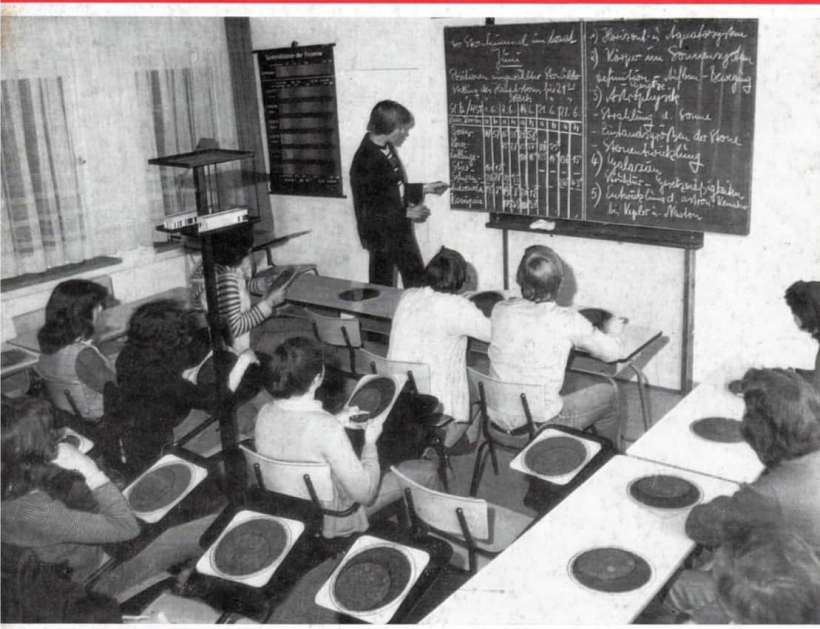
Astronomie

in der Schule

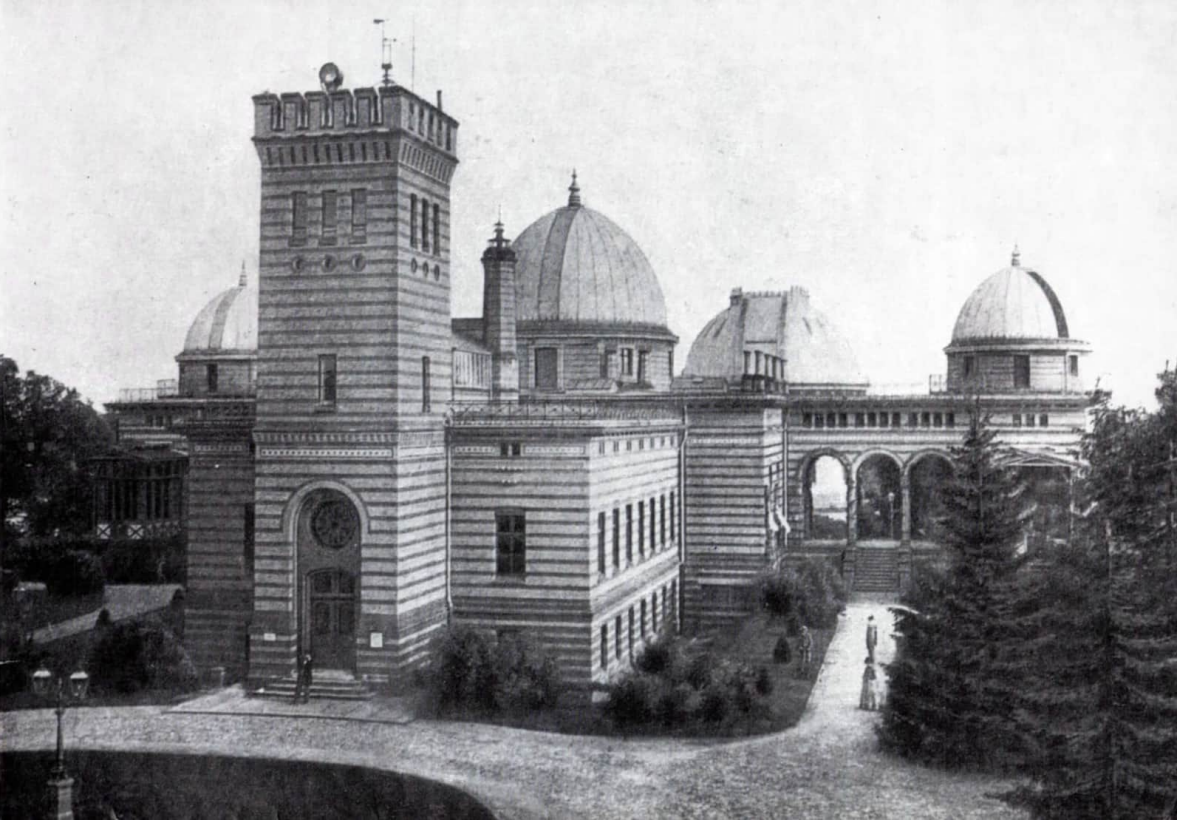


VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

1
1979

INDEX 31053
PREIS 0,60 M

31053 11/75 M 2
-2703 Michaelis Porb-Molmar
Calpiner Str. 66



Astronomie

in der Schule

Zeitschrift für die Hand
des Astronomielehrers

Herausgeber:
Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag Berlin, 108 Berlin 8, Krausenstraße 50, Am Spittelmarkt, Telefon 2 04 30, Postscheckkonto: Berlin 1326 26

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

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

Anschrift der Redaktion:
86 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8, Postfach 54, Telefon: 4 25 85

Gesamtherstellung:
Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen
AN (EDV 427)
III-4-9-2574-4,5 Liz. 1488

ISSN 0004 – 6310

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 1 **16. Jahrgang 1979**

Seite

M. HONECKER
Probleme der Gestaltung des Unterrichts 2
H. ARMBRÜSTER
Direktstudium für die Ausbildung von Diplomlehrern in Fach Astronomie 3
H.-H. v. BORZESZKOWSKI
Kosmische Gravitation und irdische Physik 4
H. HOFFMANN
Salut-Sojus-Progress-Programm 1971—1978 7
D. B. HERRMANN
Zur Entstehung der Astrophysik 9
K. FRIEDRICH
BERNHARD WOLDEMAR SCHMIDT zum 100. Geburtstag 12
H. ALBERT
Zur Aneignung eines soliden Wissens 13
K. ULLERICH
Einsatz von Arbeitsblättern bei der Aneignung neuen Stoffes 16
Unser Forum 17
Aus Wissenschaft und Unterricht 19
Wir stellen vor 21
Rezensionen 21
Unsere Bilder 23
Wir beobachten 24
Karteikarte: Beobachtungen (S. SCHREITER)
Jahresinhaltsverzeichnis 1978 (A. MUSTER)
Redaktionsschluß: 20. Dezember 1978

СОДЕРЖАНИЕ

М. ХОНЕКЕР
Проблемы оформления преподавания 2
Х. АРМБРЮСТЕР
Непосредственная учёба для образования учителей с дипломом по астрономии 3
Х. Х. Ф. БОРЖЕШКОВСКИЙ
Всемирное тяготение и земная физика 4
Х. ХОФФМАНН
Салют-Союз-Прогресс-программа 1971—1978 годов 7
Д. Б. ХЕРРМАНН
О возникновении астрофизики 9
К. ФРИДРИХ
По поводу 100ой годовщины со дня рождения Бернхарда Вольдемара Шмидта 12
Х. АЛЬБЕРТ
О присвоении солидных знаний 13
К. УЛЛЕРИХ
Об употреблении рабочих листов для присвоения нового материала 16
Картотечная карта: Наблюдения (З. ШРАЙТЕР)
Содержание годового комплекта 1978 года

CONTENTS

M. HONECKER
Problems of Instruction Shaping 2
H. ARMBRÜSTER
Imediate Study for Training Certificated Astronomy Teachers . 3
H.-H. v. BORZESZKOWSKI
Universal Gravitation and Terrestrial Physics 4
H. HOFFMANN
Salut – Sojus – Progress – the Programme of the 1971–1978 Years 7
D. B. HERRMANN
On the Origin of Astrophysics 9
K. FRIEDRICH
On the Occasion of the 100th Anniversary of Bernhard Woldemar Schmidt's Birthday 12
H. ALBERT
Aquiring Reliable Knowledges 13
K. ULLERICH
The Application of Working Papers in Aquiring New Matter . . 16
Register Card: Observation (S. SCHREITER)
Contents of the 1978 Annual Volume

Nur Annahme von bisher unveröffentlichten Aufsätzen; Einsendung von Beiträgen in vierfacher 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. Unsere Zeitschrift kann außerhalb der DDR über den internationalen Buch- und Zeitschriftenhandel bezogen werden. Bei Bezugsschwierigkeiten im nichtsozialistischen Ausland wenden Sie sich bitte direkt an unseren Verlag oder an die Firma BUCH-EXPORT, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 701 Leipzig, Leninstraße 16

MARGOT HONECKER

Probleme der Gestaltung des Unterrichts

Aus dem Referat des Ministers für Volksbildung auf dem VIII. Pädagogischen Kongreß

Lebhaft wurden die Probleme der Gestaltung des Unterrichts erörtert, ausgehend davon, daß die Art und Weise, wie der Unterricht erteilt wird, maßgeblich darüber entscheidet, ob das Wissen und Können der Schüler dauerhaft und anwendungsbereit ist, ob die Schüler zur geistigen Auseinandersetzung angeregt, emotional bewegt werden, ob der Unterricht eine hohe erzieherische Wirkung hat. Wir wissen, daß Mängel im fachwissenschaftlichen Niveau nicht durch eine gute Gestaltung des Unterrichts kompensiert werden können, wie umgekehrt Schwächen in der pädagogischen und didaktisch-methodischen Arbeit nicht durch ein hohes fachwissenschaftliches Niveau auszugleichen sind. Viele Kollegen wiesen darauf hin, daß für die methodische Arbeit starre Systeme ebenso unbrauchbar sind wie Routine und Schematismus, die sich allzu leicht in der täglichen Arbeit einschleichen. Und jeder Lehrer weiß wohl, wie sehr man immer wieder neu überlegen und auch probieren muß, welche Methoden in einem bestimmten Stoffgebiet, in einer bestimmten Klasse zu den besten Ergebnissen führen.

Immer wieder bestätigt sich im Alltag, daß von der Qualität jeder einzelnen Unterrichtsstunde, ihrer Vorbereitung, die von keinem Lehrer – weder den jungen noch den erfahrenen Lehrern – geringgeschätzt werden darf, das Ergebnis maßgeblich abhängt. Wir dürfen nicht übersehen, daß noch nicht in jeder Stunde effektiv gelernt wird. Müssen wir nicht immer wieder prüfen – und das in allen Schulen –, ob die elementaren Forderungen an die didaktisch-methodische Arbeit, wie die anschauliche und exakte Erarbeitung von Vorstellungen und Begriffen, die regelmäßige Wiederholung und Systematisierung, das Üben usw., immer die genügende Aufmerksamkeit erfahren? Denn es muß uns bewegen, daß manche Schüler Wichtiges vergessen, daß Wissen und Können teilweise nicht sicher und anwendungsbereit sind, daß Lücken in den Kenntnissen auftreten.

In diesem Zusammenhang wird zu recht das Problem lebhaft diskutiert, wie man sich im einzelnen Fach, in der Stoffeinheit, der Unterrichtsstunde auf das zu erreichende grundlegende Wissen und Können konzentrieren muß und kann. Wie die grundlegenden Anforderungen in der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit zu meistern sind, dieses Problem wird immer erneut in der Praxis der pädagogischen Arbeit stehen, zumal es auch in einigen Lehrplänen und in den Unterrichtshilfen noch nicht ausreichend gelungen ist, das Wesentliche klar auszuweisen. Die Bestimmung des Wesentlichen im Stoff ist keine leichte Aufgabe, geht es doch darum, die Stoffe genauer zu kennzeichnen, die gewissermaßen Knotenpunkte für das Verständnis größerer Stoffbereiche darstellen oder die eine dominierende Stellung im Lehrgangsaufbau haben. Bei aller notwendigen zentralen Hilfe bleibt dies immer ein Feld der schöpferischen Arbeit der Lehrer, denn immer spielen hier die konkreten Bedingungen wie das Niveau der Klasse, die Erfahrungen der Schüler, Verbindungen zu anderen Unterrichtsfächern usw. eine Rolle.

Viele Pädagogenkollektive bewegt das Problem der geistigen Aktivierung der Schüler. Dabei spielen Fragen der problemhaften Gestaltung des Unterrichts eine Rolle. Offensichtlich sind Praktiken und Auffassungen überwunden, daß man recht viele Probleme in jeder Unterrichtsstunde „abarbeiten" oder eine Fülle von Schülertätigkeiten organisieren müsse. Vielmehr wird immer besser berücksichtigt, daß eine Unterrichtsstunde nur dann Erfolg verspricht, wenn durch klug ausgewählte und sparsam eingesetzte Problemstellungen die geistige und geistig-praktische Tätigkeit der Schüler auf die Schwerpunkte der Unterrichtsstunde oder Stoffeinheit orientiert wird. Es ist eine alte Erfahrung: Wird nur eine Seite, ein Aspekt, eine Methode herausgegriffen oder verabsolutiert, so sind Einseitigkeiten und Schematismus die Folge. Gerade die geistige Aktivierung der Schüler verlangt eine vielfältige didaktisch-methodische Arbeit. Eine Universalmethode gibt es nicht, die Wahl der Methoden ist nun einmal abhängig von den zu erreichenden Zielen, vom Inhalt und von den konkreten Bedingungen in der jeweiligen Klasse und bei den einzelnen Schülern. Unsere Fachmethodiker und Didaktiker sollten es als ihre Aufgabe betrachten, Beispiele aus der Praxis der Lehrer und Varianten für eine interessante und problemreiche Gestaltung bestimmter Stoffgebiete und Unterrichtsstunden aufzubereiten und zu veröffentlichen.

HERMANN ARMBRÜSTER

Direktstudium für Ausbildung von Diplomlehrern im Fach Astronomie

Mit dem Studienjahr 1978/79 hat die Ausbildung von Diplomlehrern der Fachkombination Physik/Astronomie im Direktstudium begonnen. Im September 1978 wurden an der Friedrich-Schiller-Universität in Jena, Sektion Physik, erstmals 25 Studenten immatrikuliert, die in einem 4jährigen Studium die Qualifikation als Diplomlehrer für Physik und Astronomie erwerben.

Durch die neue Ausbildungsform und die sich bereits seit vielen Jahren bewährende externe Ausbildung von interessierten Lehrern, die mit dem Erwerb der Lehrbefähigung für das Fach Astronomie abschließt, wird die Anzahl der ausgebildeten Lehrer für den Astronomieunterricht weiter erhöht. Die Ausbildung von Astronomielehrern im Direktstudium und die externe Ausbildung schaffen gemeinsam künftig noch bessere Voraussetzungen für eine hohe Qualität des Astronomieunterrichts und der Arbeit in der Arbeitsgemeinschaft „Astronomie und Raumfahrt".

Die Lehrprogramme für die Ausbildung von Diplomlehrern im Fach Astronomie wurden von erfahrenen Astronomielehrern und Wissenschaftler ausgearbeitet. Die Auswahl der Inhalte der Lehrgebiete in Astronomie erfolgte unter Berücksichtigung der Probleme, die in fachwissenschaftlicher und weltanschaulicher Hinsicht gegenwärtig und in Zukunft von besonderer Bedeutung sind und entsprechend den Anforderungen des Lehrplans für den Astronomieunterricht und des Rahmenprogramms „Astronomie und Raumfahrt".

Im Verlaufe der Ausbildung in Astronomie erwerben die Studierenden daher Wissen und Können zu folgenden Schwerpunkten:

- Stellung der Astronomie im System der Wissenschaften und gesellschaftliche Funktion der Astronomie
- Bedeutsame Etappen der Geschichte der Astronomie
- Wesentliche astronomische Grundlagen und Ergebnisse der Raumfahrt
- Wesentliche Arbeitsmethoden der Astronomie
- Durchführung astronomischer Beobachtungen und Lösen astronomischer Aufgaben
- Wichtige Begriffe, Gesetze, Theorien und Hypothesen der Astronomie sowie ihnen zugrunde liegende Modelle
- Auffassungen der marxistisch-leninistischen Philosophie über wichtige astronomische Theorien sowie Auseinandersetzung mit nichtmarxistischen Interpretationen astronomischer Erkenntnisse

Die fachwissenschaftliche Ausbildung in Astronomie umfaßt die Lehrgebiete Grundlagen der Astronomie, Sonnensystem, Astronomisches Praktikum, Sternphysik/Sternsysteme. Darüber hinaus werden in einem für diese Fachkombination spezifischen Lehrgebiet die mathematischen Grundlagen der Physik- und Astronomieausbildung anwendungsbezogen vermittelt.

Im Lehrgebiet *Grundlagen der Astronomie* erwerben die Studierenden Grundkenntnisse der Astrometrie und der Himmelsmechanik sowie Kenntnisse über astronomische Beobachtungsinstrumente und die einen Stern beschreibenden Zustandsgrößen. In die Behandlung sind die historische Entwicklung und grundlegende Methoden der Erkenntnisgewinnung der Astronomie unter Berücksichtigung weltanschaulicher Fragen einbezogen.

Im Lehrgebiet *Sonnensystem* werden wichtige Beobachtungsergebnisse über das Sonnensystem und die interplanetare Materie vermittelt; desgleichen erfolgt eine Einführung in die Kosmogonie unseres Planetensystems.

Das *Astronomische Praktikum* dient dem Erwerb von Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Durchführung astronomischer Beobachtungen im Rahmen des Unterrichts und in Arbeitsgemeinschaften. Das Schulfernrohr „Telementor" lernen die Studierenden gründlich kennen. Die Ausbildung im Lehrgebiet *Sternphysik/Sternsysteme* konzentriert sich auf die räumliche Verteilung der Sterne, ihre Anordnung in Sternsystemen sowie auf die Verteilung der Sternsysteme im Weltall. Dieses Lehrgebiet wird abgeschlossen mit einer Einführung in die Theorie der Sternatmosphären, des Sterninnern, der interstellaren Materie und einer Darlegung der wichtigsten Beobachtungsgrundlagen der Kosmologie sowie mit der Kosmologie verknüpfter weltanschaulicher Aspekte.

Das in der fachwissenschaftlichen Ausbildung vermittelte Wissen und Können bildet zugleich eine Grundlage für die *Ausbildung in Methodik des Astronomieunterrichts*. Sowohl die Vermittlung theoretischer Grundlagen zur Führung des Unterrichts im Fach Astronomie als auch die Entwicklung pädagogischen Könnens bei schulpraktischen Übungen und während des Großen Schulpraktikums dienen dazu, die Studierenden zu befähigen, einen wissenschaftlichen, parteilichen und lebensverbundenen

Astronomieunterricht und eine vielseitige, interessante außerunterrichtliche Arbeit verantwortungsbewußt und ideenreich zu gestalten.

Im Rahmen der Lehrprogramme werden auch Fachexkursionen durchgeführt, um die Studierenden mit der Arbeit an Sternwarten und Observatorien der DDR vertraut zu machen.

Schüler der Klasse 11 der Erweiterten Oberschulen, die sich für diese Studienrichtung interessieren, können sich über den Direktor ihrer Schule an der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Direktorat für Studienangelegenheiten, um einen Studienplatz bewerben.

Anschrift des Verfassers:
Dr. HERMANN ARMBRÜSTER
Ministerium für Volksbildung
Hauptabteilung Lehrerbildung

HORST-HEINO v. BORZESZKOWSKI

Kosmische Gravitation und irdische Physik

EINSTEIN und die moderne Astrophysik

Als ALBERT EINSTEIN 1915 nach manchen Irrwegen seine „Feldgleichungen der Gravitation" gefunden hatte, schrieb er an ARNOLD SOMMERFELD: „Das Herrliche, was ich erlebte, war nun, daß sich nicht nur NEWTONS Theorie als erste Näherung, sondern auch die Periheldrehung des Merkur (43" pro Jahrhundert) als zweite Näherung ergab." Auch die anderen von EINSTEIN schon zu dieser Zeit ins Auge gefaßten Tests seiner neuen Gravitationstheorie, allgemeine Relativitätstheorie genannt, waren astronomischer Art. Während die Periheldrehung ein Effekt ist, der damals bereits bekannt war und um dessen Erklärung man sich schon in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts vergeblich bemüht hatte[1], waren die zusätzlich von EINSTEIN erwogenen Tests, die Ablenkung des Lichtes durch Sternmassen und die Rotverschiebung des von den Sternen ausgesandten Lichtes, in ihrer Beobachtungsmöglichkeit erst zu durchdenken und die entsprechende Beobachtungsmethodik zu erarbeiten.

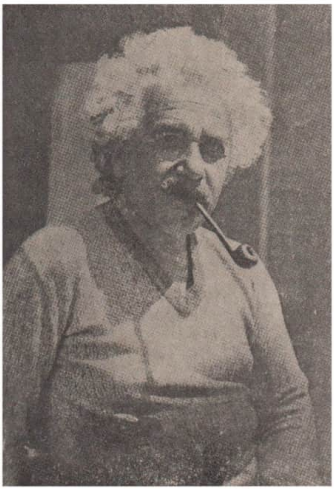
Schon 1911 hat EINSTEIN diese Möglichkeiten einer Bestätigung seiner Gravitationstheorie mit ERWIN FREUNDLICH, der zu dieser Zeit in Potsdam als Observator arbeitete, diskutiert. Mitte 1914 unternahm FREUNDLICH dann eine Expedition nach Rußland, um die Lichtablenkung am Sonnenrand während einer Sonnenfinsternis zu messen, ein Unterfangen, das durch den Ausbruch des 1. Weltkrieges abgebrochen werde mußte. — Am 6. November 1919 konnte schließlich auf einer gemeinsamen Sitzung der Royal Society und der Royal Astronomical Society in London der Welt verkündet werden, daß die beiden zur Beobachtung der Sonnenfinsternis nach Brasilien und Westafrika ausgesandten Expeditionen eine Lichtablenkung durch die Sonne festgestellt hatten, welche die EINSTEINsche Theorie gut bestätigte.

Die Bedeutung, die EINSTEIN der engen Verbindung seiner allgemeinen Relativitätstheorie mit der NEWTONschen Theorie und dem Vergleich mit der astronomischen Erfahrung beimaß, hat prinzipielle physikalische Gründe, die seinerzeit auch von bedeutenden Fachkollegen und Bewunderern EINSTEINS nicht sofort eingesehen wurden. Das erklärt sich sowohl aus der Entstehungsgeschichte der allgemeinen Relativitätstheorie als auch aus den anderen großen physikalischen Ansätzen zur Weiterentwicklung der Physik, vor allem aus den Bemühungen, das BOHR-SOMMERFELDsche Atommodell zu einer konsistenten Quantentheorie auszuarbeiten. Es bestand die Hoffnung, daß die allgemeine Relativitätstheorie von ähnlicher Relevanz für die Begründung der Quantentheorie sein würde wie die spezielle Relativitätstheorie.

EINSTEINS Verallgemeinerung der speziellen Relativitätstheorie

EINSTEIN hat seine allgemeine Relativitätstheorie vor allem als eine Weiterentwicklung der speziellen Relativitätstheorie verstanden. In der speziellen Relativitätstheorie war es ihm gelungen, NEWTONsche Mechanik (genauer: ihre Kinematik) und FARADAY-MAXWELLsche Elektrodynamik auf der Grundlage des speziellen Relativitätsprinzips zu vereinigen. Danach bestand die Aufgabe darin, auch die Erkenntnisse über die Gravitation einzubeziehen. Es galt, aus der NEWTONschen Fernwirkungstheorie der Gravitation eine relativistische Nahwirkungstheorie (Feldtheorie) zu entwickeln.

[1] Die erste vollständige Durcharbeitung der Bewegungstheorie der Planeten von V. J. LEVERRIER (1811 bis 1877), S. NEWCOMB (1835 bis 1909) und G. W. HILL (1834 bis 1914) hatte gezeigt, daß die auf der Grundlage der NEWTONschen Gravitationstheorie berechneten Bahnen von den beobachteten abweichen.



EINSTEINS Ausgangspunkt war dabei die empirische Tatsache der Gleichheit von träger und schwerer Masse, die von GALILEI (GALILEIsches Fallgesetz) bis EÖTVÖS (EÖTVÖS-Experiment) mit immer größerer Genauigkeit nachgewiesen worden war. Auf Grund dieses Tatbestandes kann ein in einem Kasten eingeschlossener Beobachter nicht unterscheiden, ob die Beschleunigung der Körper in diesem Kasten durch ein äußeres Gravitationsfeld oder durch die Beschleunigung des Kastens in entgegengesetzter Richtung bewirkt wird: Alle Körper fallen unabhängig von ihrer Struktur jeweils mit derselben Beschleunigung auf den Kastenboden, obwohl im ersten Fall ein äußeres Gravitationsfeld und im zweiten Fall die Trägheitskraft die Ursache ist. — Die Berücksichtigung dieser (lokalen) Äquivalenz von Schwere und Trägheit führte zu einer Verallgemeinerung des speziellen Relativitätsprinzips und damit zur Feldtheorie der Gravitation, zu EINSTEINS allgemeiner Relativitätstheorie. Diese Theorie bedeutete keine Verfeinerung oder Vervollständigung der NEWTONschen Theorie, sondern eine völlig neue Auffassung vom Wesen der Gravitation, und zwar eine Identifizierung der Metrik, d. h. bestimmter die Geometrie fixierender Größen, mit dem Gravitationsfeld.

Physiker von so hervorragender Bedeutung wie SOMMERFELD versuchten zunächst EINSTEIN dafür zu gewinnen, sich — ausgehend von dieser prinzipiell neuen Grundlage der Physik — am Ausbau der von ihm mitbegründeten Theorie zu beteiligen; bzw. sie versuchten selbst, die Ideen der allgemeinen Relativitätstheorie dafür nutzbar zu machen.

EINSTEIN wies dagegen von vornherein darauf hin, daß die allgemeine Relativitätstheorie für die Mikrophysik keine neuen Prinzipien liefert, da sie sich in mikrophysikalischen Bereichen auf die spezielle Relativitätstheorie reduziert, daß sie dagegen in Gebieten astronomischer Abmessung von großer Bedeutung ist. Die Astronomie war für ihn Hauptanwendungs- und Testgebiet der allgemeinen Relativitätstheorie, also der makrophysikalischen Theorie von Raum, Zeit und Masse. — Natürlich heißt das nicht, daß EINSTEIN nicht die Hoffnung gehabt hätte, Gravitation und Mikrophysik vereinigen zu können; er hat sich gerade um die Lösung dieses Problems jahrzehntelang bemüht. Es war ihm aber von Anfang an klar, daß dies nur durch eine Modifikation der allgemeinen Relativitätstheorie im Mikrobereich möglich sein würde. Die Suche nach einer Vereinigung von Gravitationstheorie und Quantenphysik ist noch heute ein Anliegen der physikalischen Grundlagenforschung. Dabei wird gerade gegenwärtig verstärkt auf die von EINSTEIN gemachten Ansätze zurückgegriffen.

Relativistische Kosmologie

Der auf große Raum-Zeit-Abstände orientierte Ausbau der allgemeinen Relativitätstheorie in den ersten Jahren nach ihrer Begründung fand auch in der von EINSTEIN 1917 vorgelegten Arbeit „Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie" seinen Niederschlag. Diese Arbeit begründete die theoretische Kosmologie insofern, als in ihr erstmals die Materieverteilung im Kosmos und die Eigenschaften von Raum und Zeit im Großen in einen physikalischen Zusammenhang gebracht werden konnten. Sie löste eine Folge von wissenschaftlichen Publikationen aus, deren bekannteste die des sowjetischen Mathematikers A. A. FRIEDMANN aus den Jahren 1922 bis 1924 sind. In ihnen wurde gezeigt, daß die allgemeine Relativitätstheorie zu keinem statischen, sondern zu einem sich zeitlich ändernden Kosmos führt. Diese Voraussage wurde ab 1929 durch die Arbeiten des amerikanischen Astronomen E. P. HUBBLE empirisch bestätigt. HUBBLE stellte fest, daß die Spektrallinien des Lichtes von entfernten Galaxien gegenüber den irdischen Linien zu niederen Frequenzen,

also nach Rot hin, verschoben sind. Der Betrag der Rotverschiebung ist dabei im Mittel der Entfernung der entsprechenden Galaxien von der Erde proportional. Die einzige wissenschaftlich befriedigende Erklärung dieses Effekts ist eine Radialbewegung der Galaxien (Nebelflucht), eine Expansion der Metagalaxis. Die empirische Bestätigung der von der allgemeinen Relativitätstheorie gemachten Voraussagen über die Struktur des Universums wurde rückwirkend zu einer guten Bestätigung der Theorie.

Inzwischen gibt es weitere Beweise für das FRIEDMANNsche Modell eines Evolutionskosmos, deren bedeutendster die Entdeckung der sogenannten 3-K-Strahlung ist. Da diese Strahlung aus allen Richtungen des Kosmos gleichzeitig empfangen werden kann (Isotropie der Strahlung), muß sie kosmischen Ursprungs sein. Die Erklärung dieser theoretisch vorausgesagten Strahlung auf der Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie zeigte, daß es sich um eine Reliktstrahlung aus einer frühen Phase des expandierenden Universums handelt. — Gegenwärtig steht besonders die Untersuchung der Frühphase des Kosmos im Mittelpunkt kosmologischer Untersuchungen, wobei die Frage nach der Ursache der, großräumig gesehen, hohen Isotropie der Materieverteilung von besonderem Interesse ist.

Die Betonung der astronomischen und kosmologischen Aspekte der allgemeinen Relativitätstheorie und der Vergleich dieser Theorie mit NEWTONS Vorstellungen ergab sich für EINSTEIN auch daraus, daß er seine allgemeine Relativitätstheorie zunächst auch als eine Neuentwicklung der Begriffe der NEWTONschen Physik angesehen hatte, die den MACHschen Forderungen (dem „MACHschen-Prinzip") genügte. Das MACHsche Prinzip besagt unter anderem, daß die Trägheit anders als in der NEWTONschen Theorie durch die Gesamtheit der kosmischen Massen des Weltalls induziert wird. Eine Theorie, die diese Forderungen erfüllt, ist natürlich eine stark kosmologisch konzipierte Theorie.

Der Kosmos als Testfeld der irdischen Physik

Obwohl die allgemeine Relativitätstheorie — wie EINSTEIN bald sah — das MACHsche Prinzip nicht erfüllt, ist sie mit ihrer Beschreibung der wechselseitigen Bestimmung von Weltgeometrie und Massen im Kosmos natürlich theoretische Grundlage der Kosmologie und darüber hinaus eine Theorie, die bei allen Untersuchungen starker Gravitationsfelder zugrunde gelegt werden muß.[1] Auf beiden Gebieten haben sich moderne Forschungsprogramme ergeben, die neben der weiteren Verfeinerung und Vervollkommnung der mit den klassischen Tests (Perihelbewegung, Lichtablenkung und Rotverschiebung) zusammenhängenden Arbeiten Hauptgegenstand der modernen Gravitationsforschung sind.

In der Kosmologie wurden dabei vor allem die Voraussetzungen und Ziele dieser Disziplin einer kritischen Analyse unterzogen (es wird z. B. gefragt, ob die Metagalaxis als ein repräsentativer Ausschnitt des Kosmos angesehen werden kann), und es werden die mit der sogenannten kosmologischen Singularität (Urknall) zusammenhängenden Fragen diskutiert. Die Untersuchung von starken Gravitationsfeldern, die durch große kosmische Massen erzeugt werden, findet gegenwärtig ein besonders reiches Betätigungsfeld in der Physik der Galaxien (Entstehung und Entwicklung von Galaxien).

Damit die relativistische Astrophysik Testfeld der allgemeinen Relativitätstheorie sein kann, müssen ihre Aussagen stets an die irdische, d. h. an die in Laboratorien experimentell überprüfbare Physik angeschlossen werden. In diesem Sinne ist Forschung auf dem Gebiet der EINSTEINschen Gravitationstheorie sowohl von ihrer Zielstellung als auch von ihrer empirischen Grundlage her mehr als bloße Anwendung einer gesicherten Theorie in der Himmelsmechanik, Astrophysik und Kosmologie. Sie ist Teil der physikalischen Grundlagenforschung, die nach einer Vereinigung der z. T. noch auseinanderlaufenden mikrophysikalischen, makrophysikalischen und kosmologischen Theorien sucht.

Anschrift des Verfassers:
Dr. sc. nat. HORST-HEINO v. BORZESZKOWSKI
Zentralinstitut für Astrophysik der AdW der DDR
1502 Potsdam-Babelsberg
Rosa-Luxemburg-Straße 17a

[1] Für schwache Gravitationsfelder und für (im Vergleich zur Vakuumlichtgeschwindigkeit) kleine Geschwindigkeiten geht die allgemeine Relativitätstheorie in die NEWTONsche Gravitationstheorie über. Die NEWTONsche Theorie ist daher für viele Belange der Astrophysik völlig ausreichend. Die EINSTEINsche Theorie wird erst für sehr starke Gravitationsfelder, d. h. für sehr dichte bzw. sehr große Massen, relevant.

Literatur über ALBERT EINSTEIN und sein Werk
HERLT, E.; SAILER, N.: **Spezielle Relativitätstheorie.** WTB, Akademie-Verlag, Berlin 1978.
HERNECK, F.: **Einstein privat.** Bucherverlag Der Morgen, Berlin 1978.
KUZNECOV, B. G.: **Einstein, Leben — Tod — Unendlichkeit.** Akademie-Verlag, Berlin 1977.
MELCHER, H.: **Relativitätstheorie in elementarer Darstellung mit Aufgaben und Lösungen.** VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1971.
SCHMUTZER, E.: **Relativitätstheorie einfach.** BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig 1979.

HORST HOFFMANN

Salut-Sojus-Progress-Programm 1971–1978

„Zur Lösung der einen oder anderen Aufgabe, die mit der Erforschung des Weltalls zusammenhängt, wäre es nicht günstig, in jedem Fall und jedesmal einen eigenen Satelliten auf eine Bahn zu bringen. Offensichtlich ist ein gut durchdachtes System von kosmischen Orbitalanlagen erforderlich." Diese Worte notierte sich Akademiemitglied SERGEI PAWLOWITSCH KOROLJOW, der Chefkonstrukteur der sowjetischen Raketen und Raumflugkörper von Sputnik I im Jahre 1957 bis Sojus im Jahre 1960 – noch vor dem ersten Raumflug eines Menschen – in seinem Arbeitsbuch: „Wahrscheinlich wird auch bald die Frage gestellt werden, was es denn für einen Sinn habe, solche teuren Systeme, wie es bemannte Raumflugkörper sind, für ein paar Tage in den Kosmos zu starten. Sicherlich muß man sie auf eine Umlaufbahn bringen und länger fliegen lassen ... Die bewohnbare Orbitalstation als Erdbegleiter zur Abfertigung und Annahme von Raumschiffen – eine wichtige Frage dabei ist die Montagemöglichkeit auf der Umlaufbahn. Die Bedeutung einer solchen ‚Zwischenstufe' in 300 bis 400 km ist riesig ... Die Versorgung dieser Raumstationen mit allem Erforderlichen sowie die Auswechslung der Mannschaft kann mit Hilfe von einfachen Typen kosmischer Flugkörper erfolgen ..."

KOROLJOWS Konzept

Dieses KOROLJOWsche Konzept für Raumstationen und Zubringerraumschiffe, das Schritt für Schritt verwirklicht wird, sieht kleinere, mittlere und große Orbitalkomplexe vor, die sowohl unbemannt, als auch zeitweise oder ständig bemannt arbeiten. Rückblickend lassen sich bisher vier Etappen auf diesem Weg unterscheiden.

● In der ersten Etappe, die am 12. April 1961 mit der einmaligen Erdumkreisung JURI GAGARINS an Bord von Wostok 1 begann, wurden eine Reihe von Grundproblemen gelöst, wie mehrtägige Flüge, Rendezvous zweier Raumschiffe und die Tätigkeit des Menschen im freien Raum. Parallel dazu erfolgte die Erprobung unbemannter voll steuerbarer Raumflugkörper.

● Die zweite Etappe umfaßt die zweite Hälfte der 60er Jahre. Sie ist durch die Beherrschung noch komplizierterer Aufgaben wie Annäherung und Kopplung zweier Raumschiffe, Dreier-Verbandsflug, Schweißarbeiten im Vakuum und mehrwöchige Einsätze der Raumschiffe gekennzeichnet. Unbemannt erfolgte die vollautomatische Kopplung zweier Raumflugkörper im Funkschatten der Sowjetunion.

● Die dritte Etappe wurde am 19. April 1971 durch den Start der Orbitalstation Salut 1 eröffnet. Wiederum folgten zunächst eine Reihe von Problemlösungen, wie Zubringermissionen, Mannschaftswechsel und monatelange Flüge.

● Die vierte Etappe begann am 29. September 1977 mit dem Start von Salut 6. Sie ist durch die Lösung immer komplexerer und komplizierterer Aufgaben charakterisiert: Kopplung dreier Raumflugkörper, vierköpfige Besatzungen, Betankung und Versorgung während des Fluges, Umkopplung von Raumschiffen sowie fast fünfmonatige Arbeit an Bord.

Erhöhung der Rentabilität

Schon eine Analyse der vorläufigen Ergebnisse des Salut-Sojus-Progress-Programms verdeutlicht, mit welchem Tempo und mit welcher Dynamik die sowjetische Kosmonautik voranschreitet, an deren bemannter Komponente nunmehr alle in der Interkosmos-Forschungsgemeinschaft vereinigten sozialistischen Bruderländer teilhaben:

● Die Lebensdauer der Orbitalstationen konnte auf das Vierfache erhöht werden – von rund sechs Monaten bei Salut 1 auf über zwei Jahre bei Salut 4.

● Die Aufenthaltsdauer einer Mannschaft an Bord stieg auf das Fünffache – von vier Wochen bei Salut 1 auf 20 Wochen bei der zweiten Stammbesatzung von Salut 6.

● Die Anzahl der Kopplungen und Entkopplungen zwischen Orbitalstationen und Raumschiffen stieg um mehr als das Fünffache von vier bei Salut 1 auf 22 bei Salut 6.

● Die Anzahl der Mannschaften, die insgesamt in einer Orbitalstation lebten, erhöhte sich auf das Sechsfache, von einer in Salut 1 auf bisher sechs in Salut 6.

