuen Erfolg der sowjetischen Raumforschung	97
BERNHARD, H.	Zur unterrichtlichen Verwirklichung der Ideologisch-erzieherischen Aufgaben des neuen Lehrplans	98
SCHUKOWSKI, M.	Wesentliche astronomische Forschungsrichtungen und -methoden der Gegenwart	104
STEINERT, K.-G.	Einsatz der Laserentfernungsmessung in der Astronomie	107
MRASZ, H.	Erfahrungen bei der Durchführung von Schülerbeobachtungen an der astronomischen Station Schwerin	110
LINDNER, K.	Zum neuen Lehrbuch	113
KÖNIG, W.	Rückblick auf die Weiterbildung der Astronomielehrer im Kurssystem	114
	Informationen	116
	Welche Zeitschriften interessieren uns?	118
	Wir beobachten	120
Karteikarte	Erdähnliche Planeten — physikalische Eigenschaften	

СОДЕРЖАНИЕ

ПОППЕИ, Г.	О новом успехе советского космического исследования	97
БЕРНХАРД, Х.	О преподавательском осуществлении воспитательно-идеологических задач нового учебного плана	98
ШУКОВСКИ, М.	Существенные направления и методы современного астрономического исследования	104
СТЕИНЕРТ, К.-Г.	Применение лазерного измерения расстояний в астрономии	107
МРАШ, Х.	Опыт при проведении ученических наблюдений на астрономическом пункте г. Шверина	110
ЛИНДНЕР, К.	По поводу нового учебника	113
КЕНИГ, В.	Обзор до сих пор проведенного усовершенствования преподавателей астрономии в системе курсов	114
	Информации	116
	Которые журналы интересны для нас?	118
	Мы наблюдаем	120
Картотечная карта:	Планеты земной группы — физические признаки	

CONTENTS

POPPEI, G.	About the new Success of Soviet Space Research	97
BERNHARD, H.	About the Realisation of The Ideologico-Educational Tasks of the New Teaching Plan	98
SCHUKOWSKI, M.	Essential Tendencies and Methods in Modern Astronomical Research	104
STEINERT, K.-G.	The Application of Laser Measurement of Distances in Astronomy	107
MRASZ, H.	Experiences in Accomplishing Pupils' Observations at the Astronomical Station in Schwerin	110
LINDNER, K.	About the New Text-book	113
KÖNIG, W.	A Review of the hitherto Accomplished Supplementary Course Study for Astronomy Teachers	114
	Informations	116
	Which Journals are Interesting to Us?	118
	We Observe	120
Register Card:	The Terrestrial Planets — Physical Characteristics	

Redaktionsschluss: 20. August 1970

Redaktionskollegium: Oberlehrer Dr. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Oberlehrer Hans Joachim Nitschmann (stellvertretender Chefredakteur), Heinz Albert, Oberlehrer Günter Baum, Dr. habil. Otto Günther, Rüdiger Kollar, Dr. Klaus Lindner, Annelore Muster, Eberhard Schmidt, Oberlehrer Dr. Manfred Schukowski, Dr.-Ing. habil. Klaus-Günther Steinert, Dr. Renate

Wissenschaftlicher Beirat: Wolfgang Büttner, Oberstudienrat 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

Nur Annahme von bisher unveröffentlichten Aufsätzen; Einlegung 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 DBR und Westberlin erfolgt über den Buchhandel; für das sozialistische Ausland über das jeweilige Postzeitungsvertriebsamt und für alle übrigen Länder über den Deutschen Buch-Export und -Import GmbH, DDR 701 Leipzig, Leninstraße 16

Satz und Druck: Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen III-4-9-1833-3,5 Liz. 1488

Abbildungen: Titelbild — Galaxien M 81 (oben) und M 82 (unten) im Sternbild Großer Wagen. Aufnahme: Mt. Palomar — 3. Umschlagseite — Sternbedeckung am 16. 11. 1970, Beobachtungskarte. Zeichnung: Nitschmann — 4. Umschlagseite — Schnittmodell des größten Spiegelteleskops der Welt, des 6-m-Reflektors und seines Kuppelbaues im Karachewa-Tscherkessen-Gebirge in über 2000 m Höhe bei der Bergstation Selenchuk (UdSSR). Aufnahme: Nowosti

Zum neuen Erfolg der sowjetischen Raumforschung

Die Flugmission der automatischen Mondsonde LUNA 16 hat ihren erfolgreichen Abschluß gefunden. Zwar war es nicht das erste Mal, daß ein künstlicher Himmelskörper die Rückreise vom Mond zur Erde bewältigte, aber es war vordem noch niemals in der jungen Geschichte der Raumfahrt ein so hoher Zuverlässigkeitsgrad erreicht worden, der es erlaubt, so viele und so komplizierte Flug- und Bodenarbeitsmanöver ferngesteuert und automatisch ausführen zu können. Nie zuvor ist ein unbemannter Raumflugkörper von der Mondoberfläche zurückgekehrt.

Das ist etwas völlig Neues. Hier tritt uns — in erstaunlicher und durchaus nicht selbstverständlicher Perfektion — eine neue Experimentiertechnik entgegen, mit deren Schwierigkeiten und Resultaten wir uns auseinanderzusetzen haben. Präzise ausgedrückt: Diese Experimentiertechnik, diese Art und Weise der Erschließung neuer kosmischer Erkenntnisbereiche, wird die bestimmende und dominierende, und letztlich die wesentliche Erfolge bringende Technik des Raumfluges der nächsten Jahre und Jahrzehnte sein. Diese Feststellung schmälert nichts an den grandiosen Mutleistungen amerikanischer Apollo-Astronauten, aber sie soll die Mittel und Resultate ins rechte Licht rücken und dadurch vergleichbar machen.

Natürlich muß ein derart automatik-intensives Raumflugexperiment die Frage aufwerfen, worin denn eigentlich sein Vorteil gegenüber den bemannten Mondflugexperimenten des amerikanischen Apollo-Programms besteht. Wir würden der Ernsthaftigkeit einer solchen Frage sicher nicht gerecht werden mit der einfachen Behauptung, hier, bei dem sowjetischen Mondlandekörper LUNA 16 würden Menschenleben nicht aufs Spiel gesetzt, obwohl das sicher ein wichtiges Argument ist.

Die so gestellte Frage erfordert eine analytische Antwort. Zweifellos muß mit dem Verzicht auf eine Besatzung ein gesteigerter Aufwand an Steuerautomatik in Kauf genommen werden. Zweifellos muß auch damit gerechnet werden, daß auch eine noch so komplizierte Automatik einer unvorhergesehenen Situation gegenüber versagt, wo ein Mensch durchaus noch Möglichkeiten qualitativ neuer Lösungswege erkennen kann.

Zwischen Aufwand und Risiko muß immer eine tragfähige Entscheidung gefunden werden. Sie wurde hier offenbar wesentlich von der Zielstellung bestimmt. Gewinnung und

Rücktransport von Mondgesteinsproben stellt einen für die weitere Arbeit vieler Wissenschaftszweige sicher hochbedeutsamen Auftrag dar. Aber: Seine Realisierung ist offenbar nicht so unvergleichlich bedeutsam, daß dafür der Einsatz einer menschlichen Besatzung notwendig wäre. Denn eine solche Besatzung ist beim heutigen Stande der Wissenschaft immer vom Risiko der zufälligen Meteortreffer und der mit Strahlungsausbrüchen einhergehenden Sonneneruptionen bedroht. Gegen beide gibt es zur Zeit in erdfernen Bereichen des kosmischen Raumes keinen Schutz.

Hinzu kommt: Einer Besatzung muß bei allen sonst immer möglichen, niemals ganz auszuschließenden technischen Unzulänglichkeiten stets die sichere Rückkehr zur Erde garantiert werden können. Gerade die Erfüllung dieser Forderung führt aber zu einem unverhältnismäßig hohen Aufwand an technischen Sicherungen, wozu unter anderem die Doppeltausführung aller lebenswichtigen Bordaggregate gehört. Dieser Aufwand erscheint zur Gewinnung von Gesteinsproben der Mondoberfläche nicht gerechtfertigt. Denn dieselbe technische Unzulänglichkeit, die für eine menschliche Besatzung katastrophale Folgen hätte, würde lediglich zum Verlust eines Automaten, etwa seinem Verbleib auf dem Mondlandeplatz führen. Hinsichtlich der Mondlandeunternehmen verhält sich der notwendige technische Gesamtaufwand für automatische Sonden und bemannte Raumschiffe etwa wie eins zu vier. Hinzu kommt das in Zahlen nicht auszudrückende Moment des möglichen Verlustrisikos einer menschlichen Besatzung.

Natürlich kann die Frage Mensch oder Automat? nicht verabsolutierend beantwortet werden. Es gibt immer Argumente für oder gegen eine menschliche Besatzung. Letzten Endes wird der Mensch sich nicht vertreten lassen von einem Automaten, immer wenn es darum geht, echtes wissenschaftliches Neuland für die menschliche Gesellschaft selbst zu erschließen. Immer wird er selbst es sein wollen und sein müssen, der — mit vertretbarem Risiko — als Erforscher und Beherrscher der Natur in ihren erregend unbekannten Erscheinungsformen entgegentritt, ein wahres Forscherverhalten, für das uns GAGARIN schon jetzt zur Symbolgestalt geworden ist.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. phil. habil. GERHARD POPPEL,
Ingenieurhochschule Wismar, 24 Wismar

Zur unterrichtlichen Verwirklichung der ideologisch-erzieherischen Aufgaben des neuen Lehrplans*

Nachdem der Verfasser in einem Beitrag die inhaltlich-ideologische Linienführung des neuen Lehrplans erläuterte, charakterisiert er im folgenden Aufsatz Aspekte, die bei der Verwirklichung der ideologischen Erziehung im Fach Astronomie in der Planungsarbeit und im Unterricht zu beachten sind.

1. Die unterrichtliche Planung der ideologischen Erziehung

Wenn der Fachlehrer mit Hilfe des Lehrplans und der Aufgabenstellung die erzieherischen Potenzen des Lehrstoffes erschlossen hat, muß er seine didaktisch-methodische Konzeption auf die Realisierung der Bildungs- und Erziehungsziele ausrichten. Es geht um die Auswahl der Methoden und Organisationsformen für die Führung und Steuerung der Tätigkeit der Schüler zur Aneignung fachlich-ideologischer Inhalte. An dieser Stelle können so bedeutende Bedingungen, wie die Qualifikation des Astronomielehrers, sein individueller Führungsstil und der konkrete Entwicklungsstand des Klassenkollektivs nicht erörtert werden. Vielmehr will der Verfasser einige prinzipielle Lösungswege anführen. Die Grundorientierung für die Planung und die didaktisch-methodischen Arbeiten resultiert aus den gesetzmäßigen Beziehungen von Ziel, Inhalt und Methode. Jede Planung und jedes methodische Vorgehen muß auf diesem Zusammenhang aufbauen.

Ausgehend von dem im Lehrplan (S. 5–7) festgelegten Anteil des Faches bei der Entwicklung sozialistischer Persönlichkeiten sind bei der Planung jeder Stoffeinheit folgende Fragen zu beantworten:

- *Welcher konkrete Komplex kosmischer Objekte, Vorgänge und Erscheinungen mit den ihnen innewohnenden Gesetzmäßigkeiten und welche Methoden zu deren Erforschung sind zu behandeln?*
An welche Vorkenntnisse der Schüler kann angeknüpft werden?
- *Welche Ansatzpunkte ergeben sich aus dem sachlichen Gegenstand für die Entwicklung des System- und Modelldenkens, des Abstrahierens und Vergleichens, sowie des Unterscheidens von Wesentlichem und Unwesentlichem?*
- *Welche inhaltlichen Sachverhalte sind für*

die Verwirklichung der ideologisch-erzieherischen Zielsetzung im Astronomieunterricht intensiv zu nutzen?

- *Welche Methoden eignen sich zur mathematisch-physikalisch begründenden Darstellungsweise des Stoffes, zur Einheit von Theorie und Praxis, zur gezielten Entwicklung von Fähigkeiten und zur Verwirklichung der ideologisch-erzieherischen Absichten?*
- *Welche Unterrichtsmittel eignen sich zur Erarbeitung und Erschließung der Inhalte, welche Fertigkeiten im Anwenden naturwissenschaftlicher Methoden und allgemeinwissenschaftlicher Arbeitsverfahren werden dadurch gestützt? [1]*

Die zentrale Frage für die Gestaltung der Planung und des Unterrichtsprozesses für einen ideologisch wirksamen Astronomieunterricht, für die Verwirklichung der Forderungen des Lehrplans und der Aufgabenstellung lautet: *Wie wird der Unterrichtsprozeß auch zu einem Erziehungsprozeß?*

Ein Beispiel soll erläutern, welche Bedeutung die Lehrplanvorgaben für die Unterrichtsgestaltung besitzen und wie sie in der Planung ihren Niederschlag finden müssen (s. S. 100 und 101, Tabellen 1–4).

Die Anlage zeigt, daß die Planung den komplexen Prozeß der Persönlichkeitsentwicklung unter der Führung des Lehrers kennzeichnen muß. Während der Lehrplan den Unterrichtsprozeß im groben vorplant, spiegelt die Planung des Lehrers das Vorausdenken der Unterrichtsgestaltung detailliert wider. Sie enthält konkrete Angaben über die Leitlinien zur Erlangung von fachlichen Kenntnissen, zur Fähigkeitenentwicklung und zur sozialistischen Überzeugungsbildung.* Der Planung geht eine gründliche Analyse des Lehrplanstoffes voraus. Dazu gehört vor allem das Eindringen in den ideologisch-erzieherischen Gehalt der zu behandelnden astronomischen Sachverhalte.

In der Stoffeinheit „Der Erdmond“ sind in jeder Unterrichtsstunde geeignete Sachverhalte zur planmäßigen Verwirklichung der ideologisch-erzieherischen Ziele des Astronomieunterrichts zu nutzen. In Tabelle 1 sind astronomische Sachverhalte der Stoffeinheit

* Vgl. H. BERNHARD: Forderungen des neuen Lehrplans an die ideologische Erziehung im Astronomieunterricht. In: Astronomie in der Schule 7 (1970) 4, S. 73–81.

* Die Maßnahmen zur Fähigkeitenentwicklung sind nur angedeutet. Dieser Bereich bedarf noch einer eingehenden Untersuchung.

angeführt, die zur Verwirklichung der ideologischen Zielstellung dienen. Die Tabellen 2* bis 4 enthalten dazugehörige Stundenübersichten [2]. Die Darstellung nennt das jeweilige Bildungs- und Erziehungsziel, die Stunden-gliederung, eine Stoffanordnung einschließlich weltanschaulich-philosophischer Überlegungen und die Grundzüge des Unterrichtsprozesses unter besonderer Beachtung der Einheit von Bildung und Erziehung.

In der *ersten* Stunde (s. Tabelle 2) erhalten die Schüler am Beispiel des Systems Erde-Mond Kenntnis von der Existenz von Systemen im Weltall. Über Systeme in der Natur wurde bereits in anderen naturwissenschaftlichen Fächern informiert. Ferner erfahren sie von Gravitationswirkungen außerhalb unseres Erdkörpers. Die Erörterung dieser Frage ist der erste Schritt zur Einsicht von der allgemeinen Gültigkeit eines Naturgesetzes. Am Beispiel der für einen Beobachter auf der Erde sichtbaren Bewegungsvorgänge des Mondes wird das bereits in vorhergehenden Stunden erworbene Wissen über den Zusammenhang von scheinbaren und wahren Bewegungsvorgängen vertieft. Die Behandlung der Finsternisse und ihrer Ursachen gibt Anlaß, auf die mystische Deutung dieser im Altertum noch nicht erklärbaren Erscheinungen und auf die Ausnutzung dieser Vorstellungen durch die damals herrschende Klasse einzugehen.

In der *zweiten* Stunde (s. Tabelle 3) wird der physikalische Einfluß des Mondes auf die Erde erörtert. Dabei werden vorhandene Kenntnisse über Gravitationswirkungen im Weltall am Beispiel des Mondes vertieft und erweitert. In diesem Zusammenhang wird auf abergläubische Anschauungen vom angeblichen Einfluß des Mondes auf die Erde eingegangen und nachgewiesen, daß diese Vorstellungen aus Unkenntnis über die Natur des Mondes entstanden. Sie wurden von der sich entwickelnden Wissenschaft widerlegt. Die Erarbeitung von Kenntnissen über die Mondoberfläche verdeutlicht auch Veränderungen des Reliefs, welche sich durch innere und äußere Vorgänge ergeben. Die Behandlung der physikalischen Verhältnisse des Mondes muß zu der Einsicht führen: Auf der Erde bekannte Naturgesetze sind auch auf dem Monde gültig.

In der *dritten* Stunde (s. Tabelle 4) findet eine Systematisierung des Wissens über den Mond unter historischer Sicht statt. Die Schüler erfahren zunächst, daß vor GALILEI nur die Bewegungen des Mondes und sich daraus erge-

bende Erscheinungen, wie die Mondphasen und die Finsternisse beobachtet und gedeutet wurden, die Physik des Mondes aber weitgehend unbekannt war. Erst mit der Erfindung des Fernrohres und dem späteren Einsatz der Himmelsphotographie begann eine zielstrebige Erforschung der Mondoberfläche und der physikalischen Beschaffenheit des benachbarten Himmelskörpers. Es ergibt sich die Notwendigkeit, den Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Technik und der Mondforschung zu charakterisieren. Die Raumfahrt leitete mit direkten Untersuchungen auf dem Erdrabanten eine neue, höhere Stufe der Erforschung des Mondes ein. Die Betrachtung sowjetischer Raumfahrtprojekte zwingt zu dem Schluß, daß es der Sowjetunion – im Gegensatz zu den USA – nicht um spektakuläre Erfolge, sondern um die zielstrebige und systematische Untersuchung benachbarter Himmelskörper einschließlich des Mondes mit größtem wissenschaftlichen Nutzeffekt geht.

Daran anknüpfend ist auf die Verantwortung der Raumfahrnationen für die ausschließlich friedliche Nutzung des Mondes und den erfolgreichen Kampf der Sowjetunion hinsichtlich des Abschlusses entsprechender internationaler Verträge einzugehen.

An den genannten Sachverhalten wird die Wechselwirkung zwischen den fachlichen und ideologischen Potenzen des Lehrstoffes sichtbar, die der Unterrichtsprozeß zu verwirklichen hat.

Aus dem Ziel und dem Inhalt der Stoffeinheit ergibt sich die didaktisch-methodische Konzeption.

2. Methoden und Verfahren zur Verwirklichung der ideologisch-erzieherischen Absichten

Wenn der Astronomieunterricht zur Anbahnung und Festigung ideologischer Grundüberzeugungen im Sinne der Arbeiterklasse führen soll, muß der Schüler zu bestimmten im Lehrplan vorgegebenen Erkenntnissen geführt werden, die das Ziel haben, sich mit ihrem Inhalt zu identifizieren und entsprechende Schlußfolgerungen für das eigene Handeln zu ziehen [3]. Deshalb ist der Unterrichtsprozeß als Einheit von Erkennen, Werten und Erleben zu gestalten. Beim Erfassen, Verstehen und Aneignen von ideologisch bedeutsamen Erkenntnissen kommt es darauf an, jedem einzelnen Schüler die Wichtigkeit und Aktualität dieses Sachverhaltes bewußt zu machen. Die Schüler müssen gründlich und exakt in den ideologischen Gehalt des astronomischen Lehr-

* Die im Artikel genannten Tabellen befinden sich auf den Seiten 100 und 101.

Planung der ideologisch-erzieherischen Aufgaben für die Stoffeinheit „1.3. Der Erdmond“

Tabelle 1

Stoffeinheit 1.3. Der Erdmond – 3 Stunden – Ideologisch-erzieherische Zielsetzung	
Arbeit an den ideologisch-erzieherischen Leitlinien des Astronomieunterrichts – Vertiefung der Einsichten über den wissenschaftlichen Erkenntnisprozeß ● Vordringen der Erkenntnis von der Erscheinung zum Wesen ● Aufdeckung der Systembeziehungen zwischen Erde und Mond – Anbahnung von Vorstellungen, daß alle Prozesse im Weltall nach ihnen innewohnenden Gesetzmäßigkeiten verlaufen – Festigung der Erkenntnis von der gesellschaftlichen Bedingtheit des Fortschritts in der astronomischen Forschung	Astronomische Sachverhalte, die zur Verwirklichung der ideologisch-erzieherischen Zielsetzung dienen – Entwicklung des Wissens über die Bewegungen und die Physik des Mondes – Bedeutung der Raumfahrt für die Erforschung des Erdmondes – Bewegungen, Mondphasen, Finsternisse – Erde-Mond-System – Erde-Mond-System, Physik des Mondes – Abhängigkeit der Mondforschung von der Entwicklung der Technik – Führende Rolle der Sowjetunion bei der systematischen Erforschung des Erdmondes

Tabelle 2

1.3.1. Studententhema: Der Mond als Begleiter der Erde 1. Bildungs- und Erziehungsziel Vermittlung von Kenntnissen über den Mond als natürlichen Begleiter der Erde, über seine Bewegungen, über die Entstehung der Mondphasen und Finsternisse Gewinnung erster Vorstellungen über die Existenz von Systemen im Weltall und vom Wirken der Naturgesetze im Kosmos, Vertiefung der Erkenntnis vom gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen Erscheinung und Wesen und von der Überwindung abergläubischer Vorstellungen über das Universum 2. Gliederung der Unterrichtsstunde a) Der Mond als Begleiter der Erde b) Bewegungen des Mondes c) Entstehung der Mondphasen d) Entstehung von Finsternissen	
Stoffanordnung einschließlich weltanschaulich-philosophischer Überlegungen a) Begriff Mond; mittlere Entfernung Erde-Mond System Erde-Mond, ein Beispiel für die Systembeziehungen der Objekte im Weltall b) Scheinbare und wirkliche Bewegungen des Mondes, Vertiefung des Verständnisses für den gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen Erscheinung und Wesen; siderische Umlaufzeit; gebundene Rotation c) Entstehung der Mondphasen, Festigung der Einsicht in den gesetzmäßigen Zusammenhang von Erscheinung und Wesen – synodische Umlaufzeit d) Entstehung und Arten der Finsternisse, Hinweis auf abergläubische Vorstellungen über Finsternisse, Aufdeckung ihrer Quellen	Grundzüge des Unterrichtsprozesses unter besonderer Beachtung der Einheit von Bildung und Erziehung Herausarbeitung der Erkenntnis, daß der Mond ein natürlicher Begleiter der Erde ist und mit ihr das System eines Doppelplaneten bildet. In diesem System wirken Gravitationskräfte, die auch auf der Erde bekannt sind. Erläuterung der Bewegungsvorgänge des Mondes unter dem Aspekt des gesetzmäßigen Zusammenhangs zwischen Erscheinung und Wesen Demonstration der Entstehung der Mondphasen am Tellurium, Erläuterung des Vorganges, dabei Vertiefung des Verständnisses für den gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen Erscheinung und Wesen Erklärung der Ursachen, die zur Entstehung der Finsternisse führen, Herausarbeitung der Erkenntnis, daß abergläubische Vorstellungen über die Entstehung von Finsternissen auf Unkenntnis des gesetzmäßigen Zusammenhangs zwischen Erscheinung und Wesen beruhen.

Tabelle 3

1.3.2. Stundenthema: Zur Physik des Mondes 1. Bildungs- und Erziehungsziel Erwerb von Wissen über die Masse und den Durchmesser des Mondes, über seine Gravitationswirkung auf die Erde, über Oberflächenformen und physikalische Verhältnisse des Erdmondes Weckung des Verständnisses für die Gravitationswirkung im Erde-Mond-System, für Veränderungen von Erscheinungsformen auf der Mondoberfläche und für die Abhängigkeit physikalischer Bedingungen auf dem Mond von den der Wissenschaft bekannten Naturgesetzen, Auseinandersetzung mit abergläubischen Vorstellungen über den angeblichen Einfluß des Mondes auf die Erde 2. Gliederung der Unterrichtsstunde a) Masse und Durchmesser des Mondes b) Gravitationswirkung im Erde-Mond-System c) Oberflächenformen des Mondes d) Physikalische Verhältnisse auf dem Mond	
Stoffanordnung einschließlich weltanschaulich-philosophischer Überlegungen a) Größenwerte von Masse und Durchmesser des Mondes b) Nachweisbare physikalische Wirkungen des Mondes; abergläubische Vorstellungen über den angeblichen Einfluß des Mondes auf die Erde c) Grob- und Feinstruktur der Mondoberfläche, Veränderungen des Mondreliefs d) Atmosphärische Bedingungen auf dem Mond, Temperaturverhältnisse, Gravitationskraft und Fallbeschleunigung, Abhängigkeit der Vorgänge von den auf der Erde bekannten Naturgesetzen	Grundzüge des Unterrichtsprozesses unter besonderer Beachtung der Einheit von Bildung und Erziehung Angabe der Größenwerte, Vergleich der Werte mit denen der Erde Hinweis auf Methoden zur Bestimmung von Größen Erläuterung der Gravitationswirkung im Erde-Mond-System unter dem Aspekt des Wirkens von Gesetzmäßigkeiten bei Vorgängen im Weltall, Auseinandersetzung mit dem Mond- aberglauben Auswertung einer Fernrohrbeobachtung der Mondoberfläche, Vergleich des Mondreliefs mit dem der Erde, Herausarbeitung der Erkenntnis, daß sich Erscheinungsformen auf der Mondoberfläche in großen Zeiträumen verändern Vergleich der physikalischen Bedingungen auf dem Mond mit den Verhältnissen auf der Erde, Anbahnung der Erkenntnis, daß physikalische Vorgänge auf dem Mond von Naturgesetzen abhängen

Tabelle 4

1.3.3. Stundenthema: Die Entwicklung unserer Kenntnisse über den Mond 1. Bildungs- und Erziehungsziel Vermittlung von Kenntnissen über die Entwicklung der Mondforschung, die von der Beobachtung der Bewegungsvorgänge zur wissenschaftlichen Erforschung der Physik des Mondes führte, Charakterisierung der Bedeutung der Raumfahrt bei der Erforschung des Erdmondes Herausarbeitung der Erkenntnis, daß das heutige Wissen über den Erdmond in einem Prozeß in Abhängigkeit von der Entwicklung der Gesellschaft entstand, Vertiefung der Einsicht über die Bedeutung der Raumfahrt für die Erforschung des erdnahen Raumes, Nachweis der führenden Rolle der Sowjetunion in der Mondforschung 2. Gliederung der Unterrichtsstunde a) Unkenntnis über die Natur des Mondes bis GALILEI b) Wissenschaftliche Erforschung der Physik des Mondes c) Rolle der Raumfahrt bei der Erforschung des Mondes d) Flugbahn eines Raumkörpers Erde-Mond und zurück	
Stoffanordnung einschließlich weltanschaulich-philosophischer Überlegungen a) Vor GALILEI Beobachtung der Bewegungsvorgänge, Mondphasen und Finsternisse; abergläubische Deutung der Erscheinungen b) Einsatz des Fernrohres und der Photographie in der Mondforschung als Ergebnis der wissenschaftlich-technischen Entwicklung c) Etappen der Mondforschung mittels Raumkörper unter besonderer Beachtung des Anteils der Sowjetunion; wissenschaftliche Ergebnisse	Grundzüge des Unterrichtsprozesses unter besonderer Beachtung der Einheit von Bildung und Erziehung Anbahnung der Einsicht, daß vor GALILEI wegen Fehlens technischer Hilfsmittel Unkenntnis über die Natur des Mondes bestand; Erscheinungen des Mondes (z. B. Finsternisse) wurden abergläubisch gedeutet Herausarbeitung der Einsicht, daß der Einsatz des Fernrohres und der Photographie die Mondforschung auf eine höhere Stufe der Erkenntnis führte; Vermittlung von Vorstellungen über den Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Technik und der Mondforschung Vertiefung der Erkenntnis über den Prozeßcharakter der Mondforschung am Beispiel der Raumfahrt, die zur direkten Untersuchung der Mondoberfläche führte; Herausarbeitung der führenden Rolle der SU bei der systematischen Erforschung des Mondes; Darlegung der Verantwortung der Raumfluggationen für die ausschließlich friedliche Nutzung des Mondes und des Kampfes der SU um den Abschluß entsprechender internationaler Verträge

stoffes eindringen. Im Prozeß des Begreifens und Beweisens dieser Erkenntnisse sind sie zur Anerkennung der unumstößlichen Wahrheit der Aussagen zu führen.

Die Steuerung des Unterrichtsprozesses hat den Schüler immer wieder zu veranlassen, gewonnene Erkenntnisse zu bewerten, einzuschätzen und zu beurteilen. Deshalb sind solche Unterrichtsmethoden anzuwenden, die eine hohe geistige Aktivität sichern. Dazu gehören zweifellos die analytisch-synthetische Methode, die induktive und deduktive Methode, die historisierende Methode, entwickelnde Methoden, abstrahierende und forschende Methoden.¹ In der konkreten Unterrichtssituation greifen diese Methoden ineinander über, sie treten parallel auf. Die ideologische Erziehungsarbeit im Astronomieunterricht verlangt eine differenzierte methodische Arbeit des Lehrers. Bei der Auswertung von Schülerbeobachtungen gibt es zahlreiche Anknüpfungspunkte, Fragen und Probleme der Erkenntnisgewinnung in der Astronomie zu eröffnen. Zur Veranschaulichung der räumlichen Struktur des Weltalls und physikalischer Prozesse im Kosmos, die der sinnlichen Wahrnehmung nicht unmittelbar zugänglich sind, bedient man sich der Modellvorstellung. Kosmische Entfernungen, Zeiträume, Geschwindigkeiten und physikalische Größen werden mit Hilfe des Vergleichs dargestellt.

Problemstellungen und Vergleiche, die auf wichtige ideologische Schlußfolgerungen hinführen, sind besonders geeignete Verfahren für die Überzeugungsarbeit im Astronomieunterricht. Diese Feststellung soll an zwei Beispielen aus der Stoffeinheit „Der Erdmond“ erläutert werden.

Der Vergleich der physikalischen Verhältnisse von Erde und Mond führt die Schüler bei einer zielstrebigsten Leitung des Unterrichtsprozesses zwangsläufig zur Einsicht, daß auf der Erde bekannte Naturgesetze auch auf dem Mond gültig sind. Bei der Darstellung der Entwicklung unseres Wissens über den Erdmond setzen sich die Schüler mit dem Problem auseinander, warum das Wissen über den Mond in früheren Zeiten geringer war als heute, vielfach mystisch gedeutet wurde und welche Faktoren für unsere gegenwärtige Erkenntnis über den Mond ausschlaggebend sind. Die Lösung des Problems führt zur Einsicht, daß sich das Wissen über den Erdmond durch das systematische Studium des Objektes mit Hilfe

immer besserer Geräte und Instrumente ständig erweiterte und vertieft.

Die angeführten Beispiele zeigen, daß ein gezielter Unterricht den Schüler zur Auseinandersetzung mit den ideologischen Potenzen des Lehrstoffs befähigen kann. Was man im geistigen Ringen mit sich selbst und mit anderen erworben hat, wird leichter als Wahrheit bewertet und entsprechend erlebt [4]. Deshalb fördert eine kritische Atmosphäre im Klassenkollektiv die Auseinandersetzung mit ideologischen Fragen und Problemen, ermutigt zu klaren Entscheidungen, zur Bewertung von astronomischen Sachverhalten, Anschauungen und Theorien vom Standpunkt der Arbeiterklasse, von der Position des Marxismus-Leninismus. Auf dieser Stufe erreicht der Erkenntnisprozeß jene Qualität, die eine erzieherische Wirkung im Sinne der sozialistischen Überzeugungsbildung auslöst. Für den Erfolg sind das Beispiel des Lehrers, seine Meinung, seine parteiliche Haltung, seine politische Aktivität die ganze Autorität ausschlaggebend.

3. Die Rolle der Systematisierungsstunden bei der ideologischen Erziehung im Astronomieunterricht

Eine besondere Bedeutung für unser Anliegen haben die beiden Systematisierungsstunden (Stoffeinheit 1.5. und 2.4.). Sie sind Knotenpunkte der ideologischen Erziehung im Astronomieunterricht. NEUNER schreibt dazu: „Es sind ... auf verschiedenen Stufen und in verschiedenen Fächern Knotenpunkte der Erkenntnisgewinnung und Erkenntnisentwicklung zu planen, an denen auf der jeweiligen Stufe der Erkenntnis in ganz besonders konzentrierter Weise das Wissen in ideologisch-erzieherischer Sicht synthetisiert ... wird.“ [5].

Innerhalb der Linienführung der ideologischen Erziehung sind die Knotenpunkte, d. h. die Systematisierungsstunden im Fach Astronomie, Unterrichtsabschnitte einer besonders intensiven erzieherischen Einflußnahme [6]. Wenn sie effektive Ergebnisse hervorbringen sollen, müssen sie vom Lehrer und von den Schülern gut vorbereitet werden.

Welche Funktionen haben Systematisierungsstunden bei der ideologischen Erziehung im Astronomieunterricht?

- Sie fassen das Wesentliche des astronomischen Lehrstoffs zusammen und ordnen es nach bestimmten Gesichtspunkten (z. B. chronologisch) in ein Erkenntnisssystem.
- Sie führen zu tieferen Einsichten über die Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten

¹ Eine ausführliche Darstellung der Anwendung genannter Methoden im Unterrichtsprozeß bleibt späteren Veröffentlichungen vorbehalten.

der Erscheinungen und Vorgänge im Universum.

- Sie zwingen zur wertenden Einschätzung astronomischer Sachverhalte vom Standpunkt der Arbeiterklasse.
- Sie fördern die wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen der Schüler und erfordern eine komplexe geistige Tätigkeit auf hohem Niveau.
- Sie tragen zu allgemeingültigen Aussagen über die Natur und über das Verhältnis von Wissenschaft und Gesellschaft bei.
- Sie führen zur Anbahnung und Festigung folgender sozialistischer Grundüberzeugungen:
 - Die Entwicklung der astronomischen Erkenntnis ist vom Stand der Wissenschaft und Technik und den Anschauungen der jeweils herrschenden Klasse abhängig. In der sozialistischen Gesellschaft werden die astronomische Wissenschaft und die Raumforschung großzügig gefördert. Sie ermöglichte der Sowjetunion die führende Rolle auf dem Gebiete der Raumforschung.
 - Die Menschen sind in der Lage, die Strukturen und Prozesse im Universum und die ihnen zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten zu erkennen.
 - Im Weltall befindet sich alles in Veränderung und Entwicklung.