● Das Verhältnis der Flugtage zwischen dem bemannten und unbemannten Betrieb der Orbitalstationen konnte zugunsten des ersteren versiebenfacht werden – 22 Tage : 153 Tage, etwa 1 : 7 bei Salut 1 – 233 Tage : 225 Tage, etwa 1 : 1 bei Salut 6 (Stand 31. 12. 1978).

Die enorme Erhöhung der Effektivität und Rentabilität, die durch diese Entwicklung innerhalb des Salut-Sojus-Progress-Programms erzielt wurde, wird durch folgenden Vergleich deutlich: In den sechs Jahren zwischen 1971 und 1977

kamen 13 Raumflugkörper zum Einsatz – fünf Salut-Stationen und acht Sojus-Schiffe für die Verbindung Erde–Orbit. Ihre Gesamtmasse betrug 148,9 t und die Aufenthaltsdauer von 13 Kosmonauten zusammengerechnet 190 Tage. Demgegenüber wurden die ersten beiden Zyklen von Salut 6 von 1977 bis 1978 mit 11 Raumflugkörpern bestritten – einer Orbitalstation, sechs Passagierraumschiffen aus der Sojus- und vier Versorgungsraumschiffen aus der Progress-Klasse. Ihre Gesamtmasse lag bei 87,7 t. Die Bordzeit von 12 Kosmonauten erreichte insgesamt 233 Tage. Mit einer geringeren Umlaufmasse wurde eine Erhöhung der Anzahl der Arbeitstage der Kosmonauten erreicht.

Diese sowjetische Orbital-Technologie, die mit einem Minimum an Aufwand ein Maximum an Erfolg erzielt, fand auf dem 29. Internationalen Astronautischen Kongreß im Oktober 1978 in Dubrovnik die Anerkennung von Raketentechnikern und Raumfahrtforschern aus aller Welt. Sie hoben hervor, daß allein im ersten Jahr des Fluges von Salut 6 ebenso viele Rendezvous- und Dockungsmanöver stattfanden, wie in den beiden vergangenen Jahrzehnten der sowjetischen Kosmonautik: 22 Kopplungen bzw. Entkopplungen, darunter die erste Umkopplung vom Heck zum Bug der Station. Vier Progress-Frachter brachten 5 t Stückgut mit 400 verschiedenen Positionen, was der Ladung eines großen Lkw entspricht und 4 000 l Treibstoff, eine Menge, die für einen mittleren Pkw ausreicht, einmal um die Erde zu fahren. Welche Verlängerung der Funktionsdauer der Station und der Aufenthaltsdauer von Besatzungen diese Menge erlaubt, geht aus folgenden Zahlen hervor: Die Tanks von Salut fassen 613 l Treibstoff; die eines Progress-Tankers 1 000 l. Durch den Versorgungsnachschub wurde ermöglicht, die Aufenthaltsdauer der Kosmonauten in der Station zu verlängern und durch Bahnkorrekturen die Station auf einer nahezu idealen Kreisbahn zu halten. Die Lebensmittelvorräte, die eine Orbitalstation aufnehmen kann, reichen für zwei Kosmonauten gut 100 Tage lang. Jeder der Progress-Frachter brachte Nahrungsmittelnachschub für zwei Kosmonauten für 50 Tage, wobei nicht einmal ein Fünftel des Stauraumes dafür beansprucht wurde. Von den insgesamt 300 Tagesrationen für zwei Mann, die in Salut 6 zur Verfügung waren, wurden von den Mannschaften genau 259 verbraucht.

Keine biologische Barriere bei 120 Tagen

„Der 140-Tage-Flug von WLADIMIR KOWALJONOK und ALEXANDER IWANTSCHENKOW hat eindeutig bewiesen, daß der Mensch fast fünf Monate lang ohne gesundheitliche Schäden im Kosmos wirken kann", erklärte Akademiemitglied Prof. Dr. OLEG GASENKO. „Ja, es zeigte sich sogar, daß mit zunehmender Flugdauer das Leistungsvermögen der Kosmonauten zunahm. Auch die Wiedergewöhnung an die Schwerkraft der Erde erfolgte schneller als bei den Vorgängern. Das konnte ohne Einnahme von Medikamenten, allein durch eine gute Vorbereitung und regelmäßige sportliche Übungen erzielt werden. Das tägliche zweistündige Körpertraining an Bord entsprach einem 7 bis 8 km langen Marsch."

Eine „Biologische Barriere", die einige Wissenschaftler bei 120 Tagen Raumflug vermutet hatten, existiert nicht. Dieser Zeitraum entspricht nämlich der durchschnittlichen Lebensdauer der Erythrozyten, die für den Sauerstofftransport im Gewebe wichtig sind. Ihre Anzahl war bei früheren Experimenten um 20 und mehr Prozent zurückgegangen. Nunmehr zeigten jedoch Blutproben, die vor, während und nach dem 20wöchigen Flug der Stammbesatzung von Salut 6 entnommen wurden, daß der Rückgang der Anzahl der Erythrozyten geringer war, als bei Kosmonauten, die an kürzeren Expeditionen teilgenommen hatten. Ärzte führen diese Feststellung darauf zurück, daß es den beiden Kosmonauten durch richtigen Wasserverbrauch gelang, eine genügend große Menge von Blut in Zirkulation zu halten.

Nächster Flug 180 Tage?

Diese eindeutig positiven Resultate lassen eine weitere Verlängerung der bemannten sowjetischen Raumflüge erwarten, die für die wissenschaftliche und volkswirtschaftliche Effektivität des Betriebes von Orbitalstationen von erstrangiger Bedeutung ist. Mit welcher Weitsicht, Umsicht aber auch Vorsicht die sowjetischen Raumfahrtmediziner bei der Steigerung der Flugdauer vorangingen, macht die bisher zehngliedrige Kette von Experimenten deutlich: Auf JURI GAGARINS 108minütige Erdumrundung folgten Orbitalflüge von 1, 4, 5, 18, 24, 30, 63, 96 und nunmehr 140 Tagen. Die letzten „Sprünge" waren mit 33 bzw. 44 Tagen die bisher weitesten. Einer der nächsten Langzeitflüge könnte also durchaus über einen Zeitraum von 180 und mehr Tagen gehen. Schon vor Jahren erklärte uns der ehemalige Chefarzt der US-Astronauten Dr. CHARLES BERRY: „Biomedizinische Flugdaten über einen Zeitraum von sechs Monaten reichen als solide Basis einer sicheren Extrapolation für den Flug zum Planeten Mars aus. Während dieses Zeitraumes würden nämlich alle physiologischen und psychologischen Veränderungen offenkundig werden." BERRY zeichnete übrigens für die Steigerung

der Flugdauer amerikanischer Astronauten verantwortlich, die nach dem 15minütigen ballistischen „Hüpfer" ALAN SHEPARDS zunächst auf 4, 9, 34 Stunden und dann auf 4, 8, 14, 28, 59 und 84 Tage erhöht wurde. Da die Flugzeiten des Space Shuttle zwischen 7 und 30 Tagen liegen, können die Biologen und Mediziner der NASA in diesem Jahrhundert kaum mit neuen wissenschaftlichen Daten rechnen. „Die Russen fliegen uns davon" kommentierte CHARLES CONRAD, dritter Mann auf dem Mond, erster Kommandant des Skylab und heute als Vizepräsident zweiter Chef von Douglas. „Die Sowjets verfügen jetzt über ausreichende Daten, um auch die Auswirkung jahrelanger Flüge hochrechnen zu können."

Die nächsten fünf Interkosmonauten

Mit dem Salut-Sojus-Progress-Programm wird Realität, was bisher Domäne der Utopie war: Die Arbeit von Menschen verschiedener Länder, Erdteile und Hautfarbe an Bord einer Weltraumstation im Dienste der Wissenschaft, zum Nutzen der Volkswirtschaft und zum Wohle der Menschheit. Die Forschungskosmonauten der ČSSR, der VR Polen und der DDR — VLADIMIR REMEK, MIROSLAW HERMASZEWSKI und SIGMUND JÄHN — arbeiteten 1978 für jeweils eine Woche gemeinsam mit den sowjetischen Genossen der beiden Stammbesatzungen, JURI ROMANENKO, GEORGI GRETSCHKO sowie WLADIMIR KOWALJONOK und ALEXANDER IWANTSCHENKOW. Zusammengerechnet hielten die drei Interkosmonauten sich 24 Tage im All auf, von denen sie 21 Tage an Bord von Salut 6 weilten. In dieser Zeit führten sie über 60 wissenschaftliche Experimente durch und brachten rund 180 kg Forschungsergebnisse zur Erde zurück. Etwa 100 verschiedene Institute, Betriebe und Organisationen sind in den drei Ländern an der Auswertung dieser Fülle wertvollen Materials direkt oder indirekt beteiligt. Bis 1981 werden bulgarische, ungarische, kubanische, mongolische und rumänische Forschungskosmonauten mit Sojus-Schiffen zu Salut-Stationen fliegen und dort Beobachtungen und Untersuchungen ausführen, die für die Wissenschaft und Volkswirtschaft ihrer Länder nützlich sind.

Anschrift des Verfassers:
HORST HOFFMANN
112 Berlin-Weißensee
Lindenallee 49

DIETER B. HERRMANN

Zur Entstehung der Astrophysik

Ein weiterer Schritt zur Physikalisierung der Astronomie

Mit der Begründung der klassischen Mechanik durch NEWTON, die zugleich auch Himmelsmechanik ist, wurde die Astronomie auf eine physikalische Grundlage gestellt. Die Astrophysik aber — im Sinne des heutigen Sprachgebrauchs — ist ein Kind des 19. Jahrhunderts. Ihre Entstehung ist dem Eindringen physikalischer und chemischer Untersuchungsmethoden in die astronomische Forschung zu verdanken. Den Beginn der Astrophysik in diesem Sinne markieren die Anwendung von Spektralanalyse, Fotometrie und Fotografie in der Astronomie. Als qualitative Wendepunkte sind namentlich die Arbeit von G. R. KIRCHHOFF (1824 bis 1887) und R. W. BUNSEN (1811 bis 1899) „Chemische Analyse durch Spectralbeobachtungen" (1860) und die Arbeit von K. F. ZÖLLNER (1834 bis 1882) „Grundzüge einer allgemeinen Photometrie des Himmels" (1861) anzusehen. Beide Arbeiten sind das Resultat jahrzehntelanger Forschungen zahlreicher Gelehrter verschiedener Länder. Ohne die z. T. verwickelte und widerspruchsvolle Vorgeschichte sind weder der Umbruch bei KIRCHHOFF und BUNSEN noch der in ZÖLLNERS Arbeit zum Ausdruck kommende Qualitätssprung denkbar. ZÖLLNER hat dies sogar selbst formuliert, wie er überhaupt unter den Pionieren der Astrophysik durch besondere Bewußtheit herausragt. Von ZÖLLNER stammt auch der Terminus „Astrophysik", mit dem er die in der Entstehung befindliche Disziplin zu bezeichnen vorschlug, deren Hauptinhalt er in der umfassenden Untersuchung der kosmischen Objekte sah, gegenüber der nur die Wirkungen der Gravitation kalkulierenden „klassischen Astronomie". Der Begriff „Astrophysik" muß daher historisch verstanden werden. *Entwicklungsgeschichtlich bedeutete die Einführung der Astrophysik, von dem Amerikaner S. P. LANGLEY als „The New Astronomy" bezeichnet, einen weiteren Schritt bei der Physikalisierung der Astronomie, die bereits mit KEPLER und dessen „Astronomia Nova" (1609) begonnen hatte.* KEPLERS Werk führte letztlich zum Verständnis der *Mechanik* des Himmels; die zweite Epoche der „Neuen Astronomie" hingegen zu einem weit über die Mechanik hinausreichenden Erkennen der kosmischen Objekte. Die neuen Fragen der Astro-

physik galten dem Problem der physikalischen und chemischen Beschaffenheit der Himmelskörper im weitesten Sinne. *Insofern stellte die Herausbildung der Astrophysik einen ähnlich tiefgreifenden Wandel in der Geschichte der Kosmosforschung dar, wie das auf der Hypothese des COPERNICUS fußende KEPLERsche Programm der Astronomie.* Charakteristisch für die erste Phase der Entwicklung der Astrophysik ist die personelle Beschränkung auf eine äußerst kleine, über mehrere Länder verstreute Gruppe von Gelehrten, die mit ihren Arbeiten einen quantitativ auffallend kleinen Anteil an der Gesamtpublikationstätigkeit der Astronomie lieferten. Die wesentlichsten Vertreter der neuen Richtung waren: LOCKYER (England), JANSSEN (Frankreich), PICKERING (USA), SECCHI (Italien), HUGGINS (England) und ZÖLLNER (Deutschland). Keiner von ihnen hatte irgendwelche Bindungen an die Positionsastronomie — die meisten waren überhaupt keine Astronomen. Das Durchschnittsalter dieser Bahnbrecher betrug zum Zeitpunkt der Begründung der Spektralanalyse 30 Jahre!

Arbeitsmethoden der Astrophysik

Zum entscheidenden Zweig der Astrophysik, der auch die augenfälligsten Erfolge verbuchen konnte, wurde in den ersten Jahrzehnten die **Spektroskopie.** Mit der Einführung spek-

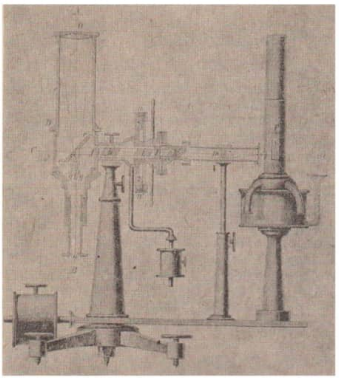


Visuelles Spektroskop, 19. Jahrhundert

troskopischer Methoden in die Himmelsforschung wurde den Vertretern des Agnostizismus in der Astronomie, die es für ausgeschlossen erklärt hatten, daß man etwas über die physikalische und chemische Natur der Himmelskörper in Erfahrung bringen könnte, eine entschiedene Abfuhr erteilt. In relativ kurzer Zeit wurde eine Fülle von bedeutsamen Befunden über kosmische Objekte gesammelt, für die man einstweilen noch keineswegs die erforderlichen theoretischen Deutungen zur Verfügung hatte, die aber auch für die Zweifler auf eine enorme Ausweitung des Wissens hindeuteten, die aus der spektroskopischen Forschung in Zukunft erwachsen konnte. Insbesondere ist hier auf die Anfänge einer Astrophysik der Sonne zu verweisen, die zu einer ersten wissenschaftlich begründeten Vorstellung über das Wesen der Sonne führte, indem aus dem Vorkommen von Absorptionslinien im Sonnenspektrum auf einen heißen Sonnenkern und eine kühlere gasförmige Hülle geschlossen werden konnte. Diese durch die Spektroskopie gesicherte Erkenntnis war zugleich die Basis für die Anwendung theoretischer Überlegungen auf der Grundlage von Erkenntnissen der „irdischen Physik". Ein Musterbeispiel hierfür ist die klassische Arbeit von J. H. LANE „Über die theoretische Temperatur der Sonne aufgrund der Hypothese einer gasförmigen Masse, die ihr Volumen infolge der inneren Wärme aufrechterhält, und die den Gasgesetzen gehorcht, wie sie aus irdischen Versuchen bekannt sind" (1870). Von dieser Arbeit spannt sich der Bogen von R. EMDENS Buch „Gaskugeln" (1907) bis zu den berühmten Arbeiten von A. S. EDDINGTON über den inneren Aufbau der Sonne und der Sterne, die als bedeutsame Grundlagen unserer modernen Sternentwicklungstheorien anzusehen sind.

Typisch für die Aktivitäten der Astrophysiker war in den ersten Jahrzehnten der Astrophysik die Tendenz, umfassende Datensammlungen zu gewinnen. Hiervon zeugen die nach der Einführung der Spektralklassifikation durch SECCHI und den entsprechenden Nachfolgearbeiten der Mitarbeiter des Harvard-Observatoriums unternommenen Spektraldurchmusterungen und die Spektralkataloge, die bis heute unverzichtbare Materialsammlungen der Astrophysik darstellen.

Ähnliche Unternehmungen sind auch auf dem Gebiet der **Fotometrie** bekannt. Herausragende Bedeutung auf diesem Gebiet erlangen die „Fotometrische Durchmusterung", die an den Sternwarten in Cambridge (USA), Oxford (England) und Potsdam (Deutschland) unter Mitwirkung von E. CH. PICKERING, CH. PRITCHARD sowie G. MÜLLER und P. KEMPF angefertigt wurden. Die Urheber der Kataloge wußten oft noch wenig über die sinnvolle Verwendung ihrer Datensammlungen auszusagen — außer für die Erforschung der veränderlichen Sterne. Demgegenüber bemühte



Zöllner-Fotometer (Schnittzeichnung)

sich K. F. ZÖLLNER von Anbeginn, die physikalische Aussagekraft fotometrischer Daten zu untersuchen und sie dadurch für die Erweiterung der Kenntnisse über die Fixsterne heranzuziehen.

Daß dies tatsächlich möglich ist, wurde erst umfassend deutlich, als die Kenntnis der Strahlungsgesetze in Verbindung mit der Untersuchung des Spektrums der Sterne zu verläßlichen Temperaturbestimmungen führte und die Fotometrie in größtem Maßstab zur Rationalisierung der Spektralklassifikation eingesetzt werden konnte. Bereits dieses Beispiel zeigt, daß die einzelnen astrophysikalischen Methoden erst ihre volle Potenz entfalteten, als sie zusammengeführt wurden. Hierfür stellten die Erkenntnisse der theoretischen Physik am Beginn unseres Jahrhunderts eine wesentliche Voraussetzung dar.

Die **Fotografie** hatte von Anfang an — verglichen mit Spektroskopie und Fotometrie — keine eigenständige Bedeutung. Zwar wurde es mit Hilfe fotografischer Verfahren möglich, die Reichweite der Instrumente zu vergrößern und Objekte zu entdecken, die der visuellen Beobachtung unzugänglich waren. Die Stärke der Fotografie lag jedoch in anderer Richtung: Sie gestattete die Gewinnung von lange Zeit aufbewahrbaren Dokumenten, die eine Fülle von Objekten gleichzeitig festzuhalten vermögen. In dieser Hinsicht befruchtete die Entwicklung der Astrofotografie — besonders nach Erfindung der Bromsilber-Gelatine-Trockenplatte (um 1870) — die positionsastronomische Forschung ebenso wie die junge Astrophysik. Aus der visuellen Spektroskopie wurde die Spektro*grafie*, aus der visuellen Fotometrie die fotografische Fotometrie. Die Verbindung der beiden Verfahren führte zur Spektralfotometrie, der unter Anwendung der Strahlungsgesetze grundlegende Erkenntnisse über die Natur der Fixsterne zu verdanken sind.

Wachsende Bedeutung der Astrophysik in der Kosmosforschung

Hatten die Pioniere der Astrophysik noch gegen erhebliche Widerstände ihrer Kollegen von der klassischen Astronomie anzukämpfen, so führten die unübersehbaren Erfolge der Anwendung der neuen Verfahren hier einen sichtbaren Wandel herbei, der sich auch in einer wachsenden Anzahl astrophysikalischer Publikationen niederschlug. In den Jahren von 1871 bis 1880 betrug der Anteil astrophysikalischer Beiträge in den „Astronomischen Nachrichten" nur 1,9 Prozent. Im letzten Jahrzehnt des vergangenen Jahrhunderts war er auf 5,8 Prozent gestiegen. In den USA entstand im Jahre 1896 als Ausdruck der Konsolidierung der neuen Disziplin das „Astrophysical Journal", die erste spezifische Fachzeitschrift für astrophysikalische Arbeiten.

Inzwischen hat die Astrophysik im Sinne einer interdisziplinären umfassenden Erforschung des Universums den Siegeszug angetreten. Das frühere Festhalten zahlreicher Astronomen am BESSELschen Programm der Astronomie, demzufolge deren Aufgabe einzig in der Beobachtung und theoretischen Beschreibung der Bewegung von Himmelskörpern besteht, erscheint lediglich als ein historisches Phänomen. Der Prozeß, der zur Entstehung der klassischen Astronomie geführt hatte, war derselbe, der auch die Astrophysik hervorbrachte: die zunehmende Physikalisierung der Astronomie. Sie läßt es gerechtfertigt erscheinen, heute von der Kosmosforschung im umfassenden Sinne unter Benutzung aller uns auf der Basis der Entwicklung der Produktivkräfte gegebenen Möglichkeiten, einschließlich der Hilfsmittel der Raumfahrt, als einem wahrhaft gewaltigen Sturmangriff des nach Erkenntnis strebenden Menschen zu sprechen.

Literatur:

HERRMANN, D. B.: **Geschichte der Astronomie von HERSCHEL bis HERTZSPRUNG.** Berlin 1978, S. 97 bis 172 und die dort genannte Literatur, vgl. S. 263.

GINGERICH, O.: **The Development of Astronomical Theory and Practice from the 17th to the 20th Century.** Vistas in Astronomy **20,** 1–9 (1976).

Anschrift des Verfassers:

Dr. rer. nat. DIETER B. HERRMANN
1193 Berlin-Treptow
Archenhold-Sternwarte

KLAUS FRIEDRICH

BERNHARD WOLDEMAR SCHMIDT zum 100. Geburtstag

Am 30. März jährt sich zum 100. Mal der Geburtstag von BERNHARD WOLDEMAR SCHMIDT (1879 bis 1. 12. 1935), einem der bedeutendsten Astro-Optiker unseres Jahrhunderts. Von den zahlreichen optisch-mechanischen und theoretischen Leistungen, die ihm schon zu Lebzeiten einen beinahe legendären Ruhm bescherten, überdauerte das nach ihm benannte „SCHMIDT-System" als bedeutendstes Denkmal die Zeiten, das er sich in seinen letzten Lebensjahren setzte.

Seine Jugend verlebte SCHMIDT als Fischersohn und als ältestes von fünf Kindern einer allgemeinärztlich wirkenden Hebamme bis zum 22. Lebensjahr auf der Insel Naissar (heute Estnische SSR). Schulisch begabt und technisch frühzeitig interessiert, verlor er mit knapp 15 Jahren bei einem abseits und allein durchgeführten Explosivstoff-Experiment die rechte Hand. Willensstark, stets ernst und schweigsam, gelang ihm ein umfassendes Training der linken Hand und der Weg in eine technisch-praktische Laufbahn. Nach einem kurzen Aufenthalt an einer höheren technischen Schule in Göteburg (Schweden) studierte SCHMIDT von Dezember 1901 bis 1904 am Technikum in Mittweida/Sachsen, das er allerdings ohne Abschluß verließ. An seine bescheiden eingerichtete Werkstatt erinnert heute eine Gedenktafel am Haus „auf dem Scheibenberg", dessen erhöhte Lage dem nunmehr ausschließlich astrooptischen Anliegen SCHMIDTS dienlich war.

Aus der Mittweidaer Werkstatt, in der später ein optisch interessierter Kunstschlosser mitwirkte, gingen zahlreiche astronomische Spiegelobjektive bis zu Durchmessern von 20 cm hervor, die ständig neue Bewunderung im Kreis von Amateuren hervorriefen und stets Ergebnis empirischer und daher langwieriger Prüfungen durch B. SCHMIDT selbst waren. Die unübertroffene Güte astronomischer Optiken nährte unter Fachleuten hartnäckig die Legende, „... daß SCHMIDT besondere, unbekannte Arbeitsmethoden angewandt habe, um seine Meisterwerke ... herzustellen" [1, S. 46 f.]. Schon im Jahre 1905 entledigte er sich eines Auftrages über einen 40-cm-Parabolspiegel für das Astrophysikalische Observatorium Potsdam, der mit einem extrem günstigen Öffnungsverhältnis von 1:2,26 „die damals vorhandenen anderen astronomischen Spiegel an Güte weit übertraf" [1, ebd.].

Die Werkstatt SCHMIDTS, deren Produkte in den späteren Jahren auch durch andere Firmen vertrieben wurden, besaß neben der produktionsorientierten Fertigung einen ausgeprägten Experimentier- und Entwicklungscharakter. So besitigte SCHMIDT bei den hergestellten sphärischen CASSEGRAIN-Optiken die sphärische Aberration durch besondere Deformationen des Sekundärspiegels, schliff eine Reihe kleinerer Refraktorobjektive und erfüllte den Auftrag der Korrektur für das 50-cm-Objektiv des Potsdamer Refraktors. Das Beharren auf der Durchführung der Arbeiten in Mittweida führte zum Transport des Objektivs unter Polizeieskorte von der preußischen Garnisonsstadt nach Sachsen. Aufträge zu einem fotografischen 60-cm-Objektiv für die Sternwarte in Bergedorf und einer 30-cm-Optik für die Sternwarte Leipzig trugen dazu bei, SCHMIDTS Ansehen zu erhöhen.

Die Nutzung eines dem Haus gegenüber gelegenen Gartens für experimentelle Zwecke gestattete 1909 die Aufstellung einer neuartigen Horizontalspiegelanlage, die der späteren Bergedorfer Anlage als Modell diente. Es handelte sich um Plan- und Parabolspiegel-Kombinationen mit Durchmessern bis zu 61 cm. Im Garten vollzog SCHMIDT wesentliche Prüfarbeiten an seinen Optiken, unter Anwendung von künstlichen Sternen – Glaskugeln, die an Bäumen des Stadtparks in Entfernungen von einigen 100 Metern befestigt waren und in denen das Reflexbild der Sonne mit hinreichender Punktförmigkeit erschien. Trotz seiner Verschlossenheit öffnete sich „Linsenschmidt", wie er im örtlichen Volksmund genannt wurde, häufig interessierten Schulklassen, astronomischen Gruppen oder einer breiten Öffentlichkeit. Verbürgt ist ferner, daß SCHMIDT sowohl in Mittweida als auch in seiner Bergedorfer Zeit in Kontakt mit estnischen Volksgruppen gestanden hat. Seine Verbindung zur Heimat formulierte er, sogar bis zu einem Angebot der Rückkehr. Zur Anwendung seines „Wissens und seiner Kenntnisse ..." bestanden aber „... in Estland damals weder Aussichten noch Möglichkeiten ..." [2, S. 246].

B. SCHMIDT „war ein Mensch mit einem eigenwilligen Charakter, der nur ohne Zwang arbeiten konnte. Manchen Tag verträumte er bei einem guten Tropfen, um dann wieder Tag und Nacht an der Verwirklichung seiner genialen Ideen zu schaffen" [3, S. 370].

Für die Skurrilität und zugleich Originalität stehe ein Beispiel: 1926, im letzten Jahr seiner Mittweidaer Zeit, baute er für einen Bauern bei

Mittweida ein „Kuhstall-Persikop", das die Vom-Bett-aus-Beobachtung des Kuhstalls gestattete!

Ab 1926 auf Drängen des Direktors der Sternwarte Hamburg-Bergedorf als Mitarbeiter tätig, löste SCHMIDT bis 1928 Wohnung und Werkstatt in Mittweida auf. In Bergedorf, einer großen Forschungssternwarte, fand der Erfinder Aufgaben im Bereich der Optik, Mechanik und Fotografie sowie bei der Durchführung von astronomischen Beobachtungen. Insbesondere beschäftigte er sich mit Abbildungsfehlern bei Spiegelsystemen, die den mit der Astrofotografie entstandenen Forderungen nach größerer Lichtstärke und größeren Bildfeldern zwar prinzipiell entsprachen, jedoch systembedingte Verzeichnungen im Umfeld der optischen Achse aufwiesen. Sicher durch den seit 1911 an der Bergedorfer Sternwarte vorhandenen 100-cm-Parabol-Reflektor (Zeiss Jena, vgl. [3, S. 371]) angeregt, griff SCHMIDT entgegen anderen Verfahren auf den Kugelspiegel zurück. Unter Akzeptieren einer gekrümmten Bildebene, die bei Aufnahmen entsprechend gewölbte Platten erfordert, beseitigte SCHMIDT alle weiteren charakteristischen Fehler durch eine vor den Spiegel geschaltete Korrektionslinse. Die erste bis 1930 für Bergedorf erbaute „SCHMIDT-kamera" besaß einen Bildfeld-Durchmesser von 16° bei einem Öffnungsverhältnis von 1:1,74, 44-cm-Spiegeldurchmesser und 36 cm Durchmesser der Korrektionsoptik. Das neue optische System, dem bis zum Tode SCHMIDTS noch die Vorbereitung einer 60-cm-Kamera folgte, publizierte der Autor 1931 auf nur zwei Seiten in der „Central-Zeitung für Optik und Mechanik" sowie in Bergedorf.

Diese Entwicklung machte BERNHARD SCHMIDT mit einem Schlage zu einer Erfinder-Berühmtheit. Dennoch war er der bescheidene, stille und in der Zurückgezogenheit arbeitende Konstrukteur geblieben. Der Verzicht auf die Patentierung des Systems, andererseits die Geheimhaltung der Herstellungstechnologie für die Korrektionslinse hellen das Charakterbild des Konstrukteurs keinesfalls auf.

Nach seinem Tode aber konnte der „technologische Schleier" gelüftet und ohne patentrechtliche Verwicklungen Allgemeingut der astrooptischen Industrie werden.

Unter den inzwischen in aller Welt zahlreich arbeitenden SCHMIDT-Systemen ist das derzeit leistungsstärkste Instrument nur 100 km von seiner sächsischen Wahlheimat entfernt. Mit dem Durchmesser der Korrektionsplatte von 1,34 m wurde es Bestandteil des im Jahre 1960 in Betrieb genommenen 2-m-Universalteleskops des KARL-SCHWARZSCHILD-Observatoriums Tautenburg der Akademie der Wissenschaften der DDR.

Literatur:

[1] SCHORR, R.: **Nekrolog.** In: Astronomische Nachrichten, Bd. 258 (1936), Nr. 6171, Spalte 45 bis 48.

[2] MÜÜRSEPP, P.: **Erinnerung der Zeitgenossen an BERNHARD SCHMIDT.** In: Die Sterne 44 (1968) H. 11/12, S. 242–248.

[3] RIEKHER, R.: **Fernrohre und ihre Meister.** Berlin 1957.

[4] LÜCHEL, K.: **Zum Gedenken an BERNHARD SCHMIDT.** In: Die Sterne 35 (1959) H. 9/10, S. 197 bis 202.

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

HEINZ ALBERT

Zur Aneignung eines soliden Wissens

Seit Einführung des jetzigen Lehrplans Astronomie haben wir darum gerungen, die in ihm fixierten Ziele mit unseren Schülern zu erreichen. Dank der vielfältigen Weiterbildungsmaßnahmen und Veröffentlichungen sowie der sich ständig verbessernden Ausstattung mit Unterrichtsmitteln ist uns dies zweifellos von Jahr zu Jahr immer besser gelungen. Trotzdem ist nicht zu übersehen, daß zahlreiche Schüler den umfangreichen Schatz an Fakten, Begriffen und Gesetzen – erworben in unserem Fach und in jenen Fächern, auf deren Vorleistungen wir aufbauen wollen – nicht immer in genügendem Maße anwenden können, so daß er deshalb noch nicht zum geistigen Besitz wird, der die Schulzeit weit überdauert. Der Minister für Volksbildung MARGOT HONECKER stellte im Referat vor dem VIII. Pädagogischen Kongreß fest, einmal zu prüfen, „ob die Schüler genügend zum Vergleichen, Erläutern, Begründen angehalten und befähigt werden". [1] Um die dafür benötigte Zeit verfügbar zu haben, bedarf es zweier Voraussetzungen, die in dieser Zeitschrift bereits diskutiert worden sind:

1. Wir müssen uns im Astronomieunterricht stärker auf die im Lehrplan enthaltenen Schwerpunkte konzentrieren und an deren Festigung mit allen bewährten methodischen Möglichkeiten arbeiten [2]. Die stärkere Herausarbeitung dieser Schwerpunkte ist eine vor-

dringliche Aufgabe der pädagogischen Wissenschaft, aber auch der Fachzirkel und jedes einzelnen Lehrers. Die besten, Methoden, diese Schwerpunkte – bei Wahrung aller Lehrplanforderungen – im Unterricht umzusetzen, müssen im Erfahrungsaustausch popularisiert werden.

2. Es gilt zu erkennen, welches die tragenden Elemente des Lehrplanstoffs sind, die die Schulzeit weit überdauern sollen. D. h. das Wesentliche ist sowohl in Theorie und Praxis herauszuarbeiten, und es ist kenntlich zu machen, wie umfassend und exakt das Wissen der Schüler sein muß, damit es für das Leben nach der Schulzeit von Wert bleibt [3]. In den folgenden Ausführungen soll dargestellt werden, wie der Verfasser im Unterricht versucht, seine Schüler anzuleiten und zu befähigen, sich exaktes dauerhaftes Wissen in systematischer Weise anzueignen, um es zu rechter Zeit auch anwenden zu können.

Ausgehend davon, daß die Schüler in der ersten Astronomiestunde etwas von Sternen zu erfahren hoffen, beginnen wir tatsächlich auch mit diesem Begriff und erarbeiten einiges von dem, was sich hinter der Bezeichnung „Stern" verbirgt. Dabei werden Vorkenntnisse der Schüler genutzt und die landläufige Bezeichnung Stern für alles was nachts am Himmel leuchtet, analysiert und korrigiert. Daneben werden die weiteren Erscheinungsformen der Materie im Kosmos entweder von den Schülern genannt oder vom Lehrer erwähnt und durch entsprechende Lichtbilder bzw. Lehrbuchbilder vorgestellt. Daraus leiten wir bereits in der ersten Stunde der Bekanntschaft mit kosmischen Körpern als Ergebnisse Merkmale ab, die während des ganzen Lehrgangs wiederholt, angewandt, vertieft und erweitert werden. Schüler notieren:

Merkmale wichtiger Himmelskörper

Stern	Planet	Mond
selbstleuchtend	reflektiert	reflektiert
bewegt sich in einem Sternkollektiv	Strahlung umläuft einen Stern	Strahlung umläuft einen Planeten
große Masse	geringere Masse als sein Stern	geringere Masse als sein Planet

Im Laufe des Schuljahres werden diese Notizen ergänzt, je nachdem, an welchem Stoff gearbeitet wird. Nachgetragen werden:

hohe Temperatur	rotiert nahezu kugelförmig	rotiert Kugelform nicht notwendig
Gaskugel	verändert sich	verändert sich
Rotation	(besitzt Atmosphäre)	
Zustandsänderungen		

Nach dem Beobachtungsabend wird nachgetragen:

im Fernrohr	*im Fernrohr*	*im Fernrohr*
punktförmig (außer Sonne)	flächenhaft	punktförmig (außer Erdmond)
flackerndes Licht	ruhiges Licht	mit bloßem Auge nur Erdmond sichtbar

Aber bereits in der ersten Stunde wird ein wichtiger Tatbestand hervorgehoben, an den immer aufs neue zu erinnern ist. Unser Stern heißt Sonne.

Erläuternd muß hier erwähnt werden, daß die Notizen der Schüler nach einer Unterrichtsstunde nie „fertig" sind. Sie werden immer ergänzt, je weiter wir im Stoff vordringen. Diesem Prinzip folgend, legen wir schon in den ersten Stunden ganzseitige Tafeln an, die dazu dienen, mit dem Fortschreiten im Stoff die wichtigsten Fakten und Zusammenhänge aufzunehmen. Einige wenige Beispiele sollen das verdeutlichen.

Noch in der ersten Stunde wird als Zusammenfassung und Synthese formuliert, was wir heute unter Astronomie verstehen. Es wird eine Übersicht angelegt, die ständig ergänzt, am Ende des Schuljahres folgende Formen annimmt:

Astronomie

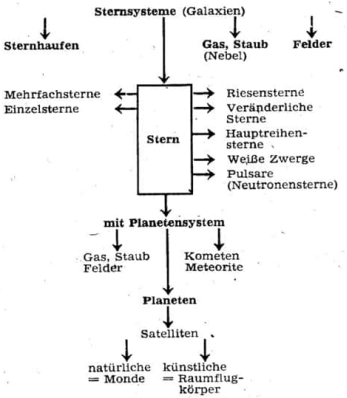
Forschungszweige

Astrometrie	*Himmelsmechanik*	*Astrophysik*		*Stellarstatistik*
Aufgaben				
Ortsbestimmung der Gestirne und Gesetzmäßigkeit der Veränderung	Bahnbestimmung der Himmelskörper	untersucht Planeten und zieht Folgerungen über ihren Aufbau und ihre Entstehung	untersucht die Strahlung und zieht Folgerungen für Sternaufbau und Sternentwicklung	Studium des Aufbaus der Galaxis, der Bewegungsverhältnisse und der großräumigen Verteilung der Sterne
Kennzeichnende Arbeitsmethoden				
Beobachtung optisch, radioastronomisch	Berechnung	Beobachtung optisch, radioastronomisch, direkt (Raumfahrt) theoretisch, experimentell	Beobachtung optisch, radioastronomisch, experimentell	Sternzählungen und theoretische Verallgemeinerung der Beobachtungen

Raumfahrt

Fernerkundung der Erde, der Planeten und Monde	Direkterkundung auf Planeten und Erdmond	Erforschung unbekanter Strahler	medizinische und biologische Forschung	technische Aufgaben und Forschung

Wie bereits aus dieser Systematik ersichtlich, geht es dem Lehrer nie darum, Einzelheiten vom Schüler notieren zu lassen. Stets werden nur Strukturen übersichtlich festgehalten und im Unterrichtsgeschehen oder bei Kontrollen gefordert, um mit ihrer Hilfe Zusammenhänge herzustellen, zu vergleichen oder zu begründen. Das bereitet den Schülern anfangs zwar sehr große Schwierigkeiten, da sie genötigt sind, ihre Gedanken zu ordnen, zu formulieren und frei vorzutragen; es ist aber eine ausgezeichnete Schulung in Hinblick auf die Abschlußprüfung und das Leben in der Gesellschaft. Noch stärker kommt das in der zu führenden Tafel zum Zentralbegriff „Stern" zum Ausdruck, weil hier nur Begriffe aufgeführt werden, die schrittweise zu verschiedenen Zeitpunkten im Unterricht erläutert und erarbeitet werden.



(Die hervorgehobenen Begriffe müssen im Zusammenhang mit dem Hauptbegriff „Stern" am Schuljahresende in einer Antwort eine Rolle spielen.)

Mit der Behandlung der Sonne wird im Astronomieunterricht zum ersten Male bewußt gemacht, daß ein Stern nicht nur Licht, vielmehr Strahlung aussendet. Was wir in der Alltagssprache als Licht bezeichnen, macht nur einen Teil der von einem Stern ausgesandten Strahlung aus. Viele unserer Schüler kennen diesen entscheidenden Unterschied aus ihrem Erfahrungsschatz. Trotzdem bereitet es nach wie vor Schwierigkeiten, die Jugendlichen daran zu gewöhnen, von der Sternstrahlung zu sprechen. Um so mehr wird für erforderlich gehalten, die schematische Darstellung des Spektrums der elektromagnetischen Wellen im Lehrbuch [4] dahin zu ergänzen, daß die Schüler erfahren und notieren, mit welchen Methoden und Mitteln die nicht zur Erde gelangenden Strahlungsarten erforscht werden bzw. welche Wirkung sie bei ungehinderter Einwirkung auf lebende Organismen ausüben. Derartiges Wissen führt bei seiner Wertung zu moralischen Grundhaltungen. Diese wiederum lassen zu, das Wissen in einer der Gesellschaft förderlichen Weise anzuwenden. In dieser Hinsicht läßt das Lehrbuch hier und an weiteren Stellen zu viele Wünsche offen. Immerhin ist die Strahlung der Sterne das Informationsmittel für die Astronomie. Dem Schüler jedoch wird dies beim Lesen des Lehrbuchs genau so wenig bewußt werden, wie die Erkenntnis der Astrophysik, daß viele Sterne den größten Teil ihrer Strahlung gar nicht im Bereich des sichtbaren Lichtes abgeben. Erst dieses Wissen erhellt, weshalb auf dem Gebiet der Raumfahrt große finanzielle Mittel auch für astrophysikalische Forschungen aufgewendet werden. Da diese Methode astronomischer Forschungsweise künftig mehr Raum einnehmen wird, gebührt ihr in unserem Unterricht – und damit auch im Lehrbuch – weitaus mehr Aufmerksamkeit. Schließlich muß dieses Wissen und die damit verbundene Einsicht um die gesellschaftliche Notwendigkeit schon heute von den Jugendlichen, z. B. bei häuslichen Diskussionen, angewandt werden.

Überschauen wir unsere Unterrichtsgestaltung, die sich auch in allen Veröffentlichungen bis hin zum Lehrbuch und den Unterrichtshilfen widerspiegelt, dann fällt auf, daß am Anfang meist der fertige Begriff, ein Sachverhalt oder eine Feststellung stehen. Danach setzt eine Erläuterung ein. Erfahrungen bei der Arbeit mit Kindern und Jugendlichen lehren uns jedoch, daß den Heranwachsenden das Aufbauen, das Synthetisieren mehr liegt, daß sie dabei in kürzerer Zeit bleibendes Wissen und Können erwerben. Deshalb sollten wir – um einen Vergleich zu gebrauchen – den Lernenden nicht eine fertige Uhr zeigen, sie gemeinsam auseinandernehmen und dann verlangen, jeder einzelne solle sie wieder richtig zusammenbauen. Soll Wissen dauerhaft werden, muß der Lehrende die steigende und fallende Bedeutung einzelner Wissenselemente innerhalb des Lehrgangs beachten, um bei seinen Unterrichtsvorbereitungen einzukalkulieren, wie früher Erworbenes sinnvoll einzubeziehen ist, um es der Gefahr des Vergessenwerdens zu entreißen. Von Sternen und ihren Zuständen bzw. Zustandsgrößen wird vom Beginn der Behandlung der Sonne in immer stärkerem Maße

gesprochen, der Planetenbegriff, der des Mondes oder gar die Bedeutung der Wörter Komet, Meteorit kommen dagegen immer seltener vor. Gerade deshalb, weil vom planmäßigen Stoff her im zweiten Halbjahr diese Wisseneselemente an „Leuchtkraft" einbüßen, müssen vom Lehrer die Knotenpunkte aufgefunden werden, an denen Bekanntes mit neuem Wissen verknüpft wird, wo sich Vergleiche anbieten. Rezepte nützen da nichts, weil jeder Lehrer vor seiner konkreten Klasse ein individueller Könner sein muß, um die Schüler anzuregen, den Stoff in Längs- und Querschnitten zu durchdenken. Erst dadurch wird Systemhaftigkeit des Wissens erreicht. Das ist der Hintergrund für das Anlegen jener ganzseitigen Übersichten, die — wie oben beispielhaft gezeigt — nach und nach wachsen, bei denen ein Auswendiglernen nur für die nächste Stunde oder die bevorstehende Leistungskontrolle gar nichts nützt. Bei diesem Vorgehen ist das Mitdenken gefordert. Nur das Selbstdurchdachte ist dauerhaft. Daß es auch exakt ist, darüber hat der Lehrer sorgsam zu wachen.

Literatur:
[1] HONECKER, M.: **Der gesellschaftliche Auftrag unserer Schule.** Referat auf dem VIII. Pädagogischen Kongreß. In: DLZ 43–44/78 (Beilage).
[2] BIENIOSCHEK, H.: **Einige Standpunkte zur Erhöhung der Qualität des Astronomieunterrichts.** In: Astronomie in der Schule 15 (1978) 4.
[3] SCHUKOWSKI, M.: **Zum Problem des Wesentlichen im Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule 15 (1978) 6.
[4] **Astronomie.** Lehrbuch für Klasse 10. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1978.

Anschrift des Verfassers:
OL HEINZ ALBERT
963 Crimmitschau
Pionier- und Jugendsternwarte „Johannes Kepler"

KLAUS ULLERICH

Einsatz von Arbeitsblättern bei der Aneignung neuen Stoffes

Über bewährte Formen des Einsatzes von Arbeitsblättern im Astronomieunterricht ist von Zeit zu Zeit in unserer Zeitschrift und anderswo berichtet worden (ALBERT [1], MUSTER [2], [3], WEBER [4]). In den meisten Fällen werden Arbeitsblätter zur Festigung des Wissens und Könnens, zur Übung, Systematisierung und Anwendung eingesetzt. Ich möchte als eine weitere Variante den Einsatz von Arbeitsblättern bei der *Aneignung neuen Stoffes* an einem Beispiel darstellen.

Speziell zu diesem Zweck entstand im Rahmen der Arbeit unserer Fachkommission eine Folge von fünf Arbeitsblättern zu den Unterrichtsstunden:

Die Erde und der erdnahe Raum
Zur Physik der Planeten
Natürliche Kleinkörper im Planetensystem
Die Sonne und ihre Aktivität
Zustandsgrößen der Sterne.

Bei ihrer Erarbeitung und schließlich ihrer Verwendung im Unterricht einer Vielzahl von Klassen (etwa dreißig in jedem Schuljahr) wurden uns zunehmend Möglichkeiten, Grenzen und Forderungen dieser methodischen Variante deutlich, so daß es heute möglich ist, zu einigen Aussagen zu kommen, die im folgenden an Hand von Beispielen aus einem unserer Arbeitsblätter belegt werden sollen. In diesem Beispielblatt „Zur Physik der Planeten" geht es im ersten Teil („Zustandsgrößen") darum, die im Lehrplan geforderten Einsichten und Erkenntnisse mit Hilfe einer Lehrbuch-Tabelle zu gewinnen. Das ist für eine 10. Klasse schwieriger, als es beim ersten Hinsehen erscheinen mag. Der zweite Teil („Planetenatmosphären") wird mit Hilfe mehrerer Textstellen des Lehrbuches erarbeitet.

Zu den Anforderungen an diese Arbeitsblätter

- Das Arbeitsblatt muß eindeutige Arbeitsanweisungen in einer den Schülern verständlichen Form geben; für verbal komplizierte Situationen des Ausgangsmaterials (Lehrbuch) kann es sogar notwendig werden, eine Antwort teilweise vorzuformulieren (in der Antwort 1.2. gab es z. B. ohne solche Hilfe Schwierigkeiten, das Denkresultat in dieser Kürze anzugeben).
- Das Arbeitsblatt kann (und muß in manchen Fällen) auch Elemente der Rückkopplung enthalten. So wird im Arbeitsblatt zu den Zustandsgrößen der Sterne beim Begriff Leuchtkraft darauf verwiesen, auf welcher Seite des Lehrbuches dieser Begriff bereits beim Thema Sonne behandelt wurde.
- Die Arbeit erfordert ein Grundlagenmaterial (meist das Lehrbuch), das dieser Methode annähernd gerecht wird. An manchen Stellen macht es sich notwendig, das Lehrbuch durch im Arbeitsblatt vorgegebene Tabellen, Grafiken oder durch im Raum aufgestellte Modelle, Anschauungstafeln o. a. zu ergänzen.
- Das Arbeitsblatt muß dem Schüler deutlich machen, welche Teile des erarbeiteten Stoffes nur Informationscharakter tragen, wel-

che Teile dagegen als wesentlicher Merkstoff in das Heft zu übertragen sind. So kann das Arbeitsblatt (z. B. in Form einer kartonstarken Fotokopie) zur Wiederverwendung eingesammelt werden.

- Bei komplizierten, mehrere logische Schritte umfassenden Denkoperationen macht sich eine Auflösung des Komplexes in Teilprobleme erforderlich, ggf. müssen sogar notwendige Erläuterungen eingefügt werden. So wird das Problem 1.3. im Beispielblatt in zwei Teilprobleme aufgelöst (1.3.1. und 1.3.2.), um dann wieder durch den Schritt 1.3.3. den kausalen Zusammenhang herstellen zu lassen. Ohne die beiden eingefügten Hinweise (Beachten Sie . . .) in 1.3.1. und 1.3.2. sind die beiden Teilprobleme für den Schüler schwer lösbar.
- Die Arbeit mit diesen Blättern erfordert vom Schüler Methoden der geistigen Arbeit. Sie werden teilweise vorausgesetzt z. T. aber auch im Prozeß dieser Arbeit erst im notwendigen Umfang erlernt (z. B. das Umformen von Textstellen in Definitionen).

Fk Astronomie Kreis Burg
Arbeitsblatt 2
Physik der Planeten

1. Zustandsgrößen
Lesen Sie die Tab. 6 im Lehrbuch (S. 130/131)! Erkennen Sie an den Werten in Spalte 3, daß wir jupiterähnliche und erdähnliche Planeten unterscheiden!
1.1. Ordnen Sie die neun Planeten nach ihrem Radius!
Jupiterähnliche Planeten:
Erdähnliche Planeten:
1.2. Vergleichen Sie Radius (Spalte 3), Masse (Spalte 6) und Dichte (Spalte 7) dieser beiden Planetengruppen und formulieren Sie Ihre Erkenntnis!
Jupiterähnliche Planeten haben einen . . . Radius, eine . . . Masse, aber eine . . . Dichte als erdähnliche Planeten.
1.3.1. Stellen Sie fest, welche Planeten eine besonders große Rotationsgeschwindigkeit haben (Spalte 8)! Beachten Sie: In der Tabelle ist die Rotationsperiode angegeben!
1.3.2. Stellen Sie fest, welche Planeten eine besonders starke Abplattung aufweisen (Spalte 4)! Beachten Sie: Ein großer Zahlenwert entspricht einer starken Abplattung!
1.3.3. Fassen Sie zusammen: Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Rotationsgeschwindigkeit und der Abplattung eines Planeten?
Eine größere . . . eines Planeten hat auch eine größere . . . zur Folge.
2. Planetenatmosphären
2.1. Lesen Sie im Lehrbuch S. 46/47 (Planetenatmosphären); zwei Faktoren beeinflussen die Dichte der Planetenatmosphären vor allem).
Welche beiden Faktoren sind das? Wir wirken sie sich aus?
Je größer die . . . des Planeten, desto . . . ist die Dichte seiner Atmosphäre.
Je höher die . . . der Planetenatmosphäre, desto . . . ist ihre Dichte.
2.2. Lesen Sie im Lehrbuch S. 47/48 (Existenz von Lebensformen). Formulieren Sie Ihre Erkenntnis!
Für die Existenz von Lebensformen müssen folgende Bedingungen gegeben sein:
a) . . . b) . . . c) . . .
Auf welchem Planeten unseres Sonnensystems sind diese Bedingungen wenigstens für primitive Lebensformen gegeben?
Diese Bedingungen sind in unserem Sonnensystem außer auf der Erde nur auf dem Planeten . . . gegeben.

Literatur:

[1] ALBERT, H.: **Arbeitsblätter für den Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule 6 (1969) 1 und 2.
[2] MUSTER, A.: **Arbeitsblatt HRD.** In: Astronomie in der Schule 13 (1976) 6.
[3] MUSTER, A.: **Zum Einsatz von Arbeitsblättern.** In: Astronomie in der Schule 15 (1978) 1.
[4] WEBER, R.: **Arbeitsblätter im Astronomieunterricht.** Pädagogische Lesung Nr. 1538 b.

Anschrift des Verfassers:
KLAUS ULLERICH
327 Burg
Schartauer Straße 16

UNSER FORUM

Aktivierung der Schüler im Astronomieunterricht[1]

OL HERMANN HIRRLE, Großschulzendorf

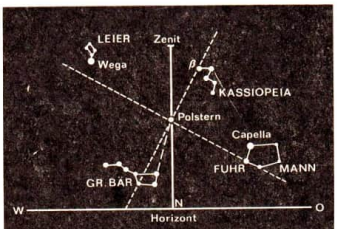
Der Fähigkeitsentwicklung zur selbständigen Orientierung am Sternhimmel kommt eine große Bedeutung zu. Hierbei ist es notwendig, die Schüler zu eigenen Beobachtungen des Sternhimmels über die obligatorischen Beobachtungsabende hinaus anzuregen und sie zur Orientierung am Sternhimmel zu befähigen. Bewährt hat sich u. a. die Verwendung von Horizont- bzw. Himmelsausschnittskizzen für die kontrollierbare Schülerbeobachtung [1]. Als Methode der schrittweisen Befähigung zur selbständigen Orientierung am Sternhimmel hat sich folgender Weg als günstig erwiesen.

Schon in der ersten oder zweiten Unterrichtsstunde wird als Hausaufgabe das Aufsuchen des Polarsterns in Verbindung mit dem Großen Wagen aufgegeben. Die hierfür übliche Methode wird als Skizze vorgegeben [2; S. 115, Bild 115/1].

Bei der Behandlung des Lehrplanabschnitts 1.2.2. werden als Hausaufgabe das Aufsuchen des Sommerdreiecks und die Eintragung der typischen Einzelsterne in eine vorzubereitende Horizont- bzw. Himmelsausschnittskizze (z. B. Horizontsystem von innen) gefordert. Dabei sind entsprechende Aufgabenstellungen im Lehrbuch einzubeziehen. Im Anschluß an diese Stoffeinheit werden die Sternbilder des „Achsenkreuzes" in einer Skizze gegenübergestellt.

Dabei wird die Methode, mit Hilfe von Alignements von bekannten Einzelsternen (bzw. Sternbildern) ausgehend, weitere Einzelsterne

[1] s. Astronomie in der Schule 14 (1977) 4, S. 90–91; 5, S. 112–113; 15 (1978) 1, S. 19; 2, S. 43; 3, S. 65–66; 4, S. 91–92; 5, S. 113–114; 6, S. 140–141.



(bzw. Sternbilder) aufzufinden und einzuprägen, bewußt erläutert und als Hausaufgabe geübt. Es wird eine Himmelsausschnittskizze mit Blickrichtung Nord angefertigt.

Die dargestellte Methode ermöglicht den Schülern ein selbständiges Aufsuchen der neu hinzukommenden Sternbilder und Einzelsterne am Sternhimmel. Diese Tätigkeit führt zu einem nachwirkenden Erfolgserlebnis und stärkt bei vielen Schülern das Interesse am Astronomieunterricht. Die hier gestellte Aufgabe und ihre Lösung nimmt eine zentrale Stellung für die weitere Befähigung zur Orientierung am Sternhimmel ein. Diese „Geräteternbilder" bilden dabei die Ausgangsbasis. In Verlängerung der Deichselsterne des Großen Wagens führt ein Alignement über Arktur im Bootes zu Spica in der Jungfrau; Wega in der Leier ist der hellste Stern des Sommerdreiecks; durch eine Verbindungslinie vom Polarstern über Cassiopeia können wir angenähert den Frühlingspunkt als natürlichen Nullpunkt für die Rektaszension fixieren; Capella im Fuhrmann leitet schließlich über zu den Wintersternbildern [3; S. 141]. Für die schrittweise Befähigung zur selbständigen Orientierung kommt der Arbeit mit der Sternkarte und entsprechenden Aufgabenstellungen an den Beobachtungsabenden sowie der Einbeziehung von Lehrbuchaufgaben eine besondere Bedeutung zu, indem sie sich gegenseitig sinnvoll ergänzen. Einen Höhepunkt der selbständigen und kontrollierbaren Schülerbeobachtung bildet schließlich die Anfertigung einer Horizont- bzw. Himmelsausschnittskizze mit den typischen Einzelsternen und Sternbildern des abendlichen Winterhimmels, eine langfristige Hausaufgabe für die Zeit von Mitte Januar bis Mitte März. Sie kann zur Vorbereitung auf den zweiten Beobachtungsabend dienen, ist aber ebensogut für dessen Nachbereitung geeignet. Es dürfen jeweils bis zu zwei Schüler gemeinsam eine entsprechende Skizze anfertigen, um zu sichern, daß auch leistungsschwächere Schüler bei dieser komplexen Aufgabenstellung zur zielgerichteten Orientierung befähigt werden und zu Erfolgserlebnissen kommen. Bei der Anfertigung dieser Arbeit ist es gleich, ob mit Hilfe der Sternkarte die entsprechenden Einzelsterne und Sternbilder zuerst am Himmel aufgesucht und dann in die Skizze eingetragen werden oder ob die entsprechenden Objekte vom Sternhimmel zuerst direkt in die Skizze übertragen und ihre Lage dann im Koordinatensystem mit Hilfe der Sternkarte korrigiert wird. Es ist auch die Möglichkeit nicht auszuschließen, daß die Schüler einzelne geforderte Objekte von der Sternkarte zuerst direkt in die Skizze übertragen und sie anschließend am Sternhimmel aufsuchen. Entscheidend ist die mit der Aufgabenstellung verbundene zielgerichtete Orientierung am Sternhimmel. Die Schüler festigen dabei ihre Raumvorstellung in Verbindung mit der Übertragung der Koordinaten der Sternkarte auf den Sternhimmel. Durch entsprechendes Anschauungsmaterial im Fachraum sollte ihnen die Selbstkontrolle ihrer Beobachtungen und Arbeiten möglich sein (z. B. drehbarer Sternhimmel in Blickrichtung Süd und in Blickrichtung Nord, Selbstbau).

Im Stoffabschnitt 2.2. „Die Sterne" kann bei Behandlung physikalischer Sachverhalte immer wieder auf bekannte Sterne zurückgegriffen werden. Die Erfahrung zeigt, daß dadurch das Interesse der Schüler an der Astrophysik wesentlich erhöht wird.

Zunehmende Sicherheit in der Orientierung am Sternhimmel unter Einbeziehung der Planetenbewegungen hat in der Astronomie vergleichsweise die Bedeutung, die Grundkenntnisse in der Topographie für die Geographie haben. Die Kenntnis des Sternhimmels in einer angemessenen notwendigen Anzahl von Einzelsternen und Sternbildern bildet letztlich die Voraussetzung für eine sinnvoll motivierte weitere selbständige Beschäftigung der Schüler mit astronomischen Fragen und Problemen.

Literatur:

[1] HIRRLE, H.: **Zur Verwendung von Horizont- bzw. Himmelsausschnittskizzen für die kontrollierbare selbständige Schülerbeobachtung.** In: Astronomie in der Schule 12 (1975) 4.

[2] **Astronomie.** Lehrbuch für Klasse 10. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1978.

[3] **Methodik Astronomieunterricht.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1977.

(wird fortgesetzt)

Bildreihe zur historischen Entwicklung astronomischer Beobachtungsgeräte

In diesem Heft beginnt die Veröffentlichung einer Bildreihe, die Beobachtungsgeräte in ihrer historischen Entwicklung vorstellt. Die Abbildungen, welche auf den Umschlagseiten erscheinen, und dazugehörige Erläuterungen unter der Rubrik „Unsere Bilder" sind als Hilfen zur Erörterung von geschichtlichen Fragen im Unterricht und in der AGR gedacht.

Neue Messungen der Lichtgeschwindigkeit

Für alle modernen Methoden der Entfernungsbestimmung auf der Erde und im Kosmos sowie für weitere Meßverfahren der Astronomie spielt die Kenntnis der Lichtgeschwindigkeit eine grundlegende Rolle. Diese Tatsache gilt in besonderer Weise für die Präzisionsentfernungsmeßtechnik mit Mikrowellen und mit Laser. Bei Entfernungsmessungen im erdnahen Raum wird eine Genauigkeit für die Konstante c der Lichtgeschwindigkeit gefordert, die der des Längenstandards selbst entspricht.

1957 wurde durch die International Union of Radio Sciences (URSI) und die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG) der konventionelle Wert

$$c\ (1957) = (299\,792\,500 \pm 100)\ \text{m/s}$$

festgelegt.

Inzwischen haben mehrere Neubestimmungen von c durch Anwendung der Lasertechnik stattgefunden, die auf die Beziehung $c = f \cdot \lambda$ basieren. Im US-amerikanischen National Bureau of Standards in Boulder wurden z. B. in obiger Formel die Frequenz f und die Wellenlänge λ simultan gemessen. Der verwendete Helium-Neon-Laser arbeitete mit einer Frequenz von 88 THz (= 3,39 · μm).

Diese hohe Frequenz wurde in bezug auf einen Frequenzstandard im Mikrowellenbereich über eine Kette von harmonisch abgestimmten Lasern im infraroten Spektralbereich gemessen. Die Wellenlänge wurde durch einen direkten interferometrischen Vergleich mit der Krypton-86-Wellenlänge bestimmt, die den primären Längenstandard darstellt. Das 1972 erhaltene Ergebnis war:

$$c\ (1972) = (299\,792\,457{,}4 \pm 1{,}1)\ \text{m/s}.$$

Dieses und weitere Ergebnisse führten dazu, daß 1973 das Consultative Committee for the Definition of the Metre (CCDM) folgenden Wert für alle Präzisionsanwendungen empfahl:

$$c\ (1973) = (299\,792\,458 \pm 1{,}2)\ \text{m/s},$$

Dieser Wert wurde durch Messungen des britischen National Physical Laboratory (NPL) Teddington 1974 und 1976 bestätigt. Im NPL wurde ein speziell bestimmter Wert für den Krypton-86-Standard benutzt. Die Schlußfolgerungen der CCDM waren: a) Die Übereinstimmung der Ableitung der Längeneinheit in den verschiedenen Laboratorien war nicht schlechter als $4{,}10^{-9}$. Es ist nicht möglich, den Krypton-86-Standard für höhere Genauigkeiten zu verwenden. b) Der wahrscheinlichste Wert für c ist c (1973) mit einer Unsicherheit von $4{,}10^{-9}$. c) Der Längenstandard Krypton 86 ist zu verbessern (z. B. auf der Grundlage der Wellenlänge einer atomstabilisierten Laserstrahlung).

Die Internationale Astronomische Union hat den Wert c (1973) in ihr System 1976 der astronomischen Konstanten als verbindlich aufgenommen.

Literatur:

KNIGHT, D. J. E.; ROWLEY, W. R. C.: **Recent Measurements of the Speed of Light. Survey Review XXIV. 185, July 1977, S. 131 bis 134.**

KLAUS-GÜNTER STEINERT

● Vergangenheit und Gegenwart des sowjetischen Simeis-Observatoriums auf der Krim

Etwa um die Jahrhundertwende wurde von einem russischen Liebhaberastronomen auf dem Berge Koschka in einer Höhe von 346 m über dem Meer unweit von Simeis an der Schwarzmeerküste eine Sternwarte errichtet. 1908 ging das Privatobservatorium durch Schenkung in das Eigentum der Sternwarte Pulkovo über. In dieser Zeit verfügte das Krim-Observatorium über einen Doppelastrographen und einen Heliographen. Das Beobachtungsprogramm umfaßte veränderliche Sterne, Helligkeitsbestimmungen sowie Positionsbestimmungen von Planetoiden und Kometen. Direktor war Professor NEUJMIN.

In den zwanziger Jahren wurde ein Einmeterspiegel aufgestellt. Junge Wissenschaftler kamen damals aus Pulkovo nach Simeis. Darunter waren auch AMBARZUMJAN, MELNIKOV und KOSYREV. In dieser Zeit wurde Simeis zum wichtigsten astrophysikalischen Observatorium der UdSSR und zu einem der größten in Europa.

Bis zum Beginn des Krieges wurden einige tausend Sternspektren aufgenommen, von 700 Sternen die Radialgeschwindigkeiten gemessen und im Prozeß dieser Arbeiten 40 spektroskopische Doppelsterne gefunden. Weiterhin wurden 110 Planetoiden, 8 Kometen und 300 Veränderliche entdeckt. Die aktive Teilnahme am Sonnenbeobachtungsdienst wurde aufgenommen. Vor der Okkupation konnte im Herbst 1941 ein Teil des Observatoriums evakuiert werden, aber die Hauptinstrumente wurden im Herbst 1943 von den faschistischen Truppen abtransportiert. Das Hauptgebäude wurde zerstört.

Für den Wiederaufbau des Observatoriums wählte man einen klimatisch günstiger gelegenen Platz im Inneren der Krim, etwa 12 km von Bachčisaraj entfernt in etwa 600 m Höhe über dem Meer. Um das neue Astrophysikalische Krim-Observatorium (KRAO) der AdW der UdSSR entstand das Astronomendorf Naučnyj; Hauptinstrument des KRAO ist der bekannte 2,6-m-Spiegel. Teile des KRAO verblieben in Simeis, und zwar der Sonnenbeobachtungsdienst, die Abteilung Galaxien und interstellare Materie unter Leitung der bekannten Astronomen SAJN und SEVERNYJ sowie das 22-m-Radioteleskop.

In den sechziger Jahren wurde das Simeis-Observatorium vom Sternberginstitut der Moskauer Lomonossow-Universität, vom Leningrader Optischen Institut und vom Physikalisch-Technischen Institut genutzt, um spezielle Beobachtungsreihen durchzuführen, die durch die südliche Lage von Simeis begünstigt wurden.

Seit 1974 ist das Observatorium Simeis unter der Bezeichnung Experimentalstation zur Beobachtung künstlicher Erdsatelliten in die Nutzung des Astronomischen Rates der AdW der UdSSR übergegangen. Aufgabe dieser neuen Einrichtung ist die komplexe Bearbeitung geodynamischer Fragen, wie horizontale und vertikale Bewegungen der Erdkruste, Plattentektonik, Polbewegung und Erdrotationszeitschwankungen. In der Experimentalstation Simeis werden die genannten Effekte mit geodätischen, geophysikalischen und astrometrischen Methoden simultan untersucht. Bisher geschah das getrennt in verschiedenen Observatorien. Geodynamische Observatorien nach der Art von Simeis entstehen zur Zeit in einigen Ländern.

Literatur:

BRODSKAJA, E. S.; DMITROCA, I. I.: **Observatorija na gore „Koška".**

RYCHLOVA, L. V.: **Kompleksnye issledovanija geodinamiceskich javlenij s pomošču parallelnych nabljudenij zvezd i ISZ.** In: Naučnye informacii (Astrosowjet) Nr. 38 (1976) S. 3 bis 6 und 7 bis 11.

KLAUS-GÜNTER STEINERT

● Der massive Kern von M 87

M 87, das hellste Mitglied des Virgo-Galaxienhaufens, hat in der letzten Zeit die Aufmerksamkeit vieler Astronomen auf sich gelenkt. Etwa 15 Mill. pc entfernt, gehört sie zu den ausgedehntesten Galaxien mit der größten Helligkeit. Ihre Gesamtmasse ist nach einer Untersuchung von WILLIAM G. MATTHEWS vom Lick-Observatorium 100mal, wenn nicht sogar 1000mal größer als die unseres Milchstraßensystems. M 87 sendet auch Röntgen- und Radiostrahlen aus. Ein Teil seiner Radioenergie kommt von einer kleinen Quelle mit einer Ausdehnung von nur $0{,}0013^{\text{K}}$ (0,09 pc), im Innern des kleinen hellen Kerns von M 87. Aus diesem Kern ragt ein Materiestrahl von 25' Länge heraus, der aus einer Reihe heller Knoten besteht und den Anschein erweckt, als wäre es im Zentrum des Sternsystems zu einer Folge von gewaltigen Explosionen

gekommen. Zwei voneinander unabhängige Beobachtungsreihen führten übereinstimmend zu der Erkenntnis, daß M 87 in seinem Zentrum eine unsichtbare Massenkonzentration enthält. Eine Gruppe von sechs amerikanischen, britischen und kanadischen Astronomen, der auch W. L. W. SARGENT angehört, untersuchte die Sterngeschwindigkeiten im zentralen Bereich dieser Galaxie. Die andere Gruppe, fünf Forscher vom Hale-Observatorium und vom Jet Propulsion Laboratory machten photometrische Messungen der Helligkeitsverteilung in der Nähe des Kerns von M 87. Die beiden Gruppen veröffentlichten ihre Entdeckungen in aufeinander abgestimmten Artikeln im Astrophysical Journal vom 1. Mai 1978. SARGENTS Gruppe zeichnete mit dem Cassegrain-Spektrographen des 4-m-Spiegelteleskops von KITT PEAK unter Benutzung eines Photonenzählers das Spektrum von M 87 in verschiedenen Abständen vom Zentrum auf. Die Breite der Absorptionslinien war in verschiedenen Gebieten der Galaxie verschieden. Jede beobachtete Spektrallinie setzte sich aus dem Licht vieler Sterne zusammen. Dabei weist das Licht der sich uns nähernden Sterne eine Blauverschiebung auf, das der sich entfernenden jedoch eine Rotverschiebung. Die Breite der Linie zeigt somit die Variationsbreite der Sterngeschwindigkeiten in einem bestimmten Gebiet von M 87 an, und diese wiederum ist ein empfindliches Maß für die im Zentralgebiet vorhandene Masse. Auf diese Weise wurde festgestellt, daß die Geschwindigkeitsdispersion in Richtung zum Zentrum von M 87 sprunghaft anstieg. In 72″ Abstand vom Zentrum beträgt sie 230 km/s, in 9″,6 Abstand 278 km/s und in 1″,5 Abstand 350 km/s. Kontrollmessungen an NGC 3379, einer normalen Galaxie im Löwen, zeigten nur ein leichtes Ansteigen.

Die andere Gruppe führte mit dem 200-Zoll- und dem 60-Zoll-Fernrohr von Mt. Palomar eine Oberflächenphotometrie der zentralen Teile von M 87 durch. Sie benutzte zwei verschiedene elektronische Bildwandlersysteme von hohem Auflösungsvermögen. Mit dieser hochempfindlichen Ausrüstung gelang es, das Flächenhelligkeitsprofil von M 87 im blauen, gelben und roten Spektralbereich mit großer Genauigkeit zu kartographieren. Es war schon lange Zeit bekannt, daß das Zentrum der Galaxie eine sich dem Kern überlagernde abnorm helle Punktquelle enthält. Das kommt bei anderen gut untersuchten elliptischen Galaxien nicht vor. Diese Punktquelle konnte genauer als je zuvor vermessen werden. Es wurde festgestellt, daß sie einen Durchmesser von höchstens 0″,02 hat. Die Anomalie im Helligkeitsprofil von M 87 ist nicht auf den kleinen hellen Fleck selbst beschränkt, sondern reicht bis zu 20″ nach außen.

Die beiden Gruppen vereinigten ihre Beobachtungsdaten und gelangten zu folgenden Schlußfolgerungen: Innerhalb eines Zentralgebietes mit einem Radius von 1″,5 (110 pc) hat M 87 eine Masse von etwa 5 Mrd. Sonnenmassen. Diese Konzentration ist dunkel. Während das Masse-Helligkeitsverhältnis für die Galaxie als Ganzes 6:1 beträgt, steigt es innerhalb des Radius von 1″,5 auf 60:1 an.

Insgesamt lassen die Forschungsergebnisse das Vorhandensein eines Schwarzen Lochs von 5 Mrd. Sonnenmassen im Zentrum von M 87 als möglich erscheinen. Andere Erklärungsmöglichkeiten lassen sich jedoch nicht ausschließen.

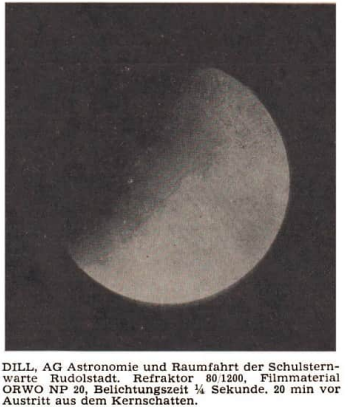
(Sky and Telescope, July 1978, S. 12 bis 13)

Aus dem Englischen übersetzt
SIEGFRIED MICHALK

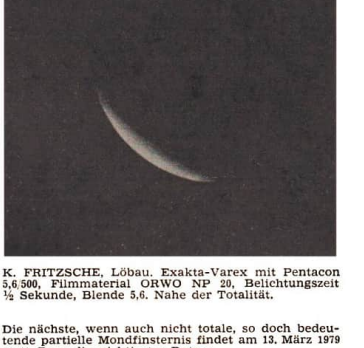
● **Mondfinsternis**

Bei überraschenderweise günstigen Witterungsverhältnissen konnte die totale Mondfinsternis vom 16. September 1978 von weiten Teilen Europas aus beobachtet werden. Die Redaktion von „Astronomie in der Schule" hatte im Heft 3/1978 aufgerufen, durch Einsendung von fotografischen Aufnahmen des Finsternisverlaufs den Inhalt unserer Fachzeitschrift mitzugestalten.

Zwei unserer Leser, die Arbeitsgemeinschaft Astronomie und Raumfahrt an der Schulsternwarte Rudolstadt und der Kollege F. FRITZSCHE aus Löbau, sandten uns Aufnahmen. Von den beiden eingesandten Serien veröffentlichen wir je eine Aufnahme.



DILL, AG Astronomie und Raumfahrt der Schulsternwarte Rudolstadt. Refraktor 80/1200, Filmmaterial ORWO NP 20, Belichtungszeit ¼ Sekunde. 20 min vor Austritt aus dem Kernschatten.



K. FRITZSCHE, Löbau. Exakta-Varex mit Pentacon 5,6/500, Filmmaterial ORWO NP 20, Belichtungszeit ½ Sekunde, Blende 5,6. Nahe der Totalität.

Die nächste, wenn auch nicht totale, so doch bedeutende partielle Mondfinsternis findet am 13. März 1979 statt. Dazu die wichtigsten Daten:

– Eintritt des Mondes in den Kernschatten	20 h 29 min MEZ
– Mitte der Finsternis	22 h 08 min MEZ
– Austritt des Mondes aus dem Kernschatten	23 h 47 min MEZ
– Dauer der Finsternis	3 h 18 min
– Positionswinkel des Eintritts	139°
– Positionswinkel des Austritts	256°
– Positionswinkel der Mondachse	25°
– scheinbarer Durchmesser des Kernschattens	1°18′42″

– scheinbarer Durchmesser des Mondes 29'46"
– Größe der Finsternis (Monddurchmesser = 1,0) 0,86
– Mondabstand 402 000 km

Mit den in Heft 3/1978 auf der 3. Umschlagseite gegebenen Darstellungen für den Ablauf der Finsternis vom 16. September 1978 kann mit Hilfe der vorstehenden Daten die zeichnerische Vorbereitung für die Beobachtung erfolgen. Die im gleichen Heft vorgeschlagenen Beobachtungsaufgaben können weitgehend auch bei dieser Finsternis verwendet werden. Desgleichen die fotografische Mondkarte (4. Umschlagseite des Heftes 3/1978 und Beilage zu Heft 4/1978) für die Bestimmung von Kontaktzeiten des Kernschattens mit markanten Oberflächeneinzelheiten des Mondes. Bei dieser Gelegenheit rufen wir nochmals dazu auf, **gut gelungene Farbaufnahmen auf Tageslicht-Umkehrfilm** (Filmformat 6 × 6 cm, kein Kleinbildfilm!) an die Redaktion einzusenden. Schwarzweiß-Aufnahmen können nicht veröffentlicht werden.

Beobachtungsprotokolle, vor allem solche mit der Angabe von Kontaktzeiten, die nach Möglichkeit auf 0,1 min genau sein sollten, bitten wir an Dr. P. AHNERT, 64 Sonneberg, Sternwartestraße 25b, einzusenden.

H. J. NITSCHMANN

● **Möglichkeiten zur Aktivierung der Schüler im Fach Astronomie**

Die erste Unterrichtsstunde im Fach Astronomie hat eine Schlüsselposition. Im Verlauf dieser Stunde sind neben anderen folgende Fragen zu beantworten:
– Wer führte im Altertum Himmelsbeobachtungen durch?
– Wozu und wem dienten die astronomischen Kenntnisse und deren Deutungen im Altertum?

In diesem Stundenabschnitt trage ich aus dem Roman „Pharao" von B. PRUS zwei Textstellen vor, die den Schülern recht anschaulich den Zugang zu den anfangs aufgeworfenen Fragen ermöglichen. Es handelt sich dabei zunächst um die Schilderung des Besuches von Ramses im Tempel. Ihm wird abschreckend vor Augen geführt, was mit dem geschieht, der die heiligen Geheimnisse verrät. Die zweite Textstelle betrifft die Vorkommnisse bei der Sonnenfinsternis. Dabei wird den Schülern klar, wie die astronomischen Kenntnisse von der herrschenden Klasse zur Stärkung ihrer Position genutzt wurden. Diese Unterrichtsphase wirkt sehr emotional. Die Schüler sind aufgeschlossen und sehen dem weiteren Astronomieunterricht mit Interesse entgegen. Um diese Aufmerksamkeit zu erhalten ist es notwendig, sehr bald mit Beobachtungen zu beginnen. Darauf warten die Schüler! Ich beginne mit den Beobachtungsaufträgen in der zweiten Stunde. Bei der unterrichtlichen Erörterung des Abschnittes „Einführung in die Beobachtungen" werden vier Beobachtungsaufträge mit entsprechenden Erläuterungen erteilt. Diese Aufträge sind als langfristige Aufgaben von einem Beobachtungsplatz zu Hause durchzuführen. Dabei wird das Arbeiten in Gruppen zu 2 bis 3 Schülern empfohlen.
– Mit Hilfe eines Schattenstabes ist die Schattenlänge an einem Tag jede Stunde zu ermitteln.
– In Abstand von 2 bis 3 Wochen ist die Schattenlänge um 12 Uhr zu messen.
– Ortsveränderungen des Mondes an einem Abend sind von Stunde zu Stunde in eine Beobachtungskarte einzutragen.
– Ortsveränderungen des Mondes sind an einigen aufeinanderfolgenden Tagen zur gleichen Uhrzeit in die Beobachtungskarte einzutragen.