Im Prozeß der Systematisierung eignen sich die Schüler unter der Führung des Lehrers wesentliche Erkenntnisse, Einsichten und Überzeugungen an, die sie in die Lage versetzen, die im Astronomielehrplan festgelegten Grundprobleme der Leitlinien für die ideologische Erziehung zu begreifen und als persönlich bedeutsam zu akzeptieren. Über die Vor-

bereitung und den didaktisch-methodischen Aufbau von Systematisierungsstunden, die Höhepunkte der Wissensvermittlung, der Herausbildung von Fähigkeiten und Überzeugungen sind, wird an anderer Stelle zu berichten sein.

4. Schlußbemerkungen

Die Ausführungen lassen die Anforderungen erkennen, welche der neue Lehrplan an die ideologisch-erzieherische Tätigkeit der Astronomielehrer stellt. Der Unterricht hat nicht nur gutes Fachwissen zu vermitteln, sondern untrennbar damit verbunden sind die Entwicklung von Fähigkeiten und die sozialistische Überzeugungsbildung. Deshalb braucht der Lehrer ein hohes ideologisches, fachliches und didaktisch-methodisches Wissen und Können. Nur mit grundlegenden Kenntnissen des Marxismus-Leninismus wird der Astronomielehrer seinem gesellschaftlichen Auftrag gerecht, das fachliche Niveau des Unterrichts organisch mit der staatsbürgerlichen Erziehung zu verbinden.

Literatur:

- [1] MADER, O.: Zur Stellung und Funktion des Faches Astronomie im System der naturwissenschaftlichen Fächer der Oberschule. In: *Astronomie in der Schule* 6 (1969) 5, S. 125.
- [2] ROSSA, E.: Ideologische Erziehung im naturwissenschaftlichen Unterricht – vom Plan zur Wirklichkeit. In: *Pädagogik* 25 (1970) 6, S. 526 ff.
- [3] SCHKOLNIK, G. J.: Zur Umwandlung von Kenntnissen in ideologische Überzeugungen im Unterrichtsprozeß. In: *Pädagogik* 21 (1966) 7, S. 564.
- [4] HIEBSCH, H.; VORWERG, M.: Einführung in die marxistische Sozialpsychologie. Berlin 1966, S. 141 ff.
- [5] NEUNER, G.: Schulpolitische und pädagogische Aspekte der Einheit von Bildung und Erziehung. In: *Pädagogik* 24 (1969) 2, S. 125.
- [6] BERNHARD, H.: Forderungen des neuen Lehrplans an die ideologische Erziehung im Astronomieunterricht. In: *Astronomie in der Schule* 7 (1970) 4, S. 73–81.

Anschrift des Verfassers:

Dr. HELMUT BERNHARD, 86 Bautzen, Sternwarte

Wesentliche astronomische Forschungsrichtungen und -methoden der Gegenwart*

Der Verfasser behandelt thesenhaft wichtige astronomische Forschungsrichtungen und -methoden der Gegenwart. Die übersichtliche Form der Darstellung erlaubt es, die wesentlichsten Aspekte der Ausführungen in die unterrichtliche Erörterung der Stoffeinheit 2.4. des neuen Lehrplans einzubeziehen, die Einblick in gegenwärtige Aufgaben der astronomischen Forschung gibt.

Das kennzeichnende Merkmal der Astronomie der beiden letzten Jahrzehnte war, wie wir andeuteten, die Erschließung neuer Forschungsbereiche und die damit verbundene rasche Zunahme der astronomischen Erkenntnis. Die wissenschaftliche Revolution des 20. Jahrhunderts verschmolz auch in der Astronomie mit der technischen Revolution zu einem einheitlichen Prozeß. Dabei handelt es sich um einen kontinuierlichen Vorgang, bei dem, auf überlieferte Theorien und Methoden aufbauend, prinzipiell Neues erschlossen wurde [1; 627].

Der Prozeß des wachsenden Einflusses physikalischer Erkenntnisse auf den Fortschritt in der astronomischen Forschung setzt sich bis in die Gegenwart fort. Er wird – darauf deuten alle Anzeichen hin – auch in Zukunft große Bedeutung haben. Gleichzeitig wird jedoch die *wechselseitige* Bedeutung physikalischer und astronomischer Forschungen immer auffälliger. In zunehmendem Maße verläuft der Erkenntnisfluß auch von der Astronomie zurück zur Physik. Der Kosmos erweist sich als physikalisches Laboratorium besonderer Art. Von hier ergibt sich die reale Möglichkeit, daß astronomische Erkenntnisse – physikalisch verwertet – unmittelbaren Einfluß auf die materielle Basis der menschlichen Gesellschaft gewinnen können, so wie das für die Raumfahrt schon heute gilt [2]. Auch von dieser Warte ergibt sich die wachsende Bedeutung der Astronomie als Bestandteil einer wissenschaftlichen Bildung.

Die Ausweitung der astronomischen Forschungen betraf zunächst den *Radiofrequenzbereich* (mit Wellenlängen von etwa 1 cm bis 20 m). Zur Suche nach Radiowellen kamen immer mehr die Untersuchung ihrer spektralen Zusammensetzung (d. i. die Übertragung des Prinzips der Spektralphotometrie auf den Radiofrequenzbereich) und die Erforschung ihrer Natur hinzu.

* Vgl. SCHUKOWSKI, M.: Hauptetappen der Entwicklung der Astronomie im 19. Jahrhundert und in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. In: Astronomie in der Schule 7 (1970) 4, S. 85–88.



Abb. 1: Sowjetisches Radioteleskop

Die Entdeckung der 21-cm-Linie des interstellaren Wasserstoffes (1951), der OH-Linie (1963) sowie von NH_3 , H_2O - und HCHO -Linien (1968/69) gaben neue Möglichkeiten für die Erforschung der Zusammensetzung, der Bewegung und der Verteilung der interstellaren Materie.¹ Die Entdeckung der 3-K-Strahlung (1965) gab kosmologischen und astrophysikalischen Fragestellungen neue Impulse [3]. Mit der Entdeckung der Quasare (1963) und der Pulsare (1967) tauchten Probleme auf, die heute noch nicht gelöst sind und die das astronomische Weltbild zu erweitern und zu beeinflussen vermögen.

Im Bereich des Sonnensystems werden Radarmessungen zur Entfernungbestimmung sowie zur Kartierung von Planetenoberflächen genutzt.

¹ Vgl. Formaldehyd im Weltraum. In: Astronomie in der Schule 7 (1970) 4, S. 93.

Die Untersuchung der Radiostrahlung steht heute bereits gleichwertig neben der Untersuchung der Lichtstrahlen.

Die Ausweitung betraf weiterhin die Gewinnung von Beobachtungsdaten außerhalb der Erdatmosphäre (bzw. in ihren äußersten Schichten), den Beginn *extraterrestrischer astronomischer Forschungen*. Wir sind gegenwärtig Zeugen einer „Entwicklung in der Erforschung des kosmischen Raumes ...“, die uns bereits an die Arbeits- und Denkweise des 21. Jahrhunderts heranführt.“ [4].

Die Überwindung der Beschränkung der Beobachtungen auf das atmosphärische Fenster machte die Astronomen von der Schwächung

Spektralbereich zur Verfügung. Der Radiofrequenzbereich konnte bis in die Größenordnung von 10^3 m ausgedehnt werden; die Röntgen- bzw. Hochenergieastronomie konnten sich entwickeln.

W. GUBAREW stellte die Bedeutung der durch die Radioastronomie und die Raumfahrt ausgelösten Revolutionen in der Astronomie mit der Umwälzung durch die Einführung des Fernrohrs im 17. Jahrhundert auf eine Stufe [5].

Die Astronomie der Gegenwart erweist sich somit als eine Naturwissenschaft großer Komplexität mit ausgeprägt physikalischem Charakter. Ihre Forschungen sind zur Zeit vor allem auf folgende Gegenstände gerichtet:

1. *Erforschung des Planetensystems*

- physikalischer Zustand des erdnahen und des allgemeinen interplanetaren Raumes; Einfluß der Sonne auf diesen Zustand
- Erforschung des Mondes sowie der Atmosphären und der Oberflächen der Planeten Venus und Mars
- Verbesserung der Kenntnisse über den physikalischen Zustand der Planeten sowie der übrigen Körper des Planetensystems
- schrittweise Vervollständigung der Kenntnisse über die Kosmogonie des Planetensystems im Zusammenhang mit den Ergebnissen der genannten Untersuchungen sowie der Kosmogonie der Sterne.

2. *Erforschung des Zustandes, der Entwicklung und Entstehung von Sternen; Berücksichtigung der für die Erforschung der Sonne gegebenen besonderen Möglichkeiten*

- physikalischer Zustand der Sonne und des sonnennahen Raumes
- physikalischer Zustand der Sterne (insbesondere: Sternatmosphären; energieliefernde Prozesse in Wechselwirkung mit dem inneren Aufbau der Sterne)
- Kosmogonie der Sterne (insbesondere: theoretische Erkundung von Entwicklungsreihen vom Vor-Hauptreihenstadium bis zum Nach-Riesenstadium; spezielle Untersuchungen über Früh- und Spätstadien der Sternentwicklung)
- Erforschung der Natur der Pulsare.

3. *Erforschung der interstellaren und der intergalaktischen Wolken einschließlich interstellarer und intergalaktischer Strahlungs- und Magnetfelder*

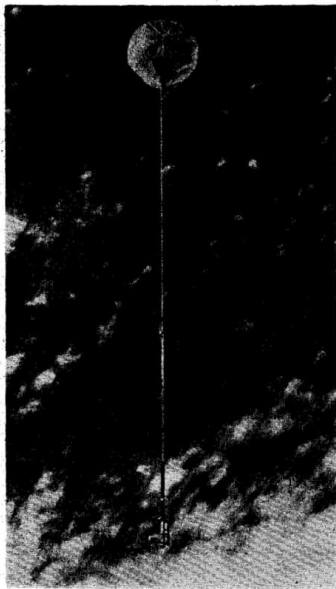


Abb. 2: Ballonteleoskop für Planetenforschung im Aufstieg

des Lichtes durch die Erdatmosphäre und von der atmosphärischen Turbulenz frei. Für photometrische und spektralphotometrische Messungen steht heute praktisch der gesamte

4. *Untersuchung der Eigenschaften der Sternsysteme*
 - Struktur und Kinematik des Milchstraßensystems
 - physikalische Beschaffenheit, Aufbau und Verteilung der Sternsysteme
 - Entwicklung der Galaxien, vor allem im Zusammenhang mit Forschungen über die aktiven Kerne der Galaxien (Physik extrem großer und dichter Massen) sowie der Spiralarme von Galaxien
 - kosmologische Untersuchungen unter Berücksichtigung relativistischer Effekte.
5. *Erforschung der Natur der Quasare*
6. *Astrometrische Grundlagenforschung. Systematische Himmelsüberwachung. Verbesserung der technisch-instrumentellen Bedingungen*

Für die zukünftige Entwicklung zeichnen sich folgende Richtungen ab:

1. *Entwicklung der außeratmosphärischen Astronomie mit Beobachtungsapparaturen für den Gesamtbereich des elektromagnetischen Spektrums, für Teilchen verschiedener Energien, für Magnetfelder u. ä.*
Stationierung von automatischen Beobachtungsstellen außerhalb der Erde in Erdsatelliten, Raumsonden und auf der Mondoberfläche.
2. *Erforschung der Wechselwirkung der Elementarteilchen mit Neutrinos; auf dieser Basis Untersuchung der Neutrinoaktivität der Sonne und der Sterne. Damit würde es prinzipiell möglich, direkte Angaben über die Prozesse im Innern der Sonne und der Sterne zu erhalten.*²
3. *Fortschritte in der Theorie der Elementarteilchen werden mit großer Wahrscheinlichkeit Auswirkungen auf die astronomische Erkenntnis haben; die Art dieser Auswirkungen läßt sich noch nicht übersehen.*
4. *Die Ergebnisse der o. g. gegenwärtigen Forschungsschwerpunkte werden sich progressiv auf die prognostische Entwicklung auswirken.*

Die astronomische Forschung stützt sich derzeit vor allem auf astrometrische Messungen, auf die lichtelektrische und die photographische Photometrie, auf die Spektralphotometrie,

auf radioastronomische Messungen von der Erdoberfläche und von Satelliten aus, auf außeratmosphärische Röntgenstrahlungsmessungen, auf weitere Messungen von Erdsatelliten, Raumsonden und Zielsonden (Mond, Mars, Venus), auf stellarstatistische Untersuchungsmethoden und auf die Durchrechnung von Stern-, Sterngruppen- und Weltmodellen.

Den astronomischen Arbeitsmethoden ist der Trend zur „Technisierung“, zur Nutzung der von der Technik gebotenen Möglichkeiten (Bildwandlerröhren, Photomultiplier, Thermoelemente, Elektronenrechner, das ganze Arsenal der für die Aufnahme von Werten durch Satelliten und ihre Übertragung zur Erde erdachten Apparaturen sowie der für die Verstärkung der aufgenommenen Signale benötigten elektronischen Anlagen usw.) und zur Automatisierung der Datenerfassung und -auswertung eigen. Den direkten Einsatz kybernetischer Methoden sieht KELLER (1968) in drei astronomischen Arbeitsbereichen:

- Beobachtungsverfahren und Meßvorgänge
- Auswertung und Reduktion des gewonnenen Informationsmaterials
- Speicherung.

Er gibt an, daß ein automatisiertes Observatorium etwa um den Faktor 1000 mehr an Informationen gewinnt als ein anderes mit den gleichen Instrumenten in derselben Zeit [8]. Daher ist einleuchtend, daß die Vervielfachung der aufgenommenen Informationen von der Vervielfachung der Auswertungsmöglichkeiten begleitet werden muß, um eine „stationäre Informationsströmung“ zu erhalten.

Für den Astronomen bringt diese Entwicklung eine starke Spezialisierung mit sich. Kein Astronom kann mehr das Gesamtgebiet astronomischer Erkenntnis und Forschungsmethoden beherrschen. Bei ihm muß das Spezialwissen in gründliches Überblickswissen eingebettet werden, das sowohl astronomische Teilgebiete als auch andere Naturwissenschaften, Mathematik und Gesellschaftswissenschaften umfaßt. Auch für den Astronomen wird neben der Spezialliteratur (einschließlich der Korrespondenz zwischen Spezialisten) die populärwissenschaftliche Literatur in dem Sinne als Informationsquelle bedeutsam, als sie ihm Erkenntnisse und Probleme außerhalb seines engeren Arbeitsgebietes liefert, die er zum Verständnis der Zusammenhänge innerhalb der Forschung und der Stellung des eigenen Fachgebietes benötigt [9].

(wird fortgesetzt)

² M. KELDYSCH (1966) bezeichnete diese Untersuchung als „von grundlegender Bedeutung“ und kündigte die Errichtung einer speziellen experimentellen Basis in der UdSSR an. [6]
I. I. TAMM (1969) hob hervor, daß die Neutrinophysik in der Astronomie immer größere Bedeutung erlangt. [7]

Literatur:

- [1] FIEDLER, FRANK: Entwicklungstendenzen der modernen Wissenschaft. Pädagogik, Berlin 21 (1968) 8, 627-640.
- [2] HAGER, KURT: Grundfragen des geistigen Lebens im Sozialismus. Neues Deutschland, 30. 04. 1969, 3-8. Vgl. auch Astronomie in der Schule 6 (1969) 5, 114.
- [3] WALLIS, G.: Die kosmische Hintergrundstrahlung. Die Sterne, Leipzig 44 (1968) 11/12, 217-224.
- [4] TREDER, HANS-JÜRGEN: Tor für außerirdische Experimente. Sonntag, Berlin 23 (1969) 1, 7.
- [5] W. GUBAREW in „Komsomolskaja prawda“ vom 22. 01. 1969. Deutsch in „Presse der Sowjetunion“ Nr. 21/1969.
- [6] KELDYSCH, M.: Wissenschaft und Fortschritt. Prawda, Moskau, 28. 06. 1966. Deutsch in „Presse der Sowjetunion“ Nr. 84/1966.
- [7] TAMM, I. I.: Elementarteilchen - An der Schwelle neuer Theorien. Urania, Berlin 1969, H. 2, 10-17.
- [8] KELLER, HANS-ULRICH: Astronomie und Kybernetik. Sterne und Weltraum, Mannheim 7 (1968) 8/9, 206-211.
- [9] NOWAK, A.: Populärwissenschaftliche Literatur, gestern - heute - morgen. Wissenschaft und Fortschritt, Berlin 16 (1966) 5, 230-231.

Anschrift des Verfassers:

Oberlehrer Dr. MANFRED SCHUKOWSKI,
25 Rostock, Ziolkowskistraße 9/75

KLAUS-GÜNTER STEINERT

Einsatz der Laserenfernungsmessung in der Astronomie*

Der Verfasser informiert über das Wesen des LASER-Prinzips und erläutert, wie mit Hilfe von LASER die Entfernungen künstlicher Satelliten und die Distanz des Mondes bestimmt werden.

1. Vorbemerkungen

Die Elektronen eines Atoms bewegen sich - ähnlich wie die Planeten um die Sonne - auf Schalen um den Atomkern. Ein Elektron muß nicht an eine bestimmte Schale gebunden sein, es kann vielmehr unter Änderung des Energiezustandes auf Bahnen mit anderen Durchmessern übergehen. Durch Zufuhr der Energie $E = h \cdot \nu$ wird das Elektron aus dem Grundzustand auf ein höheres Niveau gehoben (Quantensprung). Nach sehr kurzer Verweilzeit (10^{-8} s) kehrt das Elektron unter Emission von Strahlung auf das Grundniveau zurück. Dadurch entstehen örtlich und zeitlich nicht zusammenhängende (inkohärente) Wellenzüge. Die Möglichkeit, eine induzierte Emission zu realisieren, bei der ein Lichtquant auf ein angeregtes Atom trifft, wodurch eine kohärente Strahlung ausgelöst wird, beschäftigte 1917 bereits EINSTEIN. 1954 gelang sowjetischen und amerikanischen Physikern mit dem Bau eines MASERS (= microwave amplification by stimulated emission of radiation = Mikrowellenverstärker) die Verwirklichung der induzierten oder stimulierten Strahlungsemission. MASER spielen beim Aufbau einer Atomuhr eine wichtige Rolle.

2. Das LASER-Prinzip

Die Erweiterung des Prinzips der induzierten Strahlungsemission auf den optischen Bereich führte 1960 zum LASER (light amplification by stimulated emission of radiation = Lichtwellenverstärker). Derartige quantenelektro-

nische Verstärker arbeiten am ultraroten Ende des sichtbaren Spektrums bei etwa 1000 nm. Eine konventionelle Lichtquelle (Glühlampe) ist dadurch charakterisiert, daß das von ihr ausgestrahlte Licht aus zufällig aufeinanderfolgenden Wellenzügen verschiedener Frequenz zusammengesetzt ist, zwischen denen keine Phasenbeziehung besteht. Diese Lichtquellen senden inkohärentes Licht aus. Im Gegensatz dazu hat der LASER eine induzierte Emission, er strahlt kohärentes Licht. Man versteht unter

zeitlicher Kohärenz: gleiche Frequenz aller Wellenzüge (monochromatisches Licht)

räumlicher Kohärenz: in gleichen Abständen von der Lichtquelle ist die Phase der Welle gleich.

Die induzierte Emission setzt voraus, daß auf dem höheren Energieniveau genügend viele Elektronen vorrätig sind, die unter Strahlungsabgabe auf das Grundniveau absinken können. Normalerweise ist jedoch das Grundniveau E_0 stärker besetzt als die höheren Niveaus E_1 und E_2 , wo die Verweilzeiten sehr klein sind. Man muß durch besondere Kunstgriffe dafür sorgen, daß die Besetzungsdichten zugunsten von E_1 und E_2 verändert werden. Der Vorgang, bei dem durch Einstrahlung Elektronen von E_0 auf E_2 gehoben werden, wird als „Pumpen“ bezeichnet. Auf dem Pumpniveau E_2 verweilen die Teilchen nur 10^{-8} Sekunden, bevor sie auf das metastabile Niveau E_1 absinken. Infolge der wesentlich längeren Verweilzeit von $10^{-2} \dots 10^{-3}$ Sekunden entsteht auf E_1 eine Besetzungsinversion gegenüber der normalen BOLTZMANNschen Verteilung, aus der die induzierte Emission gespeist werden kann.

In der technischen Ausführung sind im wesentlichen zwei Typen von LASERN bekannt:

* Kurzfassung eines Vortrages zu den „Tagen der Schulastronomie 1969“ in Bautzen.

Gaslaser und Festkörperlaser. Die Baugruppen eines Lasers sind:

- das aktive Medium (Helium-Neon-Gas, Rubinkristall),
- der Resonator (in dem die Anregung stattfindet),
- die Energiequelle (die die Pumpenergie liefert).

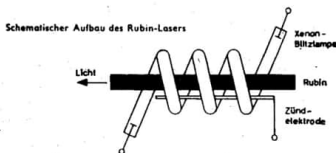


Abb. 1: Schematischer Aufbau eines Rubin-Lasers

3. Entfernungsbestimmung mit LASER

Folgende Eigenschaften sind es, die den LASER für Entfernungsbestimmungen (im km- und Mm-Bereich) durch Messung der Laufzeit verwendbar machen:

- große Energiedichte (10^{11} Wcm^{-2} , gegenüber fokussiertem Sonnenlicht $5 \cdot 10^2 \text{ Wcm}^{-2}$),
- straffe Bündelung (einige Bogenminuten),
- geringe Linienbreite (20 Hz beim Gaslaser).

Die an sich schon hohe Parallelität des Laserstrahls wird durch Kombination des Lasers mit einem Teleskop noch erhöht, und zwar bis zu dessen Auflösungsgrenze. Das Licht geht dabei in umgekehrter Richtung durch das als Kollimator wirkende Fernrohr. Beträgt die Auflösung des Fernrohrs $0,5''$, so wird auch der austretende Laserstrahl um nicht mehr als diesen Winkel von der Parallelität abweichen. In der Entfernung des Mondes würde ein derart eng gebündelter Strahl eine Fläche von $0,5''$, d. h. 1 km Durchmesser ausleuchten.

4. Bestimmung von Satellitenentfernungen

Das Prinzip der Entfernungsmessung nach Satelliten entspricht der Radarmethode (radio detection and ranging).

Dort wird mit Mikrowellen, hier mit kohärenten Lichtwellen gearbeitet. Deshalb nennt man das Laserentfernungsmeßverfahren COLIDAR (coherent light detection and ranging).

Hierzu werden wegen ihrer hohen Leistung Festkörper-Impuls laser angewendet. Die Einzelimpulse haben zunächst nicht die benötigte Qualität bezüglich einer genauen Folge. Man

muß daher extrem kurze **Riesenimpulse** erzeugen, was mit sogenannten **Q-Schaltern** gelingt. Die Entfernungsmessung ist im Prinzip einfach. Mit einer **Laserkanone** werden kurze Impulse auf einen Satelliten abgeschossen, von dessen Spiegelsystem aufgefangen, zur Erde reflektiert und mittels eines geeigneten Strahlungsempfängers (Satellitenteleskop) aufgefangen. Die doppelte Laufzeit des Impulses wird mit dem Zeitintervallmesser bestimmt.

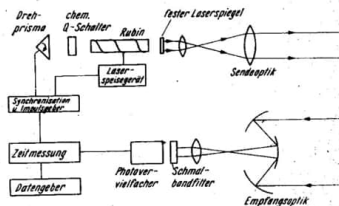


Abb. 2: Schematischer Aufbau eines Colidar-Entfernungsmessers

Zur Berechnung der maximalen Reichweite eines Lasersystems wird die **Entfernungsgleichung** aufgestellt. Man nimmt an, daß sowohl das Lasersignal wie auch der Untergrund durch eine statistische (Poisson-)Verteilung der Erzeugung von Photoelektronen charakterisiert sind. Ferner wird eine Wahrscheinlichkeit von 1 Prozent für eine falsche oder ausfallende Beobachtung der Rückkehrimpulse zugelassen. Die Entfernungsgleichung des Lasersystems hat die Form

$$S = \frac{10^{19}}{2,86} \frac{1}{R} \frac{A_S A_R}{R_T R_S} T^2 E$$

mit den Symbolen:

S : empfangenes Signal in Photonen

R : Satellitenentfernung in Mm
(1 Mm = 10^3 km)

A_S : effektive Fläche des Reflexionsspiegels am Satelliten

A_R : effektive Empfangsfläche

R_T : Raumwinkel des ausgesendeten Laserstrahls in srad (1 rad = $57,3^\circ$)

R_S : Raumwinkel des reflektierten Laserstrahls in srad

T : atmosphärische Leitung

E : Sendeenergie des Lasers

Die Tabelle gibt die gerade noch empfangbaren Signale $S(R)$ an, mit den zugehörigen

maximalen Entfernungen R für verschiedene Satelliten nach C. G. LEHR, L. A. MAESTRE und P. M. ANDERSON (1966).

Satellit	Himmel	S	$R_{\max}$
		in Photonen	in Mm
Explorer 22, 27	Nacht	330	6,4
	Tag	14 000	2,5
Explorer 29	Nacht	330	9,2
	Tag	14 000	3,6
Echo	Nacht	330	0,5
	Tag	—	—

Die Entfernung nach dem Ballonsatelliten Echo war also nicht meßbar, weil dieser nicht mit einem Tripelspiegel ausgerüstet war.

Für die anderen, mit solchen Spiegeln ausgerüsteten Satelliten ist die erreichbare Entfernung beachtlich.

Die heute bereits realisierten Lasersysteme senden Impulse von einigen 100 MW Leistung und einer Dauer von $10 \dots 2$ ns (10 ns = 10^{-8} s) aus. Pro Minute werden $1 \dots 60$ Pulse gesendet. Die Genauigkeit der Entfernungsmessung hängt direkt von der Impulslänge ab. Bei 10 ns beträgt sie $\pm 1,5$ m. Neben der Impulslänge beeinflusst die Verringerung der Lichtgeschwindigkeit in der Atmosphäre und die begrenzte Genauigkeit des Zeitintervallmessers die Entfernungsgenauigkeit.

In absehbarer Zeit müßte ein Gesamtfehler $m = 0,6$ m in der Distanz erreichbar werden, der sich nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz zusammensetzt aus:

$$m_1 = 0,60 \text{ m (Impulsdauer),}$$

$$m_2 = 0,15 \text{ m (Atmosphäre),}$$

$$m_3 = 0,004 \text{ m (Laufzeitmessung).}$$

Diese Genauigkeit ist höher, als die einer aus der Bahnbestimmung abgeleiteten Entfernung. Durch die Anwendung des Lasers erfährt die Satellitenbeobachtungstechnik folgende Erweiterungen:

- durch die direkte Entfernungsbestimmung wird eine zusätzliche, relativ genaue Meßgröße erhalten,
- die Messungen sind in gewissem Umfang auch tagsüber möglich;
- der Satellit braucht visuell nicht beobachtbar zu sein;
- der mit dem Laserstrahl beleuchtete Satellit kann photographiert werden, auch wenn er sich im Erdschatten befindet.

Gegenüber den UHF- oder Mikrowellen haben die Laserwellen bei der Entfernungsmessung nach Satelliten folgende Vorteile:

- die Reflexionseinrichtung auf dem Satelliten ist passiv;

- Laser erzeugen Spitzenleistungen, die $1 \dots 2$ Größenordnungen höher sind als bei Radar;
- Laser erzeugen so kurze Impulse, daß bezüglich der Zuordnung keine Schwierigkeiten bestehen;
- Laser benötigen nur Linsen von sehr geringer Öffnung.

5. Laser-Entfernungsbestimmung des Mondes

Mit der Entwicklung der Laser wird es in Kürze möglich sein, auch weiter entfernte Himmelskörper (zunächst den Mond) messend zu erreichen. Während durch die Besatzung von Apollo 11 bereits ein kleiner Tripelspiegel auf dem Mond aufgestellt wurde, ist in Kooperation zwischen der Sowjetunion und Frankreich demnächst die Installation eines leistungsfähigen Reflexionssystems auf dem Mond vorgesehen.

Die von der Internationalen Astronomischen Union konzipierten Meßprogramme haben folgende Zielstellung: Aus präzisen Entfernungsbestimmungen zwischen einem Meßpunkt P_E auf der Erde und dem Mondstandpunkt P_M des Reflexionsspiegels in verschiedenen Phasen der Erddrehung kann der Zeitpunkt t_m abgeleitet werden, zu dem der Abstand $P_E P_M$ ein Minimum ist. Man erhält bei einem Fehler von 0,15 m in der Differenz zweier Abstandsbestimmungen den Zeitpunkt t_m auf 0,25 ms genau.

Diese Methode dient nicht in erster Linie zur Bestimmung der Mondentfernung. Wendet man sie nämlich an zwei Meßpunkten auf der Erde gleichzeitig an, so wird die Differenz der (geozentrischen) Längen beider Meßpunkte mit hoher Genauigkeit (Fehler < 1 ms) bestimmbar. Diese wiederum ist ein wichtiges Hilfsmittel zur Entscheidung über die seit 50 Jahren unbefriedigend beantwortete Frage nach der Existenz von *Kontinentaldriften* (WEGENER), das heißt der Veränderung der geozentrischen bzw. geographischen Längenunterschiede von Orten diesseits und jenseits der Ozeane. Mit rein erdgebundenen astronomischen Mitteln sind Kontinentaldriften wegen schwer eliminierbarer systematischer Fehler bis heute nicht eindeutig nachzuweisen.

Im Rahmen des erwähnten Meßprogramms soll auch die Verfolgung der Polbewegung unserer Erde neue Impulse erfahren.

6. Schlußbemerkung

Die Erfindung und Anwendung des Lasers ist charakteristisch für das Verhältnis von Wissenschaft und Technik in der technischen Re-

volution. Die Zeit zwischen der Eröffnung eines wissenschaftlichen Arbeitsgebietes und seiner praktischen Anwendung, d. h. die Zeit zwischen der Erzielung eines Forschungsergebnisses und seiner Überleitung in die Praxis, wird zu einem Minimum. Damit werden Theorie und Praxis zu einer Einheit im Sinne des dialektischen Materialismus.

Literatur:

LEHR, G. G. in: Smithsonian Astrophysical. Obs. Special Report 236 (1966), S. 11-18.

LEHR, G. G., MAESTRE, L. A. and ANDERSON in: Smithsonian Astrophysical. Obs. Plenartagung COSPAR (1966), S. 723-733.
 RUDOLF, H. in: Wissenschaft und Fortschritt (1967), S. 164-165 und 379.
 MONTAG, H. in: Vermessungstechnik (1966), S. 339 bis 342, 377-378 und 383-384.
 SCHLOSSER, W. in: Sterne und Weltraum (1966), S. 104-107.

Anschrift des Verfassers:

Dr.-Ing. habil. KLAUS-GUNTHER STEINERT,
 8027 Dresden, Nöthnitzer Straße 47



Der Verfasser berichtet, wie die Sternwarte Schwerin alle Kräfte in den Dienst der astronomischen Schülerbeobachtung stellt. Damit schaffen die Mitarbeiter dieser Einrichtung gute Voraussetzungen, um alle Möglichkeiten zur Erfüllung der im neuen Lehrplan geforderten obligatorischen Beobachtungen zu nutzen.

Seit dem Jahr 1963 steht den Schweriner Schulen zur allseitigen Unterstützung des Astronomieunterrichts eine astronomische Station mit einem Planetarium und einem Observatorium zur Verfügung.

Es war seitdem das Bestreben der Mitarbeiter der astronomischen Station, die Möglichkeiten der Nutzung dieser Einrichtung voll auszuerschöpfen.

Die Sternwarte besitzt zwei Refraktoren 80/1200 parallaktisch montiert, zwei NEWTON-Spiegel 110/1100 parallaktisch montiert, zwei Aussichtsfernrohre 110/750 auf Holzstativ, zwei AT-1-Fernrohre mit azimutalen Teilkreisen und einen Coudé-Refraktor 150/2250.

Große Schwierigkeiten bereitete uns die Tatsache, daß Schwerin kaum auf nennenswerte astronomische Traditionen zurückgreifen kann, sowohl hinsichtlich der Schul- als auch der Amateurastronomie. So gab es keinen Lehrer im Stadtkreis, der im Fach Astronomie ausgebildet war oder sich mit praktischen Beobachtungen beschäftigt hätte. Da die meisten Lehrer zu diesem Zeitpunkt auf die praktische Schulastronomie noch nicht vorbereitet

HEINZ MRASS

Erfahrungen bei der Durchführung von Schülerbeobachtungen an der astronomischen Station Schwerin

waren, blieb diese Möglichkeit der Erziehung und Bildung fast ungenutzt.

Der Zustand, daß Hunderte von Schulabgängern trotz Astronomieunterrichts nicht einmal den Mond oder einen Planeten im astronomischen Fernrohr erlebt hatten, konnte nicht mehr geduldet werden.

In der ersten Etappe unserer Arbeit setzten wir uns das Ziel, Schüler und Lehrer zu Beobachtungsabenden heranzuziehen, um ihnen die interessantesten Himmelsobjekte vor Augen zu führen, bei Schülern Interesse für das Fach zu wecken, die Lehrer von der Notwendigkeit der Schülerbeobachtungen zu überzeugen. Es wurden Aufgaben verschiedenster Schwierigkeiten entwickelt, Lösungswege programmiert, Anleitungen für die Bedienung der Geräte herausgegeben. Alle Materialien standen dem Lehrer zur Verfügung, sollten ihn bei seinen ersten praktischen Schritten unterstützen.