Das Berechnen der Sonnenhöhe erfolgt im Mathematikunterricht. Zu den Mondbeobachtungen fertigen die Schüler zwei Beobachtungskarten an, in die sie den natürlichen Horizont ihres Beobachtungsplatzes eintragen. Verschiedene Gründe sprechen für dieses Vorgehen:
– Jeder Schüler erlebt durch eigene Anschauung, Bewegungen und Veränderungen am Himmel.
– Bei der Auswertung der Mondbewegungen ergibt sich, daß zwei Bewegungen des Mondes festgestellt werden. Der Unterricht kann problemhaft gestaltet werden.

KLAUS SCHÖNSTEIN

WIR STELLEN VOR

● **Schulsternwarte der Gerhart-Hauptmann-Oberschule Schleusingen**

Zur Realisierung der Ziele des Astronomieunterrichts ist es notwendig, die Schüler mit Erkenntnismethoden der Astronomie bekannt zu machen. Sie müssen Beobachtungen astronomischer Objekte durchführen und dabei auch die Möglichkeit erhalten, den Wahrheitsgehalt theoretischer Aussagen zu überprüfen. Das von den Schülern erworbene Wissen wird gefestigt und erweitert. Die Überzeugung von der Erkennbarkeit der Welt wird vertieft.

Solche Positionen gaben den Ausschlag zum Bau einer Schulsternwarte in Schleusingen. Für die Bauarbeiten fanden wir aktive Unterstützung bei der Leitung der Schule und dem Rat der Stadt. Die Schüler der 9. und 10. Klassen, die Betriebe der Stadt und ehemalige Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Astronomie leisteten freiwillige Arbeitsstunden. Die Sternwarte war das wesentliche Objekt im „Mach-mit!"-Wettbewerb der Stadt Schleusingen in Vorbereitung auf den 25. Jahrestag der DDR. Heute stehen der Sternwarte folgende Geräte zur Verfügung: Ein Meniskas-Cassegrain-Spiegelteleskop 150/2250; vier Schulfernrohre „Telementor" 63/840; eine Amateur-Astrokamera 56/250; eine Mond- und Planetenkamera.

Die Sternwarte wird für den Astronomieunterricht, die Durchführung von Arbeitsgemeinschaften, die Lehrerweiterbildung und die Öffentlichkeitsarbeit genutzt. In jeder Woche erhalten 120 Schüler ihren Astronomieunterricht in der Sternwarte. Die Bedingungen für die Lehrplanerfüllung sind ausgezeichnet. Außerdem steht die Sternwarte den Schülern des Gemeindeverbandes für astronomische Beobachtungen zur Verfügung. In ihr finden Weiterbildungsveranstaltungen und Fachkonferenzen für die Lehrer des Landkreises Suhl und der Nachbarkreise statt. Die Schüler der Arbeitsgemeinschaft „Astronomie und Raumfahrt" wirken aktiv bei der weiteren Ausgestaltung der Sternwarte mit und nehmen so direkten Einfluß auf die Unterrichtsarbeit (s. Abbildung Titelseite). In Vorbereitung des 30. Jahrestages der DDR werden die Kontaktbeziehungen zu Arbeitskollektiven Schleusinger Betriebe vertieft, um die Öffentlichkeitsarbeit zu erweitern.

ROLF DOMES, Fachberater

REZENSIONEN

Autorenkollektiv: „Wissenschaft und Menschheit 1978" Internationales Jahrbuch. Gemeinschaftsausgabe Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin und Verlag „Snanije" Moskau 1978, 400 Seiten, zahlreiche Abb. im Text, z. T. ganzseitige Farbfotos auf Kunstdruckpapier, Preis 18,– M.

Nicht weniger als 22 Autoren aus allen Erdteilen berichten über die Wissenschaftsbereiche „Der Mensch", „Mikrowelt", „Weltall" und „Technik". Angehängt ist das ca. 100 Seiten umfassende Kapitel „Chronik der Wissenschaft".

Greifen wir im Rahmen unserer Rezension die Aufsätze über Astronomie und Kosmosforschung heraus, so sind 3 Beiträge zu nennen, die für den Unterricht in unserem Fach genutzt werden können, bzw. über die der Astronomielehrer Bescheid wissen sollte:

1. „Gibt es im Weltall eine Materie-Antimaterie-Symmeterie?" von Professor H. O. G. ALFVÉN, Schweden.
2. „Neue Vorstellungen über die Photosphäre der Sonne" von Professor W. A. KRAT, UdSSR.
3. „Wissenschaftliche Forschungsarbeit auf Salut 4" von Kandidat der Technischen Wissenschaften W. I. SEWASTJANOW, UdSSR.

Während der Stockholmer Physiker und Nobelpreisträger ALFVÉN theoretische Untersuchungen über mögliche Antiwelten anstellt und das Für und Wider solcher Hypothesen diskutiert, hat der Leningrader Astrophysiker KRAT (Direktor der Sternwarte Pul-

kovo) Ergebnisse des sowjetischen Stratosphären-observatoriums SSO vorzustellen und deren wissenschaftliche Verallgemeinerung ausgearbeitet. Er geht vor allem auf die verbesserten Aufnahmen mit Stratosphärenballonen in den Jahren 1970 und 1973 ein, die die Struktur der Granulation und Flecken in der Photosphäre der Sonne detailliert abbildeten.
Kosmonaut SEWASTJANOW (Sojus 9, Sojus 18 – Salut 4) schildert ausführlich die Aufgaben und Ergebnisse eines sowjetischen Orbitalkomplexes. Auch sein Beitrag wird durch gutes Bildmaterial unterstützt (Sonnenteleskop für Salutstation, Mehrkanal-Spektrozonalfotografie).
Wenn wir uns das „Internationale Jahrbuch 1978“ bei der Fülle der neuen Literatur allein auf unserem Fachgebiet nicht mehr anschaffen wollen, so lohnt sich aber der Gang zur nächsten Kreis- oder Bezirksbibliothek, um mit Hilfe dieses Bandes neue Einsichten in die astronomische Forschung der letzten Jahre zu gewinnen.

WOLFGANG KÖNIG

IMMANUEL VELIKOVSKY: **Welten im Zusammenstoß.** Umschau-Verlag Frankfurt/Main (BRD) 1978, 380 Seiten; 32,– DM.
Schon oft ist es in der Geschichte der Wissenschaften geschehen, daß eine neue Idee gerade wegen ihrer Ungewöhnlichkeit lange keine Anerkennung fand. NIELS BOHR hat aber in seinem berühmten Ausspruch gerade auf die Notwendigkeit „verrückter Ideen“ hingewiesen, wenn man die Wissenschaft weiterentwickeln will.
Die Herausgeber des Buches von VELIKOVSKY, das in seiner ersten Auflage bereits 1950 in den USA erschien und Proteste von Wissenschaftlern hervorrief, bemühen sich in Nachwort und Klappentext den Anschein zu erwecken, daß es sich bei den Thesen des Autors gerade um solche ungewöhnlichen Ideen handelt, die sehr bald in der Wissenschaft ihre Anerkennung finden müssen. Zunächst ist ein solches Vorgehen legitim, wenn es ausreichend begründet und letzten Endes bewiesen wird. Es erscheinen jedoch viele Äußerungen mehr noch an gewisse Verlagsinteressen gebunden.
Mit welchen Fragen beschäftigt sich der Autor?
Anhand des Studiums alter Texte (des Alten Testaments, griechischer, römischer u. v. a. Quellen) kommt VELIKOVSKY zu der Schlußfolgerung, daß in der jüngeren Menschheitsgeschichte, in den letzten 3½ Jahrtausenden, die Menschheit mehrfach von globalen Katastrophen heimgesucht wurde, die sowohl die Neigung der Erdachse als auch die Umlaufbahn unseres Planeten veränderten, die Umdrehungszeit der Erde veränderten und große Veränderungen innerhalb unseres Sonnensystems hervorgerufen hätten. Der Autor schließt sich mit seinen Thesen eng an die am Anfang des 19. Jahrhunderts entstandenen Katastrophentheorien an, insbesondere an die von CUVIER.
Wie ist es nach seiner Auffassung zu derartigen Katastrophen gekommen?
Vor über 3½ Jahrtausenden sei ein Stück aus dem Jupiter herausgebrochen. Dieses Stück Materie (übrigens nach seiner Meinung die Venus) habe unser Sonnensystem auf einer langgestreckten Ellipse durchquert und sei als Komet der Erde mehrfach nahegekommen, bis es eines Tages zu einem (Fast-)Zusammenstoß kam. Die Erde wurde dabei von schrecklichen Ereignissen heimgesucht: Naphta und Ungeziefer, Nektar und Ambrosia (= „gebackene Kohlenwasserstoffe“), Steine und Asche regneten vom Himmel, Erdbeben, Vulkanausbrüche und riesige Flutwellen traten auf; die Erde schwankte, die Erdrotation verlangsamte sich oder kam vielleicht überhaupt zum Stillstand usw. usf. Ähnliches, wenn auch nicht ganz so katastrophal, trat 500 Jahre später bei einem (Fast-)Zusammenstoß von Venus und Mars auf. Alle Kalender mußten danach (und mehrfach) verändert werden. Ein Glück nur, daß die Menschheit dies alles überlebt hat und „Welten im Zusammenstoß“ geschrieben werden konnte.
Naturwissenschaftliche Fakten aus der Erdgeschichte nennt der Autor, belegt sie aber nicht und findet schnell „außerirdische“ Ursachen (natürlich wissen wir heute viel mehr über Prozesse in der Erdkruste und erdgeschichtliche Vorgänge, aber auch 1950 wurden viele Erscheinungen durch die Wissenschaften anders interpretiert als dies durch VELIKOVSKY geschieht). Der Verfasser des Buches belegt seine Thesen anhand von vielen Quellenzitaten. Jedoch kann der Leser die Mehrzahl der Quellen nicht prüfen, manche sind „Sekundär“- oder „Tertiärquellen“. Der Durchschnittsleser weiß gewöhnlich auch nichts über die Besonderheiten der Entstehung dieser alten Schriften (z. B. entstanden die verschiedenen Bücher des Alten Testaments in mehreren Jahrhunderten, vielfache Wiederholungen treten auf usw. usf.). Manche der angeführten Quellen erscheinen mehr als fragwürdig, wenn es um Datierungen geht. Aus der Ähnlichkeit von Mythen und Märchen auf globale Katastrophen zu schließen und dabei fast alle naturwissenschaftlichen Erkenntnisse (also auch in einer langen Geschichte der Naturwissenschaften entstandene und nicht nur von „überheblichen“ und „voreingenommenen“ Wissenschaftlern des Jahrhunderts vertretene) zu vergessen, ist sehr kühn.
Menschen vergangener Zeiten, die sich nicht anhand von erkannten objektiven Gesetzen wirklich auftretende Katastrophen, einschließlich kosmischer Naturereignisse, erklären konnten, mußten zu lokalen Ereignissen, die wesentlich in ihr Leben einschnitten und es bedrohten, eine ganz andere Stellung einnehmen. Noch schlimmer war es, wenn die Ereignisse nach der nächsten Ortschaft tarn betrafen.
In dieser Hinsicht ist wohl das Studium alter Quellen sehr nützlich und wird noch manche Erkenntnisse bringen. Wie man diese Quellen jedoch auslegt und benutzt, ist ein anderes Problem, das mit der Wissenschaftlichkeit des Vorgehens zu tun hat.

NINA HAGER

PAUL AHNERT: **Kalender für Sternfreunde 1979.** Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig 1978; 192 Seiten, 52 Abbildungen; DDR 4,80 M.
Das „Kleine astronomische Jahrbuch“, wie sich diese Schrift im Untertitel nennt, ist mit seinem anspruchsvollen Inhalt ein unentbehrlicher Helfer und Ratgeber für jeden Astronomielehrer und Leiter einer Arbeitsgemeinschaft „Astronomie und Raumfahrt“. Diese Feststellung bezieht sich nicht nur auf jene 162 Seiten des Kalenders, die ausführlich über Bewegungsvorgänge und Ereignisse am Sternhimmel im Jahre 1979 informieren, sondern auch auf die etwa 60 Seiten, die über neuere astronomische Arbeiten und Entdeckungen berichten. Hier findet der Leser interessante Daten, die z. T. auch zur Aktualisierung des astronomieunterrichts verwendet werden können. Dazu dürften u. a. folgende Informationen gehören: „Die Auffindung der Uranusringe“, „Das Plutoproblem“ und „Das sowjetische 6-m-Teleskop“. Über 50 Abbildungen illustrieren die Ausführungen zu den Beobachtungen und zur Entwicklung der astronomischen Wissenschaft.
Im Vorwort setzt sich PAUL AHNERT kritisch mit einer Rezension des Kalenders in der BRD auseinander. Er schreibt: „In einer Besprechung des Kalenders für Sternfreunde 1977 aus der BRD wurde die Meinung geäußert, daß er für den durchschnittlichen Amateur zuviel voraussetze und fordere. Gewiß ist es schwierig, ein kleines astronomisches Jahrbuch so einzurichten, daß es sowohl dem Sternfreund, dessen Liebe zur Astronomie eben erwacht ist, Anregung und Anleitung für die Beschäftigung mit den Gestirnen gibt, als auch die Ansprüche der gründlich informierten und aktiven Beobachter erfüllt. Diese Gruppe darf keinesfalls enttäuscht werden, aber auch für die jungen – und älteren – Anfänger soll der Kalender in leicht verständlicher Form bieten, was zu einfachen Beobachtungen mit dem bloßen Auge, dem Feldstecher oder dem kleinen astronomischen Fernrohr nötig ist.
Dabei braucht man aber zumindest in der DDR nicht allzu ängstlich und vorsichtig sein. Hier ist bereits seit 20 Jahren Astronomie obligatorisches Lehrfach in der 10. Klasse, die rund 90 Prozent aller Schüler erreichen. Die an unserer schönen Wissenschaft Interessierten – und für die wird der Kalender ja geschrieben – hatten dadurch Gelegenheit, sich die Grundlagen der Astronomie anzueignen. Das an unseren Schulen eingeführte pädagogisch und sachlich vorzügliche Lehrbuch bleibt auch später ein brauchbarer Ratgeber, bis weitere Bücher und Zeitschriften und die Teilnahme an astronomischen Arbeitsgemeinschaften das Wissen des Sternfreundes vertiefen.“

HELMUT BERNHARD

DIETER B. HERRMANN: Entdecker des Himmels, Urania-Verlag, Leipzig/Jena/Berlin 1978; 255 Seiten; DDR 16,80 M.

Das vorliegende Buch ist eine geschlossene Darstellung der Geschichte der Astronomie von ihren Anfängen in Babylon bis zum Einsatz von Raumflugkörpern bei der gegenwärtigen Erforschung des Weltalls. Es ist das Verdienst des bekannten Wissenschaftshistorikers D. B. HERRMANN, daß er den Werdegang der astronomischen Wissenschaft aus marxistisch-leninistischer Sicht interpretiert. Damit ist diese Neuerscheinung eine wichtige Grundlage für die Aus- und Weiterbildung der Astronomielehrer. Der Verfasser beschäftigt sich zunächst mit der mystischen Deutung von Erscheinungen am Sternhimmel im frühen Altertum und nennt dann die Ursache, die zur Herausbildung der geozentrischen Weltvorstellung führten. Es wird eingeschätzt, daß dieses Weltbild eine notwendige Etappe in der Entwicklung der Astronomie war. Anschließend werden gesellschaftliche und wissenschaftliche Gründe erörtert, die zur heliozentrischen Vorstellung leiteten und eine qualitative Wende im Werdegang der astronomischen Wissenschaft herbeiführten. Es schließen sich Ausführungen über die Weiterentwicklung und den Kampf um die Durchsetzung der copernicanischen Ideen an. Die Entstehung und Entwicklung der Astrophysik wird ebenfalls ausführlich zur Physikalisierung der Astronomie gewertet. Der Verfasser befaßt sich ausführlich mit der Rolle der Astrophysik in der gegenwärtigen Kosmosforschung. Der Leser erfährt an konkreten Beispielen, wie im historischen Werdegang der Astronomie die Gesetze der Dialektik wirken und wie die Entwicklung der astronomischen Wissenschaft von den gesellschaftlichen Bedingungen abhängt. Das letzte Kapitel erörtert den Einsatz der Raumfahrttechnik in der Kosmosforschung, wobei die wechselseitigen Beziehungen zwischen Ökonomie, Technik und Wissenschaft besonders deutlich werden. Die zahlreichen Abbildungen, meist farbige Bilder, dienen zur Illustration der interessanten Darlegungen. Das Buch enthält auch einige bisher kaum bekannte historische Aufnahmen. Bemerkenswert ist die einfache und klare Sprache des Verfassers. Die vorliegende Neuerscheinung – die man auch Schülern zur Lektüre empfehlen kann – wird ergänzt durch die vom gleichen Autor bereits veröffentlichten Titel „Geschichte der Astronomie von HERSCHEL bis HERTZSPRUNG" und „Kosmische Welten".

HELMUT BERNHARD

BORIS A. WORONZOW-WELJAMINOW: Das Weltall. Urania-Verlag, Leipzig/Jena/Berlin 1976 (2. Auflage 1978); 235 Seiten; DDR 24,60 M.

Der Originaltitel des in der UdSSR bereits in 6. Auflage erschienenen Buches lautet „Skizzen vom Weltall". Die vorliegende Übersetzung wurde von KARL-HEINZ SCHMIDT bearbeitet. Mit dieser Publikation liegt eine moderne populärwissenschaftliche Schrift über unser gegenwärtiges Wissen vom Weltall vor. Ausgehend von der Darstellung der Arbeitsmethoden und Instrumente des Astronomen wird auf etwa 80 Seiten gegenwärtiges Wissen über „Die Welt des festen Stoffes", unser Sonnensystem vorgestellt. Der größere Teil des Buches ist der Welt des Gases gewidmet. Hier werden moderne Erkenntnisse über die Sonne, Sterne, das interstellare Medium und über die Galaxien erörtert, wobei ausführlich auf die Sternentwicklung und auf die Entstehung unseres Planetensystems eingegangen wird. Hervorzuheben ist die reichhaltige Ausstattung des Buches mit Abbildungen und Tabellen. Die Bilder – meist farbig – sind größtenteils methodisch gründlich durchdacht und tragen wesentlich zum Verständnis der Darlegungen bei. Zahlreiche Abbildungen können als Anschauungsmittel direkt in den Unterricht einbezogen werden. Das Studium dieses Buches ist jedem Astronomielehrer und Leiter einer Arbeitsgemeinschaft zu empfehlen. Bekanntlich gehört diese Schrift auch zur Pflichtliteratur bei der Weiterbildung in Fachkursen. Die erzählende Darstellungsform regt jeden Leser zur Lektüre des Buches an. Es ist vor allem auch jungen Menschen zu empfehlen, die ihr im Astronomieunterricht erworbenes Wissen erweitern und vertiefen möchten.

HELMUT BERNHARD

JOACHIM LOMPSCHER (Hrsg.): Verlaufsqualitäten der geistigen Tätigkeit. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1976; 248 Seiten; DDR 7,50 M. Bestell-Nr. 706 995 3

In diesem Sammelband wird ein wesentlicher Aspekt der Struktur geistiger Fähigkeiten differenziert untersucht. Gegenstand der Untersuchungen, die den vier Beiträgen zugrunde liegen, sind verschiedene Verlaufsqualitäten der geistigen Tätigkeit, speziell die „Beweglichkeit" und die „Vorausschau" (Antizipation). Das Buch ist gut verständlich geschrieben; viele Tabellen und graphische Darstellungen tragen zur Veranschaulichung der Experimente und ihrer Ergebnisse bei.

SONJA SCHULZE

M. A. DANILOW; M. N. SKATKIN (Hrsg.): Einige Probleme der gegenwärtigen Didaktik. (Übersetzung aus dem Russischen) Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1978, 296 Seiten; DDR 10,80 M. Bestell-Nr. 707 227 1

Diese „Didaktik", ein Werk führender sowjetischer Wissenschaftler, stellt eine geglückte Synthese zwischen bewährten, gesicherten Positionen der Didaktik und erst im Prozeß der Klärung befindliche Fragen dar. Es ist praxisnah und geeignet, den wissenschaftlichen Meinungsstreit zu stimulieren. Studenten höherer Studienjahre, Schulfunktionären, pädagogischen Wissenschaftlern und besonders Lehrern wird es manche Anregungen geben und vertieftes Verständnis der Didaktik vermitteln.

Die Autoren betonen, daß es ihnen bei der Herausgabe dieses Sammelbandes weder auf Systematik noch auf Vollständigkeit der Darstellung ankam, sondern darauf, einige (allerdings wesentliche) aktuelle theoretische und praktische Probleme der Didaktik in ihrer wissenschaftlichen Entwicklung darzustellen, um damit den Gesichtskreis der Leser zu erweitern. Sie weisen darauf hin, daß selbst die erörterten Themen nicht erschöpfend dargestellt werden. Das ist damit zu erklären, daß man bei einigen Problemen der Didaktik bisher noch zu keiner allgemein anerkannten Lösung gelangt ist. Die Autoren wollen nicht verbergen, welche Aufgaben die Wissenschaft noch nicht zu lösen vermochte. In einigen Fällen bieten sie, wenn ausreichende Grundlagen dafür vorhanden sind, neue mögliche Lösungsvarianten an, ohne sie als den einzigen richtigen Weg zu betrachten.

RUTH KALINOWSKI

UNSERE BILDER

Titelseite – Schüler der Arbeitsgemeinschaft Astronomie und Raumfahrt im Unterrichtsraum der Schulsternwarte der Gerhart-Hauptmann-Oberschule Schleusingen. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Wir stellen vor" auf Seite 21.
Aufnahme: FRÜHAUF, Schleusingen

2. Umschlagseite – Das astrophysikalische Observatorium auf dem Telegrafenberg in Potsdam zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Zur Entstehung der Astrophysik" auf S. 9.
Reproduktion: FRIEDRICH, Berlin

3. Umschlagseite – oben: Maximallicht eines Algolsternes (V 366 per). Unten: Minimallicht des gleichen Sternes. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Wir beobachten" auf Seite 24.
Aufnahme: BUSCH, Hartha, am 400-mm-Astrographen der Sternwarte Sonneberg

4. Umschlagseite – Astrolabium, Nürnberg 1532, vergoldetes Messing. Eine auf die arabische Astronomie (um 1000 u. Z.) zurückgehende, in die Ebene projizierte („planisphärische") Armillarsphäre mit stereographischer Projektion des Himmels (Großkreise). Das Astrolabium gilt als „Rechenstab" für sphärisch-astronomische Aufgaben und als handliches Beobachtungsmeßgerät.
Reproduktion: FRIEDRICH, Berlin

WIR BEOBACHTEN

Beobachtung veränderlicher Sterne in astronomischen Arbeitsgemeinschaften (I)

Von F. W. ARGELANDER wurde in der Mitte des vorigen Jahrhunderts eine systematische Untersuchung der veränderlichen Sterne eingeleitet. Er fand eine einfache Methode, die noch heute zur Überwachung dieser Objekte Anwendung findet. Sie kann leicht erlernt werden.

Das ARGELANDERsche Stufenschätzverfahren soll kurz erklärt werden. Man sucht sich einen geeigneten Stern in der unmittelbaren Umgebung des Veränderlichen (V), der etwas heller als der Veränderliche ist und nennt ihn beispielsweise a und einen schwächeren Stern b. Diese sogenannten Vergleichssterne werden oft zum Veränderlichen gegeben. Jedoch muß man beachten, ob ihre Reihenfolge und Auswahl für visuelle, fotografische oder lichtelektrische Beobachtung gedacht ist.

Nun vergleicht man nach den Regeln von ARGELANDER die Sterne a, V und b miteinander:

- Erscheint V nach mehrmaligem Hin- und Hersehen genau so hell wie a, so bezeichnet man dies als **0 Stufen** und schreibt aOV.
- Erscheint a uns nach mehrmaligem Hin- und Hersehen als der wahrscheinlich hellere Stern, so ist dies **1 Stufe** (a1V).
- Erscheint a nach mehrmaligem Hin- und Hersehen als der sicher hellere Stern, so sind das 2 Stufen (a2V).
- Wenn beim ersten Hinsehen a sicher heller als V ist, so sind das **3 Stufen** oder noch mehr (a3V a4V). (Man merkt schon, daß bei größer werdenden Helligkeitsunterschieden die Unsicherheit der Beobachtung zunimmt. Darum versucht man, weitere Vergleichssterne c, d, e zu verwenden.)

Man schätzt auch nicht bloß den Veränderlichen nach a ein, sondern auch nach b; daraus folgt eine vollständige Einschätzung: z. B. a3V1b. Das heißt, a ist 3 Stufen heller als V und V 1 Stufe heller als b. Daß dazu noch die Zeitangabe gehört, versteht sich von selbst, denn wir wollen die Helligkeitsänderungen in Abhängigkeit von der Zeit ermitteln.

Wenn der Veränderliche unter die Helligkeit von b absinkt, so schätzt man ihn zwischen b und c ein, usw. Eine ausführliche Anleitung ist in der Literatur [1] enthalten.

Grundprinzip ist, von **einem** Veränderlichen möglichst Beobachtungsreihen zu erhalten, da Einzelbeobachtungen wertlos sind! Aus den Beobachtungen kann man auf eine einfache mathematische Weise die Auswertung vornehmen und die Ergebnisse graphisch in Form einer Lichtkurve aufzeichnen, aus der nachfolgend die Zeiten von Helligkeitsmaxima oder -minima abgeleitet werden können. (Hier sollte man unbedingt einen erfahrenen Beobachter zu Rate ziehen, da im Rahmen dieses Artikels nicht auf alle Einzelheiten eingegangen werden kann.) Beobachtungsunterlagen, wie Aufsuchekarten, Vergleichssterne, Elemente des Lichtwechsels usw. kann man in [1] und [2] finden oder von der Zentrale der Arbeitsgruppe Veränderliche im Kulturbund der DDR, 7302 Hartha, Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte, erhalten.

Die folgenden Ausführungen geben methodische Anregungen zur Beobachtung veränderlicher Sterne in den Arbeitsgemeinschaften.

Für visuelle Beobachtungen benötigt man keinerlei technischen Aufwand. Schon mit bloßem Auge kann beobachtet werden; den AGR stehen außerdem die Schulfernrohre (TELEMENTOR) zur Verfügung. Notwendig ist eine Uhr mit Zeitgenauigkeit von einer Minute und mit Rotlicht ausgestattete Taschenlampen zum Ablesen der Zeit.

Die Erfahrung zeigt, daß trotz guter theoretischer Anleitung Anfänger scheitern und aufgeben. Woran liegt das?

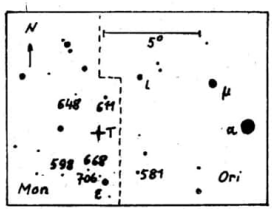


Abb. Aufsuchekarte

1. An Schwierigkeiten beim Auffinden des Veränderlichen,
2. an der ungenügenden Anpassung des Auges an die Dunkelheit,
3. an der Auswahl der Veränderlichen, aber auch der Vergleichssterne,
4. an der ungenügenden Erfahrung, Übung und Geduld,
5. an der Voreingenommenheit des Beobachters.

Im einzelnen:

1. Das erstmalige Auffinden des Veränderlichen bereitet oft Schwierigkeiten; jedoch ist dies auch bei anderen Objekten, die man erstmals aufsucht, der Fall. Mit einer *geeigneten* Sternkarte und evtl. dazu einer besonderen Aufsuchekarte ist es leicht möglich, den Stern zu finden. Man geht von helien Sternen aus und „tastet" sich an den Stern heran. Auch mit Hilfe von Koordinatendifferenzen läßt sich der Stern relativ leicht auffinden; Voraussetzung dazu ist allerdings ein fest aufgestelltes und genau eingestelltes Instrument (Verfahren nach SCHEINER [2]). Nützlich ist die Kenntnis der Gesichtsfeldgröße des benutzten Instruments in Grad bzw. Bogenminuten, da man so eine Maßeinheit für die Sternkarte besitzt.
2. Um schwache Sterne nicht nur zu sehen, sondern auch photometrisch vergleichen zu können, ist eine gute Anpassung des Auges an die Dunkelheit notwendig. Erst nach etwa 20 bis 30 Minuten ist das Auge voll adaptiert. Das sollte man unbedingt beachten. Darum vermeide man zur Beobachtung Licht, wie z. B. von benachbarten Straßenlampen, Fahrzeugen, der eigenen Taschenlampe (rotes Licht benutzen!). Man wird merken, daß bei den ersten Beobachtungen eine gewisse Unsicherheit besteht, die weiteren Beobachtungen werden dann immer sicherer.

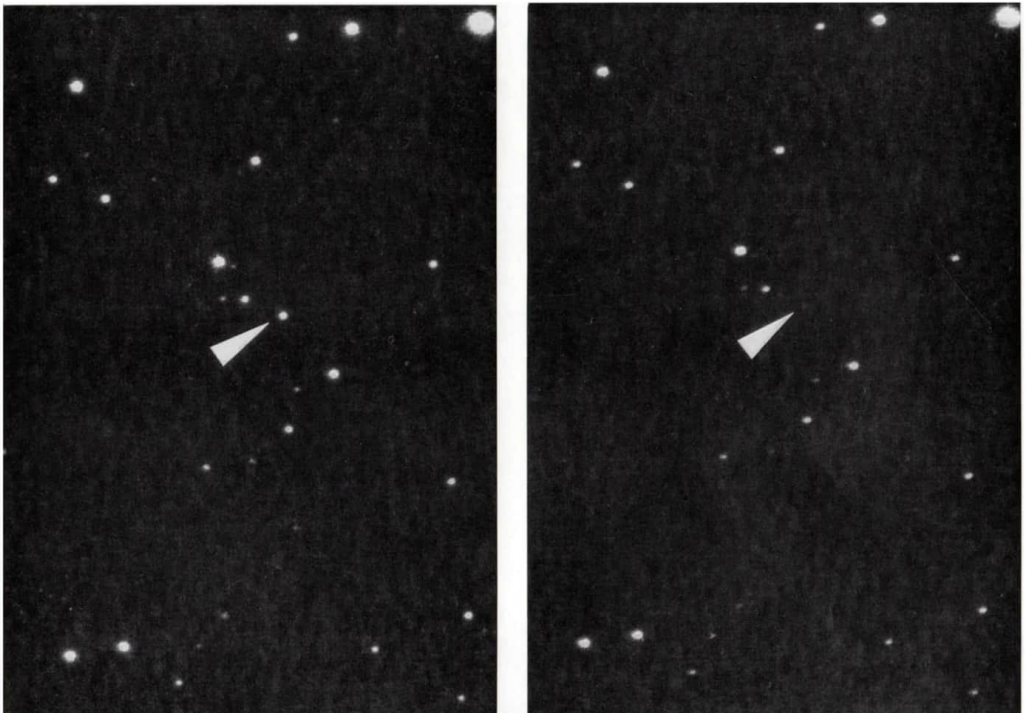
Literatur:

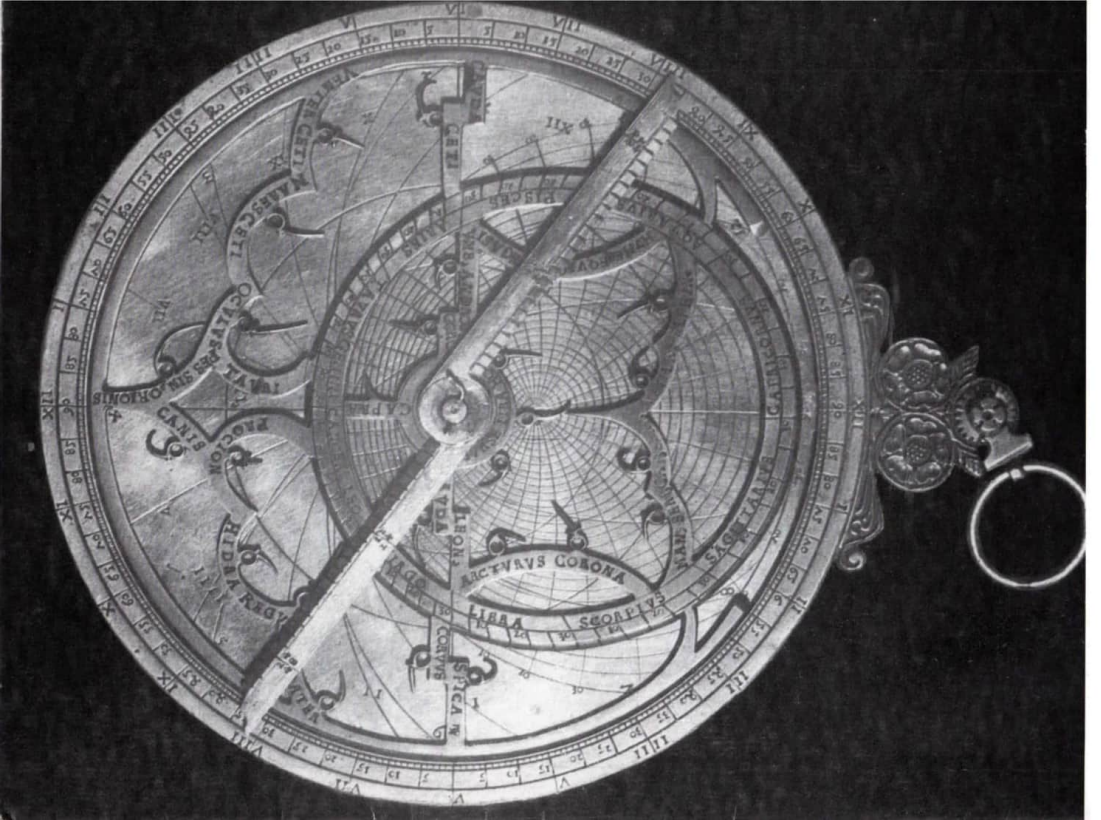
[1] AHNERT, P.: **Kalender für Sternfreunde 1962 und 1974.**
[2] AHNERT, P.: **Kleine praktische Astronomie.** Leipzig 1974.

(wird fortgesetzt)

Hinweis

Auf Grund einer Festlegung in der Postzeitungsvertriebsordnung bleibt ab sofort auf der IV. Umschlagseite am oberen Rand ein freier Raum zum Aufbringen der Bezieheranschriften.




ARCTVRVS CORONA
LIBRA
SCORPIVS
SPICA
CORVS
SAGITTARIVS

Astronomie

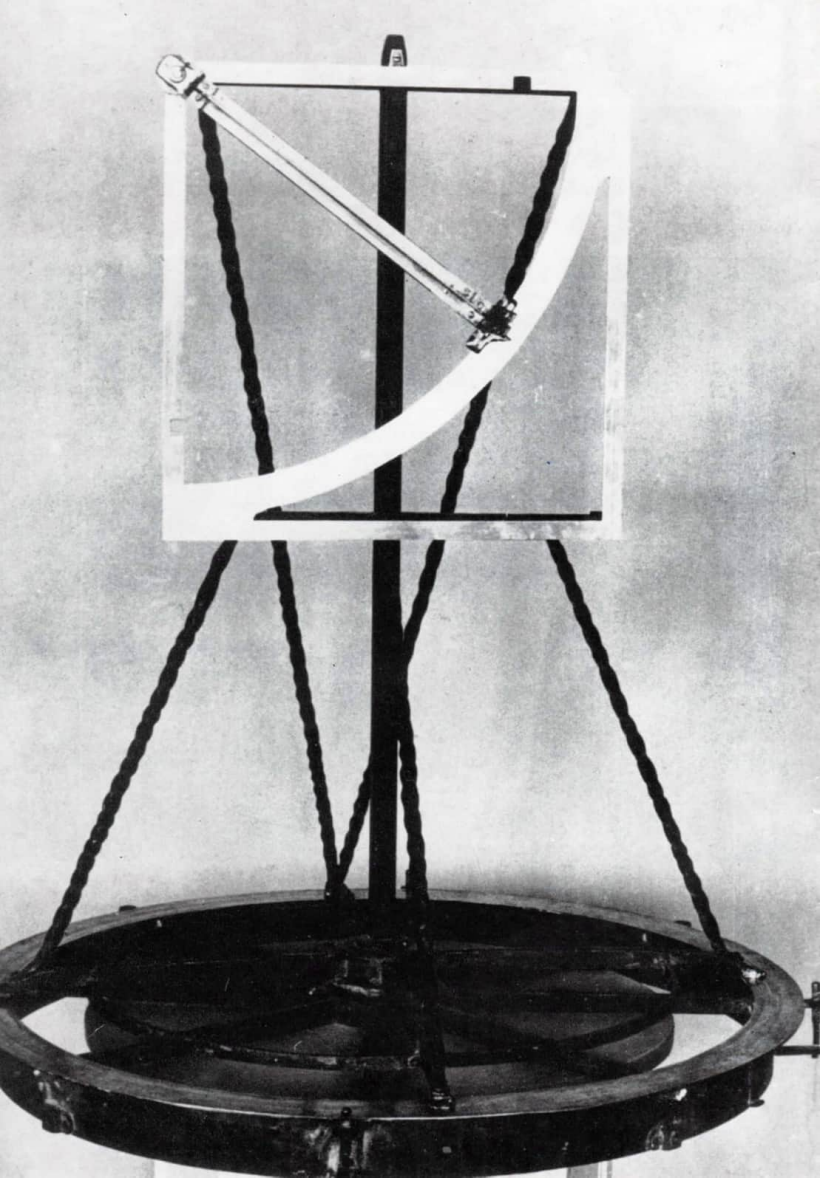
in der Schule



VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

2
1979

INDEX 31053
PREIS 0,60 M



Astronomie
in der Schule
Zeitschrift für die Hand des Astronomielehrers

Herausgeber:
Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag Berlin, 108 Berlin 8, Krausenstraße 50, Am Spittelmarkt, Telefon 2 04 30, Postscheckkonto: Berlin 1326 26

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

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

Anschrift der Redaktion:
86 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8, Postfach 54, Telefon: 4 25 85

Gesamtherstellung:
Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen
AN (EDV 427)
III-4-9-4,5 Liz. 1488

ISSN 0004 – 6310

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 2 **16. Jahrgang 1979**

Seite

Dokumentation 21
F. KRAUSE
Magnetische Sterne 27
K.-G. STEINERT
Radiointerferometrie – eine universelle astronomische Beobachtungsmethode 30
D. HOFFMANN
CHRISTIAN DOPPLER 1803–1853 33
H. BIENIOSCHEK; K. LINDNER
Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Die Sterne" 35
HJ. HOLZENDORF
Erprobung methodischer Hilfen zur Unterrichtseinheit „Die Sonne" 37
L. GRÄFE
Zur Gestaltung der ersten und letzten Unterrichtsstunde 39
P. FISCHER
Bestimmung der Solarkonstanten in Arbeitsgemeinschaften . . . 41
Unser Forum 42
Aus Wissenschaft und Unterricht 43
Wir stellen vor 45
Rezensionen 46
Anekdoten 47
Unsere Bilder 47
Wir beobachten 48
Kartei karte: Durchführung des 2. Beobachtungsabends (S. SCHREITER)

Redaktionsschluß: 20. Februar 1979

СОДЕРЖАНИЕ

Документация 21
Ф. КРАУЗЕ
Магнитные звёзды 27
К.-Г. ШТАЙНЭРТ
Радиоинтерферометрия — универсальный метод астрономических наблюдений 30
Д. ХОФФМАНН
Христиан Доплер 1803—1853 33
Х. БИНИОШЕК/К. ЛИНДНЕР
Методические помощи по теме «Звёзды» 35
ХЙ. ХОЛЬЦЕНДОРФ
Пробное приложение методических помощей по теме «Солнце» 37
Л. ГРЭФЭ
Оформление первого и последнего уроков 41
П. ФИШЕР
Определение солнечных постоянных в кружках по астрономии 41
Картотечная карта: Проведение второго вечера наблюдений (З. Шрайрэт)

CONTENTS

Documentation 21
F. KRAUSE
Magnetic Stars 27
K.-G. STEINERT
Radio-Interferometry – a Universal Method of Astronomical Observation 30
D. HOFFMANN
CHRISTIAN DOPPLER 1803–1853 33
H. BIENIOSCHEK; K. LINDNER
Methodical Aids for the Topic "The Stars" 35
HJ. HOLZENDORF
Testing Methodical Aids for the Topic "The Sun" 37
L. GRÄFE
How to Shape the First and the Last Lesson 39
P. FISCHER
Determining the Solar Constants in Astronomy Circles 41
Register Card: The Second Evening of Observations

Nur Annahme von bisher unveröffentlichten Aufsätzen; Einsendung von Beiträgen in vierfacher 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. Unsere Zeitschrift kann außerhalb der DDR über den internationalen Buch- und Zeitschriftenhandel bezogen werden. Bei Bezugsschwierigkeiten im nichtsozialistischen Ausland wenden Sie sich bitte direkt an unseren Verlag oder an die Firma BUCHEXPORT, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 701 Leipzig, Leninstraße 16

DOKUMENTATION

Astronomie in der Schule

Leitungstätigkeit

ARMBRÜSTER, HERMANN

Direktstudium für die Ausbildung von Diplomlehrern im Fach Astronomie

Astronomie in der Schule, Berlin 16 (1979) 1, 3 bis 4

Im Studienjahr 1978/79 hat die Ausbildung von Diplomlehrern der Fachkombination Physik/Astronomie im Direktstudium an der Friedrich-Schiller-Universität Jena begonnen. Es wird ein Überblick über die Lehrgebiete in Astronomie, sowohl in der fachwissenschaftlichen als auch in der methodischen Ausbildung gegeben.