Um die geschaffenen Möglichkeiten effektiv zu nutzen, war eine zielgerichtete Qualifizierung der Lehrer notwendig, die auf die Erziehungs- und Bildungsarbeit des Astronomieunterrichts unmittelbar einwirken konnte. Hierzu leisteten die Lehrgänge an der astronomischen Station einen wertvollen Beitrag. Das Ergebnis der ersten Etappe war, daß bis 1968 jährlich etwa 150 bis 350 Schülerbeob-

(Fortsetzung auf Seite 112)

Aufgabenblatt für astronomische Schülerbeobachtungen

Beobachtungsabend Nr. 1

Name:	Schule:	Klasse:
Ort: Sternwarte Schwerin	Datum:	Zeit:
Sicht:	Wind:	

Objekt: Sternbilder

Station 2**Aufgaben:**

- Suchen Sie mit bloßem Auge am Himmel die Sternbilder Kassiopeia, Leier, Schwan und Adler auf! Tragen Sie die Beobachtungsrichtungen in die Tabelle 1 ein!
- Stellen Sie die Visiereinrichtung des Gerätes nacheinander auf die Sterne Wega, Deneb und Atair! Lesen Sie am Gerät die Koordinaten der Sterne ab! Notieren Sie die Meßwerte und die Beobachtungszeit in der Tabelle 2!
- Übernehmen Sie die Beobachtungsergebnisse zweier anderer Gruppen, die am gleichen Beobachtungsabend Beobachtungen durchgeführt haben! Tragen Sie diese und Ihre eigenen Messungen in die Tabelle 3 ein! (Eigene Messungen ankreuzen!)

Geräte: Visiereinrichtung, Taschenlampe

Durchführung: Tabelle 1

Sternbild	Richtung					Höhe			
	S	SW	W	NW	N	0°–30°	30°–60°	60°–90°	90°
Kassiopeia									
Leier									
Schwan									
Adler									

Kreuzen Sie die von Ihnen beobachteten Richtungen und Höhen in der Tabelle 1 an!

Tabelle 2

Stern	gemessen		Beobachtungszeit t in h und min
	α in Grad	h in Grad	
Wega			
Deneb			
Atair			

Es bedeuten: α – Azimut, h – Höhe, t – Beobachtungszeit**Tabelle 3**

Stern		gemessen		Beobachtungszeit t in h und min	Sternkarte α in Grad und h in Grad
		α in Grad	h in Grad		
Wega	1.				
	2.				
	3.				
Deneb	1.				
	2.				
	3.				
Atair	1.				
	2.				
	3.				

Auswertung:

- Werten Sie die Tabellen 1 und 2 und 3 aus!
 - Beurteilen Sie die Genauigkeit der Beobachtungsergebnisse durch einen Vergleich einander entsprechender Objekte der Tabelle 1 und der Tabelle 2!
 - Azimut und Höhe ein und desselben Sternes verändern sich in Abhängigkeit von der Zeit! Wie verändern sich Azimut und Höhe? Welche Ursache führt zu dieser Veränderung? Gehen Sie auch auf mögliche Meßfehler ein!
- Beschreiben Sie, wie Sie die Meßwerte mit Hilfe der drehbaren Sternkarte überprüfen können! (Rückseite der Sternkarte)
Vervollständigen Sie die Tabelle 3!
- Ermitteln Sie mit Hilfe der drehbaren Sternkarte Azimut und Höhe des Arktur am 10. 2., um 24 Uhr!

achtungen durchgeführt wurden. Viele Schüler lernten, ihre Beobachtungsergebnisse im Unterricht zu verwenden; sie erbrachten damit den Beweis, daß Schülerbeobachtungen einen wesentlichen Beitrag zur Erziehung und Bildung sozialistischer Persönlichkeiten leisten und die Erziehungs- und Bildungspotenzen des Faches besser nutzen helfen.

Die Beteiligung der einzelnen Schweriner Schulen war sehr unterschiedlich. Die Arbeitsergebnisse wurden von einigen Lehrern nicht bewußt in den Unterrichtsprozeß einbezogen. Schwierigkeiten bereitete ihnen auch die Beurteilung der Protokolle, weil sie den Schwierigkeitsgrad und damit die objektive Schülerleistung nicht einschätzen konnten.

Auf Grund der Einsicht der Mehrzahl der Astronomielehrer entwickelte sich ihre Bereitschaft, den zweiten Schritt zu gehen. In der zweiten Etappe stellten wir uns das Ziel, alle Schüler zu Beobachtungsabenden heranzuziehen, zu abrechenbaren Ergebnissen der Schülerbeobachtungen zu kommen, die Lehrer an der Leitung der Beobachtungsabende zu beteiligen und damit im Prozeß der Arbeit zu qualifizieren. Darin sahen wir auch einen Beitrag zur Vorbereitung der Lehrer auf die Arbeit mit dem neuen Lehrplan.

Um die Arbeit übersichtlich zu gestalten, gab es einheitliche Aufgaben. In einer Einführung im Planetarium wurden die Aufgaben erläutert, um die Aufmerksamkeit der Schüler auf das Wesentliche zu konzentrieren. Danach waren vier Aufgaben an den bereitgestellten Geräten zu lösen.

Die Lehrer nahmen an der Einweisung im Planetarium und der Anleitung im Observatorium entsprechend ihren Voraussetzungen teil. Um ihnen die Beurteilung der Protokolle zu erleichtern, wurden Musterprotokolle herausgegeben, die optimale Ergebnisse enthielten. Auf einen verbindlichen Bewertungsmaßstab wurde wegen des unterschiedlichen Niveaus an den einzelnen Schulen in dieser Etappe noch verzichtet. In der Zeit von September bis Dezember 1969 erfolgten 1400 Schülerbeobachtungen, an denen alle Klassen des Stadtkreises beteiligt waren.

Die Ergebnisse dieser Arbeit wurden im Fachzirkel ausgewertet. Damit waren die Voraussetzungen für einen weiteren Schritt gegeben, der im kommenden Schuljahr getan werden soll und mit dessen Vorbereitung wir beschäftigt sind.

Im Schuljahr 1970/71 werden die Schülerbeobachtungen auf der Grundlage des neuen Lehrplans durchgeführt. Die genaue Formulie-

rung der Aufgaben wurde in gemeinsamer Arbeit mit einer Gruppe von Lehrern erarbeitet, um die technischen Möglichkeiten der astronomischen Station auszuschöpfen, die Arbeit wissenschaftlich und technisch niveauvoll zu gestalten, ohne dabei die Schüler zu überfordern (s. Seite 111).

Das wesentliche Ziel unserer dritten Etappe besteht darin, alle Voraussetzungen für die Möglichkeiten der Einbeziehung von Schülerbeobachtungen in den Unterricht zu schaffen, um so die Schülerbeobachtungen zum festen Bestandteil des Astronomieunterrichts zu machen. Die Lehrer werden selbst alle Übungen im Rahmen der Fachzirkelarbeit durchführen, um sich zu qualifizieren und sämtliche notwendigen Zusammenhänge von theoretischer und praktischer Schulastronomie zu erfassen. Auf dieser Grundlage werden die Schweriner Lehrer in der Lage sein, den Unterrichtsprozeß auch im Rahmen der gesamten Nutzung der astronomischen Station selbst führend in die Hand zu nehmen, wobei ihnen die Mitarbeiter der astronomischen Station helfend zur Seite stehen. Damit meinen wir, rechtzeitig den entscheidenden Schritt bei der Vorbereitung auf die Arbeit mit dem neuen Lehrplan getan zu haben.

Die stete Vorwärtswicklung der Schulastronomie in Schwerin ist für uns besonders erfreulich, da wir im Vergleich zu vielen anderen Bezirken unserer Republik eine denkbar ungünstige Ausgangsposition hatten: Die Folgen jahrhundertelanger Junkerwirtschaft, die Rückständigkeit auf dem Gebiet der populärwissenschaftlichen Astronomie, insbesondere der Amateurastronomie, waren mit der Einführung der Astronomie als Unterrichtsfach noch lange nicht überwunden. Erfreulich ist weiterhin die Tatsache, daß die gegenwärtig erreichte intensive Nutzung der astronomischen Station für Unterrichts- und Beobachtungszwecke nicht das Ergebnis administrativer Maßnahmen ist, sondern auf der Grundlage von Erfahrungen und der Einsicht der Astronomielehrer beruht. Die Überzeugung unserer Lehrer, alle weltanschaulichen und erzieherischen Potenzen der Astronomie für die Erziehung sozialistischer Persönlichkeiten zu nutzen, ist das Motiv für das ständige Streben nach hohen Erziehungs- und Bildungsergebnissen, nach persönlicher Weiterbildung und enger Zusammenarbeit mit der astronomischen Station.

Anschrift des Verfassers:
Studienrat HEINZ MRASS,
27 Schwerin, Schloßgartenallee 15

Zum neuen Lehrbuch

Der neue Lehrplan für Astronomie liegt seit geraumer Zeit allen Astronomielehrern vor. Auch das neue Lehrbuch befindet sich in Vorbereitung. Es wird für Schüler und Lehrer ein wesentliches Hilfsmittel sein, den Lehrstoff zu bewältigen. Was haben wir vom neuen Astronomielehrbuch zu erwarten?

Als in den vergangenen zwei Jahren in unserer Fachzeitschrift „Astronomie in der Schule“ und in Leserkonferenzen der Redaktion eine lebhaft Diskussion über die Gestaltung des neuen Lehrbuchs geführt wurde, war die definitive Fassung des Lehrplans, der diesem Buch zugrunde liegen sollte, noch nicht bekannt.¹ Trotzdem beschäftigten sich viele Kollegen intensiv mit dem Problem, wie ein Lehrbuch für Astronomie zukünftig aussehen könnte und sollte. Diese Tatsache ist zweifellos sehr erfreulich; sie spricht für das große Interesse der Astronomielehrer am Fach und für das Bestreben, unter Ausnutzung aller Möglichkeiten optimale Unterrichtsergebnisse zu erzielen. Die Vorschläge und Anregungen aus dieser Diskussion sind zum großen Teil auch in die Arbeit der Lehrbuchautoren einbezogen worden, sofern sie realistisch waren und nicht auf zu stark spezialisierten Vorstellungen aufbauten.

In der Leserdiskussion dominierte die Forderung nach einem *leichtfaßlichen Text*. In der Tat lag eine Schwäche des bisherigen Lehrbuches der Astronomie (Klasse 10, Ausgabe 1964) darin, daß in ihm die fachlichen Aussagen in stark komprimierter Form dargeboten wurden und daß es zwischen dem unbedingt benötigten Grundwissen und den ergänzenden Details keine optische Unterscheidung gab. Dadurch gewannen die Schüler – und auch viele Lehrer – den Eindruck eines überhöhten Anforderungsniveaus. Das neue Lehrbuch wird für die Schüler erheblich leichter lesbar sein, ohne allerdings gegenüber der bisherigen Ausgabe an wissenschaftlicher Substanz einzubüßen. Eine stärkere *Gliederung* der einzelnen Abschnitte und die Verwendung unterschiedlicher Schriftgrößen tragen dazu vor allem bei. Ergänzungswissen erscheint grundsätzlich in Kleindruck. Alle *Abbildungen* werden – auch dies ist eine Forderung aus der Lehrbuchdiskussion in unserer Zeitschrift – innerhalb des Textes erscheinen; der gesonderte Fototafelanhang, der zu vielem Hin- und Herblättern nötigte, entfällt damit. Einer

weiteren Forderung entspricht die Aufnahme einer *farbigen Spektraltafel*.² Sie wird bei der Einführung des Begriffes Spektrum eine wichtige Rolle spielen, da künftig – zumindest bei der Behandlung des Sonnenspektrums – nicht mit entsprechenden Vorkenntnissen der Schüler aus dem Fach Physik gerechnet werden kann. Wir müssen im Astronomieunterricht selbst eine umfangreiche Vorausinformation über Spektren und Spektralanalyse geben. Aus diesem Grunde ist auch im neuen Lehrbuch eine vergleichsweise ausführliche Darstellung der verschiedenen Arten von Spektren und ihres Zustandekommens enthalten.

Die Arbeit mit *Tabellen und Diagrammen* wird im neuen Lehrbuch durch die Aufnahme vieler graphischer Darstellungen und durch einen umfangreichen, auf die Forderungen des Lehrplans abgestimmten Tabellenanhang erleichtert. Dabei und auch bei allen Formeln wurde versucht, die historisch bedingten Besonderheiten astronomischer Bezeichnungen nach Möglichkeit zu verlassen, um das Buch den entsprechenden Standards anzupassen. Die Schüler finden also die ihnen z. B. aus dem Physikunterricht geläufigen Formelzeichen auch im Astronomielehrbuch vor. Der Tabellenanhang erhielt eine übersichtlichere Form als bisher.

Ein wichtiges Problem für den Unterricht und damit auch für die Gestaltung des Lehrbuchs ist die selbständige Arbeit der Schüler. Viele Beiträge der Leserdiskussion hatten die Forderung nach *Aufgaben* oder einem gesonderten Aufgabenteil im neuen Lehrbuch zum Inhalt. Wir werden die Aufgaben für die Schüler in drei verschiedenen Formen vorfinden:

1. als in den Text eingestreute Aufgaben, durch unterschiedliche Schriftart vom fortlaufenden Text abgehoben. Diese Aufgaben dienen der stofflichen Vertiefung innerhalb der Unterrichtsstunde; sie können erteilt werden, aber ihre Bearbeitung ist nicht Voraussetzung für das Verständnis des nachfolgenden Stoffes.
2. als Komplex von Fragen und Aufgaben zu jeder Unterrichtseinheit. (Unterrichtseinheiten sind die im Lehrplan mit 1.1., 1.2. usw. bezeichneten Zusammenfassungen von Unterrichtsstunden, die sich jeweils auf ein abgeschlossenes Thema beziehen.) Solche Aufgaben eignen sich für die häusliche Arbeit der Schüler.

¹ Vgl. *Lesermeinungen zur zukünftigen Lehrbuchgestaltung*. In: *Astronomie in der Schule*; 5 (1968) 6, S. 133 ff.; 6 (1969) 2, S. 42.

² Vgl. *PEGLAU in Astronomie in der Schule* 5 (1968) 43

3. als Beobachtungsaufgaben für das obligatorische Beobachtungspraktikum. Wie bekannt, fordert der Lehrplan astronomische Schülerbeobachtungen als obligatorische, außerunterrichtliche Schulveranstaltungen. Dafür enthält das neue Lehrbuch Arbeitsaufträge und Aufgaben, die eine einheitliche Vorbereitung aller Schüler auf die Beobachtungen gewährleisten und den Lehrer von organisatorischen Hinweisen (z. B. Protokollführung) entlasten. Da die Aufgaben zum Teil den selbständigen Gebrauch der drehbaren Sternkarte verlangen, wurde ihnen eine ausführliche Anleitung zur Benutzung dieser wichtigen Orientierungshilfe vorangestellt.

In seiner *inhaltlichen Gliederung* folgt das neue Lehrbuch streng dem Lehrplan. Auch die dort ausgewiesenen Aufgaben der *staatsbürgerlichen Erziehung*, sowie Grenzen für Umfang und Tiefe der Stoffarbeit wurden beachtet, wenngleich im Interesse einer gründlichen Wiederholung und Festigung – und in einigen Fällen auch im Interesse der leichteren Lesbarkeit – gelegentlich Ergänzungen im Lehrbuch erscheint, das über den eigentlichen Lehrplanstoff hinausgeht. Besonders wertvoll sind *durchgerechnete Übungsbeispiele* zu einzelnen Anwendungsaufgaben. Sie zeigen den Schülern exemplarisch Lösungswege, die sich für andere Aufgaben übernehmen oder variieren lassen. Auch das didaktische Mittel des *Vergleichs* findet sich ausführlich an vielen Stellen des neuen Lehrbuchs. Außer den im Text explizit enthaltenen vergleichenden Betrachtungen werden die Schüler durch eine entsprechende Gestaltung des Tabellentils zu Vergleichen angeregt. So sind beispielsweise die Radien der Planeten sowohl in Kilometern als auch in Erdradien angegeben, ihre Massen in 10^{24} kg und in Erdmassen.

Das neue Lehrbuch ist sowohl *Kompandium*, als auch *Arbeitsbuch*. Es betont stärker als die bisherige Ausgabe den methodologischen Aspekt der astronomischen und astrophysikalischen Forschung. Diese Forderung wurde ebenfalls mehrfach in der Leserdiskussion erhöhen. Die Schüler erfahren also nicht nur, zu welchen Ergebnissen die astronomische Forschung gekommen ist und wie sich diese Kenntnisse zu einem System zusammenfassen lassen, sondern auch, welche Forschungsmethoden dafür zur Anwendung kommen müssen.

Der mehrfach wiederholte Vorschlag, dem neuen Lehrbuch eine drehbare Sternkarte beizufügen, ließ sich leider nicht realisieren. Da der Bedarfsplan für Unterrichtsmittel in Klasse 10, Fach Astronomie, die drehbare Sternkarte als verbindliches Unterrichtsmittel ausweist, und da die Versorgung der Schulen mit den als verbindlich erklärten Unterrichtsmitteln zentral geregelt und gesichert werden wird, stellt dieser Verzicht wohl keine Beeinträchtigung der Unterrichtsarbeit dar. Zur Aktualisierung des Unterrichts im Hinblick auf die unterschiedlichen Sichtbarkeitsbedingungen der Körper unseres Sonnensystems wird die Fachzeitschrift unter der Rubrik „Wir beobachten“ ständig informieren.

Mit diesen Einschränkungen soll jedoch der Gesamteindruck des neuen Lehrbuchs nicht beeinträchtigt werden. Wir können ein brauchbares, unseren Aufgaben und Möglichkeiten angepaßtes und vielfältig einsetzbares Buch erwarten, das von der inhaltlichen und typographischen Gestaltung her hohe Ansprüche zu befriedigen und für den Astronomieunterricht der kommenden Jahre unentbehrlich zu werden verspricht.

Dr. KLAUS LINDNER,
im Auftrag der Autoren des neuen Lehrbuchs

WOLFGANG KÖNIG

Rückblick auf die Weiterbildung der Astronomielehrer im Kurssystem

Vom 8. bis 17. Juli 1970 trafen sich etwa 100 Astronomielehrer aus allen Bezirken der DDR zur Weiterbildung im Kurssystem in Bautzen. Auf Grund bisheriger Erfahrungen und Verdienste wurde vom Minister für Volksbildung die Sternwarte Bautzen mit der zentralen Durchführung dieser Aufgabe beauftragt.

Die Anwesenden, die in den Winterferien

grundlegende politisch-ideologische und pädagogisch-psychologische Themen erörtert hatten, wandten sich während der Sommerferien ausgewählten fachwissenschaftlichen und didaktisch-methodischen Fragen des neuen Lehrplans zu. Das Programm umfaßte Vorlesungen, Seminare und Übungen, die vorwiegend von seit Jahren in der Weiterbildung tätigen Fachwissenschaftlern und Pädagogen



Prof. Dr. LAMBRECHT bei einer Vorlesung im Kurs-
system

gehalten wurden.¹ Dazu zählen Prof. Dr. HOPPE, Prof. Dr. LAMBRECHT, Dr. habil. GÜNTHER, Dr. habil. SCHMIDT, Dr. habil. STEINERT, Dr. WAHSNER, Dr. LINDNER, Dr. BERNHARD, Dr. SCHUKOWSKI, J. STIER, H. ALBERT u. a.

Die Teilnehmer diskutierten über Grundpositionen des neuen Lehrplans, widmeten sich intensiv den wissenschaftlichen Grundlagen des Faches Astronomie und suchten nach effektiven Wegen, wie sie die gewonnenen Erkenntnisse künftig im eigenen Unterricht umsetzen. Während die Fachwissenschaftler neue Ergebnisse ihrer Forschung vermittelten, gaben die vortragenden Pädagogen mit ihren Erfahrungen aus der Schulpraxis wertvolle Impulse und Anregungen. Neben den obligatorischen Veranstaltungen fanden fakultative Zusammenkünfte statt, die regen Zuspruch hatten. Die Mitarbeiter der Sternwarte berichteten über den Einsatz des Schulfernrohrs im Astronomieunterricht und über andere interessante Themen. Daneben konnten Vorführungen im Planetarium besucht werden. Bei günstiger Witterung war täglich die Möglichkeit der astronomischen Beobachtung gegeben.

Außerdem fand ein Erfahrungsaustausch mit den anwesenden Leitern der Schulsternwarten

und eine Leserkonferenz mit dem Redaktionskollegium von „Astronomie in der Schule“ statt.

In den Seminaren wurde deutlich, daß die Kursteilnehmer sich recht unterschiedlich auf die Veranstaltungen vorbereitet hatten. Die Anwesenden arbeiteten besonders in den Phasen des Seminars aktiv mit, die Fragen der Unterrichtspraxis behandelten. Planungsunterlagen, Unterrichtsvorbereitungen und selbstgefertigtes Anschauungsmaterial, das einige Teilnehmer vorlegten, belebte die Diskussion und trug zur Aktivierung des Gedankenaustausches bei. Zu den Hauptgegenständen der Aussprache gehörten die sozialistische Überzeugungsbildung und die Fähigkeitsentwicklung im Astronomieunterricht. In Seminaren und anderen Gesprächen wurden neue Beziehungen zwischen Theorie und Praxis angebahnt, die sicherlich dazu beitragen werden, eine langjährige fruchtbare Gemeinschaftsarbeit zur Entwicklung einer wissenschaftlich begründeten Fachmethodik anzubahnen.² An dieser Stelle sei allen Dozenten, Seminarleitern, den Mitarbeitern der Sternwarte und den Angestellten des Sorbischen Instituts für Lehrerbildung für ihr erfolgreiches Bemühen zum Gelingen des Kurses gedankt. Sicherlich werden die Anregungen der Teilnehmer, Seminarpläne noch zeitiger herauszugeben und sie noch exakter zu präzisieren sowie die Seminargruppen nach der Vorbildung der Kursteilnehmer stärker zu differenzieren beim nächsten Durchgang beachten. Die bei der Weiterbildung gewonnenen Erkenntnisse müssen sich in einer höheren Qualität der Bildung und Erziehung im Astronomieunterricht widerspiegeln, erst dann hat das Kurssystem sein Ziel erreicht. Alle anwesenden Pädagogen betrachteten die Weiterbildung im Kurssystem als eine der vielfältigen Formen im ständigen Prozeß der Qualifizierung. Sie sind sich bewußt, daß es notwendig ist, weiter zu lernen, um den Anschluß an die dynamische Entwicklung der Wissenschaften nicht zu verpassen.

Anschrift des Verfassers:
WOLFGANG KÜNIG,
61 Meiningen, Schwedenstraße 6

² S. „Astronomielehrer schreiben über Erfahrungen aus der Unterrichtsarbeit“, *Astronomie in der Schule* 7 (1970) 4, S. 92.

¹ Vgl. *Astronomie in der Schule* 6 (1969) 3, Seite 73 ff.

INFORMATIONEN

● Geräte für Forschungen auf der Mondoberfläche 1. APOLLO 11

Neben der Aufnahme von Bodenproben war das Installieren von drei Geräten ein weiteres wissenschaftliches Anliegen dieser Unternehmung.

1.1. SONNENWINDMESSFOLIE

Bei diesem in der Schweiz entwickelten Gerät handelt es sich um eine Aluminiumfolie mit den Abmessungen von 1400 X 300 mm. Sie ist an einem Teleskopgestänge schwenkbar horizontal angebracht. Ihre Aufgabe bestand darin, die mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 300 km/s auftretenden Teilchen des Plasmas teilweise einzufangen. Diese energiereiche Teilchenstrahlung, die zum Teil eruptiv aus begrenzten Gebieten der Oberfläche der Sonne hervorbricht und in den Weltraum geschleudert wird, gilt als potentielle Gefahr für die bemannte Raumfahrt.

Nach Beendigung der Außenaktivität wurde diese Folie eingerollt, auf der Erde sterilisiert und den schweizerischen Forschern zurückgegeben. Das Material wird von den Wissenschaftlern der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich untersucht und dabei der Gehalt an Wasserstoff, Helium und anderen Gasen solarer Ursprungs festgestellt. Darüber hinaus soll der Versuch unternommen werden, die Isotopenverteilung zu bestimmen.

1.2. SEISMOMETER

Es handelt sich um eine unter der Leitung von Dr. GARY LATHAM entwickelte seismische Station von der Größe eines Koffers. Dieses Gerät ist in der Lage, die Stärke der Mondbeben, der Meteoriteneinschläge und die Richtung der durch sie ausgelösten Druckwellen zu registrieren und die Meßdaten zur Erde zu übertragen; es kann von einer Bodenstation auf der Erde aus bzw. eingeschaltet werden und 15 verschiedene Fußbelastungen der Bodenstation empfangen und ausführen. Ein im Inneren der Station kardanisch aufgehängtes Gewicht garantiert die Beibehaltung seiner Lage, während alle anderen Teile dieser Station entsprechend auf die Bodenbewegungen reagieren. Die Veränderung der relativen Position des Gewichts zu anderen Teilen der Station kann in elektrischen Meßgrößen erfaßt, in Funksignale gewandelt und zur Bodenstation auf der Erde übertragen werden.

Nachdem bis Ende August 1969 die von diesem Gerät zur Erde übermittelten Daten immer unvollkommener wurden, stellte man Anfang September die Funkverbindung mit dem Seismometer ab. Dieses Gerät wurde über Solarzellen mit Energie versorgt und konnte demzufolge nur bei Sonnenstrahlung arbeiten.

1.3. LASERREFLEKTOR

Für spezielle Experimente mit Laserstrahlen wurde ein Laserreflektor aufgestellt, auch passives Laserradar genannt. Dieser Reflektor besteht aus einem trichterförmigen Spezialspiegel und einem Flachspiegel. Beide sind auf einer Plattform mit ausziehbarem Fuß montiert. Der Flachspiegel besteht aus 100 runden, hohlsphärischen geschliffenen Quarzprismen, die in 10 Reihen zu je 10 Kristallen angeordnet sind. Mittels eines Rubinlasers mit einer Energie von 100 Joule wurden von der Erde aus Impulse von der Dauer einer drei Millionstel Sekunde ausgesandt. Zur Überbrückung der Strecke Erde-Mond benötigte jeder Laserstrahl 1,26 Sekunden. Traf der Strahl auf das passive Laserradar, wurde er reflektiert und von zwei 3-Meter-Teleskopen in Texas empfangen. Somit konnten die amerikanischen Wissenschaftler zum ersten Mal die Entfernung des Mondes von der Erde mit einer Genauigkeit von ± 150 mm exakt messen. Die genaue Entfernung betrug zu diesem Zeitpunkt 373 787,265 km.

2. APOLLO 12

Mit Apollo 12 wurde erstmalig eine automatische Meßstation zum Mond befördert und auf ihm installiert. Es handelt sich um die Station ALSEP 1 (Apollo

Lunar Surface Experiment Package). Diese Station besitzt eine Masse von 126 kg, sie wurde in die Instrumenten-Bucht des LM transportiert.

Die Installation der Geräte – einschließlich Anschluß an den Stromversorgungsstell und die Datenverarbeitungsstation – dauerte mit Überprüfung 2,5 Stunden.

2.1. RADIOISOTOPENBATTERIE SNAP 27

Diese Batterie arbeitet mit Plutonium 238 als Brennstoff. Die Gesamtmasse der Batterie beläuft sich auf 1,7 kg, wovon 0,8 kg allein auf den Brennstoff entfallen. Die Arbeitstemperatur beträgt 760 °C, wobei im Inneren der Batterie 73 Watt Leistung geliefert werden. Die thermische Leistung dieser Batterie liegt bei 1,48 kW; die Energiumwandlung erfolgt mit 442 thermoelektrischen Elementen.

2.2. SONNENWINDSPEKTROMETER

Es besteht aus sieben Faradayschalen und registriert damit die Richtung, Stärke und Geschwindigkeit der solaren Elektronen und Protonen.

2.3. SEISMOMETER

Das bei diesem Apollo-Unternehmen verwendete Seismometer verfügt über vier Sensoren. Sie sollen zu meßtechnischen Zwecken lang- und kurzwellige Bebenwellen registrieren. Durch den Anschluß an die Radioisotopenbatterie ist dieses Gerät keinen Störeinflüssen bezüglich der Energieversorgung ausgesetzt. Es sitzt auf einem kurzen Stativ und seine Lage kann ausgerichtet werden. Im Fall Apollo 12 wurde es von den Astronauten auf fünf Grad Genauigkeit ausgerichtet.

2.4. IONENDETEKTOR

Mit diesem Gerät sollen die durch den Sonnenwind und die Meteoriteneinschläge entstehenden Ionen gemessen werden. Es sind zwar äußerst wenig Ionen zu erwarten, aber die Messungen könnten Aufschluß über Mondoberflächenvorgänge geben.

2.5. MAGNETOMETER

Es besitzt drei aus glasfaserverstärktem Kunststoff bestehende Sensorenarmen von 1 m Länge. Zur Arbeit benötigt dieses Gerät 12 Watt. Den minimale Meßbereich beträgt ± 100 Gamma bei einem Aufhebungsvermögen von 0,2 Gamma. Mit diesem Gerät soll die Frage endgültig beantwortet werden, ob der Mond doch ein schwaches Magnetfeld besitzt; weiterhin sollte der magnetische Schweif der Erde, den der Mond zur Vollmondzeit durchwandert, untersucht werden.

Das Magnetometer zeigte überraschend Feldstärken von 30 bis 40 Gamma an. Dies entspricht dem zehnfachen Wert der Stärke des normalen interplanetaren Magnetfeldes. Die Frage, ob es sich hierbei um ein Restmagnetfeld, das durch Bewegungen von flüssigem Material im Inneren des Mondes erzeugt wurde, oder um ein lokales, durch größere Eisenmassen unter dem Standpunkt des Instruments hervorgerufen Magnetfeld handelt, kann erst endgültig beantwortet werden, wenn Magnetometer an verschiedenen Punkten der Mondoberfläche aufgestellt wurden und Werte registrierten.

2.6. DATENVERARBEITUNGSSTATION

Diese verfügt über eine Richtantenne, dient als Funk- und Kommandozentrale, übermittelt Meßdaten zur Erde, und mittels Funkbefehls können durch sie einzelne Geräte ein- bzw. ausgeschaltet werden.

2.7. STAUBMESSGERÄT

Das Staubbmeßgerät ist nicht an die Isotopenbatterie angeschlossen, sondern arbeitet mit drei Solarzellen. Durch Staubbienerschlag auf den Oberflächen der Solarzellen nimmt die Leistung ab, und die Temperatur steigt an.

2.8. GASDETEKTOR

Als die amerikanische Sonde Surveyor 1 erstmals einen Sonnenuntergang auf dem Mond in rund 500

feststellt und diese ausgewertet wurden, zeigten die Bilder einen fast nachtschwarzen Vordergrund mit hellen Punkten dort, wo sich die letzten Sonnenstrahlen auf kleinen Steinen widerspiegeln. Am Horizont schließlich erscheint eine Art "Abendröte", was – entgegen bisherigen Annahmen – auf das Vorhandensein einer dünnen Atmosphäre hindeutet. Die Atmosphäre könnte entweder von ausströmenden Gasen oder aus dem Mondinneren stammen.

Diese eventuell auftretenden Gase sollten mit Hilfe des Gasetektors nachgewiesen werden.

K.-H. REMANE

● Teilchen mit Überlichtgeschwindigkeit?

Seit EINSTEINS erster Arbeit zur speziellen Relativitätstheorie galt es bis vor kurzem als erwiesen, daß eine Bewegung von Teilchen mit Überlichtgeschwindigkeit nicht möglich ist. In jüngster Zeit wird diese Aussage jedoch von einigen Physikern in Frage gestellt. Diese vermuten, daß es neben den sogenannten Tardyonen mit Ruhemasse $m > 0$ und Geschwindigkeiten $v < c$ (c = Lichtgeschwindigkeit) und den Luxonen mit $m = 0$, $v = c$ noch eine dritte Klasse von Teilchen gibt, Tachyonen genannt. Im Gegensatz zu den Tardyonen und Luxonen sollen sich diese hypothetischen Teilchen nur mit Überlichtgeschwindigkeit bewegen.

Die in [2] und [3] zitierten Autoren weisen darauf hin, daß die Existenz solcher Teilchen durchaus mit der speziellen Relativitätstheorie verträglich ist. Nach EINSTEINS Theorie ordnet man einem Tardyon mit Ruhemasse m und Geschwindigkeit v den Impulsbetrag $p = mc\gamma$ sowie die Energie $E = mc^2\gamma$ mit $\gamma = 1 - (v/c)^2)^{-1/2}$ zu.

Aus diesen Gleichungen sieht man, daß Tardyonen nicht auf Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden können, denn hierzu würde man unendliche Energie benötigen. Die obigen Formeln können jedoch auf Tachyonen mit $v > c$ erweitert werden, wenn man für diese eine imaginäre Ruhemasse $m = i\mu$ postuliert. Da es kein Bezugssystem gibt, in dem die Geschwindigkeit der Tachyonen verschwindet, bedeutet eine imaginäre Ruhemasse keine prinzipielle Schwierigkeit. Bei Experimenten mit Tachyonen wird man nur die reelle Größe μ beobachten. Ein naheliegender Einwand gegen die Tachyonenhypothese besteht darin, daß Bezugssysteme angegeben werden können, in denen Tachyonen negative Energie besitzen und sich in umgekehrter Zeitrichtung bewegen. Hiervon ausgehend lassen sich Gedankenexperimente finden, deren Ergebnis eine Vertauschung von Ursache und Wirkung wäre.

Zum Beispiel könnte ein Experimentator, der zum Zeitpunkt t ein Tachyon aussendet, die Antwort auf dieses Signal zu einem früheren Zeitpunkt $t' < t$ erhalten. In [2] und [3] wird versucht, diesen Einwand mit Hilfe eines "Umdeutungsprinzips" zu entkräften. In Analogie zur Beschreibung von Positronen (den Antiteilchen der Elektronen) in der Quantenelektrodynamik nimmt man an, daß Tachyonen mit negativer Energie, die sich zeitumgekehrt bewegen, äquivalent sind zu solchen mit entsprechender positiver Energie und vertrauter Bewegungsrichtung.