Astronomie in der Schule

Methodik AU

ALBERT, HEINZ

Zur Aneignung eines soliden Wissens

Astronomie in der Schule, Berlin 16 (1979), 1, 13–17; 4 Lit.

Autor legt dar – gestützt auf Erfahrungen langjähriger Unterrichtspraxis –, wie mit Hilfe von Übersichten, die während des gesamten Astronomielehrgangs ergänzt werden, den Schülern dauerhaftes astronomisches Wissen vermittelt werden kann.

Astronomie in der Schule

Fachwissenschaft

BROZESZKOWSKI, v., HORST-HEINO

Kosmische Gravitation und irdische Physik

Astronomie in der Schule, Berlin 16 (1979) 1, 4 bis 6; 1 Abb., 5 Lit.

Aus Anlaß des 100. Geburtstages von Albert Einstein wird die Bedeutung der allgemeinen Relativitätstheorie auf die Entwicklung der modernen Astrophysik und der Kosmologie dargestellt.

Astronomie in der Schule

Fachwissenschaft · Sterne

KRAUSE, FRITZ

Magnetische Sterne

Astronomie in der Schule, Berlin 16 (1979) 2, 27–29; 2 Abb., 1 Tab.

Es wird eine Gruppe von Sternen mit speziellen Eigenschaften vorgestellt. Autor beschreibt die Entdeckung der magnetischen Sterne, erläutert dann Beobachtungsmethoden und -ergebnisse und versucht im letzten Teil eine Deutung der Beobachtungsergebnisse.

Astronomie in der Schule

Raumfahrt

HOFFMANN, HORST

Salut-Sojus-Progress-Programm 1971–1978

Astronomie in der Schule, Berlin 16 (1979) 1, 7–9

Nach einem Überblick über die wichtigsten Etappen zur Entwicklung leistungsfähiger Orbitalstationen wird mit Hilfe instruktiven Zahlenmaterials die Erhöhung der Effektivität und Rentabilität des Salut-Sojus-Progress-Programms belegt.

Der Beitrag endet mit einem Ausblick auf die Weiterführung des Interkosmosprogramms.

Astronomie in der Schule

Fachwissenschaft · Beobachtungsmethoden

STEINERT, KLAUS-GÜNTER

Radiointerferometrie – eine universelle astronomische Beobachtungsmethode

Astronomie in der Schule, Berlin 16 (1979) 2, 30–33; 4 Abb., 4 Lit.

Nach einem Vergleich des Auflösungsvermögens von optischen Instrumenten und Radioteleskopen wird die Theorie der Radiointerferometer-Messungen behandelt. Anschließend werden wesentliche Anwendungsgebiete der Radiointerferometrie dargestellt.

Astronomie in der Schule

Geschichte der Astronomie

HERRMANN, DIETER, B.

Zur Entstehung der Astrophysik

Astronomie in der Schule, Berlin 16 (1979) 1, 9–11; 2 Abb., 2 Lit.

Autor beschreibt die Anfänge der Astrophysik im 19. Jahrhundert durch die Anwendung von Spektralanalyse, Fotometrie und Fotografie in der Astronomie.

Astronomie in der Schule

Geschichte der Astronomie

HOFFMANN, DIETER

Christian Doppler 1803–1853

Astronomie in der Schule, Berlin 16 (1979) 2, 33–35; 6 Lit.

Es wird beschrieben, wie sich das Dopplersche Prinzip zu einem universellen und unentbehrlichen Hilfsmittel bei der Deutung kosmischer Erscheinungen entwickelte. Maßgeblichen Anteil an dieser Entwicklung hatten E. Mach, K. F. Zöllner und H. G. Vogel.

Astronomie in der Schule

Geschichte der Astronomie

FRIEDRICH, KLAUS

Bernhard Woldemar Schmidt zum 100. Geburtstag

Astronomie in der Schule, Berlin 16 (1979) 1, 12–13; 4 Lit.

Es werden die wichtigsten Stationen im Leben von Bernhard Schmidt beschrieben und seine handwerklichen Leistungen und Erfindungen auf dem Gebiet der Astro-Optik gewürdigt.

Astronomie in der Schule

Methodik AU

GRÄFE, LUISE

Zur Gestaltung der ersten und letzten Unterrichtsstunde

Astronomie in der Schule, Berlin 16 (1979) 2, 39–40;

Es werden Anregungen gegeben, wie durch die Gestaltung der ersten Astronomiestunde und die Erteilung langfristiger Aufträge das Interesse der Schüler am Astronomieunterricht geweckt und bis zur letzten Unterrichtsstunde erhalten werden kann.

FRITZ KRAUSE

Magnetische Sterne

1. Die Entdeckung magnetischer Sterne

Eine Gruppe von Sternen, die hinsichtlich ihrer allgemeinen Eigenschaften als A-Sterne – Sterne mit Oberflächentemperaturen von etwa 10 000 K – zu klassifizieren sind, ist den Astronomen schon lange durch besondere Merkmale ihrer Mitglieder aufgefallen. Diese Sterne erhielten die Bezeichnung Ap-Sterne (pekuliare, besondere A-Sterne).

Die ersten detaillierten Beobachtungen derartiger Objekte wurden 1906 von dem Potsdamer Astronomen H. LUDENDORFF mitgeteilt. Er stellte bei dem Stern α_2CVn (α_2 Canum venaticorum) periodische Variationen im Spektrum fest. Die Linien gewisser Elemente, z. B. von Chrom und Europium, veränderten sich; zu gewissen Zeiten erwiesen sie sich als überaus intensiv, zu anderen Zeiten waren sie nicht nachweisbar. Der russische Astronom A. BELOPOLSKIJ ergänzte diese Beobachtungen 1913 speziell im Hinblick auf die Frage, ob ein Begleiter die Ursache der beobachteten Variationen sein könne. Wenig später (1915) teilte P. GUTHNIK (Sternwarte Babelsberg) die Beobachtung von der periodischen Änderung des Gesamtlichtstroms von ε Ursae majoris mit, dem mittleren Deichselstern im großen Wagen, der ebenfalls als Ap-Stern klassifiziert ist.

In den folgenden Jahrzehnten erhöhte sich die Zahl der genauer untersuchten Ap-Sterne erheblich. Allerdings blieb die Ursache für das Ausnahmeverhalten dieser Objekte im Dunkeln, bis der amerikanische Astronom H. W. BABCOCK 1947 bei einem Teil dieser Sterne das Vorhandensein starker Magnetfelder nachwies. Dieser Sachverhalt trifft heute für etwa 100 Ap-Sterne zu. Die Zahl der bekannten Ap-Sterne ist deutlich höher, dies ist jedoch nur darauf zurückzuführen, daß der Nachweis der Pekuliarität einfacher als der eines Magnetfeldes ist.

Seit der Entdeckung des Amerikaners G. E. HALE im Jahre 1908 wissen wir, daß auf der Sonne Magnetfelder vorhanden sind. Diese sind sogar sehr stark, bis zu 0.4 T (= 4000 G); wir würden sie jedoch nicht beobachten, wenn sich die Sonne in stellarer Entfernung befände, da sie nur lokal sehr konzentriert in den dunklen Sonnenflecken auftreten. Die untere Grenze für die sichere Nachweisbarkeit eines Magnetfeldes auf einem Stern liegt bei einer Stärke der über die gesamte sichtbare Sternoberfläche gemittelten magnetischen Induktion von etwa 0.05 T. Es wird damit deutlich, daß wir unter einem magnetischen Stern einen solchen verstehen, der ein über seine ganze Oberfläche ausgebreitetes Magnetfeld von einer Mindestfeldstärke von 0.05 T besitzt.

2. Beobachtungsmethoden und ihre Ergebnisse

Der Nachweis außerirdischer Magnetfelder gelingt durch Ausnutzung des Zeeman-Effektes. Man versteht darunter die Aufspaltung einer Spektrallinie in – im einfachsten Fall – drei Linien, in ein sogenanntes normales Lorentz-Triplett, falls die Emission oder Absorption der Lichtquanten in einem Magnetfeld erfolgt. Die relative Intensität der Komponenten des Tripletts hängt vom Winkel zwischen Feldrichtung und Sichtrichtung ab, die Aufspaltung selbst, also die Differenz der Wellenlängen, ist proportional zur Stärke der magnetischen Induktion. Außerdem sind die Komponenten unterschiedlich polarisiert.

BABCOCK konstruierte einen Analysator, der gerade die unterschiedlichen Polarisationseigenschaften der drei Komponenten des Lorentz-Tripletts für die Bestimmung der stellaren Magnetfelder ausnutzt. Die Betrachtung einer Spektrallinie im Spektrum eines magnetischen Sterns zeigt eine Differenz in den Wellenlängen zwischen rechts- und linkszirkular polarisiertem Licht. Aus dieser Differenz wird auf die Stärke der Magnetfeldkomponente in Sichtrichtung geschlossen. Man bezeichnet diesen Wert mit B_{eff}. Bei einigen wenigen Sternen mit sehr starken Feldern und bei günstigen Beobachtungsbedingungen ist es möglich, den über die sichtbare Sternoberfläche gemittelten Betrag der magnetischen Induktion zu bestimmen. Dieser wird mit B_s bezeichnet.

Mittels mathematischer Modelle kann dann anhand der Beobachtungsdaten von B_{eff} und B_s die geometrische Form des Magnetfeldes bestimmt und insbesondere die Polfeldstärke B_p geschätzt werden. In Tabelle 1 sind für einige magnetische Sterne diese Daten zusammengestellt. Dabei sind für beobachtete Größen die beiden Extremwerte angegeben; denn die Magnetfelder zeigen ebenso wie die Spektren und der Gesamtlichtstrom eine periodische Änderung. Die Periodenlängen sind gleichfalls in der Tabelle vermerkt. Unter den bekannten magnetischen Sternen ist der Stern mit der Nummer 215 441 des Henry-Draper-Kataloges derjenige, der das stärkste Feld hat. Dieser Stern fällt auch durch die Amplitude des Wechsels des Gesamtlichtstromes mit einer relativen Größe von 15 Prozent auf. Mit 53 Cam und β CrB

sind zwei weitere Vertreter aufgeführt, für die neben B_{eff} auch B_s bekannt ist. Ferner ist der eingangs genannte Stern α_2CVn in die Liste aufgenommen, bei dem eine Ermittlung von B_s nicht möglich ist, obwohl er als hellster magnetischer Stern in den Details seiner Oberflächenstruktur am besten untersucht ist.

Tabelle 1
Charakteristische Beobachtungsdaten einiger magnetischer Sterne (magnetische Induktion in Tesla, Periode in Tagen)

magn. Stern	$B_{eff,\,max}$	$B_{eff,\,min}$	B_s	B_p	Periode
HD 215 441	2.0	1.2	3.4	10	9.49
53 Cam	0.4	−0.6	1.5	2.2	8.02
CrB	0.1	−0.08	0.6	1	18.48
α_2CVn	0.16	−0.14	–	0.6	5.47

Die Periodenlänge ist für alle drei genannten physikalischen Größen dieselbe. Sie liegt im allgemeinen bei einigen Tagen.

Die Deutung dieser Erscheinungen geht von der heute allgemein akzeptierten Annahme aus, daß die beobachtete Periode die Rotationsperiode ist. Der magnetische Stern hat eine fleckige, wolkige Oberfläche und dazu ein Magnetfeld, das keine Achsensymmetrie in bezug auf die Rotationsachse zeigt. Man stelle sich zur Veranschaulichung die Erde mit einem Magnetfeld vor, das um 90° gedreht ist, so daß die Magnetpole auf dem Äquator liegen.

In Abb. 2 ist ein Bild des magnetischen Sterns α_2CVn dargestellt. Es handelt sich dabei um

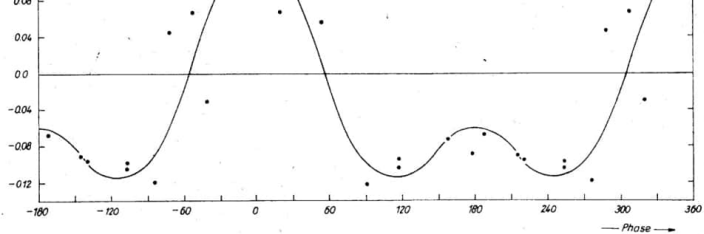


Abb. 1. Darstellung von B_{eff} in Abhängigkeit von der Rotationsphase für den magnetischen Stern α_2CVn.

In Abb. 1 ist das für α_2CVn gemessene B_{eff} in Abhängigkeit von der Rotationsperiode dargestellt. Es zeigt sich ein Wechsel zwischen positiven und negativen Werten von betragsmäßig reichlich 0.1 T. Bemerkenswert ist der Unterschied zwischen dem positiven und dem negativen Extremum, der auf eine unterschiedliche Ausbildung der beiden magnetischen Pole schließen läßt.

3. Über die Deutung der Beobachtungsergebnisse

In Zusammenfassung der geschilderten Beobachtungsergebnisse können wir feststellen: Magnetische Sterne zeigen

- eine periodische Variation des Gesamtlichtstromes,
- periodische Veränderungen ihres Spektrums,
- ein starkes Magnetfeld, das sich ebenfalls periodisch ändert.

das Modell eines ‚symmetrischen Rotators', das im Astrophysikalischen Observatorium Potsdam in Anlehnung an die Beobachtungsdaten erarbeitet wurde. Bei dem Entwurf dieses Modells trug man der aus allgemeinen physikalischen Überlegungen kommenden Forderung Rechnung, daß alle Strukturen Symmetrie in bezug auf die Äquatorebene aufweisen sollten. Man beachte die Unterschiede in der geometrischen Struktur der beiden Magnetpole.

In der Literatur finden sich sehr oft Deutungen von Beobachtungen auf der Grundlage des Modells des ‚schiefen Rotators'. Es entsteht dann eine merklich verschiedene Oberflächenstruktur im Vergleich zu unserer Abbildung. Beide Auslegungen sind mit den Beobachtungsdaten in gleichem Maße verträglich. Der Grund für diese Mehrdeutigkeit liegt in der Tatsache, daß ein Stern nicht wie ein Planet als flächenhaftes Gebilde beobachtet werden kann.

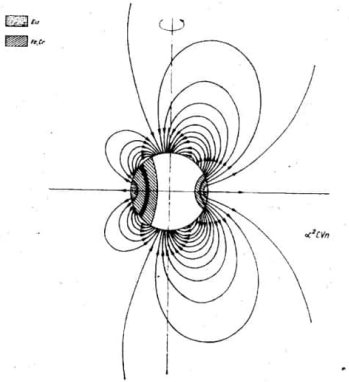


Abb. 2. Struktur des Magnetfeldes und Verteilung der Elemente Europium, Eisen und Chrom auf der Oberfläche des magnetischen Sterns α_2CVn. Es zeigt sich ein konzentriert ausgeprägter magnetischer Nordpol (rechte Bildhälfte), ein ringförmig ausgebildeter magnetischer Südpol (linke Bildhälfte); in der Mitte dieses Ringes geht das Magnetfeld zu einer schwachen nördlichen Polarität über. Die dick ausgezogenen Streifen deuten die Gebiete höchster Eisen/Chrom-Konzentration an.
Diesem Modell liegt die Vorstellung vom ‚symmetrischen Rotator' zugrunde, die von der Forderung ausgeht, daß alle Strukturen Symmetrie in bezug auf die Äquatorebene besitzen.

Magnetische Sterne geben uns hinsichtlich der Natur der auf ihnen beobachteten Erscheinungen einige Rätel auf.

Betrachten wir zunächst das Magnetfeld. Für die Erklärung seiner Herkunft bieten sich zwei Möglichkeiten an:

- Ein magnetischer Stern könnte wie Erde und Sonne ein aktiv arbeitender Dynamo sein.
- Ein magnetischer Stern könnte sein Magnetfeld während seiner Kondensation durch Kompression des interstellaren, des galaktischen Feldes gewonnen haben.

Beide Deutungen lassen Fragen offen. So sind z. B. die Magnetfelder von Erde und Sonne im wesentlichen achsensymmetrisch in bezug auf die Rotationsachse, hingegen ist das Feld eines magnetischen Sterns deutlich nichtachsensymmetrisch in bezug auf die Rotationsachse. Ist also ein magnetischer Stern ein ebensolcher Dynamo wie die beiden Erstgenannten, so bestehen Schwierigkeiten, diesen Unterschied zu erklären.

Nehmen wir an, die zweite Deutung ist richtig, d. h. ein magnetischer Stern hat sein Magnetfeld bei seiner Geburt mitbekommen. Dann müssen wir jedoch fragen: Warum haben nicht alle Sterne, oder wenigstens alle A-Sterne, ein solches Magnetfeld?

Wenden wir uns nun den Variationen des Strahlungsfeldes zu. Eine einleuchtende Erklärung bietet sich sofort an: Die Atmosphäre eines magnetischen Sterns hat eine wolkige Struktur; gewisse Teile der Oberfläche sind abgedeckt, andere frei. Diese Wolken, gebildet durch die Ansammlung von Atomen gewisser Elemente wie Europium, Chrom oder Silizium, sorgen durch Absorption (z. B. im UV) und Reemission (z. B. im Visuellen oder Infraroten) für eine Umverteilung der Energie des aus dem Sterninneren austretenden Strahlungsstromes. Da uns der Stern infolge der Rotationsbewegung unterschiedliche Seiten seiner Oberfläche zuwendet, registrieren wir dies als Variation der Strahlung.

Weitgehend ungeklärt ist die Frage nach den physikalischen Ursachen für die Ansammlung von gewissen Elementen. Wie ist es möglich, daß ein im Kosmos so seltenes Element wie Europium auf magnetischen Sternen stellenweise mit einer mehr als hundertfachen Häufigkeit erscheint? Gerade diese Fragestellung macht das Außergewöhnliche der Situation deutlich.

Wir wissen auf diese und andere Fragen bisher keine befriedigende Antwort, und so kommt es, daß die Untersuchung der Natur der magnetischen Sterne ein Forschungsgegenstand ist, der breites internationales Interesse findet.

In der DDR werden die Spektren magnetischer Sterne mit Hilfe des 2-m-Teleskops des Karl-Schwarzschild-Observatoriums in Tautenburg bei Jena gewonnen. Die diffizilen Auswertungen erfolgen an speziell entwickelten Apparaturen in Potsdam. Erweiterte Möglichkeiten zur Gewinnung des Datenmaterials bietet die Kooperation mit der Sowjetunion. In der Aserbaidshanischen SSR ist im Südkaukasus eine Außenstation aufgebaut worden, die mit einem in Potsdam konstruierten Zwillingsreflektor zur photometrischen Messung des variablen Strahlungsstromes magnetischer Sterne ausgestattet wurde. Im Verein mit einer Gruppe von Theoretikern wird so an der Klärung der offenen Fragen gearbeitet, von der wir uns wichtige Einblicke in das Geschehen im Kosmos erhoffen.

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. FRITZ KRAUSE
Zentralinstitut für Astrophysik der AdW der DDR
15 Potsdam

KLAUS-GÜNTER STEINERT

Radiointerferometrie - eine universelle astronomische Beobachtungsmethode

0. Anliegen

In den Geo- und Kosmoswissenschaften gibt es eine Reihe von Aufgaben, bei denen ein großes Auflösungsvermögen bzw. eine große Positionsgenauigkeit der Beobachtungsinstrumente gefordert wird. Die Genauigkeitsgrenze optischer Instrumente wird mit derjenigen von Radiointerferometern verglichen. Die Theorie der Radiointerferometermessungen wird kurz behandelt. Wesentliche Anwendungsgebiete der Radiointerferometrie sind: 1. die Untersuchung der Struktur von Radioquellen, 2. die Realisierung eines fundamentalen Bezugssystems von Raumrichtungen und 3. die Bestimmung geodätischer und geophysikalischer Parameter.

1. Vorüberlegungen

Der Durchmesser σ des von einem Fernrohrobjektiv erzeugten Beugungsscheibchens wird bestimmt durch das Verhältnis Wellenlänge λ durch Objektivöffnung D.

$$\sigma = \frac{\lambda}{D} \qquad (1)$$

σ ist das Maß für das Auflösungsvermögen des Teleskops. So ergibt sich für die Wellenlänge $\lambda = 550$ nm (maximale Empfindlichkeit des Auges) und einen Objektivdurchmesser $D = 1000$ mm

$$\sigma = 0.5 \cdot 10^{-6} \text{ rad} = 0.1''.$$

Hierbei handelt es sich um einen theoretischen Wert, der durch Turbulenz in der Atmosphäre vergrößert wird.

Für das Auflösungsvermögen eines Radioteleskops gilt die gleiche Gesetzmäßigkeit. Da aber Radiowellen etwa 10^6mal größere Wellenlängen haben als Lichtwellen, ist das Auflösungsvermögen eines Radioteleskops viel geringer als das eines optischen Teleskops. Für die Radiostrahlung der Wellenlänge $\lambda = 21$ cm (neutraler Wasserstoff) besitzt ein Radioteleskop mit $D = 100$ m ein Auflösungsvermögen

$$\sigma = 2{,}1 \cdot 10^{-3} \text{ rad} = 7{,}2'.$$

Die Ortung und die Bestimmung der Struktur einer Radioquelle sind demnach nur mit sehr geringer Genauigkeit möglich. Wie man aus Gleichung (1) sieht, wirken sich eine Veränderung der Radiowellenlänge und des Durchmessers des Radioteleskops bezüglich der Verbesserung der Winkelauflösung nicht sehr effektiv aus. Außerdem ist die Wellenlänge abhängig von dem zu untersuchenden Objekt, und der Vergrößerung des Durchmessers voll beweglicher Radioteleskope sind wegen der notwendigen Stabilität Grenzen gesetzt.

2. Zum Prinzip der Radiointerferometrie

Eine grundlegende Verbesserung der diskutierten Verhältnisse ist durch Anwendung der Interferometrie möglich geworden [1]. Im optischen Spektralbereich werden Interferometer (s. dieses Stichwort in „Brockhaus ABC Astronomie") seit etwa 1920 zur Beobachtung von Doppelsternen und zur Messung von Sterndurchmessern verwendet. Die Anwendung des Interferometers in der Radioastronomie (vgl. Abb. 1) ist bezüglich der Erhöhung der Auflösung viel effektiver als in der optischen Astronomie.

Das Auflösungsvermögen nach (1) wird für den Fall eines Radiointerferometers mit $b = 10\,000$ km und für $\lambda = 10$ cm

$$\sigma = 10^{-8} \text{ rad} = 0.002''.$$

Die Basislänge b wird dabei in (1) an die Stelle des Durchmessers D gesetzt. Auswirkungen der Atmosphäre auf die Radiostrahlung sollen hier außer Betracht bleiben. Der prinzipielle Aufbau eines Radiointerferometers ist in Abb. 1 skizziert. Im einfachsten Fall besteht ein Radiointerferometer aus zwei Parabolantennen A und B an den Enden der Basis b. Eine Radiowellenfront aus Richtung ϑ erreicht die Antenne A um den Zeitbetrag τ später als die Antenne B. Man unterscheidet Radiointerferometer mit langer Basis von einigen km Länge

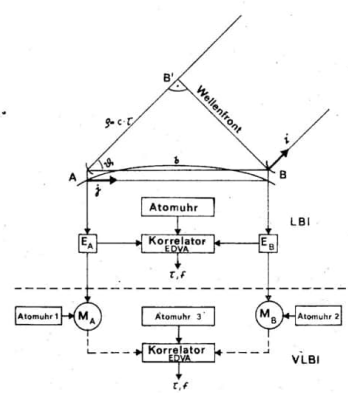


Abb. 1: Schema eines Radiointerferometers

(long baseline interferometer, LBI) und solche mit sehr langer Basis von einigen tausend km (very long baseline interferometer, VLBI). Man wendet je nachdem, ob monochromatische oder kontinuierliche Strahlung der Radioquelle beobachtet wird, das Phasen- oder das Intensitätsinterferometer an.

Im ebenen Dreieck ABB′ (Abb. 1) gilt: BB′ : von der Radioquelle einfallende Wellenfront; $\underline{i}$: Einheitsvektor der Richtung nach der Radioquelle; $\underline{j}$: Einheitsvektor der Basis; E_A, E_B: Empfänger der Radiostrahlung in A und B; M_A und M_B: Magnetbandrekorder in A und B; c: Lichtgeschwindigkeit; ϱ: linearer Abstand B′·A. Unter den in Abb. 1 angenommenen Bedingungen werden die auf die Antennen A und B einfallenden Radiowellen einen Phasenunterschied

$$\Delta\varphi = 2\pi\frac{\varrho}{\lambda} \qquad (2)$$

aufweisen. Dabei ist

$$\varrho = \tau \cdot c = b\cos\vartheta. \qquad (3)$$

Da der Winkel ϑ sich infolge der Erddrehung ständig ändert, wird der Phasenunterschied (2) einer periodischen Veränderung unterliegen. Für den Fall, daß der Phasenunterschied $\frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \frac{5\lambda}{2}$ ... (ungeradzahliges Vielfaches von $\frac{\lambda}{2}$) beträgt, löschen sich die in den beiden Empfängern E_A und E_B ankommenden Signale gerade aus, weil z. B. ein Wellenberg in E_A mit einem Wellental in E_B zusammentrifft. Umgekehrt tritt bei Phasenunterschieden $\lambda, \cdot 2\lambda, \ldots n\lambda$ (n = ganze Zahl) eine Summierung der Wellenberge und damit das Interferenzmaximum ein (Abb. 2).

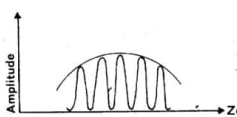


Abb. 2: Registrierkurve eines Radiointerferometers

Die Maxima und Minima der Kurve in Abb. 2 entsprechen den hellen und dunklen Linien bei Interferenzbeobachtungen im optischen Spektralbereich. Das Hauptmaximum des Wellenzuges tritt auf, wenn die Wellenfront parallel auf die Basis b einfällt. Die Frequenz f der Interferenzstreifen, d. h. die Zahl der je Sekunde registrierten Streifen und die oben genannte Verzögerungszeit τ, sind die Meßgrößen in den zwei Grundformeln der Radiointerferometrie [2], [3], [4]. Die Meßgrößen werden in einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage (Korrelator) im Verlauf eines komplizierten Rechenprozesses erhalten. Bei einer LBI-Anordnung (Abb. 1 oben) werden die empfangenen Signale über Kabel direkt im Anschluß an eine Atomuhr von der EDVA verarbeitet. Eine VLBI-Anlage (Abb. 1 unten) kann nicht mit einer Kabelverbindung arbeiten. Hier wird die Registrierung in A und B jeweils zusammen mit dem Signal einer Atomuhr (1 oder 2) auf ein Magnetband geschrieben. Beide Magnetbänder werden mit Flugzeugen zur EDVA transportiert, wo im Anschluß an eine Atomuhr 3 die Interferenz erzeugt wird.

3. Bemerkungen zur Theorie der Radiointerferometrie

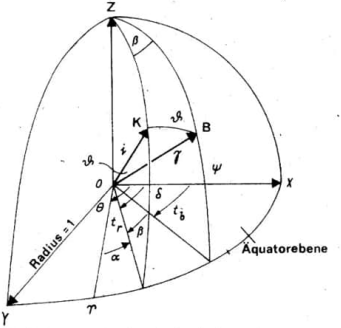


Abb. 3: Zur Theorie des Radiointerferometers

Die Beziehung (3)

$$\varrho = \tau \cdot c = b\cos\vartheta$$

muß bei genauer Betrachtungsweise präzisiert werden, indem bei einem VLB-Interferometer der Nullpunktunterschied m der Atomuhren und ihr Gangunterschied n berücksichtigt werden. Aus (3) wird

$$\tau = m + n\,\Delta t + \frac{b}{c}\cos\vartheta \qquad (4)$$

In (4) Δt die tatsächlich verstrichene Zeit zwischen dem Eintreffen der Welle in B und A. Die Größen τ und Δt unterscheiden sich wegen der Erdrotation um einen geringen Betrag. Die Berechnung der Größe cos ϑ geschieht an Hand der Abb. 3. Das Koordinatensystem ist folgendermaßen orientiert: X in der Ebene des geozentrischen Meridians von A im Äquator, Y ebenfalls im Äquator senkrecht zu X nach Westen, Z momentane Rotationsachse der Erde. Aus Abb. 3 liest man ab

$$\beta = \ominus - \alpha - t_b = t_r - t_b. \qquad (5)$$

In Abb. 3 gilt außerdem:

$\ominus$: Sternzeit im Punkt A,

ψ, t_b : Deklination und Stundenwinkel des Einheitsvektors $\underline{j}$ (Interferenzbasis).

α, δ, t_r :Rektaszension, Deklination und Stundenwinkel des Einheitsvektors (Richtung nach der Radioquelle). Die Vektoren $\underline{i}$ und $\underline{j}$ haben die gleiche Bedeutung wie in Abb. 1.

In den Ausdruck

$$t_r = \ominus - \alpha$$

für den Stundenwinkel der Radioquelle wird die Sternzeit $\ominus_o$ (in Abb. 3 nicht dargestellt) eines willkürlichen Anfangspunktes für die Zeitzählung eingeführt. Dann gilt.

$$\ominus = \ominus_o + \Omega\, t', \qquad (6)$$

worin Ω die Rotationsgeschwindigkeit der Erde ist und t' der Differenz zwischen $\ominus_o$ und $\ominus$ entspricht. Wird (6) in (5) eingesetzt, so ergibt sich

$$\beta = \ominus_o + \Omega\, t' - t_b - \alpha. \qquad (7)$$

Schließlich werden noch die Projektionen der Basis b auf die OZ-Achse

$$b_p = b \sin \psi$$

und in die Äquatorebene

$$b_a = b \cos \psi$$

eingeführt.

Nach einfachen Überlegungen der ebenen Trigonometrie und durch Anwendung des Seitenkosinussatzes auf den Winkel β nach (7) im sphärischen Dreieck KBZ läßt sich nun für die Ausgangsgleichung (4) schreiben

$$\tau = m + n\,\Delta t + \frac{b_p}{c} \sin\delta + \frac{b_a}{c} \cos\delta \left[\cos(\ominus_o - t_b - \alpha)\cos\Omega t' - \sin(\ominus_o - t_b - \alpha)\sin\Omega t'\right] \qquad (8)$$

Die Diskussion der Formel (8) erfolgt im nächsten Abschnitt. Eine Betrachtung der Grundformel mit der Interferenzfrequenz f unterbleibt hier.

4. Nutzung der Meßergebnisse der Radiointerferometrie

In (8) sind vereinfachende Zusammenfassungen vermieden worden, damit die Diskussion der Formel überschaubar wird.

Die Universalität des Verfahrens liegt darin, daß verschiedene Gruppen von Parametern der Formel (8) entweder als bekannte Größen oder als Unbekannte eingeführt werden können, je nachdem, welches der nachfolgend genannten Probleme bearbeitet werden soll. Insgesamt enthält (8) neben der aus der Messung abzuleitenden Größe τ sieben interessierende Größen, von denen jedoch m und n reine Instrumentalkonstanten sind, die außer Betracht bleiben können. Die übrigen werden gruppenweise durch Zusammenfassung und Ausgleichung mehrerer Beobachtungsserien bestimmt. Die im folgenden jeweils nicht genannten Parameter gehen in die Auswertung als bekannte Größen ein. Folgende Probleme werden bereits jetzt oder in Zukunft durch die Anwendung der Radiointerferometrie gelöst:

α, δ : Äquatoriale Koordinaten von Radioquellen. Wählt man diese so aus, daß sie sich in sehr großer Entfernung befinden, so daß ihre Eigenbewegungen z. B. über 100 Jahre unter 0,001" bleiben, so kann man eine sehr gute Approximation des inertialen Bezugssystems von Raumrichtungen erreichen, eine Zielstellung der Astrometrie, die mit optischen Mitteln in solcher Perfektion nicht erreicht wird.

$\Delta\alpha$, $\Delta\delta$: Änderungen von α, δ. Aus längeren Beobachtungsreihen werden astronomische Konstanten (Präzession, Nutation, Aberration) ableitbar, ohne daß Komplikationen durch mangelhafte Kenntnisse über die Eigenbewegungen auftreten.

b_p, b_a (bzw. b, ψ) und t_b: Länge und Richtung einer terrestrischen Sehne. Damit können Ozeane durch Längen- und Richtungsmessungen überbrückt werden, was vor allem für die Bestimmung von Veränderungen in der Erdkruste von Bedeutung ist (Plattentektonik, ocean spreading, früher als Kontinentaldriften bezeichnet).

$\Delta\psi$, Δt_b : Änderung der Lage der Erdachse im Erdkörper (Polbewegung).

$\Delta\Omega$, Δt_b : Erdrotationsschwankungen.

Die siebente der oben genannten Unbekannten ist der Winkel β (Abb. 3), in dem wiederum drei Parameter enthalten sind, die sich schwer getrennt bestimmen lassen. Dadurch wird das Gesamtproblem weiter kompliziert. Es sei nur darauf verwiesen, daß infolgedessen die Rektaszension α einer Radioquelle (im Gegensatz zur Deklination δ) nicht absolut bestimmt werden kann.

Eine weitere, eigentlich die ursprüngliche Anwendung der Radiointerferometrie ist die Bestimmung der Struktur von Radioquellen. Hierzu müssen komplizierte Interferometersysteme angewendet werden. Im Prinzip wird ein nichtpunktförmiges Objekt als Summe von vielen Punktquellen aufgefaßt. Dabei wirkt zur Zeit die noch ungenügende Verteilung der Interferometerbasen einschränkend auf eine flächenhafte Überdeckung eines Gebietes an der Himmelskugel. So muß man mit Modellen arbeiten, die in sukzessiver Annäherung immer besser an die Meßwerte angepaßt werden.

Im Fall der in Abb. 4 dargestellten Radioquelle NGC 1275 (einer Seyfertgalaxie) wurde zunächst ein Vielkomponentenmodell aufgestellt, das anschließend iterativ in ein Raster von

Punktquellen aufgelöst wurde. Bei jeder Iteration wurde die Struktur feiner herausgearbeitet, wobei die Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung kontinuierlich verkleinert wurden.

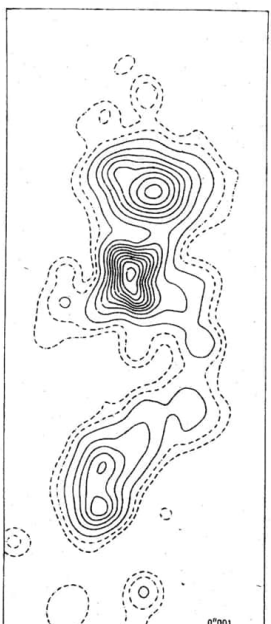


Abb. 4: Radiostruktur der Seyfertgalaxie NGC 1275 nach Radiointerferometer-Messungen (nach Arbeiten vom HAYSTACK-OBSERVATORY und der NASA-GODDARD-SPACE-FLIGHT-CENTER)

Eines der interkontinentalen Interferometer mit einer mehrere tausend Kilometer langen Basis besteht aus den Radioteleskopen in Simeïs (UdSSR) und Goldstone (USA) und arbeitete schon ab 1969.

Neben den eben genannten astrophysikalischen Ergebnissen der Radiointerferometrie sind Impulse auf die Astrometrie zu verzeichnen. In der Zukunft dürfte das astronomische Bezugssystem, das zum Nachteil aller Bewegungen im näheren und weiteren Kosmos wie auch in der Erdkruste nötig ist, durch die Radiointerferometrie realisiert werden. Schon jetzt sind Positionen von Radioquellen mit einer Genauigkeit von $\pm$ 0,05" Genauigkeit bekannt. Die noch zu lösende Schwierigkeit ist die Verbindung zwischen den optisch sehr schwachen Radioquellen ($18 \ldots 20^{m}$) und den Fundamentalsternen ($7 \ldots 10^{m}$). Hierbei kann die DDR mit dem Tautenburger 2-m-Universalteleskop des Zentralinstituts für Astrophysik der AdW der DDR, das mit einer 132 cm großen Korrektionsplatte das größte Schmidtteleskop der Welt ist, einen wesentlichen Beitrag leisten. Ein Versuchsprogramm hierzu wird zur Zeit gemeinsam von dem Zentralinstitut für Astrophysik und dem Lohrmann-Observatorium der TU Dresden bearbeitet.

Literatur:

[1] KRÜGER, A.; RICHTER, G.: **Radiostrahlung aus dem All.** URANIA-Verlag Leipzig, Jena, Berlin 1968. S. 35 bis 39.

[2] PODOBED, V. V.; NESTEROV, V. V.: **Obščaja astrometrija** (Allgemeine Astrometrie). Izd. Nauka, Moskva 1975, S. 203 bis 211.

[3] SANDIG, H.-U.: **Astrometrie für Geodäten.** 2. Lehrbrief. VEB Verlag Technik Berlin 1976, S. 31 bis 35.

[4] ŽONGOLOVIČ, I. D. et al.: **Izpol'zovanie radiointerferometra so sverchdlinnoj bazoj pri rešenii rjada osnovnych problem astronomii, geodezii i geodinamiki** (Anwendung des Radiointerferometers mit sehr langer Basis zur Lösung einer Reihe von Problemen der Astronomie, Geodäsie und Geodynamik). Trudy instituta teoretičeskoj astronomii, vypusk XVI. S. 19 bis 58. Izd. Nauka, Leningradskoe otdelenie 1977.

Anschrift des Verfassers:
Dr. KLAUS-GÜNTER STEINERT
8027 Dresden, Nöthnitzer Straße 47

DIETER HOFFMANN

CHRISTIAN DOPPLER 1803-1853

Nicht zu allen Zeiten wurde der sogenannte DOPPLER-Effekt von der Wissenschaft mit einer solchen Selbstverständlichkeit akzeptiert wie heute, wo er in immer neuen Bereichen von Naturwissenschaft und Technik, ja selbst in der Medizin zahlreiche Anwendung findet. „DOPPLERverschiebung" oder „DOPPLERverbreiterung" gehören heute zu den Gemeinplätzen unserer naturwissenschaftlichen Terminologie. Doch bedurfte es bis zu dieser imponierenden Entwicklung einer relativ langen Anlaufphase. Einer der maßgeblichsten Wegbereiter hierfür war die Astronomie, in der sich das DOPPLERsche Prinzip in knapp hundert Jahren zu einem

universellen und unentbehrlichen Hilfsmittel bei der Deutung kosmischer Erscheinungen entwickelte. Obwohl CHRISTIAN DOPPLER in seinen ersten Arbeiten vom Beginn der vierziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts vornehmlich den optischen DOPPLER-Effekt im Auge hatte und kurz vor seinem Tode sogar davon sprach, „daß der Farbenschmuck, welchen das beobachtende Auge an den Doppelsternen und einigen anderen Gestirnen bewundert, uns einstens wohl mehr als zu einer bloßen Augenweide, daß er uns in einer, wenn auch vielleicht fernen Zukunft, dazu dienen werde, die Elemente der Bahnen von Himmelskörpern zu bestimmen, deren unermeßliche Entfernungen von uns nur noch die Anwendung optischer Hilfsmittel gestatten dürfte" [1, S. 147], wurde der Effekt zunächst gerade hier mit außerordentlich starken Kritiken bedacht.

Der damalige Erkenntnisstand von Optik und Astronomie, der eine experimentelle Überprüfung – ganz im Gegensatz zur Akustik – noch nicht zuließ, sowie zahlreiche Ungereimtheiten und Fehldeutungen, die DOPPLER bei der Darstellung seiner Entdeckung unterlaufen waren (beispielsweise wollte er die Farbe des Sterns allein durch seine Radialgeschwindigkeit gegenüber der Erde erklären), förderten nicht nur Skepsis und Widerspruch bei vielen Fachkollegen – unter denen sich besonders der Direktor der Dorpater Sternwarte JOHANN HEINRICH MÄDLER (1794 bis 1874) hervortat –, sondern sie führten sogar dazu, daß auch die richtige Grundaussage in DOPPLERS Theorie von der Wissenschaft jener Zeit zunächst verworfen wurde.

Ein Landsmann DOPPLERS, der Wiener Physiker ERNST MACH (1838 bis 1916) war es dann, der im letzten Drittel des neunzehnten Jahrhunderts DOPPLERS Gedanken wieder aufgriff und seinen Traum vom „Farbenschmuck" der Sterne – allerdings in einer modifizierten Form – doch noch ins rechte Licht zu rücken half.

Angeregt durch eigene Arbeiten zur exakten Bestimmung des akustischen DOPPLER-Effektes im Labor wie auch durch die inzwischen erfolgte Entdeckung der Spektralanalyse (BUNSEN-KIRCHHOFF 1860) gelangte er zu der Überzeugung, daß sich das DOPPLER-Prinzip in gleicher Weise auf Licht und Schall anwenden lassen sollte, da es sich bei beiden um additive, räumlich und zeitlich periodische Vorgänge handele, wobei man sich aber in bezug auf Sternfarbe und -geschwindigkeit spektroskopischer Methoden bedienen müßte. Auch für das Auge sichtbare Farbänderungen ergeben sich nämlich nach den DOPPLERschen Formeln – in moderner Schreibweise lauten sie

– für einen bewegten Beobachter

$$f = f_0 \left(1 + \frac{v_B}{c}\right)$$

– für eine bewegte Lichtquelle

$$f = f_0 \left(1 + \frac{v_Q}{c}\right)$$

für einen sich bewegenden Stern erst dann, wenn dessen Radialgeschwindigkeit vergleichbar mit der Lichtgeschwindigkeit würde. Da die astronomischen Geschwindigkeiten augenscheinlich zu klein sind, um sich in einer sichtbaren Farbe zu äußern, schlug MACH vor, bei der Bestimmung von Farbänderungen so zu verfahren, daß man „das Bild des Sternes durch das Prisma in ein Spektrum zerlegt, in welchem sich nun zweierlei Linien zeigen, die einen rühren von unserer Atmosphäre, die anderen vom Stern her, die letzteren müssen nun beim Farbwechsel des Sterns ihren Ort ändern, und aus dieser Änderung wird die Geschwindigkeit des Sternes bestimmt" [4, S. 3].

Damit war prinzipiell der Weg für eine Anwendung des DOPPLER-Prinzips in der Astronomie aufgezeigt, doch die ersten Versuche zur Bestimmung der Radialgeschwindigkeiten von Fixsternen (HUGGINS 1868; VOGEL 1871) zeigten, daß die dabei zu überwindenden experimentellen Schwierigkeiten außerordentlich groß waren. Die ersten wirklich präzisen Messungen gelangen somit erst knapp zwanzig Jahre später. Man kann jedoch sagen, daß der DOPPLER-Effekt im letzten Viertel des vergangenen Jahrhunderts zum gesicherten Bestand der Astrophysik gehörte.

Zu den entschiedensten Verfechtern des Prinzips zählte in jenen Jahren der Leipziger Astrophysiker KARL FRIEDRICH ZÖLLNER (1834 bis 1882), der eigens für den Nachweis von Linienverschiebungen ein sogenanntes Reversionsspektroskop entwickelt hatte und seinen Schüler H. G. VOGEL (1841 bis 1907), dem späteren Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam, zur Durchführung großer Beobachtungsreihen anregte. VOGEL war es dann, der ein photographisches Hilfsmittel fand, die sowohl Einzelbeobachtungen aber auch Massenbestimmungen aus Linienbestimmungen von höchster Präzision gestatteten. Der endgültige Durchbruch war damit erzielt. Der DOPPLER-Effekt feierte nun als tragende Säule astrophysikalischer Forschung einen Triumph nach dem anderen.

Abschließend seien hier als wichtige Stationen dieses Weges noch genannt: Die Präzisionsbestimmung der Radialgeschwindigkeiten der Sterne Sirius, Prokyon, Rigel und Arktur (VOGEL/SCHEINER 1892); die Entdeckung der spektroskopischen Doppelsterne, die wegen der

geringen räumlichen Distanz ihrer Komponenten nicht mehr visuell als solche zu erkennen sind (VOGEL 1889; PICKERING 1889); Bestimmung der Translationsgeschwindigkeit der Sonne aus den Radialgeschwindigkeiten von Fixsternen (CAMPBELL 1901) und schließlich die Deutung der „Rotverschiebung" in den Spektren extragalaktischer Objekte als eine allgemeine Fluchtbewegung dieser Sternsysteme bzw. einer Expansion des gesamten kosmischen Raumes (HUBBLE/HUMASON 1929).

CHRISTIAN DOPPLER hat so mit der Entdeckung des seinen Namen tragenden Effektes — dessen Tragweite erst den nachfolgenden Generationen in vollem Maße bewußt wurde — den Weg zu zahlreichen bedeutenden Erkenntnissen über das Weltall geebnet, so daß er heute von uns zurecht als ein Klassiker der Naturwissenschaft verehrt wird.

Literatur:

[1] DOPPLER, CH.: **Abhandlungen.** OSTWALDS Klassiker der exakten Wissenschaften Bd. 161. Leipzig 1907.

[2] HERRMANN, D. B.: **Geschichte der Astronomie von Herschel bis Hertzsprung.** Berlin 1975.

[3] KIENLE, H.: **100 Jahre Dopplersches Prinzip. 50 Jahre spektroskopische Geschwindigkeitsmessung.** In: Naturwissenschaften 30, 433 bis 436 (1942).

[4] MACH, E.: **Beiträge zur Dopplerschen Theorie der Ton- und Farbänderung durch Bewegung.** Gesammelte Abhandlungen. Prag 1873.

[5] THIELE, J.: **Zur Wirkungsgeschichte des Dopplerprinzips im neunzehnten Jahrhundert.** In: Annals of Science **27,** 393 bis 407 (1971).

[6] HERRMANN, D. B.: **Ernst Mach und seine Stellung zur Doppler-Theorie.** In: Forschungen und Fortschritte **40,** 362 bis 365 (1966).

Anschrift des Verfassers:
Dr. DIETER HOFFMANN
1058 Berlin, Am Falkplatz 4

HORST BIENIOSCHEK; KLAUS LINDNER

Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Die Sterne"

Mit den methodischen Hilfen zur Behandlung der Unterrichtseinheit „Die Sterne" wird eine Möglichkeit der inhaltlichen und didaktisch-methodischen Gestaltung eines wichtigen Abschnitts des Astronomieunterrichts zur Diskussion gestellt. Der Beitrag stellt neben den Vorschlägen zur Gestaltung der 5 Stunden dieser Unterrichtseinheit in der Unterrichtshilfe [1] und den Karteikartenbeilagen unserer Zeitschrift [2] eine weitere Variante dar, wie den Schülern Wissen über die Sterne vermittelt werden kann und dabei weltanschauliche Überzeugungen von der Erkennbarkeit und der Entwicklung der Natur vertieft werden. Mit der Veröffentlichung dieses Beitrages wird das Ziel verfolgt, einer auf dem VIII. Pädagogischen Kongreß gegebenen Anregung zu entsprechen, Varianten der didaktisch-methodischen Unterrichtsgestaltung zu entwickeln und unseren Lehrern zur Unterstützung der Unterrichtsvorbereitung zur Verfügung zu stellen. Gegenüber den methodischen Anleitungen für die Unterrichtseinheit „Die Sterne" in Unterrichtshilfe und Karteikartenbeilage unterscheidet sich dieses Material u. a. durch

- *Veränderungen in der Stoffanordnung mit dem Ziel einer günstigeren Gestaltung des Erkenntnisprozesses,*
- *Einbeziehung technisch anspruchsvoller Experimente, die Modelle astrophysikalischer Sachverhalte sind und die Schüler bei der Erkenntnis gesetzmäßiger Zusammenhänge unterstützen,*
- *genauere Bestimmung von Umfang und Tiefe des zu erwerbenden astronomischen Wissens durch Angabe von Aufgaben und entsprechenden Lösungshinweisen,*
- *konkrete Formulierung der Tätigkeitsaufforderungen für notwendige und mögliche Schülertätigkeiten.*

Die methodischen Hilfen zur Behandlung der Unterrichtseinheit „Die Sterne" entsprechen in der Anlage dem Material zur Unterrichtseinheit „Die Sonne", das in dieser Zeitschrift veröffentlicht wurde [3]. Die dort gemachten Vorbemerkungen gelten auch für diese methodischen Hilfen. Wiederum bitten wir unsere Leser um kritische Meinungsäußerungen, insbesondere zur Lehrplaninterpretation und zum Stoff-Zeit-Verhältnis in den einzelnen Stunden.

1. Interpretationsteil

In der Unterrichtseinheit „Die Sterne" wird einer der zentralen Begriffe der Astronomie umfassend behandelt. Die Schüler haben den Begriff „Stern" im Astronomieunterricht schon frühzeitig kennengelernt; von der ersten Stunde des Jahreslehrganges an werden Überlegungen zu seiner Definition angestellt. Sterne werden deutlich von anderen Himmelskörpern unterschieden. Diese Betonung der Unterschiede kommt bei der Behandlung der Planeten verstärkt zum Ausdruck. In der Unterrichtseinheit „Die Sonne" wird von der Sonne als einem Stern gesprochen; die Schüler lernen die Sonne als Beispiel eines Sterns kennen und beachten die besondere Position dieses Sterns für die astronomische Forschung. Zwei wesentliche Erkenntnisse, die die Schüler bei der Behandlung der Sonne gewinnen, lassen sich auch in der Unterrichtseinheit „Die Sterne" nutzen:

— Die Definition des Sterns als einer selbstleuchtenden Gaskugel hoher Temperatur und

— die physikalischen Grundlagen der Energiefreisetzung der Sterne.

Neu und in der hier geforderten Informationsdichte für die Schüler ungewohnt ist die Behandlung von Forschungsmethoden, die die Astronomie zur Gewinnung von Erkenntnissen über wichtige Zustandsgrößen der Sterne anwendet. Dabei wird den Schülern bewußt gemacht, daß — im Gegensatz zur Erforschung der Sonne — auf den Sternen im allgemeinen keine Oberflächeneinzelheiten beobachtet und untersucht werden, sondern integrale Zustandsgrößen. Die Schüler haben diese Größen fast alle schon bei der Behandlung der Sonne kennengelernt, so gesehen geht ein wesentlicher Teil des neuen Unterrichtsstoffes bereits aus

der vorangegangenen Unterrichtseinheit hervor.

Auch der Aspekt der Entwicklung und Veränderung wurde bereits bei der Behandlung der Sonne angesprochen. Die Schüler erfahren, daß durch die Kernfusion eine irreversible Veränderung der chemischen Zusammensetzung der Sonne erfolgt. Dieser Gedanke wird in der Unterrichtseinheit „Die Sterne" wieder aufgegriffen. Der großen Bedeutung dieser Thematik für die weltanschauliche Bildung und Erziehung entsprechend, sollte die Behandlung in einer emotional besonders wirksamen Form erfolgen.

Die Unterrichtseinheit „Die Sterne" ist inhaltlich Mittler zwischen der sehr ins einzelne gehenden Betrachtung **eines** Sterns („Die Sonne") und der vergleichsweise globalen Darstellung der räumlichen Anordnung aller Sterne in der Galaxis und darüber hinaus („Das Milchstraßensystem und extragalaktische Systeme"). Der Begriff „Stern" wird unter folgenden Aspekten betrachtet:

- Meßbare Helligkeit der Sterne in Abhängigkeit von Leuchtkraft und Entfernung;
- physikalische Natur der Sterne; Unterschiede und Gemeinsamkeiten;
- Entstehung und Entwicklung der Sterne.

In jedem Falle werden Kenntnisse und Einsichten über die Forschungsmethoden und Erkenntniswege der Astronomie vermittelt.

In der Unterrichtseinheit „Die Sterne" erwerben die Schüler *grundlegendes Wissen* über

- die Abhängigkeit der beobachtbaren Helligkeit von der Entfernung und der Leuchtkraft der Sterne,
- die Bestimmung von Sternentfernungen,
- die Zustandsgrößen Temperatur, Leuchtkraft, Radius, Masse und mittlere Dichte,
- das Hertzsprung-Russell-Diagramm (HRD) als Zustandsdiagramm,
- die Entstehung und Entwicklung der Sterne,
- das HRD als Entwicklungsdiagramm.

Im Prozeß des Kenntniserwerbs erweitern die Schüler das folgende *grundlegende Können:*

- Anwendung physikalischer und mathematischer Kenntnisse und Denkweisen auf astronomische Fragestellungen,
- Interpretieren von Zusammenhängen und deren graphische Darstellungen,
- Beschreiben und Erklären des Entwicklungsprozesses der Sterne,
- Anwenden der Fachsprache.

Die Schüler vertiefen und festigen die *Überzeugungen*

- von der Erkennbarkeit der Welt, indem sie z. B. lernen, daß relative Erkenntnisschranken überwunden werden (Entfernungsbestimmung; Ermittlung der wahren Radien der Sterne);
- von der unaufhörlichen Bewegung und Veränderung im Weltall, indem sie die Entstehung und Entwicklung der Sterne kennenlernen und werten.

In der Unterrichtseinheit „Die Sterne" wird an die Schülerbeobachtungen angeknüpft, die auf die Physik der Sterne Bezug nehmen: Helligkeit und Farbe der Sterne, Doppelsternsystem.

Bei diesen Beobachtungen erleben die Schüler, daß die Sterne im Fernrohr lediglich als Lichtpunkte (ohne meßbare Radien) abgebildet sind, daß diese aber unterschiedliche scheinbare Helligkeiten und (schwerer erkennbar) unterschiedliche Farben aufweisen. Weiterhin gewinnen sie einen Eindruck vom Aussehen eines typischen Doppelsternsystems.

Für den Erkenntnisprozeß werden physikalische Experimente genutzt. Sie sind jeweils ein Modell der zu behandelnden astrophysikalischen Sachverhalte. Der Zusammenhang zwischen Experiment und Originalsachverhalten ist den Schülern durch Abstraktion oder Konkretisierung deutlich zu machen.[1]

Im Verlaufe der Unterrichtseinheit „Die Sterne" sind Rückgriffe auf die Kenntnisse der Schüler aus den Fächern Physik, Mathematik und ESP notwendig. Aus dem *Physik*unterricht der Klasse 9 werden Kenntnisse über die Gravitation benötigt, um die Bewegung von Sternen in Doppelsternsystemen zu erklären. Die Kenntnisse über Spektren und Kernreaktionen, die die Schüler in Klasse 10 erworben haben, dienen zur Erarbeitung neuer Kenntnisse über die Temperatur- und Leuchtkraftbestimmung bei Sternen bzw. über die Sternentwicklung. Aus dem *Mathematik*unterricht der Klasse 9 werden Kenntnisse über Potenzen benötigt, um die Beträge der Zustandsgrößen richtig einordnen zu können; ferner müssen die Schüler über die logarithmische Skala Bescheid wissen, um die Zustandsdiagramme richtig lesen zu können. Bei der Behandlung der Temperatur-Spektrum-Beziehung wird an den *ESP*-Unterricht der Klasse 8 angeknüpft.

Durch die Betonung der Meß- und Forschungsmethoden der Astrophysik in der Unterrichts-

[1] Die Experimente sind von Lehrern erprobt und an folgenden Stellen beschrieben:
KLEE, H.-W.: **Photometrische Versuche zum Stoffgebiet „Die Sterne".** In: Astronomie in der Schule 15 (1978) 2, S. 42–43.
KLEE, H.-W.: **Zur Vermittlung physikalischer Sachverhalte und Zusammenhänge im Abschnitt „Astrophysik und Stellarastronomie" mit Hilfe photometrischer Versuche.** Päd. Les. Nr. 4596.
RASSL, S.: **Physikalische Experimente im Astronomieunterricht.** Päd. Les. Nr. 4938.

einheit „Die Sterne" erfährt die *polytechnische Bildung* der Schüler einige wichtige Ergänzungen hinsichtlich der Messung sehr kleiner Winkel, der Messung von Helligkeiten sowie der Farb- und Spektralanalyse.

Literatur:
[1] **Unterrichtshilfen Astronomie 10. Klasse.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag.
[2] **Karteikartenbeilage in Astronomie in der Schule.**
[3] BIENIOSCHEK, H.; LINDNER, K.: **Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Die Sonne".** In: Astronomie in der Schule 15 (1978) 2, 3, 4, 5.
(wird fortgesetzt)

HANSJÖRG HOLZENDORF

Erprobung methodischer Hilfen zur Unterrichtseinheit „Die Sonne"

Sieben Lehrer des Kreises Schwarzenberg haben im Schuljahr 1977/78 die in unserer Zeitschrift veröffentlichten methodischen Hilfen erprobt [1]. Dabei konnte der in den Hilfen vorgeplante Erkenntnisweg im Astronomieunterricht erfolgreich umgesetzt werden.

Die an der Erprobung beteiligten Lehrer vertreten die Auffassung, daß das Material gegenüber den Unterrichtshilfen und anderen bereits in der Fachzeitschrift veröffentlichten Empfehlungen [2] folgende Vorzüge aufweist: Im **Interpretationsteil** wird auf die wesentlichen Ziele im Bereich des Wissens, des Könnens und der Erziehung orientiert, die in der Unterrichtseinheit „Die Sonne" zu realisieren sind. Diese Ziele sind in die Gesamtziele des Lehrgangs eingeordnet, wodurch die Stellung der Unterrichtseinheit im Gesamtlehrgang deutlich wird. Durch die Zuordnung des grundlegenden Stoffes zu den Zielen ist ersichtlich, auf welchen Stoff die besondere Aufmerksamkeit bei der Erarbeitung und Festigung gerichtet sein muß. Hierauf bezügliche Aussagen im Interpretationsteil sind im **Verlaufsteil** deutlich erkennbar.

Die *Orientierung* der gesamten Unterrichtseinheit *an* den vier *zentralen Fragen* war für die Astronomielehrer neu, wurde aber übereinstimmend begrüßt. Diese Fragen ermöglichten die Konzentration auf das in der Unterrichtseinheit zu erwerbende Wissen. Sie waren ein ausgezeichnetes Mittel, den Stand des Erkenntnisfortschritts im Unterricht zu bilanzieren, den Erkenntniszuwachs den Schülern zu verdeutlichen und Einzelerkenntnisse zu ordnen. Von den Schülern wurden in der ersten Stunde insbesondere Fragen über die Erscheinungen der Sonnenaktivität, über die Wirkungen, die von der Sonne ausgehen, sowie über die Energiequellen und die „Lebensdauer" der Sonne gestellt. Dadurch war es möglich, die Interessen der Schüler bei der Gestaltung des Unterrichts in allen Stunden zu berücksichtigen.

Es muß erwähnt werden, daß in einigen Klassen Fragen von den Schülern gestellt wurden (z. B. wenn durch das Zeigen einer großen Anzahl von Lichtbildern über die Sonne das Interesse der Schüler stark angeregt war), deren Beantwortung in der Unterrichtseinheit „Die Sonne" weder möglich noch beabsichtigt war. Den Schülern wurde dann mitgeteilt, welche Fragen in der Unterrichtseinheit „Die Sterne" beantwortet werden. Es erfolgten auch Hinweise auf Ergänzungsliteratur (z. B. FRIEDEMANN: Leben wir unter kosmischen Einflüssen; LINDNER: Der Sternhimmel), um die Schüler zur selbständigen Beantwortung ihrer Fragen anzuregen.

In einigen Klassen stellten die Schüler nur wenige oder keine Fragen, die der zweiten Hauptfrage (Wie ist es möglich, Kenntnisse über die Beschaffenheit der Sonne sowie über die Vorgänge in und auf der Sonne zu erhalten, obwohl die Sonne direkten Untersuchungen nicht zugänglich ist?) zugeordnet werden konnten. Es ist notwendig die Schüler verstärkt an das Fragestellen im Unterricht zu gewöhnen. In diesem Zusammenhang muß insbesondere auch der Vermittlung von Wissen über Erkenntnismethoden der Astronomie im Unterricht die gleiche Aufmerksamkeit wie der Vermittlung von Sachwissen geschenkt werden.

Sehr positiv werten die an der Erprobung beteiligten Lehrer die in den methodischen Hilfen gegebenen Hinweise zur *weltanschaulichen Bildung und Erziehung*, weil der gesamte Wissenserwerb über die Sonne auf der Grundlage der marxistisch-leninistischen Erkenntnistheorie erfolgt. Im Unterricht wird von Beobachtungstatsachen ausgegangen, um theoretisches Wissen zu erarbeiten. Es erfolgt der Nachweis, daß die über die Sonne gewonnenen Erkenntnisse für die Praxis, für das Leben von Bedeutung sind.

Das grundlegende Wissen über die Sonne ist genau ausgewiesen. Sein Erwerb ermöglichte es, unter gleichzeitiger Nutzung des Wissens aus anderen Stoffabschnitten des Astronomieunterrichts, aus anderen Fächern des naturwissenschaftlichen, gesellschaftswissenschaftlichen und polytechnischen Unterrichts sowie unter Beachtung der Erfahrungen aus der gesellschaftlichen Arbeit die Schüler an weltanschauliche Schlußfolgerungen heranzuführen.

Die für jede Stunde angegebenen **Aufgaben** charakterisieren das Grundwissen, das sich die Schüler im Ergebnis jeder Stunde reproduzierbar angeeignet haben sollen. Zusammen mit den im Verlaufsteil der Unterrichtsstunden angegebenen **Schülertätigkeiten** kennzeichnen die Aufgaben Umfang und Tiefe des in der Unterrichtseinheit „Die Sonne" zu erwerbenden Wissens und Könnens der Schüler. Sie sind eine praktische Hilfe für die Lehrer. Der Wert der Hilfe für die Lehrer bei der Auswahl der vorgeschlagenen Schülertätigkeiten könnte noch erhöht werden, wenn neben der Tätigkeitsaufforderung, den Objekten, auf die sich die Schülertätigkeiten richten, sowie den anzuwendenden Mitteln und Methoden noch deutlicher der *Zweck* der Schülertätigkeiten angegeben würde. Dadurch entstünden günstigere Möglichkeiten für die schöpferische Arbeit der Lehrer bei der Auswahl der Schülertätigkeiten unter den Bedingungen der einzelnen Klassen.

Eine wichtige Hilfe für die Lehrer sind die *Hinweise zum Unterrichtsmitteleinsatz*. Dabei werden die Empfehlungen zur Verwendung handelsüblicher Unterrichtsmittel ebenso begrüßt wie die Anregungen zur Selbstherstellung von Projektionsfolien. Außerdem bestehen für die Lehrer Möglichkeiten, bereits vorhandene selbstgefertigte Unterrichtsmittel zu verwenden. Die Inhalte zweier zur Selbstanfertigung vorgeschlagenen Projektionsfolien sind zu vervollkommnen, indem die Rotation zweier Sonnenfleckengruppen (Abb. 1)* und die Absorption von Strahlungskomponenten in den Schichten der Erdatmosphäre (Abb. 2) differenzierter dargestellt werden. Neben den vorgeschlagenen Folien wurden — aber nicht von allen an der Erprobung beteiligten Lehrern — Projektionsfolien über die Wirkung der Gravitationskraft im Sonnensystem und auf der Sonne sowie über die Veränderung der Zustandsgrößen Druck, Temperatur und Dichte in der Sonne angefertigt und im Unterricht eingesetzt (Abb. 3, 4).

Es soll nochmals betont werden, daß das Material in seiner Gesamtheit sehr gute Anregung für eine effektive Unterrichtsgestaltung gibt. Bei der Erprobung wurde aber auch deutlich, daß das durch den Lehrplan vorgegebene *Stoff-Zeit-Verhältnis* in der Unterrichtseinheit „Die Sonne" (und nicht nur in dieser) sehr stark belastet ist, was zu einer Reduzierung und Veränderung der vorgeschlagenen Schülertätigkeiten geführt hat. Die Lehrer mußten nach eigenem Ermessen eine Auswahl treffen.

* Abb. 1 bis 4 s. „Astronomie in der Schule", Heft 3/78, S. 58 und Heft 4/78, S. 91.

Das führte dazu, daß teilweise die für die zweite Stunde geplanten Schülertätigkeiten durch einen Lehrervortrag ersetzt, die Strahlungsleistung der Sonne nur mitgeteilt, solarterrestrische Beziehungen nur genannt und fachübergreifende Aspekte bei der Erörterung des Einflusses der Sonne auf die Erde nicht beachtet werden konnten.

Zur **Entlastung** des **Stoff-Zeit-Verhältnisses** sind u. E. folgende Ansatzpunkte gegeben:

- Für die Reaktivierung des Wissens der Schüler über die Gravitation ist die zur Selbstanfertigung vorgeschlagene Projektionsfolie (Abb. 3) verwendbar. Die gleiche Folie sollte bereits im Stoffgebiet „Das Planetensystem" und im Physikunterricht der Klasse 9 bei der Behandlung der Gravitation benutzt werden.
- Die Behandlung der spektralen Zerlegung des Lichts und der Entstehung der verschiedenen Spektren muß im Physikunterricht erfolgen. Im Astronomieunterricht ist dann eine Beschränkung auf ein Demonstrationsexperiment zur Erzeugung eines Absorptionsspektrums möglich. Eine geeignete Versuchsanordnung ist in [3] beschrieben. Aber auch die Betrachtung eines Absorptionsspektrums des Tages-(Sonnen-)lichts mit einem Geradsichtprisma (Abb. 5) ist als Freihandexperiment möglich, wenn die gerätetechnischen Voraussetzungen gegeben sind.
- Bei der Bestimmung der Leuchtkraft ist es für den Astronomieunterricht entscheidend, daß die Schüler Verständnis für die Methode der Leuchtkraftbestimmung erwerben. Die numerische Rechnung kann unter starker Führung des Lehrers oder auch im Mathematikunterricht ausgeführt werden.
- In der ersten Stunde der Unterrichtseinheit kann eine Straffung der Unterrichtsführung dadurch erfolgen, daß zunächst die Schichten der Sonnenatmosphäre benannt und daran anschließend die Erscheinungen der Sonnenaktivität behandelt werden. Die Zuordnung aller Aktivitätserscheinungen zu einzelnen Schichten der Sonnenatmosphäre ist nicht möglich. Sie ist auch im Lehrplan nicht vorgesehen. — Für die Realisierung der im Lehrplan angegebenen grundlegenden Ziele ist die Behandlung der Periodizität und Periodendauer der Sonnenaktivität nicht wesentlich, so daß die entsprechenden Schülertätigkeiten durch eine Mitteilung, die der Lehrer gibt, ersetzt werden können.
- Wenn die Wirkungen der Sonnenstrahlung auf die Erde und auf das Leben besprochen

werden, ist es von Bedeutung, die einzelnen Wirkungen nicht nur zu nennen, sondern die Phänomene zu beschreiben und sie nach Möglichkeit zu erklären. Zweckmäßig ist dabei eine Beschränkung auf ausgewählte Sachverhalte, die zum Erfahrungs- und Interessenbereich der Schüler gehören.

Obwohl die Entlastung des Stoff-Zeit-Verhältnisses unbedingt notwendig ist, muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß die Definition der Sonnenaktivität als zeitliche und lokale Störungen auf der Sonnenoberfläche und in der Sonnenatmosphäre in das Material aufgenommen werden sollte.

Unter den an der Erprobung der Hilfen beteiligten Lehrern gab es Diskussionen über die

Darstellung.

Auf Vorzüge des Interpretations- und des Materialteils wurde bereits hingewiesen. Für den Verlaufsteil gibt es uneingeschränkte Zustimmung zur Angabe der Stundenziele, der Gliederung der Stundenabschnitte, der Tafelbilder und der Aufgaben.

Bei letzteren wurde neben der inhaltlichen Orientierung auch begrüßt, daß dem Lehrer freigestellt wird, die Aufgaben im Unterricht zu lösen, als Hausaufgaben zu erteilen oder für die Leistungskontrollen zu nutzen. Umstritten ist die Darstellung der jeweiligen Variante des Stundenverlaufs. Zwar wird von allen Lehrern anerkannt, daß durch die breite Darstellung das Anliegen und die wesentlichen Inhalte der Hilfe gut verdeutlicht wurden; jedoch ist der Leseaufwand erheblich. Deshalb wurde vorgeschlagen, die ausführliche Beschreibung des Stundenverlaufs durch eine tabellarische Darstellung des Unterrichtsablaufs, der einzusetzenden Unterrichtsmittel und der Unterrichtsergebnisse zu ergänzen. Eine Tabelle ist stets eine effektive Hilfe, um in kurzer Zeit einen Überblick über den möglichen Stundenverlauf zu bekommen. Neben einer solchen Tabelle muß aber auch ein ausführliches Material zur Verfügung stehen, das – je nach dem pädagogischen Können und den praktischen Erfahrungen der Astronomielehrer – weitgehend vollständig oder nur zum Teil bei der Gestaltung des Unterrichts beachtet werden kann.

Literatur:

[1] BIENIOSCHEK, H.; LINDNER, K.: **Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Die Sonne".** In: Astronomie in der Schule **15** (1978) 2 bis 5.

[2] Vgl. u. a. STIER, J.: **Die Sonne.** Kartei karten der Zeitschrift Astronomie in der Schule **10** (1973) 5, 6; **11** (1974) 1, 2.

[3] Vgl. WILCKE, H.-J.: **Die Natriumhochdrucklampe NATRALOX NA 175 – eine Lichtquelle mit interessantem Spektrum.** In: Physik in der Schule 15 (1977) 3.

Anschrift des Verfassers:

HANSJÖRG HOLZENDORF
Fachberater Astronomie des Kreises Schwarzenberg
9433 Beierfeld, Stielerweg 6

LUISE GRÄFE

Zur Gestaltung der ersten und letzten Unterrichtsstunde

Astronomie – für die Schüler der allgemeinbildenden zehnklassigen Oberschule das letzte neue Unterrichtsfach, ein Fakt, der sie neugierig macht. Diese Spannung sollte der Lehrer für die Vermittlung astronomischen Wissens und Könnens nutzen. Das Fach Astronomie in seiner Vielschichtigkeit faßt Wissen und Können aus anderen Fächern zusammen und vermittelt neue Erkenntnisse über das Sonnensystem, die Sterne und Sternsysteme. In stärkerem Maße können Kenntnisse, die die Schüler durch Presse, Funk und Fernsehen erworben haben, intensiv genutzt werden. Im Astronomieunterricht kann und muß man Bekanntes aufgreifen: durch eine kluge Motivation und klare Zielstellung das Interesse der Schüler wecken und sie zu aktiver Mitarbeit von der ersten Stunde an anregen.

Bereits in der **Einführungsstunde** in das Fach sollten den Schülern die **Ziele** des Astronomieunterrichts **bewußt** werden, an denen bis zur **letzten Unterrichtsstunde** gearbeitet wird. Der Lehrer muß bereits vor der ersten Stunde wissen, welche Höhepunkte er im Astronomieunterricht gestalten und wie er die letzte Stunde des Astronomielehrgangs wirkungsvoll beenden will.

Kollegen, die bereits in den Vorjahren Unterricht bei den Schülern erteilten, können zu Beginn des Astronomielehrgangs an wenigen Beispielen kurz darstellen, warum bisher erworbenes Wissen und Können eine Vorleistung für den Astronomieunterricht ist. Mit Hilfe der *physikalischen* Kenntnisse kann das Wirken von Gesetzmäßigkeiten im Kosmos erläutert oder die Anwendung der Optik auf astronomische Instrumente beschrieben werden. Die Verbindung zum Fach *Mathematik* ist bei der Berechnung einer physikalischen Größe eines Himmelskörpers oder bei der Erläuterung der Planetenentdeckung – Glanzleistungen von Mathematikern und Astronomen – denkbar. Der *Geograph* kann vom Aufbau und von den Veränderungen auf der Erdoberfläche überleiten zur Erde als Himmelskörper.

In diesem Zusammenhang möchte ich auf mög-

liche *Kurzvorträge* aufmerksam machen, die die Schüler in der ersten Stunde gern übernehmen. Mehrere Schüler verfolgen im gesamten Schuljahr ein Unterrichtsfach und notieren neue Erkenntnisse auf den Gebieten von Astronomie und Raumfahrt. Diese Erkenntnisse tragen die Schüler im Astronomieunterricht, z. B. in der letzten Stunde, vor. Sie arbeiten am Beispiel von Astronomie und Raumfahrt heraus, welchen Nutzen die sich entwickelnde Wissenschaft und Technik unter sozialistischen Bedingungen den Menschen bringt.

Man kann auch mit einem *aktuellen Raumfahrtbeispiel* beginnen und von einigen Schülern im Laufe des Schuljahres eine Dokumentation anfertigen lassen über Raumflugkörper, die in diesem Zeitraum gestartet wurden, sowie über Ergebnisse und den Nutzen der Raumfahrt für den Menschen. Damit erfüllen wir eine Forderung, die die Direktive zur Auswertung des IX. Parteitages an den naturwissenschaftlichen Unterricht stellt. Als Gliederungspunkte könnte man entweder drei Hauptrichtungen der sowjetischen Raumfahrt

- Erforschung des erdnahen Raumes durch unbemannte Satelliten,
- Erforschung des kosmischen Raumes und der Himmelskörper unseres Planetensystems durch automatische Stationen,
- universelle Erforschung und allseitige Nutzung des Weltraumes durch bemannte Raumschiffe und ständige Orbitalstationen

oder vier Hauptrichtungen des Interkosmos-Fünfjahrplanes von 1976 bis 1980

- Kosmische Physik,
- Kosmischer Nachrichtenverkehr,
- Kosmische Meteorologie,
- Kosmische Biologie und Medizin

oder andere Gliederungspunkte vorgeben.