Mit Hilfe dieses Prinzips kann die Verletzung der Kausalität bei allen bisher diskutierten Gedankenexperimenten vermieden werden. Einige Forscher versuchen, die hypothetischen Tachyonen, die recht merkwürdige Eigenschaften besitzen (z. B. nimmt ihre Energie bei Beschleunigung ab), experimentell nachzuweisen. So wird nach einer Cerenkov-Strahlung gesucht, die geladene Tachyonen aussenden müßte. Bisher sind diese Versuche jedoch ohne Erfolg geblieben.

Theoretische Physiker bemühen sich, mögliche Wechselwirkungen der Tachyonen mit anderen Elementarteilchen herauszufinden, damit gezielter nach ihnen gesucht werden kann.

Literatur:

- [1] EINSTEIN, A.: Ann. Physik 17 (1905), S. 891.
- [2] BILANIUK, O., und G. SUDARSHAN: Physics Today May 1969, S. 43.

- [3] FEINBERG, G.: Phys. Rev. 159 (1967), S. 1089. – Nach Korrektur bekanntgewordene Veröffentlichung: NEWTON, ROGER G.: science 167 (1970), Nr. 3925, S. 1569.
- Umschau in Wissenschaft und Technik 70 (1970) 9.
- Vgl. Physik in der Schule 8 (1970) 3, 93–102.

● Zur Zusammenarbeit zwischen Schul- und Amateurastronomie

Am 14. und 15. November 1970 veranstaltet der Zentrale Fachschulausschuß Astronomie des Deutschen Kulturbundes in Berlin zusammen mit verantwortlichen Vertretern der Schulastronomie eine Arbeitstagung seiner Fachgruppenleiter. Er verfolgt damit das Ziel, gute Traditionen der Zusammenarbeit zwischen Schul- und Amateurastronomie wieder zu beleben, insbesondere die instrumentellen Reserven und die personellen Möglichkeiten zur Betreuung astronomischer Schülerbeobachtungen, über die die Fachgruppen verfügen, für den Unterricht einzusetzen. Wie bekannt, enthält der neue Lehrplan unseres Faches die Schülerbeobachtungen nunmehr als obligatorische Veranstaltungen. Es ist also dem Astronomielehrer nicht mehr freigestellt, ob er sie durchführen will; auch die mancherorts anfänglich noch unzureichende instrumentelle Ausrüstung der Schulen kann nicht als Entschuldigungsgrund für eine in dieser Hinsicht mangelhafte Erfüllung des Lehrplans gelten.

An dieser Stelle soll die Mitarbeit der Fachgruppen Astronomie des Deutschen Kulturbundes und der in ihnen arbeitenden Amateurastronomen einsetzen. Es ist keinesfalls an eine Übernahme des gesamten Astronomieunterrichts durch Amateure gedacht, auch nicht an einzelnen Schulen. Diese vor id. 11 Jahren richtige und in Einzelfällen durch das Fehlen ausgebildeter und erfahrener Astronomielehrer bedingte Maßnahme ist heute weder zweckmäßig noch sachlich gerechtfertigt. Es wäre auch im Interesse einer kontinuierlichen Bildungs- und Erziehungsarbeit im gesamten System der Unterrichtsfächer der allgemeinbildenden Schule sehr bedenklich, ein ganzes Unterrichtsfach der Verantwortung der ausgebildeten Pädagogen zu entziehen. Was aber möglich erscheint und, wo es notwendig ist bzw. sich einrichten läßt, unbedingt realisiert werden sollte, ist die Mithilfe der Amateure bei den obligatorischen Schülerbeobachtungen. Solange noch nicht alle Schulen mit den benötigten Geräten ausgestattet sind, sollten die Fernrohre und Beobachtungseinrichtungen der Fachgruppen den Schülern zur Verfügung stehen. Deren Betreuung kann aber im allgemeinen nicht dem betreffenden Astronomielehrer überlassen bleiben, sondern müßte in den Händen der Fachgruppe liegen. (Daß die Amateurastronomen auch als Leiter außerunterrichtlicher Arbeitsgemeinschaften in den Klassen 9 und 10 tätig sein sollten, ist ein weiteres Anliegen der Arbeitstagung.)

Es ist die Aufgabe der Tagung des Zentralen Fachschulausschusses Astronomie, für diese Zusammenarbeit zwischen Schul- und Amateurastronomen Wege und organisatorische Möglichkeiten zu finden. Fachgruppenleiter und Astronomielehrer, aber auch Vertreter zentraler und bezirklicher Dienststellen der Volksbildung werden über Modelle für Arbeitsvereinbarungen beraten und methodische Fragen klären. Jedoch kann eine solche Zusammenarbeit nicht administrativ verfügt werden. Die Arbeitstagung soll lediglich Hinweise vermitteln. Die eigentliche Zusammenarbeit – die mit der Kontaktaufnahme zwischen Astronomielehrern und Fachgruppenleitern beginnen müßte – läßt sich nur an der Basis organisieren. Hier bleibt für unsere Fachkollegen eine Aufgabe, die sie so bald als möglich in Angriff nehmen sollten.

Unsere Fachzeitschrift wird über Verlauf und Ergebnisse der Tagung berichten.

Dr. KLAUS LINDNER

Welche Zeitschriften interessieren uns?

EINHEIT. LOTHAR OPPERMANN: Bildung als gesellschaftsrechtliche Entwicklungstendenz. 24 (1969) 9/10, 1198-1208. — PETER A. THIESSEN: Die Parteilichkeit der Wissenschaft. 25 (1970) 1, 29-36. — KARL DIETZEL/GERD STÖHR: Die zehnjährige Oberschulpflicht mit hoher Qualität verwirklicht. 25 (1970) 3, 333-344. — HANNES HÖRNIG: Wissenschaft und Klassenkampf der Gesellschaftswissenschaften. 25 (1970) 7, 897 bis 895.

PÄDAGOGIK. EBERHARD ROSSA: Ideologische Erziehung im naturwissenschaftlichen Unterricht — vom Plan zur Wirklichkeit. 25 (1970) 6, 521-531. Autor gibt dem Lehrer theoretisch begründete und praktische Anregungen für die Gestaltung des einheitlichen Bildungs- und Erziehungsprozesses im naturwissenschaftlichen Unterricht. Obwohl als Beispiel das Fach Chemie gewählt wurde, gelten die gegebenen Anregungen sinngemäß auch für die anderen naturwissenschaftlichen Fächer. — HELMUT FAUST: Einheit von Erkenntnisgewinnung, Fähigkeitsentwicklung und Überzeugungsbildung. 25 (1970) 7, 636-643. Autor begründet die Notwendigkeit einer effektiven Fähigkeitsentwicklung der Schüler als wesentlichen Aspekt der Erkenntnisgewinnung und Überzeugungsbildung im Unterricht. Im Mittelpunkt der Ausführungen steht die Darstellung der Ziel- und der Mittelfunktion der Fähigkeitsentwicklung, ihre Bedeutung für die Persönlichkeitsentwicklung und die Funktion der Fähigkeiten im komplexen Aneignungs- und Entwicklungsprozeß. — W. NAUMANN/E. WEIDNER u. a.: Theoretisch-praktische Fragen des fakultativen Unterrichts. 25 (1970) 7, 644-652. — KARL-HEINZ NÜRNBERGER: Schulpolitische und inhaltliche Fragen bei der Einführung der Rahmenprogramme für die Arbeitsgemeinschaften in den Klassen 9 und 10. 25 (1970) 7, 653-659. Autor erläutert die Funktion und Rolle des Systems von Arbeitsgemeinschaften im Gesamtsystem der sozialistischen Schule. An einigen praktischen Beispielen begründet er diese neue Form des differenzierten Lernens der Schüler und gibt damit wertvolle Anregungen für Schulfunktionäre, Lehrer und Arbeitsgemeinschaftsleiter.

DEUTSCHE LEHRERZEITUNG. B. PETROW: Kosmonautik — Errungenschaften und Perspektiven. 17 (1970) 23, S. 7.

DIE STERNE. KARL-HEINZ SCHMIDT: Staubteilchen im interstellaren Raum. 46 (1970) 2, 49-53. Nach einleitenden Bemerkungen über die Bedeutung der Erforschung des interstellaren Staubes wird der Stand der Forschungen dargelegt. Aus den Ausführungen geht hervor, daß die Frage nach der Natur und der Kosmogonie des interstellaren Staubes gegenwärtig zwar noch nicht eindeutig beantwortet werden kann, daß er aber wahrscheinlich ein Gemisch von Partikeln verschiedener chemischer Zusammensetzung ist. — F. BAIER: Quasare. 46 (1970) 2, 53-65. Autor trägt Beobachtungsergebnisse und Deutungen vor. Er geht auf SEYFERT-Galaxien ein, weil sie vielleicht den Quasaren prinzipiell ähnlich sind. Danach erläutert er Vorstellungen über die Entwicklung von Radiogalaxien. Dem Leser werden sowohl die wissenschaftliche Leistung, die zu den bisherigen Erkenntnissen über Quasare führte, als auch die Fülle der offenen Probleme deutlich gemacht. — H. OLEAK: Der entfernteste Quasar. 46 (1970) 2, 66-67. — L. KÜHN: Detonation von ^{25}C — ein möglicher Supernova-Mechanismus. 46 (1970) 2, 68-69. — H. TOELLE: Korpuskularstrahlung und Wetter. 46 (1970) 2, 69-76. — W. SCHULTZ: Nebenmaxima in den Sonnenfleckenzyklen 0 bis 20. 46 (1970) 2, 76-80. — F. SCHMEIDLER: Der Meteorit von Bovedy. 46 (1970) 2, 81-83. — J. CLASSEN: Mondsymposium in Houston. 46 (1970) 2, 83-84. — J. CLASSEN: Die neue von-Ardenne-Sternwarte in Dresden. 46 (1970) 2, 85-87. — H. ZIMMERMANN: Ein Symposium über die Gasdynamik des interstellaren Mediums. 46 (1970) 3, 97-102. Auf der internationalen Tagung im September 1969 auf der Krim stand das wissenschaftliche Gespräch im Vordergrund. Autor faßt die wichtigsten Diskussionspunkte in ausgezeichnete Weise zusammen. — K.-H. SCHMIDT: Zum Problem der Heliumhäufigkeit in Sternsystemen. 46 (1970) 3, 102-106. — R. ZIENER: Der Tautenburger

Himmelsintergrund-Monitor. 46 (1970) 3, 106-108. — E. LEHMANN: Der Selbstbau einfacher astronomischer Meßinstrumente. 46 (1970) 3, 109-119. Autor beschreibt den Bau von Pendelastrolabien, eines Pendelquadranten, eines Libellenastrolabiums sowie einer drehbaren Sternkarte mit den Horizontkoordinaten. — D. B. HERMANN: Das Gothaer Astronometreffen im Jahre 1798 — ein Vorläufer heutiger wissenschaftlicher Kongresse. 46 (1970) 3, 119-123. — GÜNTER LOBL: Walther Löbering 1. 46 (1970) 3, 123-125.

ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT. SIEGFRIED MARX: Ergebnisse der Pulsarforschung. 1969, 6, 165 bis 167. Ergänzung zu früheren Veröffentlichungen (s. Astronomie und Raumfahrt 1/69 und 3/69). — KARL-HEINZ NEUMANN: Reise zum Pluto mit Hilfe der Swingby-Technik. 1969, 6, 168-170. — Vom Mondkult bis Apollo 11. 1969, 6, 183-186. Zeitfalter zur Geschichte der Mondforschung. — H. SWART: Manövriergeschichte für Außenbordfähigkeit. 1969, 6, 190-192. — H. SWART: Die Entwicklung des Höhenrekords vom ersten Heißluftballon bis Apollo 10. 1969, 6, 193-195. Ein Überblick. — H. D. NAUMANN: Intelsat IV. 1969, 6, 196 und 3. Umschlagseite. — K. JUNG/W. PFAU: Spektrographische Aufnahmen mit den Mitteln des Amateurastronomen. 1970, 1, 1-8. Nach einleitenden Vorüberlegungen zum Bau von Objektivprismenkameras werden Möglichkeiten der Aufnahme von Sternspektren und der Auswertung des gewonnenen Materials vorgetragen. Damit wird auf ein wichtiges und interessantes Betätigungsfeld für astronomische Arbeitsgemeinschaften u. ä. hingewiesen. Die Ergebnisse solcher Arbeit könnten auch unterrichtlich genutzt werden. — K. NEWIAK: Telefotografie durch Kombinationen zweier Objektive. 1970, 1, 8-11. Autor beschreibt die Möglichkeit der Telefotografie mittels Kleinbildkamera und zwei -objektiven unterschiedlicher Brennweiten. (Vgl. auch Astronomie in der sozialistischen Schule 4 (1969) 11/12, 134-138.) — H. WOLF: Das Erdbenen vom 22. Januar 1970. 1970, 1, 11-12. Bericht aus Jena. — J. W. MARTYNYTSCHEW: Einfluß der Philosophie auf die Revolution in der Physik. 1970, 1, 13-14 und 3. Umschlagseite. In beachtenswerter Weise werden Gedanken wiedergegeben, die von hervorragenden sowjetischen Wissenschaftlern im April 1969 in Moskau auf einer Konferenz über philosophische Probleme der Physik vorgetragen wurden. Der Berichterstatter geht u. a. auf die gegenwärtige Revolution in der Astronomie ein (Vorträge von W. L. GINSBURG und W. W. KASJUTINSKI). — AUS "Prirada" 12/1969: s. a. Presse der SU 21/1970. — HERBERT PFAFFE/HORST HOFFMANN: Lenins sozialistischer Staat als Förderer der Raumfahrt. 1970, 1, 19-26. Ein wertvoller Aufsatz zur Geschichte der Raumfahrtforschung in der Sowjetunion von ZIOLKOWSKI bis zur Gegenwart. (S. a. Astronomie in der Schule 7 (1970) 4, 81-85.) — HERBERT PFAFFE: Das sowjetische und das amerikanische Raumfahrtprogramm. 1970, 1, 27-29. — B. ADAMS/WOLFSCH/J. NEEDELOW/G. RATHER: Über Lebenserhaltungssysteme im Kosmos. 1970, 1, 29-32. Übersetzung aus "Iswestija" vom 27. 12. 1968.

JUGEND UND TECHNIK. H. BECK: Projizierte Welt-raumprojekte. 18 (1970) 2, 131-133. Das Zerstörungsplanetenprojekt. — Fallschirme über der Venus 18 (1970) 4, 347-350. — K.-H. NEUMANN: Starts und Startversuche künstlicher Erdsatelliten des Jahres 1969. 18 (1970) 4, 351-354; 5, 463-464; 6, 545-546; 7, 638-640. — D. WATTENBERG: Der Mond und das innere Planetensystem. 18 (1970) 5, 394-398. — K.-H. NEUMANN: Analysen des Mondgesteins. 18 (1970) 6, 547-550. — K.-H. NEUMANN: Risiko eingepaßt? 18 (1970) 7, 641 bis 642. Zum Apollo-13-Unternehmen.

PRESSE DER SOWJETUNION. B. N. PETROW: Flugbahnen im Kosmos. 1970, 47, 3-4; aus "Trud" vom 12. 4. 1970. Bilanz und Perspektive der sowjetischen Raumfahrt. — WLADISLAW WOLKOW: Bemannte Orbitalstationen — künftige Stützpunkte der Forschung. 1970, 56, 13-14; 57, 5-6; aus "Sozialistische skaja Industrija" vom 12. 4. 1970. — VITALI GOLOWATSCHEW: Der Start. 1970, 65, 13-14; aus "Trud" vom 3. 6. 1970. Reportage vom Start von "Sojus-9". — BORIS KONOWALOW: Reportage über die Sojus-9.

Besatzung. 1970, 66, 6-8; aus „Iswestija“ vom 3. 6. 1970.
K. KONDRATJEW: **Sonderung des Kosmos.** 1970, 67, 4-5; aus „Prawda“ vom 5. 6. 1970. — **Zur Entwicklung der Satelliten-Meteorologie.** — W. W. PARIN: **Die Aufgaben der kosmischen Physiologie.** 1970, 68, 5-6; aus „Sowjetskaja rossija“ 4/1970. — T. BORIS-SOW: **Sojus-Raumschiffe universell und geräumig.** 1970, 69, 7; aus „Trud“ vom 7. 6. 1970. Erläuterung zum Bau der Sojus-Raumschiffe. — W. SMIRNOW: **Eine Staubwolke um unsern Planeten?** 1970, 69, 8-9; aus „Prawda“ vom 13. 5. 1970. Ergebnisse der Forschungen von „Kosmos 135“, die keinen Beweis für die Existenz von Staubwolken in Erdnähe erbrachten. — A. ALEX-ANDROW: **Die Bodenstationen — Dispatcher des Kosmos.** 1970, 72, 6-7; aus „Prawda“ vom 8. 6. 1970. Rolle und Aufgaben des Weltraumflug-Sicherungs-dienstes. — W. PAWLOW: **Das Programm ist erfüllt.** 1970, 73, 4-6; aus „Prawda“ vom 21. 6. 1970. Wertung des Sojus-9-Programmes. — W. LEBEDEV: **Wie orientiert sich der Mensch im Kosmos?** 1970, 75, 7-8; aus „Prawda“ vom 10. 6. 1970.

HORIZONT. HORST HOFFMANN: **Sojus 9. Fit für den Orbit.** 3 (1970) 24, S. 5. Versuch einer Einordnung des Experiments mit Sojus 9 in die Geschichte der bemannten sowjetischen Raumfahrt, sowie Gruppierung der Aufgaben des Unternehmens Sojus 9. — **HORST HOFFMANN:** **Schach der Schwerelosigkeit.** 3 (1970) 27, S. 23. Zum Dauerflug mit Sojus 9. Dem Artikel ist eine interessante Graphik „Der Nutzen von Orbitalstationen“ beigelegt. — **HORST HOFFMANN:** **Ziel: Kooperation im Dienste der Menschheit.** 3 (1970) 29, S. 22-23. Zur Geschichte und zu den Aufgaben der Internationalen Astronautischen Föderation und der Deutschen Astronautischen Gesellschaft. Dokumentation aus Anlaß des 20- bzw. 10jährigen Bestehens dieser Organisationen.

WISSENSCHAFT UND FORTSCHRITT. H.-J. TRE-
 DER/H.-H. v. BORZEKOWSKI: Experimente zur all-

gemeinen Relativitätstheorie. Vom Torsionspendel zu den Gravitationswellen. 20 (1970) 1, 11-14 und 2, 58-61. Die Erweiterung der astrophysikalischen Kenntnisse hat bisher für gut gehaltene Beobachtungsdaten unsicher werden lassen, so daß die Frage nach der experimentellen Bestätigung der allgemeinen Relativitätstheorie unter neuem Aspekt gestellt werden muß. Die Autoren behandeln als für die allgemeine Relativitätstheorie wichtige Experimente und Beobachtungen den EOTVOS-Versuch, klassische relativistische Effekte (Rotverschiebung, Lichtablenkung und SHAPIRO-Experiment, Periheldrehung), kosmologische und astrophysikalische Effekte (HUBBLE-Effekt, 3-K-Strahlung, Gravitationsstrahlung). Der letzten Gruppe messen sie eine wachsende Bedeutung bei. — **FRANK KASCHLUHN:** **Stand und Entwicklungstendenzen in der Theorie der Elementarteilchen.** 20 (1970) 4, 162-167. — **HANS KRAUSE:** **Raketentreibstoffe und -antriebssysteme gestern, heute und morgen.** 20 (1970) 5, 204-208; 6, 248-251 und 7, 302-305. — **P. NOTNI/H. OLEAK/G. M. RICHTER/K.-H. SCHMIDT:** **Pulsare.** 20 (1970) 6, 276-279. Darstellung der Entdeckung, der Beobachtungsbefunde und Deutungen. — **Schwarzer Zwerg oder Planetensystem?** 20 (1970) 6, 280. Deutungsvarianten für die Bahnstörungen an Barnards Pfeilstern. — **C. F. POWELL †:** **Die kosmische Primärstrahlung.** 20 (1970) 7, 320-326. Eine der letzten Arbeiten des 1969 verstorbenen britischen Nobelpreisträgers und Präsidenten der Weltföderation der Wissenschaftler. Einleitend geht der Autor auf die Entwicklung unserer Kenntnisse über die kosmische Strahlung von ihren Anfängen an ein. Im Hauptteil der Arbeit beschreibt und interpretiert er die Untersuchungen zur Erforschung der kosmischen Primärstrahlung.

Abgeschlossen am 20. 7. 1970

Dr. MANFRED SCHUKOWSKI

Meldung nach Redaktionsschluß

Der Rückkehrbehälter der sowjetischen automatischen Raumstation LUNA 16 ist am 24. September, um 8.26 Uhr Moskauer Zeit, mit den Bodenproben vom Erdtrabanten an Bord 80 Kilometer südöstlich der kasachischen Stadt Dsheskasgan niedergegangen. Er war bei der mit Fallschirmen gebremsten Annäherung an die Erdoberfläche von der Erde aus beobachtet und sodann an Bord eines Hubschraubers genommen worden. Die Bodenproben vom Mond werden der Akademie der Wissenschaften der UdSSR zur Analyse übergeben.

Mit der geglückten Anbordnahme des LUNA-16-Rückkehrbehälters hat ein sensationelles Kosmoexperiment seinen vorläufigen Abschluß gefunden. Erstmals in der Geschichte der Raumforschung sind Bodenproben eines außerirdischen Himmelskörpers mit Hilfe einer automatischen Station zur Erde gebracht worden. Diese dritte weiche Landung eines Raumschiffs der LUNA-Serie auf dem Mond erfolgte im Gebiet des „Meeres der Fruchtbarkeit“. Sodann hatte die Station ihre Hauptaufgabe in Angriff genommen: Mit einem von der Erde aus gesteuerten elektrischen Bohraggregat waren Proben des Mondbodens bis zu 35 Zentimeter Tiefe entnommen worden. Einen Tag später war von der Station eine Raumrakete mit dem hermetisch verschlossenen Behälter an Bord in Richtung Erde gestartet worden.



In diesem Schuljahr beginnen die wissenschaftlich-technischen Arbeitsgemeinschaften der 9. und 10. Klassen unserer allgemeinbildenden polytechnischen Oberschulen mit ihrer Tätigkeit. In der Arbeitsgemeinschaft Astronomie wird dabei die praktische Beobachtungsarbeit einen bedeutenden Platz einnehmen. „Astronomie in der Schule“ wird deshalb in verstärktem Maße auf astronomische Ereignisse, die beobachtet werden sollten, aufmerksam machen und Anleitungen für die Durchführung dieser Beobachtungen geben. Die Zeitschrift entspricht damit einem Wunsch zahlreicher Astronomielehrer, der in zentralen Weiterbildungsveranstaltungen und in Leserkonferenzen der Fachzeitschrift in vielfacher Weise zum Ausdruck kam.

Haben wir in den letzten Heften Hinweise zur Beobachtung des Merkurdurchganges, der partiellen Mondfinsternis und der Bedeckung des Planeten Venus durch den Mond gegeben, so wollen wir uns diesmal der Bedeckung eines helleren Sterns durch den Mond zuwenden.

In den frühen Morgenstunden des 16. November 1970 wird der Stern 136 im Sternbild Stier durch den Mond bedeckt. Eintritt und Austritt können bei uns beobachtet werden. Dem „Kalender für Sternfreunde 1970“ von Dr. Paul Ahnert entnehmen wir folgende für die Vorbereitung der Beobachtung wichtige Werte:

- Eintritt MEZ 02^h 44^m 30^s Positionswinkel 38°
- Austritt MEZ 03^h 28^m 12^s Positionswinkel 330°
- Positionswinkel der Mondachse 359°,7
- Eintritt 66 h 16 min 30 s, das sind 2,8 Tage nach Vollmond
- Helligkeit des Sternes + 4^m 5
- Dauer der Bedeckung 43 min 42 s

Diese Werte gelten für die geographischen Koordinaten von Potsdam, können jedoch nach der im „Kalender für Sternfreunde 1970“ auf Seite 22 gegebenen Formel für jeden anderen Ort umgerechnet werden.

Unsere nebenstehende Beobachtungskarte gibt den Verlauf der Sternbedeckung bei der Beobachtung mit dem umkehrenden astronomischen Fernrohr wieder, dessen Fadenkreuz vorher richtig orientiert wurde (siehe „Wir beobachten“, Heft 2/1970). Für Beobachter an Feldstechern oder terrestrischen Fernrohren ist die Beobachtungskarte um 180° zu drehen. Steht kein Fadenkreuzokular zur Verfügung, möge die in die Karte eingearbeitete Mondphotographie zur Orientierung dienen. Wir erkennen, daß der Eintritt des Sternes am beleuchteten Mondrand erfolgt, während der Austritt am unbeleuchteten Mondrand zu erwarten ist. Im Gegensatz zum allmählichen Verschwinden und Wiederauftauchen des Planeten Venus am 31. Oktober 1970 geht das Verlöschen eines Sterns am Mondrand schlagartig vor sich, ebenso plötzlich taucht er auch wieder am Mondrand auf. Deshalb eignen sich Sternbedeckungen durch den Mond nur sehr bedingt für Beobachtungen im gesamten Klassenverband, vor allem dann, wenn nur ein einziges Instrument zur Verfügung steht. Ein interessantes Beobachtungsgebiet stellen sie jedoch für astronomische Arbeitsgemeinschaften dar und ein jeder Astronomielehrer sollte einmal eine Sternbedeckung gesehen haben, um sich mit der Beobach-

tungstechnik vertraut zu machen. Für Beobachtungen mit Schülern werden wir selbstverständlich zeitlich günstiger gelegene Sternbedeckungen auswählen.

Instrumentelle Anforderungen

Zur Beobachtung eignen sich Feldstecher, Aussichtsfernrohre und astronomische Fernrohre. Bei den astronomischen Fernrohren sollte eine mittlere Vergrößerung gewählt werden. In jedem Falle ist eine stabile Aufstellung erforderlich, die bei Feldstechern schnell aus Stativen aus dem Physikunterricht zusammengestellt werden kann.

Methodische Hinweise

Mit der Beobachtung einer Sternbedeckung unter Teilnahme von Schülern sollte etwa 15 Minuten vor Beginn der Bedeckung begonnen werden. So kann die allmähliche Annäherung des Mondes an den betreffenden Stern sehr gut verfolgt werden. Die Schüler sollen folgendes erkennen:

- Als gesetzmäßig ablaufende Naturereignisse sind Sternbedeckungen durch den Mond exakt vorausberechenbar
- Die Bewegung des Mondes in seiner Umlaufbahn um die Erde wird hierbei sehr deutlich erkennbar
- Das Verlöschen und Wiederauftauchen des Sterns am Mondrand erfolgt schlagartig, weil der Mond keine Atmosphäre besitzt

Bemerkungen

Die Sternbedeckung am 16. November liegt zeitlich für die Beobachtung mit Schülern recht ungünstig. Es handelt sich aber um die letzte in diesem Jahre zu beobachtende Bedeckung eines helleren Sternes und deshalb sollten möglichst viele Astronomielehrer das Ereignis verfolgen, um sich wertvolle Erfahrungen für spätere Beobachtungen mit Schülern zu erarbeiten. Die große Höhe des Mondes über dem Horizont wird bei günstiger Witterung eine erfolgreiche Beobachtung ermöglichen. Für die Beobachtung von Sternbedeckungen mit Schülern sollten wir aus dem „Kalender für Sternfreunde“ solche Sterne auswählen, die möglichst nicht schwächer als 4^m 5 sind.

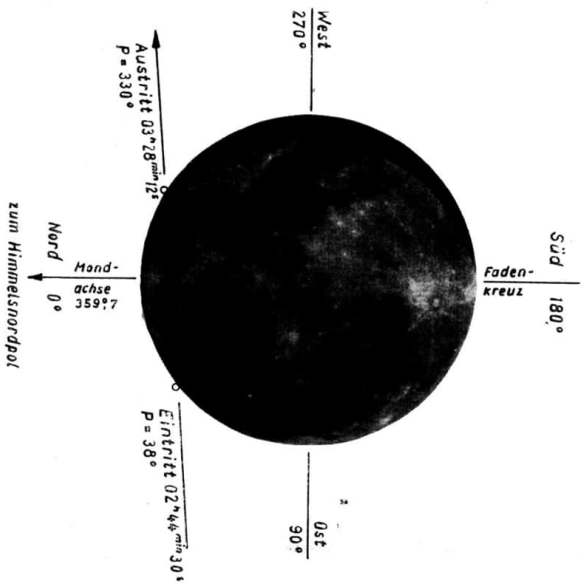
Die Planeten im November und Dezember

Der Planet Merkur kann in den Tagen um den 10. Dezember bald nach Sonnenuntergang am tiefen Südwesthimmel aufgesucht werden. Es empfiehlt sich dazu die Benützung eines Feldstechers.

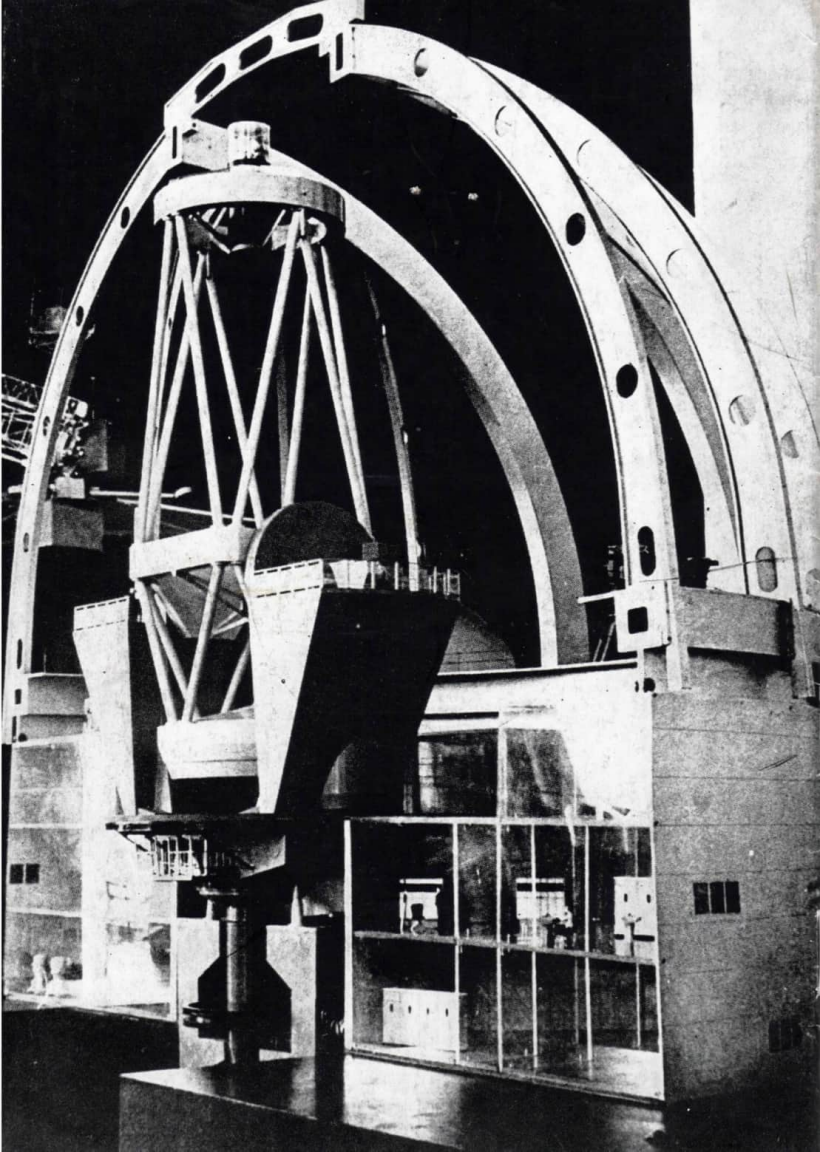
Venus geht wieder vor der Sonne auf und kann ab Ende November beobachtet werden. Mars ist ebenfalls am Morgenhimmel sichtbar, jedoch lohnt sich eine Fernrohrbeobachtung des Planeten noch nicht. Auch Jupiter taucht Ende November wieder am Morgenhimmel auf und ist bis in die hellere Dämmerung hinein sichtbar.

Interessantester Planet ist im Berichtszeitraum der Saturn, der am 11. November in Opposition zur Sonne gelangt und die ganze Nacht hindurch gesehen werden kann. Seine hohe Deklination und die immer größer werdende Ringöffnung lassen ihn zu einem dankbaren Beobachtungsobjekt für das Schülernrohr werden.

H. J. NITSCHMANN

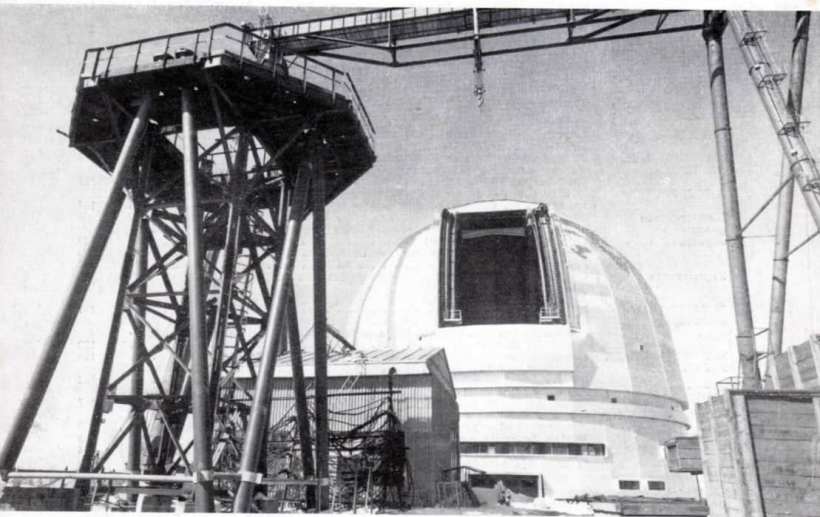


Handwritten signature



Astronomie

in der Schule



6
1970

INDEX 31 053

PREIS 0,60 M



VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Zeitschrift für die Hand des Astronomielehrers

Herausgegeben vom Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag

108 Berlin 8, Lindenstraße 54a – Telefon 20 05 41, Postscheckkonto: Berlin 1326 26

Erscheinungsweise: zweimonatlich – Heft 6 – 7. Jahrgang 1970

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

	Seite
INHALTSVERZEICHNIS	
MIELKE, H. BERNHARD, H.	121
SCHUKOWSKI, M. ALBERT, H.	122
ENKE, G.	128
Ministerium für Volksbildung	132
Karteikarte	137
	139
	143
	144
СОДЕРЖАНИЕ	
МИЛКЕ, Н. БЕРНХАРД, Н.	121
ШУКОВСКИ, М. АЛБЕРТ, Н.	122
ЕНКЕ, Г.	128
Министерство народного образования	132
Картотечная карта	137
	139
	143
	144
CONTENTS	
MIELKE, H. BERNHARD, H.	121
SCHUKOWSKI, M. ALBERT, H.	122
ENKE, G.	128
Education Ministry	132
Register Card	137
	139
	143
	144

Redaktionschluss: 20. Oktober 1970

Redaktionskollegium: Oberlehrer Dr. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Oberlehrer Hans-Joachim Nuschmann (stellvertretender Chefredakteur), Heinz Albert, Oberlehrer Günter Baum, Dr. habil. Otto Günther, Rüdiger Kollar, Dr. Klaus Lindner, Annelore Muster, Eberhard-Heinz Schmidt, Oberlehrer Dr. Manfred Schukowski, Dr.-Ing. habil. Klaus-Günther Steinert, Joachim Stier, Dr. Renate Wahsner, Jutta Richter (Redaktionsassistentin)

Wissenschaftlicher Beirat: Wolfgang Büttner, Oberstudienrat 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

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 Postzeitungsvertriebsamt und für alle übrigen Länder über den Deutschen Buch-Export und -Import GmbH, DDR 701 Leipzig, Leninstraße 16

Satz und Druck: Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen III-4-4-2965-3.5 Liz. 1488

Abbildungen: Titelseite – Die 30-m-Kuppel des Observatoriums bei Selentschuk, künftige Heimstatt des 6-m-Spiegelteleskops, im Vordergrund der Gittertubus des Instrumentes bei der Montage. Aufnahme: Nowosti – 4. Umschlagseite – Luna 16 in der Montagehalle. Aufnahme: Nowosti

Monderkundungsfahrzeuge

Im weit vorausschauend geplanten und systematisch aufgebauten Raumfahrtforschungsprogramm der Sowjetunion spielt in der gegenwärtigen Phase der Monderkundung die Erprobung von Verfahren des Einsatzes unbemannter, aber hocheffektiver Raumflugsysteme die primäre Rolle. Nachdem „Luna 16“ zum erstenmal die Möglichkeiten einer stationären Erkundungseinrichtung mit Materialrückführung zur Erde aufgezeigt hatte, brachte das Absetzen des ersten Monderkundungsfahrzeugs „Lunochod“ durch „Luna 17“ im Mare Imbrium die ersten grundlegenden Erfahrungen mit einem mobilen Forschungsgerät.

Schon seit längerem ist man sich in der Raumfahrtforschung darüber klar, daß Spezialfahrzeuge in der weiteren Monderkundung eine außerordentlich vielfältige und wichtige Funktion haben werden. Nicht zuletzt im Hinblick auf eine spätere Anwendung dieser Erfahrungen bei der Erkundung fremder Planeten, die höchstwahrscheinlich noch für längere Zeit — jedenfalls bei Wahrung vertretbarer ökonomischer Gesichtspunkte — ausschließlich unbemannten automatischen oder ferngelenkt-halb-automatischen Raumflug- und Erkundungsgeräten vorbehalten sein wird. So kommt den mit „Lunochod 1“ begonnenen Erprobungen und Experimenten eine im wahrsten Sinne des Wortes weitreichende Bedeutung zu. Wie schon die bisherigen detaillierteren Erkundungen des Mondes durch „Apollo“-Raumfahrzeuge und „Luna 16“ erkennen ließen, gibt es hinsichtlich der Beschaffenheit des Materials der Mondoberfläche bemerkenswerte örtliche Unterschiede. Ein wirklich zuverlässiger selenologischer Überblick — als Grundlage für ein umfassendes Bild von der Entstehung und Entwicklung des Mondes — läßt sich somit nur dann erhalten, wenn einschlägige Untersuchungen an möglichst vielen Punkten der Mondoberfläche angestellt werden. Ein entsprechend umfangreicher Einsatz von stationären Gerätekomplexen — sei es unbemannt oder bemannt — wäre aber mit Sicherheit aus ökonomischen Gründen nicht zu vertreten. Für ausgedehnte „Felderkundungen“ bieten sich darum unbemannte Erkundungsfahrzeuge als die ideale Lösung an. Mit variablen wissenschaftlichen Ausrüstungen können sie im Prinzip die gesamte grundlegende mineralogische, physikalische und sonstige selenologische Erkundungsarbeit ausführen.

Für Vorstöße in Gebiete, in denen eine Energieversorgung durch Solarzellen mit Speicherbatterien nicht mehr möglich ist (Polarregionen, Nachtseite), wird man als Energiequellen Radioisotopenbatterien oder — später bei höherem Energiebedarf in größeren (bemannten) Fahrzeugen — auch Kleinreaktoren mit thermoelektrischen oder thermionischen Energiewandlern einsetzen. Eine funktechnische Verbindung mit Fahrzeugen auf der Mondrückseite kann, ebenso wie sonst mit dortigen Geräten oder Stützpunkten, nur über Funkrelaisatelliten oder andere Raumflugkörper auf Mondumlaufbahnen erfolgen.

Während unbemannte Mondfahrzeuge zunächst vor allem als mobile Erkundungsstationen dienen werden und dabei gegebenenfalls sogar Materialübergaben an Rückkehrgeräte wie bei „Luna 16“ durchaus denkbar sind, wird man mit ihnen gleichzeitig auch wertvolle Erfahrungen als Hilfsmittel für spätere Einsätze bemannter Monderkundungsgeräte sammeln können. In dieser Funktion werden Mondfahrzeuge eine nicht weniger bedeutende Rolle spielen, denn mit ihrer Hilfe kann die Effektivität des Einsatzes von Menschen auf dem Mond ganz erheblich vergrößert werden. Dabei können kleinere Fahrzeuge zunächst vor allem als „Gepäckträger“ für die wissenschaftliche und sonstige Ausrüstung der gelandeten und auf Exkursion gehenden Raumfahrer dienen oder für diese direkt ein Fortbewegungsmittel darstellen.

Endziel dieser Entwicklung könnten schließlich größere bemannte Erkundungsfahrzeuge sein, die einer mehrköpfigen Besatzung ausgedehnte Vorstöße von festen Stützpunkten aus erlauben.

Die Führung eines solchen Fahrzeugs erfordert den Einsatz mehrerer Kosmonauten. In diesem für zukünftige Möglichkeiten interessanten Zusammenhang verdient es vielleicht einige Beachtung, daß schon bei „Lunochod 1“ das Zusammenwirken einer ganzen Führungsmannschaft (Kommandant, Steuermann, Navigator, Funker, Überwachungsingenieur) erprobt wurde.

Anschrift des Verfassers:

HEINZ MIELKE

1603 Eichwalde, Stubenrauchstraße 9

Zur Bedeutung der philosophisch-naturwissenschaftlichen Arbeiten von FRIEDRICH ENGELS für die ideologische Erziehung im Astronomieunterricht



FRIEDRICH ENGELS (1820–1895)

Aus Anlaß des 150. Geburtstages von FRIEDRICH ENGELS erläutert der Verfasser einige Seiten aus dem philosophisch-naturwissenschaftlichen Schaffen des großen Theoretikers des wissenschaftlichen Sozialismus und charakterisiert die Bedeutung dieser Arbeiten für die ideologische Erziehung im Astronomieunterricht. Der Aufsatz zeigt an Beispielen die Beziehungen der Arbeiten von ENGELS zum astronomischen Lehrstoff. Die Ausführungen beabsichtigen, den Leser zum Studium der Originalwerke von FRIEDRICH ENGELS („Anti-Dühring“, „Dialektik der Natur“, „Anteil der Arbeit an der Menschwerdung des Affen“ usw.) anzuregen.

1. Philosophisch-naturwissenschaftliche Verdienste von FRIEDRICH ENGELS

Am 28. November 1970 begingen die Bürger der DDR und der anderen sozialistischen Staaten gemeinsam mit allen fortschrittlichen Menschen festlich die 150. Wiederkehr des Geburtstages von FRIEDRICH ENGELS, der ein großer Theoretiker des wissenschaftlichen Sozialismus und hochgeachteter Führer der Arbeiterklasse war. ENGELS hat als Freund und Mitstreiter von KARL MARX wesentlichen Anteil an der Ausarbeitung und Verbreitung des Marxismus. Zahlreiche Erkenntnisse der Naturwissen-

schaften, der Technik und Gesellschaftswissenschaften nutzte er für die Erarbeitung konstruktiver Theorien und Methoden zur Entwicklung des Sozialismus.

Das Wirken von MARX und ENGELS ist untrennbar mit dem Schaffen von WLADIMIR ILJITSCH LENIN verbunden, der das Verhältnis von MARX und ENGELS unter den Bedingungen des Imperialismus verteidigte und weiterentwickelte. Es spiegelt sich in der Lehre des Marxismus-Leninismus wider, die in der Gegenwart Waffe im ideologischen Ringen zwischen Sozialismus und Kapitalismus ist. FRIEDRICH ENGELS verdeutlichte die dialektische Wechselwirkung zwischen den drei Bestandteilen des Marxismus, dem dialektischen und historischen Materialismus, der politischen Ökonomie und dem wissenschaftlichen Sozialismus. In dem Buch „Herrn EUGEN DÜHRINGS Umwälzung der Wissenschaft“ begründete er erstmalig, warum die drei Bestandteile des Marxismus als wissenschaftliche Theorie der Arbeiterklasse eine Einheit bilden. [1]

FRIEDRICH ENGELS wies in seinen Arbeiten nach, daß der dialektische und historische Materialismus das Ergebnis der Entwicklung des philosophischen Denkens der ganzen Menschheit ist und charakterisierte eingehend die beiden Grundrichtungen der Philosophie, indem er erstmalig die philosophische Grundfrage explizit herausarbeitete. [2; 275]

Die wissenschaftliche Beantwortung der Grundfrage der Philosophie hat nicht nur für die Philosophie, sondern für alle anderen Wissenschaften sowie für das praktische Leben, eine zentrale Bedeutung. Die Wissenschaften werden, wenn sie von der dialektisch-materialistischen Beantwortung der Grundfrage der Philosophie ausgehen, darauf orientiert, die in den mannigfaltigen Entwicklungsformen existierende Realität zu erforschen und in den Begriffen, Gesetzen und Theorien der Wissenschaft angenäherte Abbilder der objektiven Realität zu sehen. [3; 459] Die Astronomie hat die Aufgabe, die Verteilung, die Bewegung, die Entwicklung, die Eigenschaften, die Struktur und die damit verbundenen Gesetzmäßigkeiten der kosmischen Objekte zu studieren; die Resultate sind in einem System von Erkenntnissen in Gestalt ideeller Erscheinun-

gen, z. B. in Form von Begriffen, Kategorien, Gesetzen und Theorien usw., zu erfassen. Wenn auch die moderne Wissenschaft im Vergleich zu früheren Zeiten riesige Dimensionen angenommen hat und der Fortschritt des menschlichen Wissens zu einer immer weitergehenden Differenzierung, zu einer Teilung zahlreicher Disziplinen führt, so bedeutet diese Tatsache keine chaotische Zersplitterung; denn zwischen allen Wissenschaften besteht ein innerer Zusammenhang, eine Ordnung, die objektive Grundlagen hat. Sie beruhen auf der Einheit ihres Gegenstandes, der objektiven Realität.¹

Da sich sämtliche Wissenschaften mit der Erforschung jeweils bestimmter Bereiche, Bewegungsformen, Seiten oder Zusammenhänge der materiellen Welt oder aber ihrer Widerspiegelung im Bewußtsein befassen, muß diese Entwicklung zu einer Annäherung der einzelnen Wissenszweige führen, weil die objektive Realität ein gesetzmäßig geordnetes Ganzes ist. [4; 54]

ENGELS untersuchte tiefgründig philosophische Probleme der Naturwissenschaften. Er befaßte sich deshalb eingehend mit den naturwissenschaftlichen Leistungen seiner Zeit und trat für die Propagierung dieser Erkenntnisse unter dem Proletariat ein. [5; 16, 17]

Die naturwissenschaftliche Bildung der Arbeiterklasse förderte auch die Herausbildung der materialistischen Weltanschauung und trug dadurch wesentlich zur geistigen Emanzipierung des Proletariats im Kampf gegen die Bourgeoisie bei. Daraus ergibt sich im Zeitalter des Übergangs vom Kapitalismus zum Sozialismus und der wissenschaftlich-technischen Revolution die Erkenntnis, daß sich der sozialistische Mensch mit den Natur- und den technischen Wissenschaften ebenso gründlich befassen muß, wie mit den Gesellschaftswissenschaften. [6; 88]

Diese Entwicklung verlangt Konsequenzen für die Allgemeinbildung unserer Schuljugend. [7; 42]

2. Bildungs- und Erziehungsmomente in den philosophisch-naturwissenschaftlichen Gedanken von ENGELS für den Astronomieunterricht

Man kann die Geschichte der Menschheit nicht verstehen, ohne die Naturwissenschaft und ihre praktische Anwendung in der Industrie zu stu-

dieren. [8] Das von MARX und ENGELS begründete System der wissenschaftlichen Weltanschauung konnte sich nur herausbilden, weil der Materialismus durch eine komplizierte und langwierige Entwicklung der Naturwissenschaft bewiesen wird. [9; 40] Die Klassiker des Marxismus beschäftigten sich daher sehr intensiv mit den damaligen Resultaten der Naturforschung. Wenn der Verfasser aus aktuellem Anlaß hauptsächlich auf einige Leistungen von FRIEDRICH ENGELS eingeht, so darf man nicht übersehen, daß diese philosophisch-naturwissenschaftlichen Erkenntnisse in Gemeinschaftsarbeit mit KARL MARX entstanden.

ENGELS studierte die Resultate der Naturforschung nicht als Naturwissenschaftler; er wertete vielmehr den weltanschaulichen Inhalt der Ergebnisse für die Entwicklung der Philosophie der Arbeiterklasse. Die dialektisch-materialistische Verallgemeinerung der aus den Forschungsergebnissen gewonnenen Erkenntnisse führt zur Herausbildung und Entwicklung der wissenschaftlichen Weltanschauung. Der dialektische Materialismus entstand aus objektiven Klasseninteressen, weil das Proletariat und seine Partei für den ideologischen Kampf gegen die reaktionären Auffassungen der Bourgeoisie eine wissenschaftliche Weltanschauung brauchten. [10; 27] In der Gegenwart sind die Erkenntnisse der dialektisch-materialistischen Philosophie die theoretische Grundlage für die Auseinandersetzung mit der imperialistischen Ideologie. Aus dieser Tatsache ergeben sich Schlußfolgerungen für die Erziehungsarbeit in allen Unterrichtsfächern der sozialistischen Schule. [11]

Drei wissenschaftliche Entdeckungen aus der Zeit um die Mitte des 19. Jahrhunderts, die Zellentheorie, das Gesetz der Erhaltung und Umwandlung der Energie und der Darwinismus, hatten für die Herausbildung der dialektisch-materialistischen Weltanschauung wesentliche Bedeutung. ENGELS nannte diese Erkenntnisse die drei großen Entdeckungen der Naturwissenschaften, weil dadurch eine exakte wissenschaftliche Begründung des Entwicklungsgedankens und der Idee von der Einheit und dem wechselseitigen Zusammenhang aller Erscheinungen in der Natur ermöglicht wurde.

[12; 404] Er analysierte zahlreiche Resultate der Naturforschung mit dem Ziel, allgemeine Erkenntnisse abzuleiten um damit die Dialektik in der Natur nachzuweisen. Wesentliche Ergebnisse seines Studiums fanden in dem Werk

¹ Auch die moderne Astronomie hat sich zu einer sehr differenzierten Wissenschaft entwickelt, deren wichtigste Disziplinen die Astrometrie, die Himmelsmechanik, die Astrophysik, die Radioastronomie, die Kosmogonie, die Kosmologie und die Astronautik sind. Ihr gemeinsamer Forschungsgegenstand sind die Erscheinungsformen des Universums.

„Die Dialektik der Natur“ ihren Niederschlag.¹ ENGELS weist in dieser Arbeit nach, daß es in der Natur dialektisch zugeht. Deshalb ist die materialistische Dialektik als Theorie und Methode zur Erkenntnis der Natur wesentlich; sie versetzt den Wissenschaftler in die Lage, die Entwicklungsprozesse in der materiellen Welt, ihre Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten aufzuspüren.

Wenn sich ENGELS hauptsächlich mit dem weltanschaulichen Inhalt von Forschungsergebnissen der Physik, Chemie und Biologie befaßte, so bezieht er sich an einigen Stellen seiner Schriften auch auf die Astronomie.

Er charakterisiert die damaligen Vorstellungen von der Natur wie folgt: *„Die neue Naturschauung war in ihren Grundzügen fertig: Alles Starre war aufgelöst, alles Fixierte verflüchtigt, alles für ewig gehaltene Besondere vergänglich geworden, ... die gesamte Natur, vom Kleinsten bis zum Größten, von den Sandkörnern bis zu den Sonnen, von den Prodisten bis zum Menschen im ewigen Entstehen und Vergehen in unaufhörlichem Fluß, in rastloser Bewegung und Veränderung ihr Dasein hat.“* [13; 18]

Mit dem Entwicklungsgedanken in der Natur beschäftigte sich ENGELS ausführlich in seinem Werk „Dialektik der Natur“. Die damals weit verbreiteten Anschauungen des mechanischen Materialismus lehrten die absolute Unveränderlichkeit der Natur. ENGELS charakterisiert die in dieser Zeit vorhandene Naturschauung einschließlich astronomischer Vorstellungen mit folgenden Worten: *„Wie auch immer die Natur selbst zustande gekommen sein mochte: einmal vorhanden, blieb sie, wie sie war, solange sie bestand. Die Planeten und ihre Satelliten, einmal in Bewegung gesetzt, von dem geheimnisvollen „ersten Anstoß“, kreisten fort und fort in ihren vorgeschriebenen Ellipsen in alle Ewigkeit oder doch bis zum Ende aller Dinge. Die Sterne ruhten für immer fest und unbeweglich auf ihren Plätzen, einander darin haltend durch die „allgemeine Gravitation“. Die Erde war von jeher oder auch von ihrem Schöpfungstage an unverändert dieselbe geblieben ...“* [14; 11]

ENGELS ergründete den Ursprung dieser Anschauungen, die eine Veränderung und Entwicklung in der Natur negierten.

¹ Etwa zehn Jahre (1873–1882) befaßte sich ENGELS mit vorbereitenden Arbeiten zu einem Werk über philosophische Fragen der Naturwissenschaften. Der Tod von MARX (1883) veranlaßte ihn, diese Arbeit einzustellen, um sich mit dringenderen Aufgaben zu beschäftigen. Das von ENGELS zusammengetragene Gedankengut wurde nach Fotokopien des Manuskripts zum erstenmal 1925 in der Sowjetunion unter dem Titel „Dialektik der Natur“ veröffentlicht.

Er wies nach, daß das mit dem aufsteigenden Bürgertum verbundene Naturbild zunächst revolutionär war, jedoch später konservativ wurde. Die Verarbeitung der naturwissenschaftlichen Ergebnisse vom bürgerlich-philosophischen Standpunkt führte zu der Vorstellung, daß die Welt von Anfang bis Ende unveränderlich ist. Dieses Weltbild entsprach den Interessen der herrschenden Klasse, die eine „ewige Ordnung“ ihrer Macht postulierte.

In seiner „Dialektik der Natur“ setzt sich ENGELS mit dieser veralteten Naturauffassung auseinander, die in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts noch weit verbreitet war und in den Schulen gelehrt wurde. Er schreibt: *„Wie unerschütterlich noch 1861 ein Mann (gemeint ist der Astronom MÄDLER – Anm. des Verfassers) an diese Ansicht glauben kann, dessen wissenschaftliche Leistungen höchst bedeutendes Material zu ihrer Beseitigung geliefert haben, zeigen folgende klassischen Worte: „Alle Einrichtungen im System unserer Sonne zielen, soweit wir sie zu durchschauen im Stande sind, auf Erhaltung des Bestehenden und unabänderliche Dauer ... so wird auch selbst die größte Mannigfaltigkeit der koexistierenden Weltkörper uns nicht berechtigen, in diesen Formen bloß verschiedene Entwicklungsstufen anzunehmen, vielmehr ist alles Erschaffene gleich, vollkommen in sich.“ (MÄDLER: Populäre Astronomie. Berlin 1886, 5. Auflage, S. 316.)“* [15; 13]

In diesem Zusammenhang würdigt ENGELS die unter dem Titel „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels“ herausgegebene Schrift von IMMANUEL KANT (1724–1804). KANTS theoretische Überlegungen betrachteten das Sonnensystem als Entwicklungsprodukt der Natur. [16; 15] Die Naturwissenschaftler nahmen diese Gedankengänge zunächst äußerst skeptisch auf, weil sie ein Philosoph aussprach. Erst ein halbes Jahrhundert später wurden die in der oben genannten Schrift geäußerten Ansichten KANTS von den beiden Astronomen PIERRE SIMON LAPLACE (1749–1827) und FRIEDRICH WILHELM HERSCHEL (1738–1822) mit der Nebularhypothese über die Entstehung des Planetensystems vom fachwissenschaftlichen Standpunkt begründet. Obwohl die Anerkennung einer durchgehenden Entwicklung in der ganzen Natur anfangs auf heftigsten Widerstand traf, war sie nicht mehr aufzuhalten. Der Entwicklungsgedanke wies der Naturforschung den weiteren Weg. ENGELS führt als Beweis für die Richtigkeit des Entwicklungsgedankens eine Vielzahl von Resultaten der Naturerkenntnis an. Er nennt u. a. die Eigenbewegung der Sterne, den durch die Spektralanalyse geführ-

ten Nachweis der chemischen Identität der kosmischen Materie und die Existenz von leuchtenden Gaskugeln. [17; 14]

Das Studium naturwissenschaftlicher Forschungsergebnisse führte ihn zu dem weltanschaulichen Schluß, daß sich alle Erscheinungen und Vorgänge der materiellen Welt in ständiger Bewegung, Veränderung und Entwicklung befinden. Diese Grunderkenntnis spiegelt sich auch im Astronomielehrplan wider. [18] MARX und ENGELS sahen die Welt als eine Einheit von mannigfaltigen Daseins- und Bewegungsformen der Materie. Ruhe liegt nur im Verhältnis zu dieser oder jener bestimmten Form der Materie vor. „Ein Körper“, so erklärt ENGELS, „kann z. B. auf der Erde im mechanischen Gleichgewicht, mechanisch in Ruhe sich befinden, dies hindert durchaus nicht, daß er an der Bewegung der Erde, wie an der des gesamten Sonnensystems teilnimmt, ebenso wenig wie es seine kleinsten physikalischen Teilchen verhindert, die durch seine Temperatur bedingten Schwingungen zu vollziehen, oder seine Stoffatome, einen chemischen Prozeß durchzumachen. Materie ohne Bewegung ist ebenso undenkbar wie Bewegung ohne Materie.“ [19; 173]

Die „Dialektik der Natur“ enthält eine Reihe von Ergebnissen der damaligen Naturforschung als Beweise für die mannigfaltigen Bewegungsformen der Materie. Dazu zählen auch Resultate der Astronomie. ENGELS interpretiert einige Erkenntnisse der Astronomen JOHANN HEINRICH MÄDLER (1794–1874) und ANGELO SECCHI (1818–1878) vom philosophischen Standpunkt. Er beschäftigt sich hauptsächlich mit der Gravitation als Ursache für die mechanische Bewegung aller kosmischen Erscheinungen, mit der Aufdeckung der Eigenbewegung der Fixsterne, mit dem Vorhandensein und der Entwicklung bisher unbekannter Objekte im Universum, mit dem Beobachten von Gasnebeln und mit der möglichen Existenz anderer Sternsysteme. [20; 292–297] Diese und zahlreiche andere Erkenntnisse der Naturforschung bildeten für die philosophischen Überlegungen ENGELS' das wissenschaftliche Fundament.

Die dabei gewonnenen Einsichten über die materielle Welt hatten einen hohen erkenntnistheoretischen Wert. Sie stellten auch an die Naturwissenschaft neue Fragen und Probleme; sie halfen ihr, Veränderungs- und Entwicklungsprozesse in der Natur zielstrebig zu erforschen. Die aktuelle Bedeutung der philosophischen Erkenntnisse zeigt sich u. a. auch in den gegenwärtigen astronomischen Forschungsvorhaben. Im Zentrum der wissen-

schaftlichen Arbeit steht die Untersuchung der Entstehung und Entwicklung von Sternen und Sternsystemen sowie das Studium der Entstehung von Planetensystemen. Die Beobachtung nichtstationärer Objekte im Weltall, das Auffinden bisher unbekannter Klassen kosmischer Objekte (z. B. Quasare und Pulsare) erhärteten auch aus astronomischer Sicht die Gedanken ENGELS' von der mannigfaltigen materiellen Welt, der ständigen Veränderung und Entwicklung ihrer Erscheinungen und Vorgänge.

Die Erkenntnisse der Naturwissenschaften in den letzten 100 Jahren bestätigten glänzend die Voraussagen FRIEDRICH ENGELS'.

Der Werdegang zeigt, „daß abgesehen von einer gewissen Überholtheit einzelner spezieller Thesen der „Dialektik der Natur“, die unvermeidlich ist bei einer so stürmischen Entwicklung der Wissenschaft, wie wir sie in den letzten Jahrzehnten beobachteten, das Hauptsächliche in ihr lebendig und unvergänglich geblieben ist.“ [21; 169]

LENIN ergänzte und präzierte die philosophischen Erkenntnisse von MARX und ENGELS durch eine Analyse und Verallgemeinerung der historischen Bedingungen seiner Zeit, durch reichere Erfahrungen des Klassenkampfes sowie durch neue Erkenntnisse der Wissenschaft. [22; 25–26] Auf dieser Grundlage wird mit Hilfe der Verallgemeinerung moderner Forschungsergebnisse der Einzelwissenschaften der dialektische Materialismus gefestigt und erweitert. Seine Aussagen im philosophischen, erkenntnistheoretischen und methodologischen Bereich sind die unabdingbare Voraussetzung für eine erfolgreiche Forschungsarbeit des Wissenschaftlers. [23; 32]

Die philosophischen Erkenntnisse der Klassiker des Marxismus-Leninismus bilden die theoretischen Grundlagen für das wissenschaftliche Weltbild des sozialistischen Staatsbürgers. Deshalb spiegeln sie sich auch in den fachübergreifenden Leitlinien des Lehrplanwerkes wider. Mit der Erfüllung der erzieherischen Forderungen des Lehrplans und der Ziele der „Aufgabenstellung“ werden die Gedankengänge von ENGELS auch im Astronomieunterricht lebendige Wirklichkeit.

3. Direkte Beziehungen aus den Arbeiten ENGELS' zum astronomischen Lehrstoff

Im Astronomieunterricht kann die Einbeziehung der weltanschaulich-philosophischen Erkenntnisse FRIEDRICH ENGELS' nur fachspezifisch akzentuiert in Verbindung mit der Herausbildung und der Festigung des astronomischen Wissens und Könnens erfolgen. Des-

halb werden hier ausschließlich jene Leistungen seines umfangreichen Schaffens angesprochen, die in direkter Beziehung zu den Lehrplanforderungen stehen. Diese Gedanken sind vor allem in den fachübergreifenden ideologisch-erzieherischen Aufgaben des Lehrplans enthalten. Nachfolgende Ausführungen enthalten Hinweise für die Unterrichtspraxis. Sie sind als Anregung für eine noch wirksamere ideologisch-erzieherische Tätigkeit im Astronomieunterricht aufzufassen.

Bereits die Behandlung der Stoffeinheit 1.1. „Einführung in das Fach Astronomie“ sieht vor, die gesellschaftlichen Ursachen für die Entstehung und Entwicklung der Astronomie aufzuzeigen. In diesem Sachverhalt spiegelt sich implizit die Erkenntnis von FRIEDRICH ENGELS wider, daß sich die Wissenschaft mit den praktischen Bedürfnissen der Gesellschaft entwickelte. Er schreibt dazu: „Zuerst Astronomie – schon der Jahreszeiten halber für Hirten- wie Ackerbauvölker absolut nötig. Astronomie kann sich nur entwickeln mit Hilfe der Mathematik. Diese also ebenfalls in Angriff genommen. – Ferner auf einer gewissen Stufe des Ackerbaus und in gewissen Gegenden (Wasserhebung zur Bewässerung in Ägypten) und namentlich mit der Entstehung der Städte, der großen Bauwerke und der Entwicklung der Gewerbe die Mechanik. Bedürfnis bald auch für Schifffahrt und Krieg. – Auch sie braucht die Hilfe der Mathematik und treibt so deren Entwicklung. So schon von Anfang an die Entstehung und Entwicklung der Wissenschaften durch die Produktion bedingt.“ [24; 195] Die Verbindung der Astronomie mit der gesellschaftlichen Praxis sollte überall dort erörtert werden, wo der Lehrplan das bewußte Eingehen auf den Zusammenhang von Astronomie und Gesellschaft fordert. ENGELS schreibt an anderer Stelle: „Wenn nach der finsternen Nacht des Mittelalters auf einmal die Wissenschaften neu und in ungeahnter Kraft entstehen und mit der Schnelle des Mirakels emporwachsen, so verdanken wir dieses Wunder wieder der Produktion.“ [25; 196]

Wenn ENGELS in diesem Zusammenhang die Uhrmacherei und die Anfertigung von Brillen anführt, so haben gerade diese technischen Erfindungen bedeutenden Einfluß auf die Entwicklung der astronomischen Wissenschaft gehabt. In der dritten Stunde der Stoffeinheit 1.3. „Der Erdmond“ wird auf die erste Fernrohrbeobachtung GALILEIS eingegangen. Dabei sollte unbedingt dargelegt werden, daß die Erfindung des Fernrohrs und seine Anwendung in der Astronomie zu einer neuen Stufe in der Erforschung des Weltalls führte. Es begann das physikalische Studium benachbarter Himmels-

körper; gleichzeitig konnte eine Vielzahl bisher unbekannter Objekte beobachtet werden.

Die Wechselbeziehungen zwischen Astronomie und Technik werden, beginnend mit der Einführungsstunde, fast in allen Stoffeinheiten angesprochen. Die sich entwickelnde Technik stellte der Astronomie nicht nur ständig bessere Instrumente und Geräte zur Verfügung, sondern die astronomische Wissenschaft erhob auch Forderungen an die Technik. [26; 196]

Bei der Charakterisierung der Periode der aufstrebenden bürgerlichen Gesellschaft würdigt ENGELS den Aufschwung von Naturwissenschaft und Technik. Er schreibt u. a.: „Die eigentliche Physik war noch nicht über die ersten Anfänge hinaus, wenn die Optik ausnehmen, deren ausnahmsweise Fortschritte durch die praktischen Bedürfnisse der Astronomie hervorgerufen wurden.“ [27; 11] Diese Gedankengänge verdeutlichen, daß die Entwicklung der Optik wesentlich vom Werdegang der Astronomie beeinflußt wurde. Bei der Behandlung der Stoffeinheit 2.3. „Das Milchstraßensystem und extragalaktische Systeme“ erfahren die Schüler, welche hohen Anforderungen die astronomische Wissenschaft gegenwärtig an die Optik stellt.

Bei der Erörterung der Stoffeinheit 1.4. „Das Planetensystem“ wird auf die Bedeutung der Raumfahrt für die Astronomie eingegangen. Dabei werden besonders in der Unterrichtsstunde 1.4.4. „Künstliche Kleinkörper im Planetensystem“ die Wechselbeziehungen zwischen Wissenschaft und Technik charakterisiert. Die Schüler können aus ihrer Vorstellungswelt selbst Beziehungen herstellen. Über Anforderungen der Raumfahrt an Wissenschaft und Technik wurde bereits in Tageszeitungen und populärwissenschaftlichen Schriften geschrieben. In diesem Zusammenhang fordert der Lehrplan, auf die Zusammenarbeit der Länder der sozialistischen Staatengemeinschaft in der Astronautik einzugehen. Die freundschaftlichen Beziehungen können überzeugend am Interkosmosprogramm demonstriert werden.