Wichtig ist, daß die Schüler zielgerichtet arbeiten. Mit einer Zusammenfassung des gesammelten Materials in der letzten Stunde wird erreicht, daß die Schüler Raumfahrtunternehmen, die für viele Menschen schon gewöhnlicher Alltag sind, wieder aufmerksamer beachten.

Eine für Schüler sehr anspruchsvolle Aufgabe ist die, zu einigen Thesen, die in der ersten Stunde diktiert werden, im Verlaufe des Unterrichts die entsprechenden Fakten zuzuordnen. Geeignete Thesen sind:

- Im Kosmos befindet sich alles in ständiger Entwicklung und Veränderung.
- Der Kosmos ist ohne zeitliche und räumliche Grenzen.
- Der überschaubare Kosmos ist aus gleichen chemischen Elementen aufgebaut.
- Auf der Erde und im Kosmos wirken Gesetzmäßigkeiten.

Diese Thesen dienen in der letzten Stunde als Gerüst für eine Zusammenfassung der im Astronomieunterricht vermittelten Fakten. Dadurch wird das Wissen der Schüler systematisiert und ein wesentlicher Beitrag zur weltanschaulich-philosophischen Bildung und Erziehung geleistet. Erfahrungsgemäß zeigt es sich, daß an der Astronomie interessierte Schüler bereits in der ersten Stunde Beispiele zur Erörterung der Thesen bringen wollen. Diese Absicht wäre wenig sinnvoll — da weder *alle* Schüler bereits über das entsprechende Wissen verfügen — noch ließe es der Lehrplan aus Zeitgründen zu. Wichtig bleibt, daß der Astronomielehrer mit einer lehrplangerechten Zielstellung bei den Schülern von der ersten Stunde des Astronomieunterrichts *Interesse* an dem zu vermittelnden Stoff weckt, was bis zur letzten Unterrichtsstunde im Fach anhält. Die Schüler sollen *vielseitig geistig tätig* werden und lernen, aufmerksamer den Stoff anderer Fächer und außerhalb des Unterrichts Liegendes unter astronomischem Aspekt zu beachten. Oft verfolgen die Schüler dann auch nach Beendigung der Schule die Entwicklung der Astronomie weiter.

Anschrift des Verfassers:
LUISE GRÄFE
Fachberater Astronomie
8053 Dresden, Pohlandstraße 3

PETER FISCHER

Bestimmung der Solarkonstanten in Arbeitsgemeinschaften

Es soll gezeigt werden, wie man mit den schulischen Geräten die Solarkonstante näherungsweise bestimmen kann. Die Forderung der Astronomie, diese Konstante an einem Ort zu messen, der außerhalb der Atmosphäre liegt (Satellit) oder wo die Luftschicht besonders dünn und durchlässig ist (Ballon in großer Höhe), kann dabei natürlich nicht erfüllt werden.

Experiment zur Bestimmung der Solarkonstanten

Die Solarkonstante kennzeichnet die auf der Erde pro Flächeneinheit meßbare Leistung der

Sonnenstrahlung. Sie kann mit der Gleichung $S = \frac{P}{A}$ berechnet werden. Mit $P = \frac{W}{t}$ ergibt sich $S = \frac{W}{t \cdot A}$ (1).

Die Strahlungsenergie der Sonne kann umgewandelt werden, z. B. in elektrische Energie (Belichtungsmesser, Solarzelle) oder in Wärmeenergie. Die Umwandlung der Strahlungsenergie der Sonne wird für die Bestimmung der Solarkonstanten genutzt.

Die Wärmeenergie kann mit der Gleichung

$$W = m \cdot c \cdot \Delta \vartheta$$

berechnet werden. Mit (1) ergibt sich für die Solarkonstante

$$S = \frac{m \cdot c \cdot \Delta \vartheta}{\Delta t \cdot A} \qquad (2).$$

Zur Bestimmung der Größen in Gleichung (2) wird ein Gefäß mit der Grundfläche A vollständig mit Wasser der Masse m gefüllt. Die Grundfläche des Gefäßes wird während der Zeit Δt von der Sonne bestrahlt und die Temperaturänderung $\Delta \vartheta$ des Wassers gemessen. Die Sonnenstrahlung soll die Grundfläche des Gefäßes senkrecht treffen (Abb. 1). Nach Gleichung (2) ist die Solarkonstante S nur dann konstant, wenn der Quotient $\frac{\Delta \vartheta}{\Delta t}$ konstant ist, d. h. die Kurve im $\Delta \vartheta$-t-Diagramm muß eine Gerade sein.

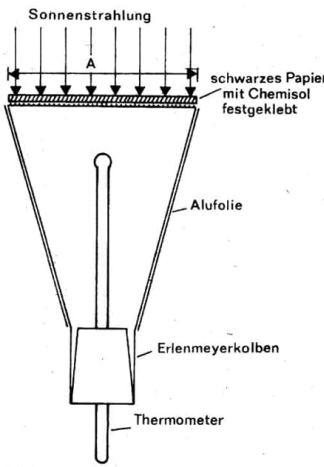


Abb. 1

Aus diesem Grund mißt man die Wassertemperatur nach jeweils einer Minute, zeichnet das ϑ-t-Diagramm und wählt solche Größen für $\Delta \vartheta$ und Δt aus, die durch einen annähernd linearen Kurvenverlauf im Diagramm bestimmt sind (Abb. 2). Das im Gefäß befindliche Wasser muß Zimmertemperatur haben, damit die Erwärmung des Wassers nicht durch die Luft erfolgt. Man kann unter diesen Bedingungen auf wärmeisolierende Gefäße (Thermobehälter, Kalorimeter) verzichten.

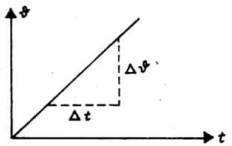


Abb. 2

Der Boden eines Erlenmeyerkolbens wird unter Verwendung von Chemisol mit mattem schwarzem Papier beklebt. Der Mantel des Gefäßes wird mit Alufolie umwickelt. Dadurch wird eine weitgehende Absorption der Strahlung am Boden erreicht und der Strahlungsaustausch zwischen Wasser und Umgebung an der Mantelfläche eingeschränkt. Die Messung der Wassertemperatur erfolgt jeweils nach Umschütteln in gleichen Zeitabständen. Die Versuchsdauer, so zeigt die Erfahrung, beträgt nicht mehr als 8 bis 10 Minuten.

Wird das Experiment unter diesen Bedingungen in den Hochsommermonaten durchgeführt, so erhält man für die Solarkonstante Größen zwischen 1,0 und 1,3 kW · m^{-2}. Die Abweichungen sind leicht zu erklären, da ein Teil der Strahlungsenergie der Sonne in der Atmosphäre absorbiert wird und durch die Versuchsanordnung Fehler auftreten. So wird z. B. die Erwärmung des Glases nicht berücksichtigt. Letzlich kommt es bei diesem Experiment nicht darauf an, den genauen Wert der Solarkonstante zu bestimmen, sondern den Schülern zu verdeutlichen, daß und wie – auch mit einfachen Mitteln – eine wichtige astronomische Konstante bestimmt werden kann.

Zum Einsatz des Experimentes und zur Anleitung der Schüler

In den Arbeitsgemeinschaften „Astronomie und Raumfahrt" der Klassen 9 und 10 kann im dritten Wahlkurs das Experiment eingesetzt werden. Die mathematischen und physikalischen Kenntnisse der Schüler ermöglichen, unter Führung des AG-Leiters die Gleichung für die Bestimmung der Solarkonstanten herzulei-

ten und auf Bedingungen, unter denen das Experiment durchgeführt wird, einzugehen. Die Bestimmung der Konstanten selbst kann den Schülern übertragen werden. Dazu erhalten sie folgende schriftliche Anleitung.

Aufgabe: Bestimmen Sie die Solarkonstante in der Einheit kW m^{-2}

1. Vorbetrachtungen

Zur Bestimmung dieser Konstanten benutzen Sie die Gleichung

$$S = \frac{m \cdot c \cdot \Delta\vartheta}{\Delta t \cdot A}$$

S Solarkonstante
A beleuchtete Fläche
Δt Zeit (Bestrahlungsdauer)
m Masse
$\Delta\vartheta$ Temperaturänderung

2. Versuchsaufbau und Versuchsablauf

Bekleben Sie den **Boden** eines Erlenmeyerkolbens mittels Chemisol mit **schwarzem mattem Papier!** Umwikkeln Sie den Mantel des Kolbens mit Alufolie! Durchbohren Sie einen Stopfen und setzen Sie ein Thermometer ein! Kolben und Thermometer werden nach Skizze auf Abbildung 1 zusammengesetzt. Der vollständig mit Wasser (Zimmertemperatur) gefüllte Erlenmeyerkolben wird am Stativmaterial befestigt. Der Boden des Kolbens wird in der Zeit der Kulmination der Sonne (vgl. P. AHNERT: Sternkalender) der Strahlung ausgesetzt. Die Sonnenstrahlen müssen den Boden senkrecht treffen. Beobachten Sie den zeitlichen Verlauf der Temperaturerhöhung des Wassers! Lesen Sie in gleichmäßigen Zeitabständen (jeweils nach Umschütteln des Wassers) die Temperatur ab! Tragen Sie die Meßwerte in die Tabelle ein!

3. Meßwerte und Berechnung

3.1. Uhrzeit der Beobachtung:
Kulminationszeit der Sonne:
Beschreibung der Beobachtungsverhältnisse:
(Wetter, Wind, Wolken u. a.)
Lufttemperatur:

3.2. Radius der Grundfläche des Erlenmeyerkolbens:
Spezifische Wärme des Wassers:
Masse des Wassers:

3.3. Meßwerttabelle für Temperatur und Zeit

t in min	1	2	3	8
ϑ in °C				

Zeichnen Sie das ϑ-t-Diagramm!
Entnehmen Sie dem annähernd linearen Teil der Kurve Größen für Δt und $\Delta\vartheta$

3.4. Berechnen Sie die Solarkonstante!

3.5. Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit dem Tabellenwert der Solarkonstanten! Diskutieren Sie die Ursachen der Abweichungen!

Anschrift des Verfassers:
PETER FISCHER
1241 Mönchwinkel, Am Walde 12

UNSER FORUM

Aktivierung der Schüler im Astronomieunterricht[1]

HELMUT BERNHARD, Bautzen

Aktivierung der Schüler im Unterricht heißt vor allem, daß der Lehrer durch vielfältige Formen und Mittel das zielgerichtete und bewußte Lernen der Schüler fördert. Eine der Voraussetzungen für die selbständige Schülertätigkeit ist die notwendige *Orientierungsgrundlage*, die der Lehrer den Schülern in jeder Unterrichtsstunde geben muß. Nicht nur er, sondern auch die Schüler müssen unbedingt das *Ziel* der jeweiligen Stunde kennen und es stets vor Augen haben. Sie müssen wissen, mit welchen Teilschritten bzw. Teilzielen das Ziel der Unterrichtsstunde zu erreichen ist. Nur wenn das *Ziel* von Stundenbeginn an bekannt ist und immer wieder darauf Bezug genommen wird, hat es eine *orientierende* Wirkung und regt die Schüler zur aktiven Tätigkeit an. Seit Jahren verwende ich dabei u. a. mit Erfolg das *Tafelbild* und das *Lehrbuch*. In der Einführungsstunde zum Astronomieunterricht werden nicht nur die Vorhaben des Faches genannt, sondern es wird auch eine kurze Erläuterung einiger Gesichtspunkte zur Technik der geistigen Arbeit im Fach gegeben. Dabei werden nachstehende feste und bewährte Grundsätze erläutert, die im gesamten Lehrgang konsequent anzuwenden sind.

Jeder Unterrichtsstunde ist ein *Tafelbild* nach bestimmten Aspekten zugeordnet, was an einem Beispiel erläutert werden soll.

Tafelbild

26. Galaxis und extragalaktische Systeme [91–96; 138, 15.2.; 139, 16]

26.1. *Welche Struktur und Größe hat unsere Galaxis? Wo ist der Ort der Sonne?* [91–92; 99]

26.2. *Welche wichtigen Erscheinungsformen der Stoffe und Felder existieren in der Galaxis?* [92]

26.3. *Was sind extragalaktische Systeme? Was ist über ihre Verteilung und über ihre Form bekannt?* [94–95; 138, 15. 2.]

26.4. *Bilden die entferntesten zu beobachtenden Sternsysteme die Grenze des Weltalls?* [95; 139, 16]

Begriffe: *Galaxis, Sternsystem* [91], *Scheibe mit Kern und Spiralarmen, Halo* [92–93], *offene Sternhaufen, Kugelsternhaufen* [92], *21-cm-Strahlung* [92–93], *extragalaktische Systeme* [94], *Galaxienhaufen* [94]

Wiederholung: *Doppelsterne* [80–81], *veränderliche Sterne* [81], *interstellare Wolken* [88–89]

Fragen und Aufträge: *109, Aufgaben 39, 42, 44*

(Bei der Anfertigung des Tafelbildes wird farbige Kreide benutzt.)

Eine solche Übersicht gibt den Schülern zu Stundenbeginn Aufschluß vom Ablauf der Unterrichtsstunde. Sie werden über das Stundenthema und die dazugehörigen Schwerpunkte informiert, die sich auf das Wesentliche des Stoffgebiets konzentrieren. (Die Zahl 26 bedeutet die 26. Unterrichtsstunde des Lehrgangs.) Die Schüler erfahren sofort, welche Begriffe zur Thematik gehören, was wiederholt werden muß, welche Fragen und Aufträge mit der Behandlung dieses Lehrplanabschnittes verbunden sind. Eine logisch-klare Übersicht motiviert das Lernen der Schüler erheblich. Sie kennen den „roten Faden" der Stunde und wissen,

[1] s. Astronomie in der Schule **14** (1977) 4, 90–91; 5, 112 bis 113; 15 1, 19; 2, 43–45; 3, 65–66; 4, 91–92; 5, 113–114; 6, 140–141

welcher Weg zum Ziel führt. Die Gliederung wird bewußt in Form von Fragen angelegt, weil damit notwendige Antworten verbunden sind, die ebenfalls zur Motivierung des Lernens beitragen. Außerdem bildet die Art und Weise der Gliederung die *Basis für die Wiederholung des Stoffes und für die Vorbereitung auf die Prüfung.*

Die *Zahlenangaben* in der Gliederung weisen auf jene Texte im Lehrbuch hin, bei denen zu der Frage bzw. zu dem Begriff eine Antwort oder Definition zu finden ist. Damit wird der Zeitaufwand für das Nachschlagen auf ein Minimum herabgesetzt; die Schüler werden außerdem zur Arbeit mit dem Lehrbuch angeregt.

Zu Stundenbeginn übertragen die Schüler das Tafelbild sofort in ihr Arbeitsheft, wozu höchstens zehn Minuten der Unterrichtszeit benötigt werden. Bei der Niederschrift entstehen Fragen zum Thema, die Aktivitäten der Schüler zeigen und den Unterricht motivieren. Der Ablauf der Stunde orientiert sich an den Teilzielen. Vielfältige Formen und Mittel schaffen Voraussetzungen, daß die Schüler mit Hilfe des Lösens von entsprechenden Aufgaben möglichst selbständig jede Frage an der Wandtafel beantworten, also dazu ein Ergebnis vorliegen haben. Die Arbeit mit Skizzen, Tabellen und dem Lehrbuch ist dabei eine wichtige Bedingung. Grundsätzlich strebe ich an, daß die Schüler einen bestimmten Begriff mittels des Lehrbuchs möglichst selbst definieren. Sie lernen dabei die Technik des Aufsuchens bestimmter Informationen immer besser beherrschen. Leider enthält das Lehrbuch nicht in jedem Fall exakte Definitionen für verwendete Begriffe. Mit der geschilderten Methode habe ich erreicht, daß die Mehrzahl der Schüler interessiert ist und deshalb aktiv mitarbeitet. Bei vielen von ihnen findet sich auch mehr Freude am Lernen. Dieser Eindruck bestätigt sich u. a. an der ideenreichen Heftführung. Einige Schüler haben sogar ein Register für astronomische Begriffe mit den dazugehörigen Definitionen angelegt.

Das geschilderte Vorgehen fördert die selbständige Arbeit mit dem Buch, die sich bei einem späteren Literaturstudium auszahlt. Die Niederschriften aller Tafelbilder zeigen den Schülern am Ende des Schuljahres in überschaubarer Form den Stoff des Astronomielehrgangs. Diese Übersichten sind eine gute Grundlage zur Wiederholung und für die Vorbereitung auf die Abschlußprüfung. Abschließend sei betont, daß die genannte Form nur eine von vielen Möglichkeiten zur Aktivierung der Schüler im Unterricht ist.

(wird fortgesetzt)

AUS WISSENSCHAFT UND UNTERRICHT

● Neues über Uranus und Pluto

Interessante Entdeckungen innerhalb unseres Planetensystems werden in unserer Zeit nicht nur durch extraterrestrische Unternehmungen, sondern auch durch konventionelle astronomische Methoden gemacht. So wurde durch eine Sternbedeckung im März 1977 das Ringsystem um Uranus entdeckt, das nach der Auswertung neuerer Beobachtungen aus mindestens neun Einzelringen besteht. Der Abstand des innersten Rings vom Uranuszentrum beträgt 41 900 km. Der äußere Ring ist offensichtlich elliptisch und präzessiert – ähnlich einem Hula-Hoop-Reifen – um den Planeten, wobei die Präzessionsbewegung täglich 1°4 ausmacht. Die Breite dieses äußeren Ringes variiert beträchtlich und ist im planetenfernsten Punkt am größten, in Planetennähe am geringsten. Eine andere interessante Entdeckung ist die eines möglichen Plutotrabanten. Auf Aufnahmen mit dem 155-cm-Spiegelteleskop des Flagstaff-Observatoriums aus den Jahren 1965 und 1970 sowie vom April und Mai 1978 fand CHRISTY gelegentliche systematisch zu beobachtende Ausbuchtungen des Planeten Pluto, die in den Positionswinkeln 170° und 350° auftreten. Dieser Befund legt die Existenz eines Satelliten nahe, der sich in einem maximalen Winkelabstand von etwa 0"9 – was einem Abstand von rund 20 000 km entspricht – in einer nahezu senkrecht auf der Ekliptik stehenden Bahn um Pluto bewegt. Dieser mögliche Trabant, der Charon genannt wurde, dürfte in seiner Helligkeit um etwa zwei bis drei Größenklassen schwächer sein als sein Mutterplanet. Die – allerdings noch spärlichen – Beobachtungsdaten sind mit einer Umlaufperiode dieses Mondes um Pluto konsistent, die der Lichtwechselperiode des Planeten von 6.3867 Tagen entspricht. Berücksichtigt man diese Angaben, so ergibt sich aus dem dritten KEPLERschen Gesetz die Massensumme des Systems Pluto-Charon zu etwa 0.002 Erdmassen. Dieser Wert liegt um fast zwei Größenordnungen unter der von der Internationalen Astronomischen Union angenommenen Plutomasse von 0.11 Erdmassen. Noch größer – nämlich einige Erdmassen – wurde die Masse des vorausberechneten aber seinerzeit noch unbekannten Pluto, die aus den Bahnstörungen des Neptun folgte, angenommen. Vergleicht man diese Massenangabe mit der aus der Bewegung des Mondes Charon folgenden, so erscheint die Entdeckung des Pluto heute als zufällig! Vielleicht gibt es auch andere Erklärungen. So ist nicht gänzlich auszuschließen, daß das beobachtete Phänomen auf eine unregelmäßige Gestalt des Pluto zurückzuführen ist.

KARL-HEINZ SCHMIDT

● Leseranfrage

K. VOGEL aus Greifswald stellt folgende Frage: *„Wie entstand das Ringsystem des Saturn?"*

Antwort von Dr. JOHANNES DORSCHNER, Universitätssternwarte Jena: „Diese Frage läßt sich in zwei Teilfragen aufspalten: 1. Wie entstanden die zahlreichen Brocken, die den Planeten genau in seiner Äquatorebene umlaufen? 2. Warum bildeten diese Partikel das bekannte System von Ringen, Teilungen und Lücken? Auf beide Fragen gibt es noch keine zuverlässige Antwort. Einige Fachleute betrachten die zentimetergroßen Brocken als Bruchstücke eines ehemaligen Saturnsatelliten, der von den Gezeitenkräften innerhalb der ROCHEschen Abstandsgrenze zerrissen wurde. Die ROCHEsche Grenze kennzeichnet jenen Bereich um einen Himmelskörper, in der kein

ausgedehnter Körper existieren kann. Tatsächlich liegt der Saturnring innerhalb dieser kritischen Zone. Nimmt man, bestimmten spektroskopischen Indizien folgend, an, daß die Partikel des Saturnringes aus Eis bzw. aus einer Mischung verschiedener Ammoniak- und Methanhydrate bestehen, die als sog. Klathrate vorliegen, dann sollte der Ausgangsstabilität bei einer Masse des Saturnringes von $3{,}5 \cdot 10^{21}$ kg einen Radius von etwa 900 km gehabt haben. Wenn die Brocken aus Silikaten bestehen, die von Eis bzw. den genannten Klathraten nur überzogen sind, wird der Radius kleiner. Ein solcher Wert paßt zwar durchaus zu den Abmessungen der Saturnmonde, unklar bleibt aber, wie der Satellit unter die ROCHEsche Grenzentfernung gelangte.
Andere Fachleute vertreten die Meinung, daß die Ringpartikeln durch Zusammenstöße von Planetesimals, die den Saturn umliefen und aus der Entstehungszeit des Satellitensystems stammten, entstanden. Allerdings ist es dann schwierig, die geringe Dicke des Ringes von etwa 1 km zu erklären.
Auch die Herausbildung der Struktur des Ringes und der Teilungen wird in quantitativer Hinsicht noch nicht völlig verstanden. Offensichtlich sind die Teilungen und Lücken ein himmelmechanisches Resonanzproblem, verwandt dem der Kirkwood-Lücken im Planetoidengürtel. Brocken, die sich beispielsweise im Abstand der Cassinischen Teilung befänden, hätten ungefähr die halbe Umlaufperiode des Mimas. Die periodisch auftretenden Störungen des Satelliten sorgten dafür, daß die Bahnen immer mehr von der Kreisform abwichen. Dadurch stieg die Wahrscheinlichkeit der Kollision mit anderen Brocken, so daß dieser Abstandsbereich entvölkert wurde."

● Eine weitere Beobachtung des Supernova-Ausbruchs von 1054

Bereits seit längerer Zeit ist bekannt, daß die Supernova-Explosion vom 4. Juli 1054 durch chinesische und japanische Beobachter sowie auch von nordamerikanischen Indianern aufgezeichnet wurde. Erst durch diese Beobachtungen wurde eine exakte Datierung möglich. Das Produkt dieser Sternexplosion, der Crab-Nebel, wurde 1758 von CH. MESSIER entdeckt; 1846 fand BIOT die altchinesischen Beobachtungen auf. Doch erst nachdem Rechnungen auf das wahrscheinliche Alter des Nebels von 900 Jahren geführt hatten, stellte HUBBLE 1928 die Zuordnung zwischen beiden her.
Kürzlich wurde die Aufzeichnung einer anderen Beobachtung des Supernova-Ausbruchs aufgefunden, diesmal aus dem vorderasiatischen Raum. Diese Beobachtung stammt von dem zeitweise in Konstantinopel (Istanbul) praktizierenden christlichen Arzt IBN BUTLAN (gest. 1068). IBN BUTLANS Beobachtung fand sich in einer um 1242 entstandenen und bereits 1884 und 1965 im Druck erschienenen biographischen Enzyklopädie von IBN ANI USABI. Sie resultiert nicht aus astronomischem Interesse, sondern aus astrologischer Sicht der Verbindung himmlischer und irdischer Verhältnisse, aus der Annahme der Beeinflussung des Lebens und der Gesundheit des Menschen durch himmlische Erscheinungen. IBN BUTLAN war der Meinung, daß der Ausbruch einer großen Epidemie, die in Konstantinopel und weiten Teilen Kleinasiens und des Nahen Ostens wütete, von dem „spektakulären Stern" verursacht wurde, der im Jahre 446 nach der Hedschra (d. i. 12. April 1054 bis 1. April 1055) aufflammte. Damit bewahrheitete sich nach IBN BUTLAN eine astrologische Weissagung des PTOLEMÄUS.
IBN BUTLANS Bericht beinhaltet keine Angaben über Helligkeit, Sichtbarkeitsdauer o. ä., bereichert also unser astronomisches Wissen nicht. Trotzdem ist er von großem Interesse. Von einigen Autoren wurde nämlich versucht, das Fehlen von Beobachtungen dieses Ereignisses im christianisierten europäisch-arabischen Raum als Zeichen des kulturellen Zerfalls, einer besonderen geistigen Lethargie zu deuten. Angesichts des astrologischen Interesses der hochmittelalterlichen Menschen müßte diese Ansicht von vornherein sehr fragwürdig erscheinen, denn tatsächlich ist uns eine größere Zahl von Himmels- und meteorologischen Beobachtungen aus dieser Zeit überliefert. IBN BUTLANS Mitteilung bereichert dieses Material. Zum anderen zeigt die Entdeckung dieser Beobachtung erneut, wie vielfältig das Quellenmaterial des Astronomiehistorikers ist. Besonders wegen der astrologischen Bezüge finden sich Berichte über astronomische Ereignisse in den vielfältigsten Schriften. Da eine entsprechende Durchmusterung mittelalterlicher Werke, häufig in schwer lesbaren Handschriften vorliegend, nur sehr sporadisch erfolgt, kann man für die Zukunft mit weiteren interessanten Funden rechnen.
Im Zusammenhang damit ist zu hoffen, daß sich mit der Zeit ein wissenschaftlich-exaktes Bild des Mittelalters herausschält. Wenn auch das Mittelalter keineswegs eine Zeit besonderer Blüte der Wissenschaften war, so zeigen doch zahlreiche interessante Entwicklungen dieser Zeit, daß ein großer Teil der „Finsternis" des Mittelalters eher eine „Finsternis" unseres Wissens über diese Zeit ist. Die wissenschaftshistorische Erforschung des Mittelalters ist z. T. noch nicht sehr weit fortgeführt bzw. sind die Ereignisse dieser Forschung noch nicht in genügender Weise allgemein verbreitet.

JÜRGEN HAMEL

● Internationale Konferenz über astronomisch-außerschulische Jugendarbeit

Das Jubiläum des 50jährigen Bestehens der Volkssternwarte Prag führte Vertreter der astronomischen Schul- und weiteren Volksbildungsarbeit der sozialistischen Länder erstmals zu einer Konferenz über außerschulische Jugendarbeit zusammen. Auf der „Hvězdárna Konference", zu der 32 Vertreter aus 6 sozialistischen Staaten angereist waren, stellte die DDR mit 9 Personen (Bautzen, Berlin-Treptow, Eilenburg, Leipzig, Potsdam, Radebeul) die zweitstärkste Delegation nach dem Gastgeberland. Für die Zeit vom 25. bis 27. September bot das Tagungsprogramm Zeit zur Information und zum Erfahrungsaustausch der Delegationen untereinander. Hauptteile der ersten beiden Konferenztage bildeten daher Fachprogramme, die durch Referenten von Tagungsteilnehmern aller anwesenden Delegationen gestaltet wurden (CSSR, UdSSR, VR Bulgarien, Ungarische VR, VR Polen, DDR).
In den Vorträgen der DDR-Teilnehmer spiegelten sich die Erfahrungen wider, die in 20 Jahren Astronomieunterricht gesammelt wurden. Die Kollegen der CSSR zeigten, wie durch den Einsatz technischer Hilfsmittel der Jugend astronomische Bildung interessant und effektiv vermittelt werden kann. Im Planetarium und an der Volkssternwarte Prag gilt – ebenso in anderen Ländern – die besondere Aufmerksamkeit den Besuchergruppen, darunter sind oft Kinder und Jugendliche. Zum Tagungsprogramm gehörten auch die Besichtigungen der astronomiehistorischen Denkwürdigkeiten von Prag, die sich z. T. aus dem Wirken von TYCHO BRAHE und JOHANNES KEPLER sowie den umfangreichen Sammlungen des Technischen Nationalmuseums und der Nationalbibliothek ergeben. Darüber hinaus gewährte eine Exkursion zum Observatorium Ondřejov der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften einen Einblick in die Vielseitigkeit der Arbeit dieses weltbekannten Instituts.
Der Empfang der Konferenzteilnehmer beim stellvertretenden Oberbürgermeister der Stadt Prag sowie ein festliches Abendessen auf der Prager Burg unterstrichen die hohe Wertschätzung der Tagung.

KLAUS FRIEDRICH

● Karten zum Aufsuchen der instruktiven Objekte für Schulsternwarten

Die im „Kalender für Sternfreunde" alljährlich angeführte Übersicht über 58 instruktive Objekte für Schulsternwarten hat sich in der Beobachtungspraxis der Schulastronomie gut bewährt. Die visuellen Doppelsterne, offenen Sternhaufen, Gasnebel, kugelförmigen Sternhaufen und hellen extragalaktischen Objekte sind verhältnismäßig leicht auffindbar und bereits mit dem Schulfernrohr TELEMENTOR zu beobachten. Die hier getroffene Auswahl genügt durchaus den Anforderungen des Lehrplans und ermöglicht eine anschauliche Vermittlung von Wissen über die betreffenden kosmischen Objekte.
Um das Auffinden am Sternhimmel zu erleichtern, habe ich die Lage dieser Objekte auf 5 Arbeitskarten des nördlichen Sternhimmels (SKUS-Kat.-Nr. 08 8003 56) rot eingetragen und sie mit den entsprechenden Nummern versehen. Auf diese Weise wird längeres Suchen in Sternatlanten erspart, außerdem ist eine übersichtliche Darstellung entstanden. Die Fragen

nach der Lage der Objekte am Sternhimmel bzw. nach der Sichtbarkeit sind schnell beantwortet. Diese „Objektkarten" sind außerdem leicht einprägbar; sie helfen, rasch die für die Beobachtung in der Schulastronomie wichtigen Gebiete himmelstopografisch festzulegen. Die Karten zeigen die sehr unterschiedliche Verteilung der Objekte am Himmel. Sie sind eine Hilfe für den Lehrer, die Durchführung der Beobachtungen richtig zu planen. So steht z. B. an Doppelsternen stets eine genügende Anzahl für das ganze Schuljahr zur Verfügung. Die Beobachtung der offenen Sternhaufen und Gasnebel ist während der Zeit, in der die Unterrichtseinheit behandelt wird, kaum möglich. Es liegt auf der Hand, daß der Lehrer die Beobachtung dieser Objekte vorziehen und sie überblickswseise behandeln wird.

ARNOLD ZENKERT

WIR STELLEN VOR

Planetarium in Budapest

Im August 1977 konnten die Tore des ersten Großplanetariums Ungarns vor dem Publikum geöffnet werden.[1] Die Pläne für Europas neuestes Großplanetarium wurden von der zuständigen Fakultät der Technischen Universität unter der Leitung des Professors LÁSZLÓ LUX entworfen. Die Fachleute des VEB Carl Zeiss Jena konnten mit dem Aufbau der eigentlichen Projektionsoberfläche, der inneren Kuppel mit 23 Meter Durchmesser, 1976 beginnen. Danach arbeitete eine andere Arbeitsgruppe der Zeiss-Werke bis zur Eröffnung am Zusammenbau und an der Justierung des komplizierten Projektionsgerätes.

An der Eröffnungsfeier der neuen Anlage nahmen Vertreter der Ungarischen Sozialistischen Arbeiterpartei und der Regierung teil, darunter GY. ACZÉL, Mitglied des Politbüros der USAP, stellvertretender Vorsitzender des Ministerrates. Der Festredner war Kulturminister I. POZSGAY. Die Eröffnung des Planetariums wurde vom Vizepräsidenten der TIT, Akademiemitglied GY. OSZTROVSKI, gewürdigt. Danach gab H. G. BECK, Leiter des Entwicklungs- und Fertigungsbereiches für astronomische Geräte und Planetarien des VEB Carl Zeiss Jena einen kurzen Bericht über die Entwicklungsgeschichte der Zeiss-Planetarien.

Durch die Eröffnung des Großplanetariums gewann die naturwissenschaftliche, besonders aber die astronomische Tätigkeit der TIT (Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse) umfangreiche Möglichkeiten. Während der ersten neun Monate seiner Tätigkeit wurde das Planetarium in seinem schönen, imposanten Gebäude von rund 150 000 Menschen besucht. Die durchschnittliche Besucherfrequenz des Saales mit 390 Sitzplätzen betrug je Vorführung ungefähr 240 Personen. Dieses Interesse wird aber nicht durch die Zauberkraft der Neuigkeit erklärt. Sehr viele Menschen besuchen nämlich das Planetarium wiederholt, um möglichst jedes Programm kennenzulernen bzw. manchen beliebten Vorführungen mehrmals beizuwohnen. Die Anziehungskraft der Programme wird nicht allein vom Gebiet der Fachwissenschaften entnommenen Themen, sondern durch die Formen gesichert, in denen diese Themen dem Publikum vorgeführt werden. In vielen Planetarien weichen nämlich die einzelnen Programme lediglich in der Form der Demonstration von den konventionellen populärwissenschaftlichen astronomischen Vorträgen ab. Die Mitarbeiter des Budapester Planetariums wählten eine komplexe Form, in der Ton-, Licht- und Farbeneffekte, Musik, die Projektion von Farbfilm-Reproduktionen verschiedener Kunstwerke, prosaische und dichterische Einlagen die naturwissenschaftlichen Themen für alle Besucher anziehend und interessant machen können.

Die wissenschaftlichen und technischen Mitarbeiter des Planetariums arbeiten vierteljährlich 2 bis 3 neue Programme für das Publikum aus. Erwachsene können vorwiegend nachmittags und abends das Planetarium besuchen. Dagegen werden die Vormittagsprogramme – dreimal in der Woche – der Schuljugend vorgeführt, und zwar für drei Altersstufen, aus Themen, die dem Lehrstoff angemessen sind und diesen ergänzen: für 8. Klassen, die astronomisches Wissen im Rahmen des Geographieunterrichts erwerben, und für Schüler der Mittelschulklassen. Für die noch jüngeren Schüler organisieren wir vorläufig keine Vorführungen.

Da die Astronomie in Ungarn kein gesondertes Unterrichtsfach ist, ergeben sich durch das Planetarium neue Möglichkeiten zur Entwicklung eines wissenschaftlichen Weltbildes der Schüler.

Die Zahl der Besucher von den – im Rahmen der TIT gehaltenen – Veranstaltungen zu Astronomie und Raumfahrt belief sich in den letzten Jahren jährlich auf über 100 000. Mit der Eröffnung des Planetariums wird die Besucherzahl weiter steigen. Diese Tatsache zeigt die große Bedeutung des Planetariums und gleichzeitig die Verantwortung der TIT für die Qualität der Veranstaltungen.

AUREL PONORI THEWREWK
Direktor des Planetariums und der TIT-Sternwarte
H-1476 Budapest
Postfach 46

KURT POMP

BRUNO BÜRGELS Werk „Aus fernen Welten" weckte in ihm die Liebe zur Astronomie. Bald hatte er seinen Freundeskreis um sich geschart, und das erste kleine Fernrohr wurde gebaut. Auf Initiative des Kollegen POMP entstand 1954 die Fachgruppe Astronomie im Rahmen des Kulturbundes. Hier entwickelte er eine rege Vortragstätigkeit, sprach vor Jugendlichen, Brigademitgliedern und Rentnern zu Problemen der Astronomie und Astronautik. Stets hatte er dankbare Zuhörer, weil er es verstand, die oft schwierige Thematik anschaulich und allgemeinverständlich darzubieten.

Als 1959 das Fach Astronomie eingeführt wurde, gab es für Kollegen POMP keinen größeren Wunsch, als in diesem Fach zu unterrichten. Und diesem Fach galt seine besondere Liebe und Begeisterung. Schon Anfang der 60er Jahre wurde auf dem Boden der Martin-Andersen-Nexö-Schule Marienberg ein vorbildliches Astronomiekabinett eingerichtet. Von hier aus konnten auch Himmelsbeobachtungen erfolgen.

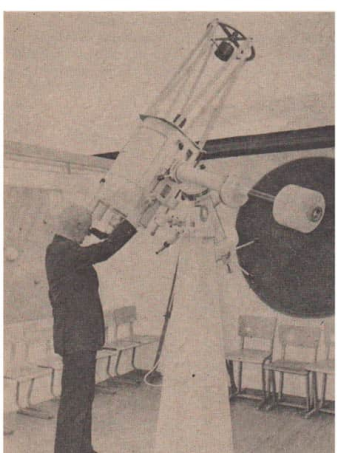
Als im Kreis Marienberg 1963 eine Fachkommission Astronomie ins Leben gerufen wurde, erklärte sich Kollege POMP sofort zur Mitarbeit bereit. In vielen Weiterbildungsveranstaltungen auf Kreisebene berichtete er über seine Erfahrungen. Stets strebte er danach, sein fachliches und methodisches Wissen zu erweitern. So war es für ihn eine Selbstverständlichkeit, nach einem externen Studium im Jahre 1964 das Staatsexamen im Fach Astronomie abzulegen, im Alter von 63 Jahren. Er ging damit unseren Kollegen mit gutem Beispiel voran. Diese Vorbildwirkung strahlte im Kreis aus, so daß bis heute im Kreis Marienberg 11 Kolleginnen und Kollegen das Staatsexamen im Fach Astronomie ablegten. Als Referent wirkte KURT POMP viele Jahre auf Bezirksebene bei der Vorbereitung von Astronomielehrern zum Staatsexamen. An einer Tagung der Fachgruppe Astronomie des Kulturbundes der DDR in Marienberg im Jahre 1964 nahm

[1] s. Titelbild

Wir gratulieren

Dr. phil. RENATE WAHSNER, Mitglied des Redaktionskollegiums von „Astronomie in der Schule", schloß ihre Promotion B an der Akademie der Wissenschaften der DDR mit der Dissertation „Zur erkenntnistheoretischen Begründung der Physik durch den Atomismus" erfolgreich ab.