Der Unterrichtsgegenstand der Stoffeinheiten 1.4. „Das Planetensystem“ und 1.5. „Die Entwicklung der Vorstellungen über das Planetensystem“ sieht eine Würdigung der Rolle der kopernikanischen Erkenntnisse für den Werdegang der astronomischen Wissenschaft vor. Die Ablösung des geozentrischen Weltsystems durch das heliozentrische Weltssystem war nicht nur eine der wichtigsten Etappen in der Geschichte der Astronomie, sondern hatte auch bedeutende weltanschauliche Konsequenzen. Die kopernikanischen Auffassungen mußten

zwangsläufig früher oder später zur Auseinandersetzung mit den ideologischen Anschauungen der damals herrschenden Klasse führen, weil sie wesentliche Teile des feudalen Weltbildes widerlegten und schließlich zu seinem Sturz beitrugen. [28; 51]

Diese Zeit leitete eine allgemeine Umwälzung in der Naturerkenntnis ein. ENGELS charakterisiert sie mit folgenden Worten: „Was auf religiösem Gebiet die Bullenverbrennung LUTHERS, war auf naturwissenschaftlichem des KOPERNIKUS großes Werk, worin er, schüchtern zwar nach 36jährigem Zögern und sozusagen auf dem Totenbett, dem kirchlichen Aberglauben den Fehdehandschuh hinwarf. Von da an war die Naturwissenschaft von der Religion wesentlich emanzipiert, obwohl die vollständige Auseinandersetzung aller Details sich noch bis heute hingezogen und in manchen Köpfen noch lang nicht fertig ist. Aber von da an ging auch die Entwicklung der Wissenschaft mit Riesenschritten voran, sie nahm zu, sozusagen im quadratischen Verhältnis der zeitlichen Entstehung von ihrem Ausgangspunkt, gleichsam als ob sie der Welt zeigen wollte, daß für die Bewegung der höchsten Blüte der organischen Materie, dem Menschengestalt, das umgekehrte Gesetz gelte, wie für die Bewegung der unorganischen Materie.“ [29; 206] ENGELS schreibt weiter: „Auch die Naturforschung bewegte sich damals mitten in der allgemeinen Revolution und war selbst durch und durch revolutionär; hatte sie doch das Recht der Existenz zu erkämpfen; ... Sie lieferte ihre Märtyrer auf den Scheiterhaufen und in die Gefängnisse der Inquisition ..., sie ließ GIOR-DANO BRUNO einfach verbrennen.“ [30; 9]

Diese Zitate enthalten vielfältige Anknüpfungspunkte für eine unterrichtliche Verwendung der darin enthaltenen Gedankengänge. Der Lehrer kann z. B. einige Abschnitte der Zitate vortragen; daraus kann sich ein Meinungsaustausch ergeben. Sein Ziel sollte sein, die Schüler zu der Einsicht zu führen, daß sich alles Neue, Fortschrittliche nur im Kampf gegen das Alte und Überlebte durchsetzt. In der antagonistischen Klassengesellschaft versucht die herrschende Klasse den Fortschritt jener Wissenschaften zu hemmen, deren Erkenntnisse in der Lage sind, die ideologischen Grundlagen ihrer Macht zu erschüttern.

Jedoch läßt sich diese Absicht nur im geringen Umfang verwirklichen, weil ohne Entwicklung von Wissenschaft und Technik nicht produziert werden kann. Diese Aussagen können mit konkreten Beispielen aus dem Kampf um das heliozentrische Weltssystem als Teil der ideologischen Klassenauseinandersetzung im Mittel-

alter belegt werden. [31; 18] Bei historischen Betrachtungen wird das aus dem Geschichtsunterricht erworbene Wissen aktiviert. [32; 17]

Zahlreiche Lehrplanstellen bieten die Möglichkeit, die Schüler bei Erörterung astronomischer Sachverhalte an weltanschauliche Einsichten heranzuführen. Die von ENGELS formulierten Gesetze der Dialektik sind nicht Gegenstand des Astronomieunterrichts, jedoch hat ihr Grundgedanke, der Gedanke von der Entwicklung in der Welt, enorme Bedeutung für die Aneignung von Kenntnissen über das Weltall. Die Schüler müssen z. B. begreifen, daß der gegenwärtige Zustand der Planeten eine Phase ihrer gesetzmäßigen Entwicklung ist, daß durch die Kernfusion unaufhörlich quantitative Veränderungen im Sterninnern vor sich gehen, die schließlich zu einer neuen Qualität in der Entwicklung des Sterns führen. Die Betrachtung der veränderlichen kosmischen Objekte, die Erörterung der Sternentstehung und Sternentwicklung und die Behandlung der durch die Gravitation hervorgerufenen mechanischen Bewegung der Himmelskörper führten zur Erkenntnis: Im Weltall wirken ständig Bewegung, Veränderung und Entwicklung. Der Astronomieunterricht bestätigt den Schülern wesentliche Erkenntnisse von ENGELS über Veränderung und Entwicklung in der materiellen Welt. ENGELS charakterisierte die Entwicklung wie folgt: „... jede endliche Daseinsweise der Materie, sei sie die Sonne oder Dunstnebel, einzelnes Tier oder Tiergattung, chemische Verbindung oder Trennung ist gleichermaßen vergänglich, es ist nichts ewig als die ewig sich verändernde, ewig sich bewegend Materie und die Gesetze, nach denen sie sich bewegt und verändert.“ [33; 28]

Neben den angeführten Beispielen enthalten die Werke von ENGELS zahlreiche weitere Anregungen für die Charakterisierung der Wechselbeziehungen zwischen Philosophie und Astronomie. Ihr Studium ist eine wertvolle Quelle für die Verbesserung der ideologischerzieherischen Arbeit im Astronomieunterricht unserer sozialistischen Schule.

Literatur:

- [1] HAGER, K.: FRIEDRICH ENGELS, der große Theoretiker des wissenschaftlichen Sozialismus, der Führer der Arbeiterklasse. In: Einheit 25 (1970) 8, S. 995/996.
- [2] ENGELS, F.: LUDWIG FEUERBACH und der Ausgang der klassischen deutschen Philosophie. In: MARX/ENGELS Werke.
- [3] KLAUS; BUHL (Herausgeber): Philosophisches Wörterbuch. VEB Bibliographisches Institut, Leipzig 1969.
- [4] FIEDLER, F.: Von der Einheit der Wissenschaft. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1964.

- [5] ENGELS, F.: *Die Lage der arbeitenden Klasse in England*. In: MARX/ENGELS Werke, Bd. 1.
- [6] ULBRICHT, W.: *Die weitere Gestaltung des gesellschaftlichen Systems des Sozialismus. Referat auf der 9. Tagung des ZK der SED*, Berlin 1968.
- [7] SCHUKOWSKI, M.: *Prognostische Untersuchungen über den Astronomieunterricht in der zehnklassigen allgemeinbildenden Oberschule unter besonderer Berücksichtigung der Astrophysik*. Dissertation (unveröffentlicht), Rostock 1970.
- [8] WAHSNER, R., LENIN und die Naturwissenschaft. In: *Astronomie in der Schule 7* (1970) 2, S. 25.
- [9] ENGELS, F.: *Herrn EUGEN DÜHRINGS Umwälzung der Wissenschaft („Anti-Dühring“)*. Dietz Verlag, Berlin 1932.
- [10] REIPRICH, K.: *Die philosophisch-naturwissenschaftlichen Arbeiten von KARL MARX und FRIEDRICH ENGELS*. Dietz Verlag, Berlin 1969.
- [11] BERNHARD, H.: *Forderungen des neuen Lehrplans an die ideologische Erziehung im Astronomieunterricht*. In: *Astronomie in der Schule 7* (1970) 4, S. 73.
- [12] KARL MARX/FRIEDRICH ENGELS: *Briefwechsel II*. Bd., Berlin 1949.
- [13] ENGELS, F.: *Dialektik der Natur*. Dietz Verlag, Berlin 1952.
- [14] Ebenda.
- [15] Ebenda, S. 13.
- [16] Ebenda, S. 15.
- [17] Ebenda.
- [18] Ministerium für Volksbildung: *Lehrplan für Astronomie*. VVV, Berlin 1969, S. 7.
- [19] ENGELS, F.: *Antidühring*. A. a. O.
- [20] ENGELS, F.: *Dialektik der Natur*. A. a. O.
- [21] Autorenkollektiv: *Geschichte der Philosophie*. Bd. III, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1961.
- [22] Vgl. [8], S. 25–26.
- [23] Vgl. GRIESE, A.; LAITKO, H. (Herausgeber): *Weitschauung und Methode*. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1969, S. 32.
- [24] ENGELS, F.: *Dialektik der Natur*. A. a. O.
- [25] Ebenda.
- [26] Ebenda.
- [27] Ebenda.
- [28] HARG, G.: *Die Tat des KOPERNIKUS*. URANIA Verlag, Leipzig/Jena/Berlin 1961.
- [29] ENGELS, F.: *Dialektik der Natur*. A. a. O.
- [30] Ebenda.
- [31] *Lehrplan für Astronomie*. A. a. O.
- [32] Ebenda.
- [33] ENGELS, F.: *Dialektik der Natur*. A. a. O.

Anschrift des Verfassers:
OL Dr. HELMUT BERNHARD
86 Bautzen, Sternwarte

MANFRED SCHUKOWSKI

Die Astrophysik im Rahmen der Fachastronomie*

Wir haben in unsern bisherigen Darlegungen über die Entwicklung, den Stand und einige Tendenzen der astronomischen Wissenschaft – die, wie wir eingangs betonten, sowohl in der geschichtlichen Darstellung als auch in der Beschreibung der gegenwärtigen Astronomie auf Haupttendenzen und Haupterscheinungen beschränkt bleiben und stark generalisierenden Charakter tragen mußten – bereits Fragen der Astrophysik mitbehandeln müssen. Wir wollen im folgenden die die Astrophysik betreffenden Arbeitsgebiete und Aufgabenbereiche, Arbeitsmethoden und -instrumente, Denkweisen, Probleme und Zielrichtungen ergänzen und zusammenfassen, möglichst ohne uns dabei zu wiederholen.

1. Arbeitsgebiete und Aufgabenbereiche

Wir glauben deutlich gemacht zu haben, daß astrophysikalische Problemstellungen und Forschungsmethoden in der Astronomie heute dominieren und daß sich diese Bedeutung in Zukunft mit hoher Wahrscheinlichkeit noch vergrößern wird.

Die Astrophysik entstand und entwickelte sich durch Verwendung von Ergebnissen und An-

wendung von Methoden der Physik auf den Bereich der Astronomie. [1; 631]

Im Laufe der letzten einhundert Jahre hat sich das Arbeitsgebiet des Astrophysikers ständig ausgeweitet: War die physikalische Betrachtungsweise lange Zeit auf Untersuchungen des sichtbaren Lichts der Sterne, der Sonne und der Planeten beschränkt¹, so erfaßt sie heute den Gesamtbereich der Strahlung und ist auf das interplanetare und interstellare Medium, auf das Milchstraßensystem als Ganzes und auf extragalaktische Systeme erweitert. Die theoretische Astrophysik entwickelte sich, die auf der Grundlage physikalischer Gesetze und in Wechselbeziehung mit astronomischen Beobachtungsergebnissen auf den physikalischen Zustand der Materie im Sonnensystem, in den Sternen und im interstellaren Raum schließt. Durch Modellrechnungen konnten vor allem Entwicklungsvorgänge in Sternen aufgeklärt werden. Astrophysik wurde zur kosmischen Physik im weitesten Sinne des Wortes, weil sich die physikalische Basis in jeder Richtung für die Astronomie als außerordentlich tragfähig erwies.

* Vgl. SCHUKOWSKI, M.: *Hauptetappen der Entwicklung der Astronomie im 19. Jahrhundert und in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts*. In: *Astronomie in der Schule 7* (1970) 4, S. 85–88.

SCHUKOWSKI, M.: *Wesentliche astronomische Forschungsrichtungen und -methoden der Gegenwart*. In: *Astronomie in der Schule 7* (1970) 5, S. 104–107.

¹ „Die Astronomie des 18. und 19. Jahrhunderts und der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts war eine rein optische Forschung; das heißt, der den Astronomen zur physikalischen Analyse zur Verfügung stehende Informationsträger war allein das sichtbare Licht. Alle physikalischen Daten der außerirdischen Strahlungsquellen, die nicht dem Licht aufgeträgt waren, waren prinzipiell unzugänglich.“ (TREDER, 1969, in (2))

Die Arbeitsgebiete der Astrophysik erstrecken sich gegenwärtig vor allem auf:

- Physik des Planetensystems
- Physik der Sonne
- Physik der Sterne (integrale Eigenschaften, Sternatmosphären, Sterninneres, Veränderliche)
- interplanetare und interstellare Wolken
- Kosmogonie (Entstehung und Entwicklung der Sterne, Entstehung des Planetensystems)
- Physik der Galaxien (Milchstraßensystem, extragalaktische Objekte)

Die Grundaufgabe der Astrophysik besteht darin, den physikalischen Zustand der Materie im Weltall und der verschiedenen Klassen kosmischer Objekte möglichst genau zu beschreiben, um – darauf aufbauend – zu Kenntnissen über einen früheren oder späteren Zustand zu kommen. Aus dem gegenwärtigen Nebeneinander soll sich das zeitliche Nacheinander ergeben. [3; 132] Diese Aufgaben sind für die Sterne und die Sonne bereits relativ weit gelöst.²

Die Lösung der Grundaufgabe erfordert im einzelnen die Bewältigung komplizierter Teilaufgaben verschiedenster Art. Ein Beispiel:

Wir haben in Teil I dieser Arbeit dargestellt, daß das prinzipiell Neue der Astrophysik in der Untersuchung der Strahlung nach Quantität und Qualität bestand.³ Bei der qualitativen Untersuchung der Sternstrahlung gilt es u. a., durch

- Bestimmung der Intensitätsverteilung im Kontinuum die Temperatur der Sternatmosphären zu ermitteln;
- Nachweis und Identifizierung von Linien auf die chemische Zusammensetzung der

Sternatmosphären zu schließen (qualitative chemische Analyse);

- Vergleichen von gemessenen mit gerechneten Linienprofilen Kenntnis über den physikalischen Zustand in den Sternatmosphären (z. B. Druck, Dichte, Schwerebeschleunigung), die Rotation der Sterne und/oder über die quantitative chemische Zusammensetzung in den Sternatmosphären zu gewinnen;
- Ermittlung von Linienverschiebungen und -aufspaltungen, Radialgeschwindigkeiten, Pulsationen oder Magnetfelder nachzuweisen.

Die Analyse wird dadurch besonders kompliziert, daß die Erscheinungen nicht eindimensional determiniert sind. Eine Erscheinung (beispielsweise die Linienverbreiterung) kann mehrere auslösende Ursachen haben (in unserm Beispiel Gastemperatur, Gasdruck, Sternrotation oder unvollständige Aufspaltung durch DOPPLER- oder ZEEMAN-Effekt). Außerdem stammt die untersuchte Strahlung aus Sternatmosphärenschichten mit unterschiedlichen physikalischen Zuständen, so daß es zu Überlagerungen kommt.

2. Arbeitsmethoden und -instrumente sowie Denkverfahren der astrophysikalischen Forschung

Die astrophysikalische Forschung stützt sich vor allem auf Messungen der Intensität der ankommenden Strahlung (Photometrie) und auf die Bestimmung der Art der ankommenden Strahlung (Spektroskopie).⁴

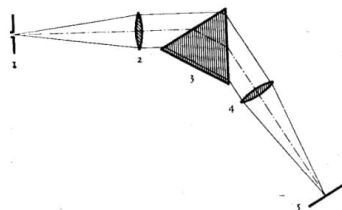


Bild 1: Prismenspektrograph (schematisch).
1 = Spalt, 2 = Kollimatorobjektiv, 3 = Prisma,
4 = Kameraobjektiv, 5 = photographische Platte

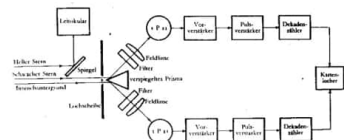


Bild 2: Elektronisches Sternphotometer. Das Licht eines hellen Sternes wird durch einen Planspiegel seitlich zu einem Lochscheibchen geworfen. In der Fokalebene des Teleskopes befindet sich eine undurchsichtige Scheibe mit zwei feinen Löchern. Durch das eine Loch fällt das Licht des zu messenden sehr schwachen Sternes, durch das andere das des Himmelsintergrundes auf ein verspiegeltes Dachprisma, von dem die Strahlen je einem Sekundärelektronenvervielfacher zugeführt werden, der nach weiterer Verstärkung eine Zählapparatur steuert. Die Ergebnisse werden zur maschinellen Auswertung auf Lochkarten festgehalten.
Abb. aus Waldmeier, Sterne und Weltall, Hallwag-Verlag Bern, 1967

² Im Sinne einer „Relativität unserer Erkenntnis, die Momente absoluter Wahrheit enthält“. (HAGER, 1969, in (4))

³ Astronomie in der Schule 7 (1970) 4, S. 87.

⁴ Es hat sich eingebürgert, das Wort „Spektroskopie“ als Oberbegriff zu verwenden, unter dem die Begriffe Spektroskopie, Spektrometrie und Spektrographie erfaßt werden. (Vgl. Zeitschrift Wissenschaft und Fortschritt, 18, 61 [1968])

Die Intensitätsmessung kann die gesamte ankommende Strahlung eines Objekts erfassen (Integralphotometrie), oder sie kann die Intensitätsverteilung als Funktion der Frequenz (bzw. Wellenlänge) untersuchen (Spektralphotometrie). Bei der Mehrfarbenphotometrie wird die (integrale) Intensität in zwei, drei oder mehr diskreten, genau definierten, mehr oder weniger breiten Spektralbereichen ermittelt. Aus Intensitätsvergleichen jeweils zweier Bereiche ergeben sich Farbenindizes.

Diese astrophysikalischen Grundverfahren könnte man vereinfacht folgendermaßen darstellen:

Spektroskopie

Was ist vorhanden?

(Untersuchung des Spektrums im „Grundriß“)

Photometrie

Wie ist es vorhanden?

(Untersuchung des Spektrums im „Aufriß“)

- Integralphotometrie:
Bestimmung der Energie der Gesamtstrahlung
- Breitbandphotometrie:
Bestimmung und Vergleich der Energie in definierten Spektralbereichen
- Schmalbandphotometrie:
Bestimmung der Energie für einzelne, differentiell kleine Bereiche
- Spektralphotometrie:
Bestimmung der spektralen Intensitätsverteilung über alle Wellenlängen

Obwohl diese Begriffe im Zusammenhang mit der herkömmlichen Astronomie entstanden sind⁵, lassen sie sich sinngemäß auch auf neue astronomische Gebiete (Radioastronomie, Röntgenastronomie) übertragen⁶.

Als Beobachtungsinstrumente werden Fernrohre (auf Linsen- oder Spiegelbasis), Radioteleskope (Antennenanlagen mit Empfängern oder Anzeigesystemen) oder Röntgenometer verwendet. Die Messung der Strahlung kann visuell, photographisch, lichtelektrisch, thermoelektrisch oder radioastronomisch vorgenommen werden.

Eine Besonderheit des photographischen Aufnahmeverfahrens besteht darin, daß die Strahlung additiv gesammelt wird. Durchmesser und Dichte des Schwärzungsscheibchens hängen

außer von phototechnischen Parametern und atmosphärischen Bedingungen von der Helligkeit der Objekte und der Belichtungszeit ab. Aus Durchmesser- oder Schwärzungsbestimmungen kann man daher im Prinzip auf die Helligkeit der Objekte schließen.

Bei den direkten Meßverfahren werden Richtung, Quantität und Qualität der empfangenen Strahlung mittels Mikrometern, Photometern und Spektralapparaten sofort bestimmt. Für photographische Aufnahmen sind spezielle Auswerteeinstrumente in Gebrauch. Es sind vor allem Mikrophotometer, Meßmikroskope (insbesondere Koordinatenmeßgeräte) und Komparatoren.

Die Arbeit des Astrophysikers hat sich von der Beobachtung in zunehmendem Maße zur Auswertung verlagert. Im Astronomieunterricht findet diese entscheidende Veränderung bis heute keine Entsprechung, was sich u. a. auch darin zeigt, daß es zwar Beobachtungs- aber keine Auswerteeinstrumente für die schulastronomische Arbeit gibt.

Die beobachtende Astrophysik steht in enger Wechselbeziehung zur theoretischen Astrophysik. Unter Verwendung allgemeiner physikalischer Gesetzmäßigkeiten, die u. U. entsprechend den extremen außerirdischen Bedingungen modifiziert werden müssen, werden Modelle von Sternen, Sternansammlungen, interstellaren Wolken u. ä. unter speziellen Annahmen und Vereinfachungen durchgerechnet, Hypothesen entwickelt, an Beobachtungen geprüft, verändert, verworfen oder ausgebaut.

Besonders ergiebig waren in jüngerer Zeit Modellrechnungen zum inneren Aufbau von Sternen mittels datenverarbeitender programmgesteuerter Rechenautomaten. Auf diese Weise konnten Entwicklungsreihen von Einzelsternen und Sterngruppen unter verschiedenen Anfangsbedingungen erhalten werden, die gut mit Beobachtungsergebnissen übereinstimmen. Mit dem Start von Sputnik 1 am 4. Oktober 1957 eröffnete sich für die Astrophysik die Möglichkeit, mittels kosmischer Laboratorien Meßergebnisse direkt aus dem Erdraumbereich, mondnahen, sonnennahen oder einem planetennahen Raum, von der Mondoberfläche, einer Planetenatmosphäre oder -oberfläche zu erhalten. Damit gelang es, die informationshemmende Wirkung der Erdatmosphäre zu überwinden.

Dazu trat auch in der Astronomie eine weitere Tendenz der allgemeinen Wissenschaftsentwicklung⁷ in den letzten Jahren immer deutlicher hervor: Die Astronomie wurde zur unmittelbaren Produktivkraft. Die Bedürfnisse

⁵ „herkömmliche Astronomie“ im Sinne von Astronomie, die sichtbares Licht (und die unmittelbar angrenzenden Bereiche) untersucht.

⁶ Sie könnten ebenso auf die Untersuchung von Korpuskularstrahlungen angewandt werden. Denn im Hinblick auf die kinetische Energie spricht man auch bei ruhmassebehafteter Teilchenstrahlung von einem „Spektrum“.

⁷ Vgl. Teil I, Astronomie in der Schule 7 (1970) 4, S. 88.

der Erschließung des Kosmos führten zu neuen Stoffen, komplizierten Anlagen und technischen Systemen. Die dabei gewonnenen wissenschaftlich-technischen Ergebnisse finden in den verschiedenen volkswirtschaftlichen Zweigen immer stärkeren Eingang. Die Raumfahrt erwies sich z. B. als Stimulator für die technische Miniaturisierung und die Erhöhung der Zuverlässigkeit der Bauelemente. [5; 374/375] Auf manchen Gebieten bringen Messungen und Beobachtungen von Satelliten aus und Verbindungen über Satelliten bereits heute einen Nutzen, der den Aufwand übersteigt. Das trifft z. B. für Nachrichtenverbindungen, Meteorologie, Ozeanographie und Geodäsie zu. [6]

Diese Entwicklung läuft unter sozialistischen Bedingungen der Organisation von Wissenschaft und Produktion besonders rasch und effektiv ab. Denn dort „ist die Raumfahrt kein exklusives Unternehmen außerhalb gesamtgesellschaftlicher Interessen, sondern Bestandteil systematischer und konsequenter Erschließung und Nutzung wissenschaftlicher Potenzen im Dienste des Fortschritts“.⁸

3. Weitere Probleme und Zielrichtungen der astrophysikalischen Forschung

Die Nutzung der durch Physik und Technik gebotenen Möglichkeiten hat den Bereich der astrophysikalisch zu untersuchenden Erscheinungen rasch anwachsen lassen. Die kosmische Ultrastrahlung, die Ultrakurzwellenstrahlung (Radiofrequenzstrahlung), kosmische Magnetfelder, der interplanetare, der interstellare und der intergalaktische Raum sind Gegenstand astronomischer Forschungen geworden. [7; 129] Neue Erscheinungen (Quasare, Pulsare) harren der wissenschaftlichen Deutung und Einordnung in das System kosmischen Geschehens. In zehn Jahren sind über die physikalische Feinstruktur des Planetensystems mehr Informationen gewonnen worden, als in den Jahrtausenden der Menschheitsgeschichte zuvor.

TREDER (1969) vertritt die Auffassung, daß die Physikalisierung der astronomischen Forschungen am Ende des 20. und im 21. Jahrhundert so weit fortgeschritten sein wird, daß die Messung physikalischer und chemischer Größen im Sonnensystem und wohl auch im benachbarten interstellaren Raum an Ort und Stelle vorgenommen werden wird. Die Meßinstrumente werden dazu an die jeweiligen Orte gebracht und senden ihre Daten zur Erde. TREDER meint, daß an die Stelle aller irdischen Sternwarten einige Radio- und optische

Beobachtungsstationen auf dem Mond treten werden und daß irdische Institute allein die außerirdisch gewonnenen Daten verarbeiten und analysieren. [2]

Unabhängig davon, daß andere Autoren erdegebundene und direkte Forschungen in Zukunft als sich sinnvoll ergänzende, nebeneinander notwendige und berechnete astronomische Arbeitsweisen ansehen (z. B. [8]), so wird doch aus diesen Darstellungen die wahrscheinliche Entwicklungsrichtung deutlich.

Parallel dazu wird die Wissenschaftsorganisation auch für die Astrophysik ein Problem ersten Ranges. Welche wissenschaftlichen Schwerpunkte sollen gesetzt werden? Wie sind die wissenschaftlichen Kräfte und die vorhandenen Instrumente einzusetzen? Welche prognostischen Anforderungen sind hinsichtlich des wissenschaftlich-personellen und technisch-instrumentellen Potentials zu berücksichtigen? usw.

Der astrophysikalischen Forschung geht es darum, die kosmische Materie in der Vielfalt ihrer Erscheinungen genauer zu erkennen, die Details zusammenzufügen und über das gegenwärtige Abbild hinaus Entwicklungen zu erkennen. Dabei müssen wir uns immer über eine weitere Schwierigkeit klar sein: Gegenwärtiges Abbild und kosmischer Gegenwartszustand sind wegen der endlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit der Informationsträger nicht identisch. In der uns umgebenden irdischen Welt stimmen Bild und gegenwärtiger Zustand überein. Die Sterne jedoch, die wir nebeneinander und gleichzeitig sehen, repräsentieren verschiedene Epochen: Die Strahlung des Sirius gibt Auskunft über dessen Zustand vor etwa neun Jahren, die des Rigel jedoch über einen Zustand, der mehr als tausend Jahre zurückliegt! Diese Tatsache ist unproblematisch, solange das Alter der uns erreichenden Strahlung klein ist gegenüber den Entwicklungszeiten der aussendenden Objekte. Dieser Fall ist nach unsrer gegenwärtigen Kenntnis im allgemeinen im Milchstraßensystem verwirklicht. Allerdings gelangen wir bei den entferntesten extragalaktischen Objekten bereits heute in Größenordnungen, die kosmischen Entwicklungszeiten entsprechen ($10^9 \dots 10^{10}$ a), so daß gegenwärtiges Bild und gegenwärtiger Zustand erheblich voneinander abweichen können. Es ist nicht ausgeschlossen, daß in Zukunft Mechanismen bekannt werden, nach denen im galaktischen oder im außergalaktischen Bereich einzelne Entwicklungsvorgänge erheblich rascher ablaufen. Aus der Gleichzeitigkeit verschiedener Signale, die uns erreichen, darf in der Astronomie nicht

⁸ G. RAUE in ND vom 12. 10. 1969.

auf die Gleichzeitigkeit der auslösenden Erscheinungen geschlossen werden. So selbstverständlich dem Astronomen diese Tatsache ist, so wenig Eingang hat sie allgemein gefunden. Die astrophysikalische Forschung wird auf allen kosmischen Ebenen vorangeführt. Nach derzeitiger Sicht zeichnet sich ab, daß die größten Fortschritte und die genaueste Kenntnis der Physik des Planetensystems, der Sonne und der Sterne (evtl. auch der Galaxien) und der Kosmogonie dieser Bereiche zu erwarten sind. Hier müssen darum für den Astronomieunterricht in der allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule auch die Schwerpunkte liegen.

Die Ergebnisse der Theorie der Elementarteilchen, die Theorie der Felder, die Steigerung der Empfindlichkeit physikalischer Nachweismethoden für Neutrino- bzw. Antineutrinoströme und andere physikalische Erkenntnisse können auf die Entwicklung der Astrophysik erhebliche Auswirkungen haben. Andererseits wirken astrophysikalische Erkenntnisse auf die Physik zurück.⁹

Die Überwindung der Einseitigkeit der historischen Darstellungen im Astronomieunterricht, die im allgemeinen die letzten einhundert Jahre Wissenschaftsgeschichte unberück-

sichtigt lassen, scheint mir ein wichtiges und notwendiges Anliegen bei der Arbeit mit dem neuen Lehrplan. Die stärkere Beachtung der jüngeren Geschichte der Astronomie und Astronautik im Astronomieunterricht erlaubt die Gewinnung höchst aktueller Erkenntnisse und Einsichten; sie kann somit zur weiteren Erhöhung des Bildungs- und Erziehungswertes dieses Unterrichtsfaches beitragen.

Literatur:

- [1] FIEDLER, FRANK: *Entwicklungstendenzen der modernen Wissenschaft*. Pädagogik 21 (1966) 8, 627-640
- [2] TREDER, HANS-JÜRGEN: *Tor für außerirdische Experimente*, Sonntag, Berlin 23 (1969) 1, 7
- [3] SCHUKOWSKI, MANFRED: *Die Zustandsgrößen der Sterne*. Astronomie in der Schule 3 (1966) 6, 131-135
- [4] HAGER, KURT: *Grundfragen des geistigen Lebens im Sozialismus*. Neues Deutschland, 30. 4. 1969, S. 3-8
- [5] SCHMELLENMEIER, HEINZ: *Zu einigen Fragen der Wissenschaftsprognose unter besonderer Berücksichtigung der physikalischen Wissenschaft*. Physik in der Schule 6 (1968) 9, 369-378
- [6] NEUMANN, KARL-HEINZ: *Raumfahrt wird Produktivkraft*. Neues Deutschland, 13. 10. 1969 (Leitartikel)
- [7] KIENTLE, HANS: *Astronomische Forschung im Wandel und Fortschritt der Wissenschaft*. Studium Generale 13 (1960) 3, 127-129
- [8] TROIZKO, W.: *Irdische Methoden der Planetenforschung noch aktuell?* Prawda, Moskau, 19. 5. 1969 (russ.); deutsch in Presse der Sowjetunion, Nr. 76/1969
- [9] TAMM, J. J.: *Elementarteilchen - An der Schwelle neuer Theorien*. Urania, Berlin 1969, Heft 2, S. 10 bis 17

Anschrift des Verfassers:

Oberlehrer Dr. MANFRED SCHUKOWSKI
25 Rostock, Ziolkowskistraße 9/75

HEINZ ALBERT

Fachliche und methodische Forderungen des neuen Lehrplans an die unterrichtliche Behandlung des Stoffgebietes „Das Planetensystem“

Der Verfasser gibt detaillierte Hinweise zur unterrichtlichen Verwirklichung der Lehrplanforderungen für das Stoffgebiet „Das Planetensystem“. Der Aufsatz erläutert Akzente der Bildungs- und Erziehungsarbeit, die bei der Planung, Vorbereitung und Durchführung des Unterrichts zu beachten sind.

Nachdem in der Zeitschrift die Stellung des neuen Fachlehrplans im Gesamtlehrplanwerk [1], der Forderungen des Lehrplans an die ideologische Erziehung im Astronomieunterricht [2], die Planung und unterrichtliche Verwirklichung der ideologischen Erziehungsaufgaben [3] erörtert wurden, interpretiert der Verfasser die Lehrplanforderungen des Stoffgebietes „Das Planetensystem“. Die Ausführungen enthalten Empfehlungen über den Umfang und die Tiefe des zu behandelnden Lehr-

planstoffes. Dabei soll auch der Stoff-Zeit-Relation Rechnung getragen werden. Bereits die thematische Übersicht des Lehrplans zeigt die Orientierung auf eine rationelle Unterrichtspraxis. Der Lehrgang beginnt nicht mehr mit einem die Schüler ermüdenden Stoffabschnitt. Vielmehr wird durch die „**Einführung in das Unterrichtsfach Astronomie**“ (2 Stunden) darauf hingewiesen, daß es gilt, das Interesse der Schüler für die neue Disziplin der Naturwissenschaften zu wecken. Dies ist nicht nur notwendig, weil dem Unterrichtenden dafür nur ein einziger Jahrgang mit einer Wochenstunde zur Verfügung steht; weitaus dringender ist es deshalb, da den Jugendlichen durch Kommunikationsmittel be-

reits ein nicht bestimmbarer Umfang diskreter Kenntnisse zugänglich war und ist. Derart erworbenem Wissen mangelt es bei Schülern fast stets an Ordnung und am Verständnis der Zusammenhänge. Es führt nicht selten zu überhöht kritischem Verhalten gegenüber solchen Wissenszweigen. Auch aus diesem Grunde steht der Schüler der 10. Klasse einem neuen Unterrichtsfach nicht mit gleicher Erwartung gegenüber, wie wir das in den Klassen 5 bis 7 erleben; hier werden die Schüler mit der Mehrzahl der Fächer erstmals konfrontiert.

Diesem durchaus positiv kritischen Auftreten des Jugendlichen will der neue Lehrplan durch die „Einführung“ Rechnung tragen, indem gezeigt werden kann, daß unsere heutigen Kenntnisse über die Natur im allgemeinen und unsere Erfolge im besonderen das Ergebnis einer langen Entwicklung, angestrengter Arbeit, aber besonders harter gesellschaftlicher Kämpfe wider das Alte, Überlebte, Hemmende sind. Durch die Einbeziehung der Aufgaben, die die Astronomie an die Technik und die gesellschaftliche Praxis wiederum an die Astronomie stellt (Fernrohre, Ausrüstungen für Sternwarten und Raumflugprojekte; Zeitbestimmung, Orientierung, Fragen über das Weltbild u. a.), werden vielschichtige Aspekte möglich, die den Schüler – gleich welchem Hauptinteresse er zuneigt – im vorwärtsgerichteten Sinne neugierig werden lassen. Unbedingtes Ergebnis der ersten Unterrichtsstunde im Fach Astronomie muß die Erkenntnis der Schüler sein: *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. Die Entwicklung des astronomischen Wissens war möglich, weil sich die Menschheit mit der Natur auseinandersetzte, mit dem Erreichten nie zufrieden gab und sich an den Erkenntnissen der jeweils progressivsten Klasse orientierte.*

Deshalb wird sich auch der Astronomieunterricht auf das Wissen der gesellschaftlich am weitesten entwickelten Kräfte in der Welt stützen. Überlebte Ansichten und Aberglauben werden hier keinen Platz haben.

Wie in der ersten Stunde, so wird es auch in der zweiten wesentlich vom didaktisch-methodischen Geschick des Lehrers abhängen, in welcher Weise die Schüler für das angebrochene Schuljahr und die fachspezifischen Aufgaben stimuliert werden. Vom Lehrplan her sind dazu durch die *Einführung in die Beobachtung* Wege gebahnt, um größtmögliche Erfolge erreichbar werden zu lassen. Da der

Schwerpunkt dieser Stunde auf dem Bekanntmachen mit dem astronomischen Instrumentarium liegt – wobei das schuleigene Beobachtungsgerät keine geringe Rolle spielt – bietet sich an, diese Stunde an der örtlichen oder nahegelegenen Schulsternwarte bzw. Beobachtungsstation zu absolvieren. Davon kann es wesentlich abhängen, ob der Schüler ein engeres Verhältnis zum Unterrichtsfach herzustellen vermag, ob ihm nachfolgend übertragene eigene Beobachtungsaufgaben Freude bereiten.

Da die im Physikunterricht erworbenen Kenntnisse über Begriffe der Optik bereits Jahre zurückliegen, bedarf es einer systematischen Reaktivierung dieses Wissens. Dabei ist darauf zu achten, daß dem Schüler Sinn und Zweck des Fernrohrs in der Astronomie bewußt wird. Es ist wichtig zu zeigen, daß unter der Leistungsfähigkeit des Fernrohrs in erster Linie dielichtsammelnde und erst an zweiter Stelle die vergrößernde Wirkung zu verstehen ist. Diese Betrachtungsweise ermöglicht u. a., die Schüler zum Verständnis zu führen, weshalb für verschiedene Forschungsaufgaben unterschiedliche Beobachtungsinstrumente benötigt werden. Ferner muß der Schüler nach dieser Unterweisung das Leistungsvermögen des Schulgerätes gegenüber dem Auge und gegenüber größeren Instrumenten beurteilen können, um vor falschen Vorstellungen bewahrt zu bleiben. Schließlich müssen in dieser Stunde bereits die Hinweise gegeben werden, die es ermöglichen, eigene astronomische Beobachtungen vorzubereiten, durchzuführen und auszuwerten. Diesem Teilziel ist gesonderte Aufmerksamkeit zu schenken, da der Schüler erstmals mit wissenschaftlich-astronomischen Arbeitsmethoden in Berührung kommt, die ermöglichen sollen, seine praktischen und geistigen Fähigkeiten weiterzuentwickeln. Erfahrungen lehren uns, daß für theoretische Untersuchungen schwerer zugängliche Schüler über die Beobachtung viel leichter ein Verhältnis zu den theoretischen Problemstellungen finden.

„Die Erde als Himmelskörper“ – erster Gegenstand der Stoffvermittlung – wird gegenüber dem bisherigen Lehrplan mit vier Unterrichtsstunden als selbstständiges Stoffgebiet ausgewiesen. Das bedeutet keine Erweiterung des Umfangs der zu vermittelnden Fakten und Kenntnisse. Stand bisher am Anfang des Wissenserwerbs die „Orientierung am Sternhimmel“, die unvermittelt, nahezu beziehungslos an die Schüler herangetragen werden mußte (die Behandlung der Erde folgte erst Wochen später), so kann künftig schon durch die Stoffabfolge das didaktische Prinzip „Vom Nahen

zum Entfernten, vom Konkreten zum Abstrakten“ im Astronomieunterricht besser verwirklicht werden.

Damit wird es möglich, die zahlreichen Einzelkenntnisse über die Erde als Planet aus Geographie und Physik (erworben in den Klassen 7 bis 9) durch Wiederholung mit dem neuen Stoff zu verknüpfen, durch Einbeziehung mathematischer Methoden auszubauen und zu systematisieren. Daraus erwächst dem Lehrer die Pflicht, statt der beschreibenden der beweisenden Methode den Vorrang zu geben – das Niveau des Unterrichts qualitativ zu heben und der Altersstufe anzupassen, für die er bestimmt ist. Bereits bei Behandlung der Erde werden physikalische Zustandsgrößen in Auswahl besprochen. Das ist eine direkte Vorbereitung auf Probleme, die beim Erdmond und den Planeten, verstärkt aber in Stoffeinheit 2 (Astrophysik und Stellarastronomie) wesentliche Faktoren bei der Auffindung allgemeingültiger Gesetzmäßigkeiten darstellen. Fast könnte man sagen: Diese Werte der Erde spielen die gleiche Rolle wie die „Eisernen Maße“ im Geographieunterricht. Zumindest gilt dies für die Verhältnisse im Planetensystem.

Da den Schülern aus dem Mathematikunterricht die Ellipse unbekannt ist, der Astronomieunterricht auf Grundkenntnisse dieser geometrischen Form aber nicht verzichten kann, wird es notwendig, die elementaren Bestimmungsstücke zu erarbeiten (große Halbachse a = mittlere Entfernung Sonne–Erde, Brennpunkte F , F' und Exzentrizität e). Daran lassen sich die Entfernungsänderungen zwischen Sonne und Erde anknüpfen, die die zwei Polaritäten (Perihel und Aphel) einschließen. Dagegen sind die weiterreichenden Betrachtungen zu den Keplerschen Gesetzen erst bei Behandlung der Planeten anzustellen. Auf keinen Fall darf durch Behandlung der Ellipse eine weitreichende mathematische Erörterung angestrebt werden. Die Einführung der Ellipse hat dem Schwerpunkt der Stunde zu dienen: Klärung der Bewegungen, die die Erde ausführt, und zu welcher vielfältigen Erscheinungen diese am Himmel führen. In jedem Fall ist der Erfolg dieser Stunde nur durch rationelle Arbeitsweise zu erreichen. Dazu wird wesentlich der Einsatz des *Schultelluriums* beitragen, das speziell für den Astronomieunterricht neu entwickelt wurde. Sicher läßt sich auch auf eigene (frühere) Beobachtungen der Schüler zurückgreifen.

Da auch das beste Unterrichtsmittel die direkte Beobachtung am Objekt nicht voll ersetzen kann, muß sich der Lehrer bemühen, in dieser

Zeit den ersten *obligatorischen Beobachtungsabend* durchzuführen. Es schadet nichts, wenn bereits Beobachtungsergebnisse einfließen, die bis zur Behandlung im Unterricht deponiert werden müssen. Das im frühen Herbst „auf Vorrat-Beobachten“ hat seine Berechtigung durch die oft ungünstige Witterung des Winters.

Ebenfalls ist nicht daran gedacht, die Erdatmosphäre als Forschungshindernis quantitativ zu besprechen. Ausgehend vom qualitativen Erfassen der Begriffe Refraktion, Extinktion und Szintillation wird folgerichtig die Notwendigkeit der Forschung außerhalb der Atmosphäre erkennbar. Informativ ist zu zeigen, welche wesentlichen Ergebnisse dieser jüngste Zweig astronomischer Forschung bereits erbrachte.

Sind die Schüler so vorbereitet, können sie dem Lehrer leicht folgen, wenn dieser zur „Orientierung am Sternhimmel“ übergeht. Wurde gegenüber dem bisherigen Plan die Zeit dafür auf drei Stunden reduziert, so muß hervorgehoben werden, daß eine Kürzung des Stoffumfangs eingetreten ist. Nicht mehr zu behandeln sind das ruhende Äquatorsystem, die Zusammenhänge zwischen beiden Äquatorsystemen und die Zeitgleichung.

Aufmerksamkeit verdienen die Abschnitte, die der Einführung und Anwendung der *drehbaren Schülersternkarte* und den praktischen Übungen zur Bestimmung von Gestirnsrötern mittels Sternkarte wie aus Beobachtungen dienen. Die Übungen sollen helfen, einerseits das erworbene Wissen anzuwenden, andererseits die Fähigkeit zu entwickeln, selbständig Beobachtungen auszuführen. An keiner anderen Stelle im Lehrgang Astronomie wird der Selbsttätigkeit der Schüler so viel Raum geschenkt werden können. Weitgehend vermögen sowohl das neue Lehrbuch wie auch die Folie „Drehbare Sternkarte“ (zum Experimentierprojektor „Polylux“) die Unterrichtsarbeit zu unterstützen und zu erleichtern.

Es sollte darauf gedrungen werden, daß an allen Schulen zumindest ein Klassensatz drehbarer Schülersternkarten vorhanden ist, der zur Mindestausstattung für Astronomie zählt.

Das zur Zeit in Entwicklung befindliche *Schulfernrohr* mit Winkelmeßeinrichtung für beide Koordinatensysteme wird (als verbindliches Unterrichtsmittel) sehr bald auch diejenigen Schulen (Lehrer) aller Sorgen entheben, die noch kein Beobachtungsinstrument besitzen. Über dieses Problem wird in einem gesonderten Beitrag dieser Zeitschrift berichtet. Das gegenwärtig noch mancherorts fehlende Beobachtungs- bzw. Meßinstrument be-

rechtigt jedoch keinen Lehrer, die vorgeschriebenen praktischen Übungen zu unterlassen. Welche einfachsten Hilfsmittel zum prinzipiellen Erfolg führen können, darüber teilten mehrere Fachkollegen ihre Erfahrungen in „Astronomie in der Schule“ mit. Die Beobachtungen und Übungen im Astronomieunterricht tragen zur polytechnischen Bildung und Erziehung bei. Damit wird auch in unserem Unterrichtsfach diese Seite der Persönlichkeitsentwicklung gefördert.

Wo ein Planetarium zur Verfügung steht, bietet sich seine Nutzung für die Arbeit am Stoffgebiet an. Es unterliegt keinem Zweifel, daß diese Einrichtungen — zielgerichtet eingesetzt — den Unterrichtserfolg wesentlich beschleunigen.

Der Lehrplan weist am Ende jeder Unterrichtseinheit sowohl die vom Schüler zu reproduzierenden *Begriffe* als auch die *Merkzahlen* aus. Deshalb sei mit aller Deutlichkeit darauf verwiesen: Die dort gegebenen Begriffserklärungen umreißen die Tiefe der zu vermittelnden Begriffsinhalte; sie sind nicht als Definitionen aufzufassen, die für den Schüler bestimmt wären.

Für den **Erdmond** (stellvertretend für alle Planetenmonde) stehen nun drei Stunden zur Verfügung. Diese Zeit läßt es zu, unseren kosmischen Begleiter phänomenologisch und physikalisch zu würdigen und ihn als Teil eines größeren Systems darzustellen. Stehen die ersten beiden Stunden noch unter dem Einfluß terrestrischer Forschungsergebnisse, verlagert sich das Schwergewicht in der dritten Stunde auf die Erkenntnisse, die aus astronautischen Untersuchungen resultieren.

Kein Lehrer wird an dem Ereignis des ersten Betretens des Mondes durch Menschen vorübergehen können. Dieser an sich zukunftsweisende Schritt des Menschen steht aber nicht beziehungslos im Raum. Man muß herausarbeiten, daß zwischen Aufwand und Risiko immer eine tragfähige Entscheidung getroffen werden muß. Die systematische Erkundung des Mondes mit Hilfe von automatischen Raumflugkörpern durch die Sowjetunion zeigt, daß es beim heutigen Stande der Wissenschaft und Technik möglich ist, ohne Menschenrisiko zu gleichen Ergebnissen zu gelangen. Außerdem wurde der erste Schritt auf dem Mond von mutigen Astronauten im Auftrage einer imperialistischen Macht getan, die zu gleicher Zeit auf der Erde den Fortschritt und die Freiheit des Menschen hemmt, bekämpft und mit brutalsten Mitteln unterdrückt. Aus diesem Grund ringt die Sowjetunion mit Erfolg um

den Abschluß internationaler Verträge zur friedlichen Nutzung des Weltraums.

Die Beobachtung des Mondes, seiner Behandlung vorangestellt, wird sich befruchtend auf das Unterrichtsgeschehen auswirken. Aufmerksamkeit ist der Frage des Mondeinflusses auf unserer Erde zu schenken. Es muß geklärt werden, weshalb die Mondmasse keinen Einfluß auf das Wettergeschehen, wohl aber auf die dichteren Stoffe der Erde ausübt. Ähnlich ist in bezug auf die Unwirksamkeit der Phasengestalten zu verfahren.

Der Zusammenhang zwischen Mondmasse und fehlender lunarer Atmosphäre samt allen resultierenden Folgeerscheinungen muß dem Schüler bewußt werden. Er stellt eine wichtige Vorleistung für die Behandlung des Planetensystems dar. — Da der siderische Umlauf des Mondes für die beobachtbaren Phänomene zwischen Sonne, Erde und Mond (Phasengestalt, Finsternisse) unbedeutend ist, zählt er nicht mehr zum Merkmalsstoff. Beim Nachweis der Gesetzmäßigkeiten, die zur Entstehung der Lichtgestalten führen, wird mit ihm aber informativ zu arbeiten sein. Unter Zuhilfenahme des Telluriums bereitet die Gegenüberstellung der unterschiedlichen Umlaufzeiten keine Mühe.

Die Behandlung des **Planetensystems** in sechs Unterrichtsstunden stellt im Gegensatz zu bisher eine wirksame Korrektur der Stoff-Zeit-Relation zugunsten letzterer Komponente dar. Waren doch nach dem Lehrplan 1959 nur fünf Stunden unter Einschuß von Erde und Mond dafür vorgesehen. Das erlaubt, die früher von den astronomischen Objekten weitgehend isolierte geschichtliche Entwicklung der Auffassungen nun mit den Objekten im Zusammenhang zu erörtern und dadurch erzieherisch wirksamer zu werden. Da sich der Bogen von den geozentrischen Vorstellungen bis zu den Kenntnissen unserer Tage spannt, dürfte es nicht schwer sein, die Parallelität der Entwicklungsgesetze in Natur und Gesellschaft nachzuweisen.

Darum ist von den Autoren des Lehrplans die Behandlung der Gesetze von KEPLER und NEWTON unter astronomischer Blickrichtung erst hier eingesetzt worden. Am Beispiel der scheinbaren und wahren Planetenbahnen (dargestellen mittels Planetenschleifengerät, noch auszulieferndem Kassettensfilm oder im Planetarium) wird dem Schüler das stetige Eindringen des Menschen von der Erscheinung in das Wesen der objektiven Realität einleuchtend und ist vom Lehrer zu einer fundamentalen Überzeugung auszubauen. Im Ergebnis kommt

es darauf an, daß der Schüler diese Erkenntnis am konkreten Fall der Planetenbewegungen ableiten kann; dagegen ist es unerheblich, ob der Schüler die Planetenkonstellationen exakt zu erläutern vermag.

An Übungsbeispielen ist nachzuweisen, daß mit Hilfe der Keplerschen Gesetze nicht nur die Bewegungsverhältnisse und Entfernungen im Planetensystem erfaßbar wurden, auch die Vorausberechnung der Bahnen künstlicher Kleinkörper ist dadurch möglich geworden. Es genügt aber nicht, die mittleren Entfernungen eines oder zweier Planeten zur Sonne zu errechnen. Wichtiger bleibt, daß die Raumvorstellung des Schülers an dieser Stelle um ein Beträchtliches zu erweitern ist. Dazu müssen – wie schon der Globus und das Tellurium – Modellvorstellungen und sinnvolle Vergleiche in Funktion treten. ([4] und [7])

Nach Möglichkeit sollte die Planetenbeobachtung mit dem Fernrohr noch vor der Besprechung der **Physik der Planeten** organisiert werden, weil daraus ästhetische und emotionale sachliche Impulse erwachsen, die den Unterricht lebendiger gestalten helfen. Diese Stunde (wie die nachfolgende über das Untersystem der natürlichen Kleinkörper) verlangt vom Lehrer ein hohes Maß methodischen Geschicks, um der Vielfalt Herr zu werden. Darum gibt der Lehrplan vor, die Zustandsgrößen der Planeten an Hand einer Tabelle auszuwerten, um rasch zu dem Ergebnis der Ähnlichkeiten und Gruppeneinteilung zu gelangen. Durch Einsatz von Anschauungsmaterial (Lichtbild, Foto) kann diese Arbeit intensiv gestaltet werden, ohne in bloßen Formalismus abzugleiten. Wie bei der Erde das Verständnis für Zustandsgrößen angebahnt wurde, läßt sich bei den Planetenatmosphären an die Verhältnisse beim Erdmond anknüpfen. Diese Methode festigt die Überzeugung, daß der gegenwärtige Zustand der Planeten eine Stufe in der Entwicklung der Erscheinungsformen im Kosmos darstellt. Setzt man die astronautischen Ergebnisse der Planetenforschung denen aus terrestrischer Sicht entgegen, wird sich die Erkenntnis durchsetzen, daß letztere prinzipiell richtig – erstere dagegen unbedingt notwendig sind, um zu spezifischen Angaben zu gelangen (s. Venus, Mars!). In jedem Falle sollte ein aktuelles astronautisches Ereignis auf dem Gebiet der Planetenforschung den Anknüpfungspunkt bilden, um die Schüler für die Anliegen des Lehrers aufgeschlossener zu machen. Schließlich ist darauf einzugehen, in welchem Bereich des Planetensystems aus unserer Sicht Leben möglich ist. Gleichzeitig ist den Schülern zu verdeutlichen, daß die For-

men des Lebens schon auf der Erde stark differenziert sind und unter extraterrestrischen Bedingungen infolge unterschiedlicher kosmischer Zustände und Erscheinungsformen außerordentlich modifiziert auftreten können. Sicher kann auf diese Art sinnlosen Diskussionen der Boden weitgehend entzogen werden.

Bei den natürlichen Kleinkörpern ist die in der Natur waltende Dialektik präzise herauszuarbeiten. Dazu bieten die erst in jüngster Zeit aufgefundenen Gesetzmäßigkeiten zwischen Kometen und „Sonnenwind“, andererseits zwischen Kometen und Meteorströmen, schließlich aber auch zwischen den Gas- und Staubeitlen und den physikalischen Feldern des interplanetaren Raumes ein breites Beweismaterial.

Gegenüber dem bisherigen Lehrplan ist es nicht mehr vornehm, auf die Herleitung der Planetenlücke durch den Lehrer unter Zuhilfenahme der Titius-Bodeschen-Reihe einzugehen oder gar auf deren Reproduzierbarkeit Wert zu legen. Sie kann im Gefüge des neuen Lehrplans nur noch den Charakter einer informativen Größe besitzen.

Als letzter Kategorie materieller Objekte im Planetensystem gilt das Interesse in zwei Unterrichtsstunden den **künstlichen Kleinkörpern**.

Drei wichtige Problemkreise sind in den Mittelpunkt der ersten Stunde zu stellen: Die bestimmende Rolle der sowjetischen Raumfahrt (auf der Grundlage der hochentwickelten Wissenschaft und Technik) – nachzuweisen an der Fülle der Ersterfolge und an der Zielgerichtetheit aller Forschungsunternehmen in diesem Metier.

Der Überblick über die wichtigsten Aufgaben der Astronautik. – Dabei ist qualitativ der Nutzen für alle gesellschaftlichen Bereiche (insbesondere der Ökonomie) deutlich erkennbar zu machen.

Die Rolle der Astronautik in beiden Gesellschaftssystemen auf der Erde – augenfällig demonstrierbare Beispiele liefern hier die beiden Projekte „Interkosmos“ und „Europa“-Rakete. Als zweites Beispiel verdeutlicht die Situation noch einmal die kontinuierliche, breit angelegte Forschungsarbeit der Sowjetunion gegenüber der Vernachlässigung dieser Arbeiten zugunsten des ehrgeizigen „Apollo“-Projektes.

Es muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß die zweite Unterrichtsstunde dieses Stoffabschnittes anläßlich eines aktuellen astronautischen Ereignisses im planetaren Raum zu verwenden ist und zeitlich

nicht der ersten folgen muß. Das kann sowohl am Anfang des Schuljahres als auch erst gegen Ende des Schuljahres eintreten. Für diesen speziellen Fall bleibt dem Lehrer diese Stunde zur freien Verfügung. Den entsprechenden Hinweis dazu findet man in [1], Seite 20, letzte beiden Zeilen vor „Begriffe“. Diese Besonderheit ist bei der Drucklegung des Dokuments nicht zur unmißverständlichen Geltung gebracht worden.

Zum Abschluß der ersten Lehrplaneinheit steht nun eine für jeden beabsichtigten Bildungserfolg eminent wichtige **Systematisierungsstunde** zur Verfügung. Dieser Stundentyp ist ein weiterer positiver Akzent des Lehrplans 1969. In welcher Form sich der astronomische Lehrstoff unter Einbeziehung weitreichenderer Kenntnisse aus anderen Unterrichtsdisziplinen (Geschichte, Physik, Geographie und Mathematik) systematisieren läßt und zur Persönlichkeitsentwicklung beiträgt, hat SCHUKOWSKI an einem Beispiel gezeigt [5].

Nicht im Sinne der Aufgaben und Ziele des Astronomieunterrichts ist es, diese Stunde in einem monotonen Abfragen bisher erworbener Kenntnisse „abrollen“ zu lassen. Durch Einbeziehen des historischen Werdegangs wird vielmehr das entstandene Gesamtbild unsrer kosmischen Heimat im weiteren Sinne überschaubar [6].

Aus dem Bewußtsein der Abhängigkeit des erreichten wissenschaftlichen Weltbildes vom jeweiligen Stand der Produktivkräfte lassen sich künftige Tendenzen astronomischer Forschung andeuten und bisher noch ungelöste

Probleme benennen. Dieser Blick in die Zukunft – reich an Arbeit und Aufgaben – wird nicht wenigen Schülern Anreiz sein, sich über den Unterrichtsstoff hinaus mit diesen Problemen weiter zu beschäftigen, sei es mit Hilfe geeigneter Literatur oder durch eigene Beobachtungen. Letztere dürften wohl noch für einige Zeit die Hauptquelle darstellen, da der Büchermarkt für den Schüler in dieser Richtung gegenwärtig fast nichts anzubieten hat.

Literatur:

- [1] Lehrplan für Astronomie Klasse 10; VWV Berlin 1969.
- [2] MADER, O.: Zur Stellung und Funktion des Fachs Astronomie im System der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer in der Oberschule. In: Zeitschrift Astronomie in der Schule 6 (1969) 5, S. 124.
- [3] BERNHARD, H.: Forderungen des neuen Lehrplans an die ideologische Erziehung im Astronomieunterricht, Zeitschrift „Astronomie in der Schule“ 4 (1970) 3, S. 73.
- [4] SCHUKOWSKI, M.: Die Notwendigkeiten, die Möglichkeiten und die Grenzen des Vergleiches im Astronomieunterricht. In: Zeitschrift Astronomie in der Schule 3 (1966) 5, S. 104.
- [5] SCHUKOWSKI, M.: Möglichkeiten und Bedeutung von Strukturierungen für die Systematisierung im Fach Astronomie. In: Zeitschrift Astronomie in der Schule 5 (1968) 5, S. 110.
- [6] BERNHARD, H.: Zur unterrichtlichen Verwirklichung der ideologisch-erzieherischen Aufgaben des neuen Lehrplans. In: Zeitschrift „Astronomie in der Schule“ 5 (1970) 4, S. 98.
- [7] SCHUKOWSKI, M.: Vergleiche zum Lehrplanabschnitt „Das Sonnensystem“. Karteikartenbeilage der Zeitschrift „Astronomie in der Schule“.

Anschrift des Verfassers:

HEINZ ALBERT, 963 Crimmitschau
Straße der Jugend 20

GERHARD ENKE

Zur Weiterführung des Systems der externen Vorbereitung von Lehrern auf den Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie

Zur Sicherung des Bedarfs der Schulen an Lehrern, die die notwendige fachliche und methodische Befähigung zur Erteilung des Astronomieunterrichts in den 10. und 12. Klassen besitzen, wurde 1962 durch das Ministerium für Volksbildung ein System der externen Vorbereitung von Fachlehrern auf die Ablegung eines Zusatzstaatsexamens im Fach Astronomie geschaffen.

Über dieses System der externen Vorbereitung auf das Examen erwarben von 1963 bis 1969 533 Fachlehrer aus allen Bezirken die Lehrbefähigung im Fach Astronomie. Dabei zeigte sich, daß von einigen Bezirken (z. B. Dresden, Halle, Karl-Marx-Stadt, Potsdam, Leipzig) diese Möglichkeit gut genutzt wurde, während bei ande-

ren Bezirken (z. B. Neubrandenburg, Schwerin, Gera) wenig Interesse vorlag.¹

Im Jahre 1967 wurde vom Ministerium für Volksbildung über die Bezirksschulräte die Notwendigkeit der Weiterführung dieses Systems der externen Vorbereitung geprüft und der weitere Bedarf der Schulen an ausgebildeten Astronomielehrern erfaßt. Es wurde ein Bedarf von etwa 500 noch zu qualifizierenden Lehrern für das Fach Astronomie ermittelt, so daß das Ministerium für Volksbildung entschied, dieses System der externen Vorbereitung von Lehrern auf den Erwerb der Lehr-

¹ Vgl.: Lehrer mit dem Zusatzstaatsexamen für das Fach Astronomie (Tabelle). In: Astronomie in der Schule 7 (1970) 2, S. 45.

befähigung im Fach Astronomie beizubehalten. In den vergangenen Jahren wurde von Lehrern und Schulfunktionären des öfteren die Frage gestellt, weshalb für das Fach Astronomie als obligatorisches Lehrfach an unserer Schule keine Lehrer im Direktstudium ausgebildet werden.

Dazu ist festzustellen:

Bis zum Jahre 1965 erhielt der größte Teil der Lehrerstudenten in Fachkombinationen Mathematik/Physik, Physik/Mathematik und in Kombinationen mit Geographie eine obligatorische Grundausbildung im Fach Astronomie (5 Semesterwochenstunden).

Bei der Neugestaltung der Ausbildung der Fachlehrer im Jahre 1963 wurde vom Ministerium für Volksbildung entschieden, die bis zu diesem Zeitpunkt obligatorische astronomische Grundausbildung aller Lehrerstudenten in diesen Fachkombinationen nicht mehr in die Studienpläne aufzunehmen. Diese Entscheidung mußte getroffen werden, weil

- bei einer Ausbildung aller Lehrerstudenten in obengenannten Fachkombinationen der Aufwand für die Ausbildung nicht den tatsächlichen Möglichkeiten hinsichtlich des Einsatzes im Fach Astronomie entspricht (eine Wochenstunde in der 10. und 12. Klasse!),
- eine Reduzierung der Stundenzahl für die obligatorische Ausbildung der Studenten ein dringendes Erfordernis war,
- nicht an allen Lehrerbildungseinrichtungen die personellen und materiellen Voraussetzungen für eine obligatorische Ausbildung aller Studenten der genannten Fachkombinationen in Astronomie bestanden und auch nicht geschaffen werden konnten.

Die Sicherung des Bedarfs der Schulen an Astronomielehrern über das Direktstudium bzw. ein neuzuschaffendes Fernstudium ist aus bildungsökonomischen Überlegungen nicht zweckmäßig. Durch die externe Vorbereitung von Fachlehrern auf den Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie ist gewährleistet, daß nur solche Lehrer eine Lehrbefähigung erwerben, die dieses Fach bereits unterrichten bzw. in den nächsten Jahren unterrichten sollen.

Im Ergebnis der Einführung des neuen Lehrplanwerkes und in Auswertung der Erfahrungen, die im bisherigen System der externen Vorbereitung gesammelt wurden, mußten einige neue Regelungen zur Weiterführung dieses Systems getroffen werden.

Der vorliegende Beitrag verfolgt das Ziel, allen Interessenten, die eine Lehrbefähigung im

Fach Astronomie nach externer Vorbereitung erwerben möchten, diese Regelungen zu erläutern.

Die Weiterführung dieses Systems ist wie folgt vorgesehen:

1. Auf der Grundlage der Anforderungen des neuen Lehrplanwerkes wurden die „Prüfungsanforderungen zum Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie nach externer Vorbereitung (Zusatzstaatsexamen)“ überarbeitet und vom Ministerium für Volksbildung bestätigt. In der Prüfungsordnung werden die Anforderungen an die Teilnehmer – gegliedert nach pädagogisch-methodischen Anforderungen, marxistisch-leninistischen Grundlagen der astronomischen Wissenschaft und fachspezifische Anforderungen – sowie die Literatur für das Selbststudium der Teilnehmer detailliert genannt.

Kennzeichnend für die neuen „Prüfungsanforderungen...“ ist, daß

- die Anforderungen an die Teilnehmer stärker auf die im Lehrplan für den Astronomieunterricht ausgewiesenen Ziele und Aufgaben orientiert wurden,
- das von den Teilnehmern zu erwerbende Fähigkeits- und Kenntnissniveau exakt festgelegt wurde,
- in den Fragenkomplexen stärker die politisch-ideologischen und weltanschaulich-philosophischen Aufgaben des Astronomieunterrichts berücksichtigt werden,
- die fachspezifischen Fragen dem gegenwärtigen Stand der Entwicklung der Wissenschaft Astronomie unter Berücksichtigung der Lehrplananforderungen besser angepaßt wurden.

Damit tragen die „Prüfungsanforderungen...“ dem Ziel der externen Vorbereitung, daß die Teilnehmer solche weltanschaulich-philosophischen, fachwissenschaftlichen und methodischen Voraussetzungen erwerben, die sie auf der Grundlage des Lehrplanwerkes und der Aufgabenstellung zur staatsbürgerlichen Erziehung der Schuljugend befähigen, einen wissenschaftlichen und parteilichen Unterricht im Fach Astronomie zu erteilen, besser Rechnung.

2. Auf der Grundlage dieser „Prüfungsanforderungen...“ ist nur noch in zwei Durchgängen die Möglichkeit gegeben, in organisierter Form die Lehrbefähigung im Fach Astronomie zu erwerben.

Diese Durchgänge finden statt:

1. Durchgang: Juli 1971 bis Februar 1973
2. Durchgang: Juli 1973 bis Februar 1975

Jeder Durchgang umfaßt einen einwöchigen Einführungskurs im Juli 1971 bzw. 1973, einen einwöchigen Kurs in den Winterferien 1972 bzw. 1974 und einen einwöchigen zentralen Abschlußkurs im Juli 1972 bzw. 1974.

Diese Kurse werden unter Verantwortung der Pädagogischen Hochschulen Dresden und Potsdam, des Pädagogischen Instituts Güstrow sowie der Universität Jena durchgeführt.

3. Die Hauptform der Vorbereitung der Teilnehmer sind das Selbststudium auf der Grundlage der „Prüfungsanforderungen...“ und die Lehrveranstaltungen in den Kursen. Durch die Hochschulen wird gesichert, daß zur Unterstützung des Selbststudiums der Teilnehmer Studienanleitungen herausgegeben werden.

Den Bezirken wurde empfohlen, die Teilnehmer aus den jeweiligen Bezirken – eventuell in Kooperation mit den Nachbarbezirken – in Studienzirkeln zusammenzufassen, um das Selbststudium der Teilnehmer durch ausgebildete Fachkräfte der Bezirke und Kreise zu unterstützen und um planmäßige Beobachtungen und Übungen mit astronomischen Geräten durchzuführen. Dafür sollten die Möglichkeiten der Bezirkskabinette für Weiterbildung, der Sternwarten oder der Fachkommissionen Astronomie der Kreise genutzt werden.

4. Die Teilnahme an der externen Vorbereitung auf die Lehrbefähigung im Fach Astronomie erfolgt auf der Grundlage einer Delegation durch den Kreisschulrat.

Die Delegierungsunterlagen (Beurteilung durch die Dienststelle, Nachweis über den Hochschulabschluß, Delegierungsvermerk) sind bis zum **15. Februar 1971 bzw. 1973** an die Direktorate für Weiterbildung und Fernstudium folgender Ausbildungseinrichtungen einzureichen:

Für Bewerber aus den Bezirken

Pädagogische Hochschule

Potsdam: Potsdam, Halle, Cottbus, Berlin, Frankfurt (Oder)

Pädagogische

Hochschule

Dresden: Dresden, Karl-Marx-Stadt

Pädagogisches Institut

Güstrow: Rostock, Schwerin, Magdeburg, Neubrandenburg

Universität

Jena: Erfurt, Gera, Suhl, Leipzig

Voraussetzung für die Delegation ist, daß bereits die Lehrbefähigung als Fachlehrer für ein Unterrichtsfach der allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule vorliegt.

5. Die Teilnehmer an der externen Vorbereitung legen in den Winterferien 1973 bzw. 1975 an den Hochschulen eine mündliche Prüfung im Fach Astronomie und in der Methodik des Astronomieunterrichts ab. Vor der Ablegung der mündlichen Prüfung veranlaßt der delegierende Kreisschulrat, daß der Kreissachberater und der Direktor der Schule eine gemeinsame Einschätzung der Unterrichtstätigkeit der Teilnehmer im Astronomieunterricht an die Ausbildungseinrichtung übersendet. Eine schulpraktische Prüfung entfällt.

Nach erfolgreich abgelegter Prüfung erhalten die Teilnehmer eine Urkunde über die Lehrbefähigung im Fach Astronomie.

Lehrer, die während ihres Direktstudiums eine Grundausbildung im Fach Astronomie erhalten haben, können ohne Teilnahme an der externen Vorbereitung im Astronomieunterricht eingesetzt werden; ihre Qualifizierung erfolgt im Kurssystem und im Prozeß der Arbeit.

Um den an der externen Vorbereitung auf den Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie interessierten Kollegen die Möglichkeit der Information zu geben, werden nachfolgend die „Prüfungsanforderungen...“ veröffentlicht.

Anschrift des Verfassers:

Studienrat GERHARD ENKE
Ministerium für Volksbildung
Hauptabteilung Lehrerbildung
Abteilung Mathematik/Naturwissenschaften
108 Berlin, Unter den Linden

MINISTERIUM FÜR VOLKSBILOUNG – HAUPTABTEILUNG LEHRERBILDUNG

Prüfungsanforderungen zum Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie nach externer Vorbereitung (Zusatzstaatsexamen)

1. Vorbemerkungen

Das Fach Astronomie ist integrierender Bestandteil des neuen Lehrplanwerkes für die allgemeinbildenden Schulen der DDR. Es hat die Aufgabe, das Weltbild der Schüler auf den außerirdischen Raum zu erweitern, indem es ihnen ein Grundwissen über ausgewählte

astronomische Objekte und Prozesse sowie deren Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten vermittelt. Dabei stützt sich das Fach Astronomie auf vielfältige Kenntnisse und Fähigkeiten, die in anderen Unterrichtsfächern erworben wurden, und arbeitet gemeinsam mit den naturwissenschaftlichen, gesellschaftswissen-

schaftlichen und polytechnischen Fächern an der Formung und Festigung der Grundüberzeugungen sozialistischer Staatsbürger.

Wegen des Systemcharakters der Beziehungen zwischen der Astronomie und anderen Zweigen der Wissenschaft, wie der Physik, Mathematik, Geographie und Philosophie, dem wissenschaftlichen Gerätebau und der Astronautik muß der Astronomielehrer über eine breite und wissenschaftlich fundierte Grundlagenbildung verfügen. Dies ist auch deshalb erforderlich, weil das Unterrichtsfach Astronomie zu weitgehenden Verallgemeinerungen der bisher von den Schülern erworbenen Kenntnisse und Einsichten sowie zur Verknüpfung naturwissenschaftlicher und weltanschaulich-philosophischer Erkenntnisse führt.

Das Ziel der externen Vorbereitung auf den Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie besteht darin, daß die Teilnehmer solche weltanschaulich-philosophischen, fachwissenschaftlichen und methodischen Voraussetzungen erwerben, die sie bei der Realisierung der hohen Zielstellungen des Lehrplans Astronomie für die 10. und 12. Klassen und der Aufgabenstellung zur staatsbürgerlichen Erziehung der Schuljugend befähigen, einen wissenschaftlichen und parteilichen Unterricht zu erteilen. Der künftige Fachlehrer für Astronomie muß am Ende der externen Vorbereitungszeit folgendes **Fähigkeits- und Kenntnisniveau** besitzen:

- Er verfügt über ein sicheres, umfangreiches Fachwissen und die notwendigen mathematisch-physikalischen Grundkenntnisse,
- er besitzt fundierte Kenntnisse im Marxismus-Leninismus und ist fähig und bereit, sich mit unmarxistischen ideologischen Positionen auseinanderzusetzen und idealistische Auslegungen fachspezifischer Forschungsergebnisse zu erkennen und zu widerlegen,
- er ist fähig, die Stellung und Funktion des Zielsystems der astronomischen Bildung innerhalb der Ziele der sozialistischen Allgemeinbildung zu erkennen und die Funktion des astronomischen Bildungsgutes (Stoffes) bei der Realisierung dieser Ziele zu bestimmen,
- er ist fähig, die Grundideen des Lehrplanwerkes - besonders die grundsätzlichen Festlegungen zu den Zielen und Inhalten sozialistischer Allgemeinbildung - bei der Planung der Unterrichtseinheiten und Stunden praktisch zu realisieren und dabei begründete Entscheidungen über den Beitrag der betreffenden Unterrichtseinheit bzw. Unterrichtsstunde zur Formung der sozialistischen Ideologie zu treffen, wobei er die konkrete pädagogische Situation und das bereits vorhandene Ausgangsniveau der Schüler beachtet,
- er ist in der Lage, auf wissenschaftlich-materialistischer Grundlage die Entwicklung der astronomischen Anschauungen vom Altertum bis in die Gegenwart richtig zu werten und die Zusammenhänge zwischen der astronomischen Wissenschaft und den gesellschaftlichen Kräften im Unterricht partiell zu behandeln,
- er ist fähig, sich neueste Ergebnisse der astronomischen Forschung anzueignen und entsprechend den pädagogisch-methodischen Möglichkeiten für den Unterricht aufzubereiten sowie die Ergebnisse astronautischer Unternehmungen in den Unterricht einzubeziehen und vom Klassenstandpunkt aus kritisch zu werten,
- er ist in der Lage, die positive Einstellung der Schüler zum Fach Astronomie zu fördern und zur Entwicklung zielstrebigere Aktivität, Selbständigkeit und schöpferischer Arbeit der Schüler zu nutzen,
- er kennt die verbindlichen Unterrichtsmittel

und die wesentlichen Beobachtungsgeräte für den Astronomieunterricht,

- er ist bereit, seine pädagogischen Erfahrungen sowie sein fachliches und politisches Wissen kontinuierlich weiterzuentwickeln und stets auf dem modernsten Stand der Wissenschaft zu halten.

2. Anforderungen für den Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie nach externer Vorbereitung

2.1. Pädagogisch-methodische Anforderungen:

2.1.1. Die Zielstellung des Astronomielehrplans im Gesamtsystem des Lehrplanwerkes

- Der Anteil des Faches Astronomie an der Bildung und Erziehung sozialistischer Schülerpersönlichkeiten
- Die fachspezifischen und fachübergreifenden Leitlinien des Lehrplans für Astronomie und ihre Beachtung bei der Planung und Gestaltung des Unterrichtsprozesses

2.1.2. Der Anteil des Faches Astronomie an der Herausbildung sozialistischer Grundüberzeugungen

- Die Funktion des Faches bei der Erziehung der Schüler zu sozialistischen Staatsbürgern
- Methoden der Entwicklung sozialistischer Grundüberzeugungen im Astronomieunterricht
- Leitlinien zur ideologischen Erziehung im Fach Astronomie

2.1.3. Erzieherische Potenzen praktischer Schülertätigkeit im Astronomieunterricht

- Die Bedeutung des Systemdenkens und der Gewinnung von Modellvorstellungen
- Die Gewinnung verwertbarer Beobachtungsergebnisse
- Die Entwicklung der Überzeugungen von der Praxis als Kriterium für den Wahrheitsgehalt theoretischer Erkenntnisse und von der Erkennbarkeit der Welt

2.1.4. Der Anteil des Faches Astronomie an der Fähigkeitentwicklung

- Die geistige Tätigkeit der Schüler im Astronomieunterricht
- Die Befähigung zu fachspezifischen praktischen Tätigkeiten im Astronomieunterricht
- Beobachtung und Experiment im Astronomieunterricht

2.1.5. Die Planung und effektive Gestaltung des Bildungs- und Erziehungsprozesses im Fach Astronomie

- Das Primat der Ziele bei der Planung der Inhalte, Methoden und Organisationsformen des Astronomieunterrichts
- Die Einheit von Kenntniserwerb, Entwicklung geistiger Fähigkeiten und Überzeugungsbildung im Fach Astronomie
- Die Koordinierung der Bildungs- und Erziehungsarbeit mit anderen Unterrichtsfächern und der außerunterrichtlichen Tätigkeit
- Die Rolle der Zusammenfassungen und Systematisierungsstunden für Kenntniserwerb und Überzeugungsbildung

2.2. Marxistisch-leninistische Grundlagen der astronomischen Wissenschaft

2.2.1. Die materialistische Grundposition der Astronomie bei der Erforschung bestimmter Bereiche der objektiven Realität

- Gesetzmäßigkeit der Entwicklungsprozesse im Kosmos und die daraus resultierenden Konsequenzen
- Abstraktion und Idealisierung (Hypothesen, Denkmodelle) als Grundlagen für die Entwicklung astronomischer Theorien
- Die Widerspiegelung dieser Grundpositionen im Astronomieunterricht

- 2.2.2. Umfang und Tiefe der Vermittlung philosophischer Kenntnisse im Astronomieunterricht
- Die Erkennbarkeit der Welt
 - Die materielle Einheit der Welt
 - Die ständige Veränderung und Entwicklung im Weltall
- 2.2.3. Wechselwirkungen zwischen Mensch - Natur - Technik - Wissenschaft am Beispiel der Geschichte der Astronomie
- Die Fortschritte der Astronomie in Abhängigkeit von der Entwicklung der Produktivkräfte und von den gesellschaftlichen Verhältnissen
- 2.2.4. Die dialektische Entwicklung der astronomischen Wissenschaft
- Erweiterung der Möglichkeiten praktischer Forschungen durch Inbetriebnahme neuer Beobachtungsgeräte und theoretischer Forschungen durch Fortschritte der theoretischen Physik und Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung
 - Die gegenseitige Befruchtung praktischer und theoretischer Arbeiten
 - Die Rolle von Denkmodellen bei der Weiterentwicklung der astronomischen Erkenntnis; die Praxis als Kriterium der Wahrheit
- 2.3. Fachspezifische Anforderungen:
- 2.3.1. Die Erde als Standort astronomischer Beobachtungen
- Orientierung am Sternhimmel (wichtige Sternbilder und ihre Sichtbarkeit)
 - Arbeit mit der drehbaren Sternkarte; Einsatzmöglichkeiten
 - Grundbegriffe der sphärischen Astronomie (Koordinatensystem; Koordinaten der Gestirne und deren Veränderung)
 - Koordinatentransformation (Nur soweit zur Einstellung von Beobachtungsgeräten erforderlich!)
 - Argumente gegen die Astrologie
 - Atmosphäre als Schutzmantel und als Forschungshindernis
 - Vorbereitung, Organisation und Durchführung des ersten (einführenden) Beobachtungsabends zur Orientierung am Sternhimmel
- 2.3.2. Der extraterrestrische Raum als Standort astronomischer Beobachtungen
- Die Bedeutung erdumkreisender Observatorien
 - Sonden und Raumschiffe zur Erforschung von Mond, Venus und Mars
 - Astronautische Erforschung der Erde und des unmittelbaren erdnahen Raumes
 - Abhängigkeit der Ziele der Raumforschung von den gesellschaftlichen Bedingungen; die führende Rolle der Sowjetunion beim Ringen um die friedliche Nutzung des Weltraumes
- 2.3.3. Astronomische Instrumente
- Abbildungsgesetze an Linsen und Hohlspiegeln
 - Prinzipieller Aufbau der Instrumente (Refraktor, Reflektor, Radioteleskop)
 - Achsensysteme zur Fernrohraufstellung; Justierung von Fernrohren nach der Scheinerschene Methode
 - Spezialinstrumente (Meridankreis, Sonnenteleskop, Astrogaph)
 - Zusatzeinrichtungen der Geräte (Spektrograph, Spektroskop, Photometer, Bildwandler)
 - Beobachtungstechnik - Technische Revolution - Polytechnische Bildung
 - Grundlagen der Astrophotographie, Möglich-
- keiten der Photographie von Himmelsobjekten mit nicht nachführbarem Gerät (Schulfernrohr), Auswertung einer eigenen Sternsputraufnahme
- 2.3.4. Entwicklung der Vorstellungen über das Planetensystem
- Weltvorstellung des Altertums
 - Kampf um die Anerkennung des heliozentrischen Systems als Teil der ideologischen Auseinandersetzungen im Mittelalter; Kopernikus, Kepler, Galilei; Beziehungen zwischen der Ablösung des geozentrischen durch das heliozentrische Weltbild und der Ablösung der Feudalgesellschaft durch das Bürgertum
 - Keplersche Gesetze; Newtonsches Gravitationsgesetz
 - Voraussage noch nicht entdeckter Himmelskörper (Dialektik von Theorie und Praxis; philosophische Auswertung)
- 2.3.5. Das Planetensystem
- Allgemeine Übersicht über die Körper des Planetensystems (Anzahl, Größe, Bewegung)
 - Erforschung des Mondes von der Erde aus und mit Hilfe der Astronautik (ideologische Wertung astronautischer Experimente)
 - Physik der erdähnlichen Planeten, der Jupiterähnlichen Planeten und der Kleinkörper
 - Bedeutung der Astronautik bei der Erforschung des Planetensystems
 - Vorstellungen zur Kosmogonie des Planetensystems
 - Vorbereitung, Organisation, Durchführung und Auswertung der obligatorischen Schülerbeobachtungen zu Mond und Planeten
- 2.3.6. Die Sonne als Zentralkörper unseres Planetensystems und als Prototyp eines Sterns
- Aufbau der Sonne
 - Energiefreisetzung im Sonneninneren, Energietransport, Strahlung
 - Elektromagnetisches Spektrum
 - Strahlungsgesetze (Planck, Stefan-Boltzmann)
 - Beobachtbare Erscheinungen an der Sonnenoberfläche und Erscheinungen der Sonnenaktivität
 - Solar-terrestrische Beziehungen
 - Sonnenbeobachtung mit optischen und radioastronomischen Geräten
 - Durchführung von Sonnenbeobachtungen: Instrumente, Methoden, Sicherheitsbestimmungen, Auswertung
- 2.3.7. Entfernungen und Zustandsgrößen der Sterne
- Entfernungen und Entfernungsbestimmungen
 - Masse, Radius, Leuchtkraft (scheinbare und absolute Helligkeit), Temperatur, Spektrum; weitere Zustandsgrößen
 - Wichtige Methoden zur Bestimmung ausgewählter Zustandsgrößen
 - Sterne mit periodisch und aperiodisch veränderlichen Zustandsgrößen
 - Zusammenhänge zwischen den Zustandsgrößen (HRD, FHD, Masse-Leuchtkraft-Beziehung, Periode-Helligkeits-Beziehung)
- 2.3.8. Sternentwicklung
- Masse und chemische Zusammensetzung als Hauptparameter der Sternentwicklung
 - Sternmodelle
 - Das HRD als Entwicklungsdiagramm
 - Verzweilung der Sterne auf der Hauptreihe
 - Energiefreisetzung im Stern bei unterschiedlichen physikalischen Bedingungen (Kon-

traktion; pp-Reaktion, Bethe-Weitzsäcker-Prozeß; Salpeterprozeß)

- Übergang zum Riesenstadium; Weiße Zwerge; Neutronensterne (Pulsare)

2.3.9. Zustandsformen und Verteilung der Stoffe und Felder im Milchstraßensystem

- Einfach-, Doppel- und Mehrfachsterne
- Assoziationen, offene Sternhaufen
- Kugelförmige Sternhaufen
- Interstellares Medium (Atome, Moleküle, Staub)
- Modell des Sternsystems
- Spiralstruktur der Galaxis; Nachweis der Spiralstruktur
- Eigenbewegung und Radialgeschwindigkeit der Sterne; Rotation der Galaxis
- Vorbereitung, Organisation, Durchführung und Auswertung der obligatorischen Sternbeobachtung

2.3.10. Extragalaktische Sternsysteme

- Optische Beobachtungstatsachen über die Galaxien (Erscheinungsformen, Verteilung, Bewegung); Doppler-Effekt
- Radioastronomische Beobachtungstatsachen
- Kosmogonie der Galaxien (normale Galaxien, Radio-Galaxien, Quasare); kosmologische Deutung von Beobachtungstatsachen (Hubble-Effekt, 3-K-Strahlung)
- Materielle Einheit der Welt und unendliche Vielfalt der Erscheinungsformen der Materie
- Auseinandersetzung mit idealistischen Spekulationen über die objektiv vorhandene Raum-Zeit-Struktur des Universums und seiner Entwicklung im Zusammenhang mit der Rotverschiebung und der 3-K-Strahlung

3. Mathematische und physikalische Grundlagenerkenntnisse:

3.1. Mathematische Grundkenntnisse:

- Winkelfunktionen, ebene Trigonometrie
- Logarithmenrechnung, Zehnerpotenzen
- Grundkenntnisse der sphärischen Trigonometrie (Mindestumfang: gründliche Kenntnisse in der Handhabung der drehbaren Sternkarte)
- Arbeitsprinzip und Anwendungsbereiche einer EDV-Anlage

3.2. Physikalische Grundkenntnisse:

- Keplersche Gesetze, Newtonsches Gravitationsgesetz
- Gesamtes elektromagnetisches Spektrum
- Strahlungsgesetze (Planck, Stefan-Boltzmann)
- Wellencharakter des Lichts; Doppler-Effekt
- Kernfusionen als Energieprozesse im Sterninneren
- Äquivalenz von Masse und Energie
- Abbildungsgesetze an Linsen und Hohlspiegeln
- Keplersches und Galileisches Fernrohr

Im allgemeinen dürften diese Kenntnisse bei den Teilnehmern vorausgesetzt werden, die

eine Ausbildung als Fachlehrer für Mathematik, Physik oder Chemie erhalten haben oder die bereits seit mehreren Jahren im Fach Astronomie unterrichten. Den übrigen Teilnehmern wird ein entsprechendes Studienmaterial zur selbständigen Erarbeitung dieser Grundkenntnisse zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus werden diese Kenntnisse bei der Behandlung der Themenkomplexe während der Seminarkurse ständig angewandt und vertieft.

Durch die Ausbildungsrichtungen ist zu sichern, daß die Teilnehmer im Rahmen der Lehrveranstaltungen in den Kursen planmäßig an Beobachtungen und Übungen mit astronomischen Geräten herangeführt werden. Dabei sollten weitgehend die Möglichkeiten der Schulsternwarten und anderer astronomischer Einrichtungen der Bezirke und Kreise genutzt werden.

Literatur:

AHNERT, P.: *Beobachtungsobjekte für Liebhaber-astronomen*. Verlag J. A. Barth, Leipzig, 1961 und 1968

AHNERT, P.: *Kalender für Sternfreunde*. Verlag J. A. Barth, Leipzig, jährlich

Autorenkollektiv: *Astronomie-Lehrbuch Klasse 10*. Verlag Volk und Wissen, Berlin (in Vorbereitung)

Autorenkollektiv: *Astronomie-Unterrichtshilfe Klasse 10*. Verlag Volk und Wissen, Berlin (in Vorbereitung)

Autorenkollektiv: *Lehrplanwerk und Unterrichtsgestaltung*. Verlag Volk und Wissen, Berlin 1969

ENGELS, F.: *Dialektik der Natur*. In: MARX/ENGELS Werke, Bd. 20, Dietz Verlag, Berlin 1962

FRIEDEMANN, CH.: *Das Weltall*. Urania-Verlag, Leipzig-Jena-Berlin 1969

GRAFF/LAMBRECHT: *Grundriß der Astrophysik, Bd. II „Das Planetensystem“*. Verlag Teubner, Leipzig 1962

GÜNTHER, O.: *Astronomie für die Hand des Lehrers*. Pädagogische Hochschule Potsdam, 1960

HARIG, H.: *Die Tat des Kopernikus*. Urania-Verlag, Leipzig-Jena-Berlin 1962

HOPPE, J.: *Planeten, Sterne, Nebel*. Verlag Enzyklopädie, Leipzig 1961

HÖRZ, H.: *Physik und Weltanschauung*. Urania-Verlag, Leipzig-Jena-Berlin 1968

KRÜGER/RICHTER: *Radiostrahlung aus dem All*. Urania-Verlag, Leipzig-Jena-Berlin 1968

LENIN, W. I.: *Materialismus und Empiriekritizismus*. In: Lenin Werke, Bd. 14, Dietz Verlag, Berlin 1968

LINDNER, H.: *Physik im Kosmos*. Fachbuchverlag, Leipzig 1964

LINDNER/WERSIG: *Praktische Schülerbeobachtungen im Astronomieunterricht*. Verlag Volk und Wissen, Berlin 1962

Ministerium für Volksbildung: *Aufgabenstellung zur weiteren Entwicklung der staatsbürgerlichen Erziehung der Schuljugend*. In: Verfügungen und Mitteilungen 10/1969

Ministerium für Volksbildung: *Lehrplan Klasse 10*

WEIGERT, A.: ZIMMERMAN, A.: *Brockhaus ABC der Astronomie*. Brockhaus-Verlag, Leipzig 1960 und 1961 (Neuaufgabe in Vorbereitung)

Zeitschriften: Astronomie in der Schule, Verlag Volk und Wissen, Berlin – *Astronomie und Raumfahrt*, Deutscher Kulturbund, ZfA Astronomie – *Die Sterne*, Verlag J. A. Barth, Leipzig

Wir entbieten unseren Lesern

die herzlichsten Wünsche zum Jahreswechsel

Tage der Schulastronomie 1971 in Bautzen

Zur Vorbereitung der obligatorischen Beobachtungsaufgaben des neuen Lehrplans für das Fach Astronomie und zur Unterstützung der Leiter wissenschaftlich-technischer Arbeitsgemeinschaften der Klassen 9 und 10 führt die Schulsternwarte Bautzen in den Sommerferien 1971 die „Tage der Schulastronomie“ durch.

Vor allem Leiter von schulastronomischen Einrichtungen und Arbeitsgemeinschaften, Leiter von Schulsternwarten und Planetarien, aber auch alle interessierten Astronomielehrer sind zu dieser Veranstaltung herzlich eingeladen.

Aus dem Programm:

- Vorbereitung, Durchführung, Auswertung und Organisation der vom neuen Lehrplan geforderten obligatorischen Schülerbeobachtungen
- Astronomische Ereignisse im Schuljahr 1971/72 und ihre Einbeziehung in die Lösung der Lehrplanaufgaben
- Ziel, Inhalt und Methoden der Tätigkeit astronomisch-astronautischer Arbeitsgemeinschaften
- Der Kalender für Sternfreunde und seine Anwendungsmöglichkeiten in Schulsternwarten und Arbeitsgemeinschaften sowie zur Vorbereitung der Schülerbeobachtungen

Das ausführende Programm wird im Heft 1/1971 unserer Zeitschrift veröffentlicht.

Teilnehmermeldungen nimmt die Schulsternwarte Bautzen bis zum 15. Mai 1971 entgegen. Unterkunft und Verpflegung erfolgt im Sorbischen Institut für Lehrerbildung Bautzen.

Welche Zeitschriften interessieren uns?

PÄDAGOGIK. WALTER ULBRICHT: Zu einigen Grundfragen unserer sozialistischen Schulpolitik. 25 (1970) 8, 689-707. Referat auf dem VII. Pädagogischen Kongress. — MARGOT HONECKER: Wir lehren und lernen im Geiste Lenins. 25 (1970) 8, 708-754. Referat auf dem VII. Pädagogischen Kongress.

WISSENSCHAFTLICHE ZEITSCHRIFT DER KARL-MARX-UNIVERSITÄT LEIPZIG (Gesellschafts- und Sprachwissenschaft, Reihe). H. FAUST: Ziele der Entwicklung geistiger Fähigkeiten in der sozialistischen Schule. 19 (1970) 1, 3-18. — H. WECK: Fähigkeitsentwicklung unter schulpolitischen Aspekt. 19 (1970) 1, 19-24. — W. MÜLLER: Zu einigen philosophischen Problemen der Entwicklung geistiger Fähigkeiten im Sozialismus. (Thesen) 19 (1970) 1, 25-30. — W. KEISER: Psychologische Grundprobleme der Entwicklung geistiger Fähigkeiten. 19 (1970) 1, 31-45. — W. GROSSMANN: Zur Funktion und Struktur der geistigen Fähigkeit des Verallgemeinerns. 19 (1970) 1, 65-71. — H. WENGE: Entwicklung geistiger Fähigkeiten im Unterricht unter dem Aspekt pädagogischer Führung und einige Fragen der modellhaften Darstellung der Prozeßgesetzmäßigkeiten. 19 (1970) 1, 89-101. — L. KLINGBERG: Fähigkeitsentwicklung aus der Sicht des Zusammenhangs von Didaktik und Heuristik. 19 (1970) 1, 101-104. — L. FISCHER: Zum planmäßigen Zusammenwirken der Unterrichtsfächer bei der Herausbildung geistiger Fähigkeiten. 19 (1970) 1, 133-143. — B. SCHRÜMPF: Zum Zusammenwirken der Unterrichtsfächer bei der Ausbildung der sprachlich-geistigen Tätigkeit des Beschreibens. 19 (1970) 1, 145-157. — A. ALEXANDROW: Fähigkeitsentwicklung in der außerunterrichtlichen Arbeit. 19 (1970) 1, 159-161. — W. HERTSCH: Zur Entwicklung geistiger Fähigkeiten durch Schüleraufträge. 19 (1970) 1, 163-169.

ZEITSCHRIFT FÜR DEN ERDKUNDEUNTERRICHT. HELMUT FAUST: Zur Entwicklung geistiger Fähigkeiten im Unterrichtsprozeß der sozialistischen Schule. 22 (1970) 3, 90-106. — GERHARD KUNSTMANN/KURT SANDER: Zum Einsatz des Tageslicht-Schreibprojektor „Polylux“ und von Projektionsfolien im Geographieunterricht. 22 (1970) 5, 198-207. Ein Artikel, aus dem auch der Astronomielehrer Anregungen entnehmen kann.

POLYTECHNISCHE BILDUNG UND ERZIEHUNG. GÜNTER SAUER: Wissenschaftlich-technische Arbeitsgemeinschaften in den Klassen 9 und 10 als Formen des differenzierten Lernens. 12 (1970) 2, 54-57.

EINHEIT. Über die Aufgaben der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR. 25 (1970) 9, 1162 bis 1169. Interview mit Prof. GERHART NEUNER, Präsident der APW. — KARL LANIRS: Physik und Weltanschauung. 25 (1970) 9, 1190-1198. Zur Leninschen

These von der Unerschöpflichkeit der Materie. Autor berührt auch Fragen der Astrophysik.

NEUES DEUTSCHLAND. HORST HOFFMANN: Männer und Frauen „hinter dem Mond“. 26. 9. 1970, S. 11. Autor berichtet über die Namensgebung von Kratern auf der Mondrückseite, die auf der XIV. Generalversammlung der IAU im August 1970 in Brighton (Großbritannien) bestätigt wurden. Der Artikel ist für den Astronomielehrer besonders deshalb wertvoll, weil er in ihm die Lebensdaten von drei DDR-Astronomen (WALTER GROTHIAN, CUNO HOFFMEISTER, HERIBERT SCHNELLE) und zwei weiteren Forschern (PAUL GUTHNICK, WERNER KOHLBÖRSTER) erwähnt, nach denen Mondkrater benannt wurden.

DIE STERNE. J. HERRMANN: Aktuelle Informationen über die Physik der Planeten I/A: Der heutige Stand der Merkurforschung. 46 (1970) 4, 129-137. — E. KOCH: Aktuelle Informationen über die Physik der Planeten I/B: Exobiologische Betrachtungen zur Evolution und Gegenwart der Planetenatmosphären. 46 (1970) 4, 138-149. JULIUS DICK: Astronomie im Stein. 46 (1970) 4, 149-157. Hinweise auf Steindenkmäler, die auf bevorzugte Groß- und Kleinkreise der Erdkugel und damit auf solche der Himmelskugel aufmerksam machen.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN. W. KUNDT: Gravitationssignale, eine galaktische Botschaft? 57 (1970) 1, 6-10. — RICHARD GOODY: The Atmospheres of Mars and Venus. 57 (1970) 1, 10-16 (engl.). — T. KIRSTEN: Isotopenanalysen an Mondproben. 57 (1970) 5, 236-239.

Abgeschlossen: 30. September 1970

Dr. MANFRED SCHUKOWSKI

Seminarkurs zur Vorbereitung der Lehrer auf den Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie

In den Sommerferien 1971 beginnt in Bautzen ein neuer Seminarkurs zur Vorbereitung auf den Erwerb des Zusatzstaatsexamens. Interessenten des Bezirks Dresden und benachbarter Bezirke reichen ihre Bewerbungsunterlagen bis zum 15. Februar 1971 über den Kreisschulrat an die Pädagogische Hochschule Dresden (Direktorat für Fernstudium und Weiterbildung — 806 Dresden, Wigardstraße 17) ein.



1971 - Jahr der günstigen Marsopposition

Alle zwei Jahre kommt der Mars bei seiner Opposition in Erdnähe und gibt uns dabei das Schauspiel einer Planetenschleife. 1971 wird die günstige Gelegenheit eintreten, unseren Nachbarplaneten wandern seiner Oppositionsschleife aus einer geringen Entfernung von der Erde zu beobachten.

Verlauf der Marsschleife 1971

In den Monaten April bis Juni durchläuft der Planet rasch das Sternbild Schütze in Richtung Steinbock. Am 13. Juli wird er rückläufig (1. Stillstand) und biegt allmählich nach Süden ein. Am 11. September wird er wieder rückläufig (2. Stillstand) und wandert im Verlauf der letzten Monate des Jahres durch den Wassermann in Richtung Fische, wobei er sich allmählich der Ekliptik nähert.

Es kommt somit zu einer nach unten hängenden, geschlossenen Schleife, die eine Länge von rund 10° und eine Breite von maximal $3,5^\circ$ aufweist. Die Ausprägung der Schleife hängt in erster Linie von der Lage der Knoten und der damit verbundenen Abweichung von der Ekliptik ab. Nach dem 10. März befindet sich der Planet im absteigenden Knoten und erreicht sogar zur Oppositionszeit mit $1,647^\circ$ die größte südliche Abweichung von der Erdbahnebene. Die größte Erdnähe mit 56,2 Mill. km tritt am 12. August ein und fällt nicht genau mit dem Tag der Opposition zusammen. Dies ist auf die elliptische Gestalt der Marsbahn zurückzuführen, wodurch Abweichungen bis zu 8 Tagen möglich sein können.

Hinweise für die Behandlung des Themas im Unterricht

Für die Aktualisierung des Astronomieunterrichts bietet die Beobachtung einer Marsschleife eine Reihe von guten Gelegenheiten und Möglichkeiten. Da sich nun einmal die astronomischen Ereignisse nicht nach dem zeitlichen Ablauf des Lehrplanes richten, kommt es auf das Geschick des Lehrers an, wie die sich darbietenden Potenzen genutzt werden.

Die Marsschleife fällt diesmal vorwiegend in die Zeit der Sommerferien. Für das Schuljahr 1970/71 kommt eine Beobachtung im Klassenverband nicht mehr in Frage, doch sollten die Schüler nach einem Jahr Astronomieunterricht in der Lage sein, mit Hilfe der erteilten Anleitungen selbst die Beobachtungen vorzunehmen und sie zu fixieren.

Für das Schuljahr 1971/72 ist das Ereignis zu Beginn des Astronomieunterrichts größtenteils schon vorüber, doch sind das rasche rechtwinklige Wandern in den Herbstmonaten sowie die Abnahme der Helligkeit gut zu beobachten. Hierbei muß der Lehrer einen Teil der Beobachtungen, die in die sehr späten Abendstunden fallen, ergänzen.

Die wesentliche Hilfe wird wie immer der „Kalender für Sternfreunde“ sein, aus dem die geozentrischen Koordinaten sowie die physikalischen Ephemeriden (Scheibendurchmesser, Positionswinkel, Phasenwinkel, Zentralmeridian usw.) zu entnehmen sind. Zur Fixierung der Beobachtungsergebnisse wird sich am besten die Arbeitskarte der Tierkreiszone eignen, auf der die scheinbaren Planetenörter in gewissen Zeitabständen eingetragen werden, um die einzelnen Punkte zu dem Schleifenbild zu verbinden. Die Fixsterne werden dabei die zeichnerischen Anhaltspunkte der Planetenörter bilden. Im Sternbild Steinbock sind es allerdings keine sehr auffallenden

Sterne wie beispielsweise im Stier oder in den Zwillingen. Die Marsschleife spielt sich im östlichen Teil des Steinbocks ab. Im Juli bewegt sich der Planet langsam in der Nähe der Sterne Gamma, Delta, Kappa und Epsilon. In der 2. Oktoberhälfte wandert er dann wieder rechtläufig an den Sternen Gamma und Delta vorüber.

Das Diagramm kann von interessierten Schülern mit Hilfe der Angaben aus dem „Kalender für Sternfreunde“ erarbeitet werden. Es eignet sich sowohl für die Information als auch für zahlreiche Vergleiche zwischen den Entfernungen, den verschiedenen Scheibendurchmessern und Helligkeiten. Bei der diesjährigen Marsopposition wird die scheinbare Helligkeit des Sirius um rund 1 Größenklasse überschritten. Leider ist ein direkter Vergleich der beiden Gestirne nicht möglich, da der Sirius während dieser Zeit nicht sichtbar ist. Gute Vergleichsmöglichkeiten bieten sich dagegen mit Wega und Arktur in den Monaten April/Mai sowie November/Dezember.

Aus den angegebenen Scheibendurchmessern lassen sich die Flächengrößen errechnen und miteinander vergleichen. So beträgt die Flächengröße der Planetenscheibe am 10. 8. (Tag der Opposition) mehr als dreimal soviel wie am 1. 6. bzw. am 25. 10. Diese Gesichtspunkte werden für die Fernrohrbeobachtung von Wichtigkeit sein. Für eine lohnenswerte Beobachtung mit einem Schul- oder Amateurfernrohr kommt der Zeitraum zwischen Mitte Juni und Mitte Oktober in Frage, wenn der scheinbare Durchmesser des Mars größer als $15''$ ist. Die günstigste Zeit liegt natürlich einen Monat vor und einen Monat nach der Opposition. In dieser Zeit steht der Mars besonders im Blickpunkt des Interesses der Beobachter. Während er bei den ungünstigen Apheloppositionen nur einen Scheibendurchmesser von knapp $14''$ erreicht, sind es diesmal sogar $24,9''$.

Die Rotationsdauer von $24\text{h } 37\text{min } 23\text{s}$ unterscheidet sich nicht sehr von der der Erde und bedingt, daß der irdische Beobachter an aufeinanderfolgenden Tagen etwa dieselben Gebiete der Planetenoberfläche sehen kann. Für die Durchbeobachtung der gesamten Oberfläche sind daher 36 Tage erforderlich. Die Neigung des Marsäquators gegen die Marsbahn beträgt 24° (Erde $23^\circ 24'$), doch weicht die Richtung der Rotationsachsen beider Planeten stark voneinander ab. Am Mars Himmel befindet sich der Nordpol im nördlichen Teil des Sternbildes Schwan (Rekt.: $21\text{h } 12\text{m}$, Dekl.: $+54^\circ$).

Für Beobachtungen mit Instrumenten sind die wechselnden scheinbaren Größenverhältnisse wichtig. Eine 73fache Vergrößerung zellt bei einer Perihelopposition beispielsweise so viel auf dem Mars wie das bloße Auge auf dem Mond, bei einer Aphelopposition ist jedoch dafür eine 133fache Vergrößerung notwendig.

Nützen wir also die zahlreichen Möglichkeiten und Impulse zur Aktualisierung unseres Unterrichts, die sich aus dieser Marsopposition mit ihrer Schleife ergeben. Eine ähnlich günstige Opposition wird erst wieder im September 1988 eintreten.

Literatur:

ROTH, G. D.: Taschenbuch für Planetenbeobachter. Mannheim 1966.
Astronomiceskij Eshegodnik 1971, Moskau 1969.

A. ZENKERT