Professor PENZEL von der Sternwarte Rodewisch als Gast teil. Er gab den Anstoß: Baut doch eine Sternwarte! Dieser Gedanke ließ Kollegen POMP nicht mehr los. Beharrlich und mit der ihm eigenen Zähigkeit setzte er seine ganze Kraft für den Bau einer



Sternwarte ein. Er war ständiger Initiator, Organisator, Erdarbeiter und Maurer. Durch die Unterstützung vieler Institutionen und Betriebe wurde es möglich, das Gebäude der Sternwarte zum 25. Jahrestag der DDR zu übergeben. Ein Jahr später, 1975, war der 30-cm-Spiegel installiert. Die Sternwarte repräsentiert heute einen Wert von über 100 000 Mark. Kollege POMP leistete bei ihrer Einrichtung über 2 000 freiwillige Aufbaustunden.
Fast täglich führt noch heute sein Weg zur Sternwarte. Er betreut Besucher, führt Pflege- und Verschönerungsarbeiten durch und ist ein aktives Mitglied der Fachgruppe Astronomie. Mit seinen 77 Jahren denkt er noch nicht daran, sich zur Ruhe zu setzen. Die Astronomie gehört zu seinem Leben wie die Verbindung zu seinen ehemaligen Kollegen.
Wir wünschen dem Kollegen POMP auch weiterhin Gesundheit, Schaffenskraft und viel Freude bei seiner astronomischen Tätigkeit.

Studienrat WILFRIED HARZER,
Kreisschulrat im Kreis Marienberg

REZENSIONEN

EDUARD HERLT und NIKOLAUS SALIE: **Spezielle Relativitätstheorie.** Berlin: Akademie-Verlag 1978. Wissenschaftliche Taschenbücher Band 225. 197 Seiten, 38 Abb., 5 Tabellen, 50 Lit.-Hinweise, 21 zitierte Monographien und Lehrbücher. DDR 12,50 M.
Die vorliegende Einführung in die Spezielle Relativitätstheorie wendet sich im wesentlichen an Physiker, Mathematiker und Astronomen. Für das Verständnis werden Kenntnisse der Mechanik, Elektrodynamik sowie der Differential- und Integralrechnung vorausgesetzt.
Das Buch beginnt mit dem einführenden Kapitel: Theoretische und experimentelle Situation der Physik vor der Aufstellung der Speziellen Relativitätstheorien. Es schließen sich an: Grundlagen der Speziellen Relativitätstheorie, Vierdimensionale Formulierung im Minkowskischen Raum, Relativistische Mechanik, Elektrodynamik, Lagrange-Formalismus und Kontinuumsmechanik und Thermodynamik. Zur Erläuterung der theoretischen Betrachtungen ist die Beschreibung von 28 Experimenten in den Text aufgenommen worden. Für den Astronomielehrer ist von besonderem Interesse das Inertialsystem und das Postulat I (das Relativitätsprinzip) der Speziellen Relativitätstheorie. Für den Praktiker ist jedoch das auf Seite 8 erwähnte „aus der Erfahrung bekannte Inertialsystem", das in den Fixsternen verankert ist, nur eine Approximation. Zum Nachweis eines ausgezeichneten Bezugssystems werden zahlreiche Versuche angeführt. Das gleiche gilt für Experimente zur Bestätigung von Konsequenzen der Lorentz-Transformation wie Relativität der Gleichzeitigkeit, Längenkontraktion, Zeitdilatation und Konstanz der Lichtgeschwindigkeit. Mit Hilfe von Lorentz-Transformationen wird das vierdimensionale Raum-Zeit-Kontinuum (Minkowskiraum) als Drehung des Koordinatensystems dargestellt.
Für den Astronomielehrer sind weiterhin interessant die Ausführungen über die elektromagnetische Welle im Medium und im Vakuum (Dopplereffekt und Aberration). Darüber hinaus findet derjenige, der fundierte physikalische Kenntnisse besitzt und mit der Vektor- und Tensoralgebra vertraut ist, viele interessante theoretische und experimentelle Aussagen in prägnanter Weise dargestellt.

KLAUS-GÜNTER STEINERT

I. G. KOLTSCHINSKI, A. A. KORSUM, M. G. RODRIGES: Astronomen. (russ.) Biographisches Lexikon. Verlag „Naukowa dumka", Kiew 1977. 415 Seiten, 8,35 M. Das Nachschlagewerk enthält über 400 biographische Stichwortartikel über das Leben und Wirken von Astronomen sowie einiger Physiker, Mathematiker und Philosophen, deren Arbeiten Einfluß auf die Erkenntnis der Gesetze des Kosmos haben. Die Artikel sind in der Regel mit den Bildern der betreffenden Wissenschaftler versehen. – Der Anhang enthält 1. ein Literaturverzeichnis (304 Positionen), 2. eine Chronologie der wichtigsten astronomischen Entdeckungen (4. Jahrtausend vor der Ztr. bis 1976; 20 Seiten), 3. Kurzinformationen über diejenigen Astronomen, deren Namen zur Bezeichnung von Kratern auf Mars und Mond verwendet wurden, 4. ein Verzeichnis der internationalen astronomischen Vereinigungen, 5. ein Personenregister und 6. ein kurzes Wörterbuch astronomischer Termini. – Für Forscher auf dem Gebiet der Geschichte von Naturwissenschaften und Technik, für Lehrer an Schulen und Universitäten, Studenten und darüber hinaus für einen breiten Leserkreis.

FRITZ GEHLHAR

Physik des Kosmos. (russ.) **Kleine Enzyklopädie.** Verlag „Sowjetskaja Enzyklopädija". Moskau 1976. Leitender Redakteur: Prof. S. B. PIKELNER. 656 Seiten, 11,15 M.
Das in der Reihe „Kleine Enzyklopädie" erschienene Buch macht einen breiten Leserkreis mit den Hauptproblemen und den grundlegenden Forschungsergebnissen und -richtungen der modernen Astrophysik bekannt. Es besteht aus 2 Teilen:
I. Überblicksartikel (S. 11 bis 134): Was ist der Kosmos? Sterne. Sternatmosphäre. Sonne. Sonnensystem. Galaxis. Kosmologie.
– Diese Artikel sind untergliedert, z. B. „Sterne": 1. Einführung, 2. Beobachtungsdaten, 3. Innere Struktur der Sterne, 4. Kernreaktionen und Sternevolution, 5. Ungewöhnliche (Peculiar-) Sterne.
II. Enzyklopädisches Wörterbuch (S. 135 bis 651): 280 Stichwortartikel in alphabetischer Reihenfolge – von „Absolute Sterngröße" bis „Helligkeit" (jarkost).
Überblicksartikel und Stichwortartikel sind reich an Graphiken, Fotografien, Tabellen und enthalten ein umfangreiches Zahlenmaterial. Wichtige Formeln werden angegeben und interpretiert.

Außerdem enthält das Buch ein Verzeichnis der verwendeten Symbole und Abkürzungen sowie ein Register der Überblicksartikel und Stichwörter.
Dem Astronomielehrer (und vielen an der Astronomie Interessierten) könnte dieses Buch eine große Unterstützung sein. Es wäre verdienstvoll, wenn sich einer unserer enzyklopädischen Verlage zu einer deutschen Ausgabe entschließen könnte. **FRITZ GEHLHAR**

W. N. SHARKOW: **Der innere Aufbau von Erde, Mond und Planeten.** BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig 1976, (Kleine naturwissenschaftliche Bibliothek, Reihe Physik, Band 39), 125 Seiten, 21 Abb., 7,– Mark.
Das vorliegende Buch gibt zunächst Einblick in Arbeitsmethoden zum Studium des Erdinneren. Dann wird ein gegenwärtiges Modell des inneren Aufbaus der Erde vorgestellt. Aus Ergebnissen geophysikalischer Untersuchungen, astronomischer Beobachtungen und der Raumfahrt werden Modellvorstellungen über den inneren Aufbau der erdähnlichen Planeten abgeleitet. Anschließend erläutert der Verfasser die Auffassungen der Wissenschaft über den inneren Aufbau der jupiterähnlichen Planeten und geht der Frage nach, ob Pluto ein früherer Mond des Neptun gewesen ist. Dann werden neuere Forschungsergebnisse über den inneren Aufbau des Erdmondes erörtert. Im Schlußkapitel betont der Autor, daß wir angesichts des raschen wissenschaftlichen Fortschritts noch manche Überraschung auf diesem Gebiet erleben werden. Sicher wird manche der heutigen Vorstellungen präzisiert, vielleicht auch revidiert werden müssen.
HELMUT BERNHARD

OSKAR MADER: **Fragen der Lehrplanarbeit.** Reihe „Beiträge zur Pädagogik", Bd. 16, Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1979, 296 S., DDR 9,90 M, Ausland 12,90 M. Bestell-Nr. 707 240 7 Kurzwort 20 27 87 Lehrplantheorie.
Ein originelles theoretisches Werk bereichert das Bücherangebot zu Fragen der Lehrplanerarbeitung und -entwicklung. Der Verfasser des Buches, an der Lehrplanarbeit in der DDR während vieler Jahre verantwortlich beteiligt, macht den Leser mit seinem – sehr anregenden – Ansatz zur Bestimmung von Lehrplaninhalten, Ziel- und Stoffplanung bekannt. Der Autor stellt Überlegungen zu weiterführenden Lehrplanarbeiten dar, die als wohldurchdachter und begründeter Beitrag eines Wissenschaftlers zu diesem umfangreichen Problemkreis zu werten sind; sie müssen in Zukunft genutzt werden.
Die wissenschaftliche Akribie im Vorgehen läßt diese Studie zu einem guten Beispiel theoretisch-analytischer Forschungstätigkeit der pädagogischen Wissenschaft werden.
Anliegen und Stil der Arbeit zeichnen sie als eine für Experten nützliche und notwendige Monographie aus. Durchgängig grenzt sich der Verfasser von bürgerlichen Theorien der Ziel-, Inhalt- und Methodenplanung für den Unterricht ab und begründet in historischer und logischer Weise seinen marxistischen Standpunkt.
I. KOHLMETZ

ANEKDOTEN

Über EINSTEIN

1903: Mit MAURICE SOLOVINE und CONRAD HABICHT verband EINSTEIN eine herzliche Freundschaft. Die regelmäßigen Zusammenkünfte, bei denen über grundlegende wissenschaftliche Themen diskutiert wurde, nannten sie scherzhaft ihre „Olympische Akademie". Da EINSTEIN sich über das bei den „Sitzungen" gebotene sehr einfache Mahl meist mit begeistertem Lob äußerte, beschlossen die Freunde, ihm zu seinem Geburtstag am 14. März, als besonderen Genuß Kaviar vorzusetzen, der EINSTEIN unbekannt war. Das festliche Ereignis kündigten sie nicht eigens an, sondern wollten vielmehr EINSTEIN damit überraschen. Die gute Absicht scheiterte aber völlig: EINSTEIN sprach an diesem Abend vom Galileischen Trägheitsgesetz. Man ging zu Tisch, EINSTEIN dozierte weiter und verzehrte, ohne etwas zu merken, den Kaviar wie sonst die übliche Schlackwurst.
1905: Nach seiner Anstellung am „Eidgenössischen Amt für geistiges Eigentum" in Bern führte EINSTEIN die Amtsbezeichnung „Experte dritter Klasse". Seine drei epochemachenden Arbeiten von 1905 gingen aus einer „verbotenen Nebentätigkeit" hervor: Neben den offiziell zugewiesenen Arbeiten rechnete er heimlich an anderen Problemen und ließ die Notizblätter bei den üblichen Rundgängen des Direktors F. HALLER immer rasch in der Schublade verschwinden.
1908: EINSTEINS ehemaliger Hochschullehrer HERMANN MINKOWSKI hat durch seinen Vortrag über „Raum und Zeit" viel dazu beigetragen, daß sich die Gedanken EINSTEINS so rasch durchsetzen konnten. Im Gespräch über die Spezielle Relativitätstheorie bemerkte MINKOWSKI: „Den EINSTEIN hätte ich sowas gar nicht zugetraut – das war doch früher ein richtiger Faulpelz."
1909: Frau MILEVA monierte, daß EINSTEIN allzu nachlässig gekleidet seine Arbeitsstätte im Patentamt aufsucht. EINSTEIN wies sie ab: „Aber das macht doch nichts. Dort kennt mich ja jeder." Als EINSTEIN kurz darauf zum ersten Mal an einem Kongreß der Deutschen Naturforscher und Ärzte teilnahm, meinte seine Frau, daß er sich für diese Gelegenheit wirklich nicht so salopp kleiden könne. EINSTEIN aber rief: „Das macht nichts. Dort kennt mich doch keiner."
1920: In den Anfängen des Einstein-Kultes sandte EINSTEIN einer nahen Freundin der Familie auf ihre Bitte Bild und Autogramm und dichtete:

„Wo ich geh' und wo ich steh'
Stets ein Bild ich vor mir seh'.
Auf dem Schreibtisch an der Wand,
Um den Hals, am schwarzen Band.

Männlein, Weiblein wundersam
Holen sich ein Autogramm.
Jeder will ein Kritzel haben
Von dem hochgelehrten Knaben.

Manchmal denk' in all dem Glück
Ich im lichten Augenblick:
Bist verrückt du etwa selber,
Oder sind die andern Kälber?"

Zusammengestellt von **JÜRGEN HAMEL** nach HERMANN: EINSTEIN anekdotisch. München 1970.

UNSERE BILDER

Titelseite – Planetarium in Budapest. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Wir stellen vor" auf Seite 45.
Aufnahme: SZABTO ANDRAS, Budapest.
2. Umschlagseite – Azimut-Quadrant, um 1560. Beobachtungsgerät aus dem Besitz WILHELM IV., Landgraf von Hessen (1532–1592). Als wahrscheinlich gilt, daß WILHELM IV. damit seinen ersten Sternkatalog erstellte (Beobachtungen 1561–1567). Höhe des Instruments: 91 cm, Bogenradien: 40 cm, Bogenteilungen je 10 Bogenminuten, Kreisteilungen je 1 Grad. Arbeiten in Eisen und Messing. Eventuell erstmalig verwendete Fußstellschrauben. Angaben nach RESOLD, J. A.: Geschichte der astronomischen Meßwerkzeuge I, Leipzig 1908, S. 19.
Reproduktion: K. FRIEDRICH, Berlin.
3. Umschlagseite – Erdmond, aufgenommen am 2. 2. 1971. Instrument: Zeiss-Amateurfernrohr 80/1200, Okularprojektion mit Okular 9–25. Aufnahmematerial: ORWO-Planfilm NP 20, Belichtungszeit 2 Sekunden. Aufnahme: A. ANSORGE, Bernstadt.
4. Umschlagseite – Galaxien M 81 und M 82 im Sternbild Großer Bär. Die Entfernung der beiden extragalaktischen Sternsysteme beträgt 40 Millionen Lichtjahre. Aufgenommen am 2-Meter-Universal-Spiegelteleskop des Karl-Schwarzschild-Obersatoriums Tautenburg. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Wir beobachten" im Heft 3/1979.

Beobachtung veränderlicher Sterne in astronomischen Arbeitsgemeinschaften (II)

3. Die Auswahl der veränderlichen Sterne für das Beobachtungsprogramm entscheidet sehr über Erfolg oder Mißerfolg. So ist es nicht unbedeutend, wie hell der zu beobachtende Stern ist, von welchem Typ der Veränderliche und wie groß die Amplitude des Lichtwechsels ist, wo die Vergleichssterne liegen, wie seine Farbe ist usw. Jedenfalls sollte man unbedingt mit einem Stern beginnen, der nicht zu hell, der aber auch *gut* zu sehen ist. Für das bloße Auge könnte dies Algol (β Persei) sein, der in den Wintermonaten abends hoch über dem Horizont steht und dessen Vergleichssterne bekannt sind [1]. TV Cas ist mit dem TELEMENTOR ein leichtauffindbares, einfaches Übungsobjekt. Dabei kommt es gar nicht darauf an, eine ganze Lichtkurve oder ein Minimum zu erhalten, da dazu meist die Zeit nicht ausreicht. Mit etwas Geduld läßt sich aber feststellen, daß die Helligkeit des Sterns merklich verändert ist.

Die Beobachtung von sogenannten langperiodischen Veränderlichen, wie z. B. Mira (Omikron Ceti) eines -Cephei-Veränderlichen, verlangt dagegen nur *eine* Beobachtung am Abend und deswegen für Schüler oft besser geeignet als kurzperiodische Sterne, auf die mehrere Stunden am Abend verwendet werden müssen. Allerdings bedarf es dafür bei langsamen Sternen mehrere Wochen oder Monate, um zu einem Ergebnis (Lichtkurvenstück oder Lichtkurve, Zeit des Maximums) zu kommen. Hier muß jeder von seinen Gegebenheiten ausgehen.

Die Beobachtung halb- und unperiodischer Sterne sollte man nicht durchführen, da hierzu Erfahrung gehört.

Beginnt man zu beobachten, so empfiehlt es sich, solche Sterne zu wählen, von denen Vergleichssterne bekannt sind. Später ist man leicht selbst in der Lage, solche Sterne aufzufinden.

4. Wie bei allen astronomischen Beobachtungen sind auch bei den Veränderlichenbeobachtungen Übung und Erfahrung notwendig, manchmal auch Geduld. Nicht sofort erhält man brauchbare Ergebnisse. Die Beobachtungen werden zunächst noch sehr streuen. Doch da hilft nur *viel* zu beobachten.

5. Vor einem Fehler, der oft passiert, sei gewarnt: die Voreingenommenheit. Darunter versteht man seine persönliche Einstellung zum zu erwartenden Beobachtungsergebnis. Man erwartet es und sieht es dann auch so. Wenn der Helligkeitsverlauf z. B. durch bisherige Beobachtungen erkannt wurde, glaubt man, daß er auch so weiter verlaufen müßte, obwohl er sich änderte. Man schreibe nur das auf, was man *tatsächlich* sieht, auch wenn man denkt, daß es falsch ist. Ebenso ist unbedingt zu vermeiden, Einzelbeobachtungen mit anderen Beobachtungsteilnehmern während der Beobachtung auszutauschen.

Wie soll man mit dem Beobachten beginnen? Zuerst empfiehlt es sich, einige theoretische Betrachtungen zu Veränderlichen anzustellen und das ARGELANDErsche Stufenschätzverfahren zu erläutern. Man kann sich auch ein Übungsdiapositiv folgendermaßen herstellen: Ein weißes Blatt Papier wird mit unterschiedlich großen Tuschepunkten (Sternen) versehen (Größe etwa 6×9 cm; darauf wenigstens 50 kleine runde Tuschepunkte unterschiedlichen Durchmessers zeichnen). Nun photographiert man dies auf DK 5-Film und erhält so ein schwarzes Negativ mit weißen ‚Sternpunkten", das man als „Übungshimmel" verwenden kann. Besser ist natürlich eine richtige positive Himmelsaufnahme, die zur Übung verwendet wird.

Am Abend empfiehlt sich zunächst eine Beobachtung mit bloßem Auge. Es werden nicht zu weit voneinanderliegende Sterne konstanter Helligkeit miteinander geschätzt, was sich auch mit dem Schulfernrohr durchführen läßt. Im letzteren Fall eignen sich besonders gut offene Sternhaufen wie die Plejaden oder Präsepe, da viele ihrer Sterne in ihren scheinbaren Helligkeiten (V-Helligkeiten) bekannt sind und im Sternatlas von MARX-PFAU enthalten sind. So kann man erst einmal üben, Fehler korrigieren und Selbstvertrauen gewinnen.

Dann kann man sich auch an einen Veränderlichen wagen. Um den Umfang der Helligkeitsveränderung tatsächlich zu erfassen, empfiehlt es sich, ein günstiges Minimum von Algol aus dem „Kalender für Sternfreunde" (AHNERT) zu entnehmen, jedoch Tage *zuvor* Algol im *Normallicht* anzuschauen und evtl. stufenmäßig einzuschätzen, damit man zum Zeitpunkt des eigentlichen Minimums sieht, wie sehr sich die Helligkeit vermindert hat.

Wenn man das Minimum beobachtet, ist es zunächst nicht unbedingt erforderlich, Stufen zu schätzen. Es geht doch darum, den Schülern die Veränderlichkeit bewußtzumachen. Später kann man versuchen, die Helligkeitsänderung mittels Stufen zu erfassen. Dabei ist es *unbedingt erforderlich*, daß der *AG-Leiter zuvor selbst einige Erfahrungen gesammelt hat*, bevor er mit den Schülern beobachtet.

Das ARGELANDEsche Schätzverfahren läßt sich auch bei der **photographischen** Beobachtung veränderlicher Sterne anwenden. Es wird von vielen sogar als einfacher empfunden, liefert allerdings weniger genaue Werte. Hier schätzt man nicht die Helligkeit des Sterns, sondern die Schwärzung *und* die Größe des Sternscheibchens.

Voraussetzungen für die Schaffung brauchbarer Aufnahmen sind genaue Aufstellung des Instruments nach SCHEINER [2] und eine einwandfreie Nachführung mit Motor. Als Photomaterial eignen sich entweder ORWO-Astrospezial-Platten ZU 2 (B-Helligkeiten) oder NP 27-Film (annähernd V-Helligkeiten). Zur Auswertung der Aufnahmen braucht man einen sogenannten Schätzapparat.

Durch die Beobachtung veränderlicher Sterne soll bei den Jugendlichen zunächst die Freude am Beobachten entwickelt werden und nicht die Fähigkeit, möglichst genaue Werte zu erhalten. Schön ist aber, wenn aus der Beobachtung Erkenntnisse entstehen oder auch Anschauungsmaterial für den Astronomieunterricht. Um zu wissenschaftlich verwertbaren Ergebnissen zu gelangen, bedarf es einiger Erfahrungen, die man mit der Zeit sammelt. Für die wissenschaftliche Verwertung muß ein hoher Genauigkeitsgrad vorliegen. Sollte man solche Ergebnisse erhalten, so werden sie von der Zentrale der Arbeitsgruppe Veränderliche im Kulturbund der DDR gern entgegengenommen. Von dort erfolgt auch alle Unterstützung für ernsthafte Beobachter.

(Tabelle 1)

Einige geeignete Objekte für das *bloße Auge:*

	Quelle
β Per	[1]
δ Cep	[2]
ζ Gem	[2]
Für das TELEMENTOR-Schulfernrohr	
TV Cas	[2]
RZ Cas	[2]
RT Aur	[2]

Literatur:

[1] BUSCH, H.: **Photographische Veränderlichenbeobachtungen mit der Kleinbild-Kamera.** In: Astronomie in der Schule 2 (1975) 47.

[2] AHNERT, P.: **Kleine praktische Astronomie** – (1974).

Anschrift des Verfassers:

HELMUT BUSCH, Verdienter Lehrer des Volkes
7302 Hartha
B.-H.-Bürgel-Sternwarte
Zentrale der Arbeitsgruppe Veränderliche im KB der DDR





Astronomie

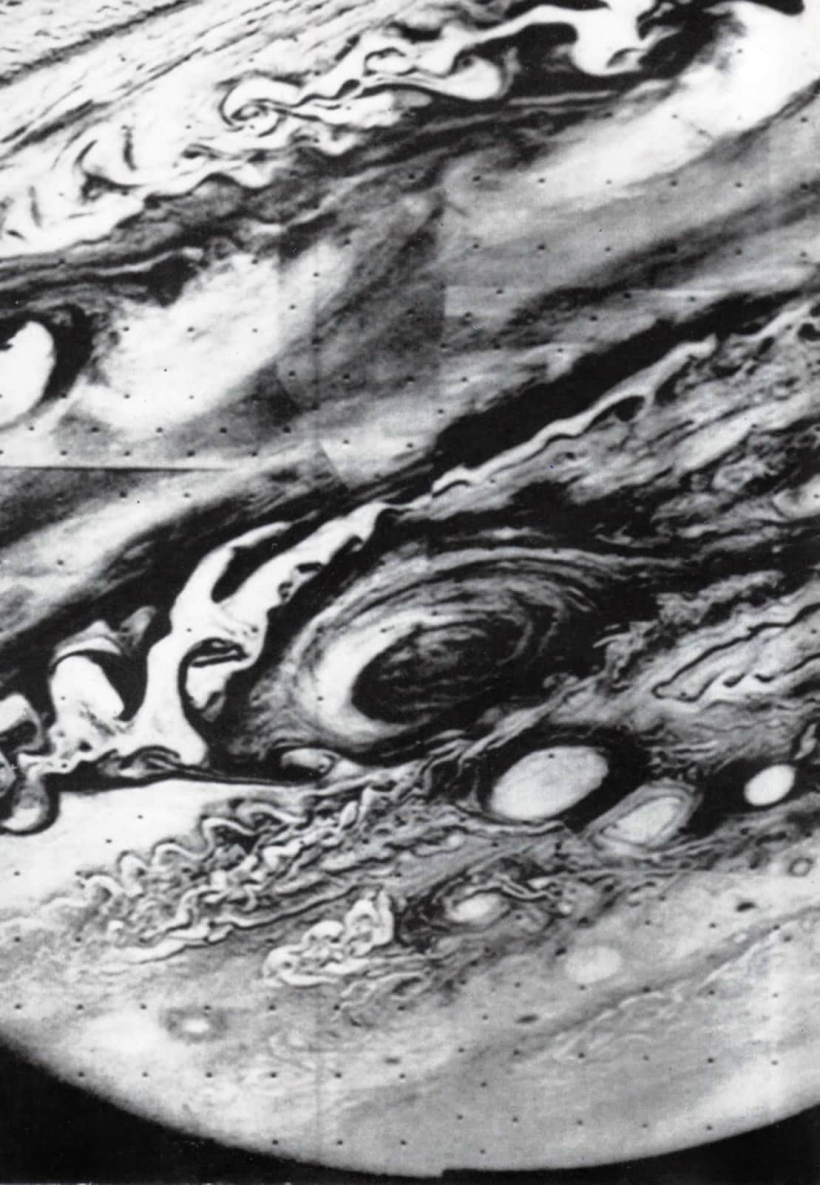
in der Schule



VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

3
1979

INDEX 31053
PREIS 0,60 M



Astronomie

in der Schule

Zeitschrift für die Hand des Astronomielehrers

Herausgeber:
Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag Berlin, 108 Berlin 8, Krausenstraße 50, Am Spittelmarkt, Telefon 2 04 30, Postscheckkonto: Berlin 1326 26

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

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

Anschrift der Redaktion:
86 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8, Postfach 54, Telefon: 4 25 85

Gesamtherstellung:
Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen
AN (EDV 427)
III-4-9-4,5 Liz. 1488

ISSN 0004 – 6310

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 3 **16. Jahrgang 1979**

Seite

W. WENZEL
Infrarot-Astronomie 50
J. HOPPE
Neuere Erkenntnisse über den Erdmond 53
D. GÖCKERITZ
Neuere Erkenntnisse über den Erdmond im Unterricht 57
H. BIENIOSCHEK; K. LINDNER
Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Die Sterne" (II) . . . 59
K. LINDNER
Astronomische Daten für das Schuljahr 1979/80 61
L. GRÄFE
Zur Nutzung aktueller Daten bei der unterrichtlichen Behandlung der Erde 65
K. FRIEDRICH
Astronomische, kosmonautische und biographische Jubiläen im Schuljahr 1979/80 66
H. BIENIOSCHEK
Zur Fortsetzung der Karteikartenserie in unserer Zeitschrift . . . 67
Aus Wissenschaft und Unterricht 69
Wir stellen vor 70
Rezensionen 71
Anekdoten 71
Wir beobachten 72
Unsere Bilder 72
Karteikarte: Bewertung von Beobachtungsprotokollen, Beobachtungen als Hausaufgabe (S. SCHREITER)

Redaktionsschluß: 20. April 1979

СОДЕРЖАНИЕ

В. ВЕНЦЕЛЬ
Инфракрасная астрономия 50
Й. ХОППЕ
Новые сведения о Луне 53
Д. ГЕКЕРИЦ
Новые сведения о Луне в школе 57
Х. БИЕНИОШЕК; К. ЛИНДНЕР
Методические помощи по теме «Звёзды» (II) 59
К. ЛИНДНЕР
Астрономические данные для 1979/80го учебного года 61
Л. ГРЭФЭ
Использование актуальных данных при обсуждении земли в школе . . . 65
К. ФРИДРИХ
Астрономические, космонавтические и биографические годовщины в 1979/80ом учебном году 66
Х. БИЕНИОШЕК
О продолжении серии картотечных карт в рамках нашего журнала . . . 67
Картотечная карта: Отметки за наблюдательные протоколы, наблюдения как домашние задания

CONTENTS

W. Wenzel
Infrared Astronomy 50
J. Hoppe
New Knowledges about the Moon 53
D. Göckeritz
New Knowledges about the Moon in Astronomy Instruction . . . 57
H. Bienioschek; K. Lindner
Methodical Aids for the Topic "The Stars" (II) 59
K. Lindner
Astronomical Dates for the 1979/80 School Year 61
L. Gräfe
Applying Actual Dates to Instruction about the Earth 65
K. Friedrich
Astronomical, Cosmonautical and Biographical Anniversaries in the 1979/80 School Year 66
H. Bienioschek
Register Card Series to be Continued in Our Periodical 67
Register Card: Marking Observational Records, Observation as a Homework

Nur Annahme von bisher unveröffentlichten Aufsätzen; Einsendung von Beiträgen in vierfacher 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. Unsere Zeitschrift kann außerhalb der DDR über den internationalen Buch- und Zeitschriftenhandel bezogen werden. Bei Bezugsschwierigkeiten im nichtsozialistischen Ausland wenden Sie sich bitte direkt an unseren Verlag oder an die Firma BUCHEXPORT, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 701 Leipzig, Leninstraße 16

Infrarot-Astronomie

1. Einleitung

In der Astronomie verstehen wir unter dem infraroten Bereich des elektromagnetischen Spektrums (IR) im weitesten Sinne die Strahlung zwischen den Wellenlängen $\lambda = 1\ \mu m \ldots 1$ mm. Am oberen Ende dieses Bereiches schließt sich die Radiofrequenz-Strahlung an, und das untere Ende ist bestimmt durch die Grenze der „konventionellen" photographischen, photoelektrischen und visuellen Meßmethoden. Der dramatische Aufschwung, den die beobachtungsmäßige und auch theoretische Durchdringung des IR in den letzten 15 Jahren in der Astronomie genommen hat, ist ein typisches Beispiel für die Wechselwirkung von technischen und technologischen Fortschritten in der Industrie einerseits und wissenschaftlichen Fortschritten bei der Grundlagenforschung andererseits.

Nachdem nämlich ungefähr ein Jahrhundert lang die relativ unempfindliche Thermosäule das Hauptgerät für astronomische Messungen im IR darstellte, werden seit dem Anfang der 60er Jahre speziell produzierte Halbleiterelemente als Detektoren zum Empfang von IR-Strahlung benutzt, und das Ende dieser Entwicklung ist noch nicht abzusehen. Stets wird hierbei die „Beleuchtungsstärke" auf dem Detektor letzten Endes in eine elektrische Spannung umgewandelt.

Die erste bewußt ausgeführte astronomische Beobachtung im IR geschah wohl 1800 durch F. W. HERSCHEL, als er die Heizwirkung der Wärmestrahlung außerhalb des sichtbaren roten Endes des Sonnenspektrums als lästigen Störfaktor empfand und untersuchte. Im Jahre 1858 maß PIAZZI SMYTH mittels einer Thermosäule die Gesamtstrahlungsleistung des Mondes, die natürlich aus „konventionellen" und infraroten Anteilen besteht. Um die absorbierende Wirkung der Erdatmosphäre auszuschalten, begab sich der Forscher auf der Insel Teneriffa in eine Höhe von 2717 m, und auch heute errichtet man IR-Teleskope aus demselben Grund in möglichst großen Höhen.

2. Prinzipielle Probleme der Messung

Die eben skizzierte Entwicklung fand nach der oben erwähnten Einführung der wesentlich empfindlicheren Halbleiterdetektoren bald ihre Fortsetzung in Form erster Versuche, die störenden Schichten der Erdatmosphäre durch Montage von Teleskopen in Ballonen, Flugzeugen, Raketen und neuerdings in Erdsatelliten zu überwinden.

Die Erdatmosphäre ist nämlich undurchlässig für weite Bereiche des IR, so z. B. fast komplett für $\lambda > 25\ \mu m$; unterhalb dieser Wellenlänge existieren einige „Fenster" zwischen den Absorptionsbanden von H_2O, CO_2 und O_3, in denen ein mehr oder weniger ungehinderter Empfang von IR-Strahlung kosmischer Objekte auf bodengebundenen Stationen möglich ist. Der Bereich $25\ \mu m < \lambda < 1$ mm aber ist ganz der Luft- und Raumfahrt vorbehalten; wir wollen ihn hier aus didaktischen Gründen beiseite lassen.

Die wesentliche Absorptionswirkung in unserer Atmosphäre geht von dem in den unteren Schichten angereicherten gasförmigen Wasserdampf aus. Seine jeweilige Konzentration drückt man durch die „Menge W des niederschlagbaren Wassers" aus, die sich über 1 m² des betreffenden Ortes der Erdoberfläche befindet. Niveauvolle IR-Beobachtungen setzen $W \leq 2$ kg voraus; dies ist z. B. auf den Berg-Observatorien Mauna Kea (Hawaii, 4 215 m), Jungfraujoch (Alpen, 3 500 m) und Mt. Lemmon (Arizona, 2 800 m) gegeben. In der DDR haben wir nicht selten (abhängig von Jahreszeit und Wetter) 10mal höhere Werte. Abb. 1 zeigt die Durchlässigkeit der Erdatmosphäre für $W = 2$ kg (ausgezogen) und $W = 30$ kg (gestrichelt); die einzelnen Durchlaßbereiche sind gemäß einer internationalen Nomenklatur bezeichnet (J ... Q). Ihre Isolierung und Präzisierung wird in praxi durch geeignete Filter und die Wahl entsprechender Detektoren erreicht.

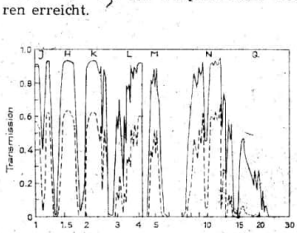


Abb. 1

Ein besonderes Meßproblem entsteht durch die thermische Eigenstrahlung der Teleskopteile und die Emission der Atmosphäre. Gemäß dem Wienschen Verschiebungsgesetz liegt das Strahlungsmaximum eines Körpers der Temperatur T bei der Wellenlänge

$$\lambda_{max} = \frac{2898\ \mathrm{K}}{T}\ \mu\mathrm{m},$$

also für $T = 290\ \mathrm{K} \pm 10\ \mathrm{K}$ (Teleskop, Atmosphäre) bei rund 10 µm, d. h. gerade im Zentrum des von uns betrachteten IR-Bereichs. Die kleine Tabelle zeigt, welch erhebliche Rolle die Himmelsstrahlung, vor allem aber die auf den Empfänger einfallende Wärmestrahlung von Fernrohr- und Photometerteilen spielen. Zugrunde gelegt sind durchschnittliche Meßbedingungen an einem 1-m-Spiegelteleskop, die beiden Spektralbereiche B ($\lambda = 0.34 \ldots 0.54\ \mu\mathrm{m}$) und N (s. Abb. 1) und eine Sternhelligkeit von 0m0 in beiden Bereichen.

	Bereich B	Bereich N
Sternstrahlung	$4 \cdot 10^{-9}$ W	$3 \cdot 10^{-12}$ W
Atmosphäre	$2 \cdot 10^{-15}$ W	$8 \cdot 10^{-8}$ W
Instrument	$< 10^{-30}$ W	10^{-6} W

Die „parasitäre" Einstrahlung auf den IR-Detektor, die einige bis viele Zehnerpotenzen der zu messenden Sternstrahlung betragen kann (umgekehrt wie bei einer Photozelle im „konventionellen" B-Bereich), muß man durch besondere Konstruktionsmaßnahmen wenigstens größtenteils unschädlich machen. Hierzu zählen die Kühlung von Instrumententeilen (auf die Temperaturen von flüssigem Stickstoff oder Helium) und das sogenannte Choppern. Letzteres besteht in einem „Zerhacken" der Sternstrahlung, so daß diese im Empfänger ein Wechselspannungssignal erzeugt, das von einem auf die Zerhackerfrequenz (meist einige Dutzend bis einige Hundert Hz) abgestimmten Resonanzverstärker weiterverarbeitet wird. Himmels- und Instrumentenstrahlung dagegen sollen im wesentlichen Gleichlicht und damit Gleichspannung ergeben und werden als solche von der Nachfolgeelektronik unterdrückt. Auf die besonderen Verhältnisse, die bei der in Entwicklung begriffenen IR-Beobachtungstechnik auf Erdsatelliten auftritt, soll nicht eingegangen werden. Natürlich spielt dort die Erdatmosphäre als absorbierende und emittierende Störquelle keine Rolle mehr, sondern nur noch die viel schwächere thermische Strahlung des interplanetaren Staubes (Zodiakallicht-Materie), und zur Ausnutzung der modernsten Detektoren wird eine Flüssig-Helium-Kühlung des gesamten IR-Teleskops erwogen.

3. Empfänger

An dieser Stelle ist ein kurzer Überblick über die wichtigsten Empfängermechanismen angebracht. Wir unterscheiden zwischen „Photonendetektoren", bei denen ein einfallendes absorbiertes Lichtquant genügend hoher Energie im Detektorenmaterial ein freies Elektron, ein freies „Loch" oder beides erzeugt, und „Thermischen Detektoren" (oft „Sensoren" genannt), bei denen die durch die auftreffende Strahlung verursachte Erwärmung weitere meßbare Effekte verursacht.

Die Wirkung der Photonendetektoren besteht entweder im „äußeren Photoeffekt", bei dem losgetrennte Elektronen die Oberfläche des Materials verlassen (Photozellen der „konventionellen" Photometrie), oder im „inneren Photoeffekt", bei dem die durch die Einstrahlung geschaffenen Ladungen zu einer Leitfähigkeitsänderung (Photowiderstand) oder zur Erzeugung eines Stromes (Photoelement) führen. Photonendetektoren stellen die Zahl der je Zeiteinheit absorbierten Lichtquanten fest. Sie können daher als Photonenzähler arbeiten. Ihre Empfindlichkeit nimmt ungefähr proportional zur Wellenlänge der einwirkenden Strahlung bis zu einer Grenzwellenlänge zu und ist jenseits derselben, wo die Quantenenergie zur Erzeugung einer Ladung nicht mehr ausreicht, praktisch gleich null (selektive Detektoren).

Als Beispiel eines thermischen Detektors hatten wir im Abschnitt 1 die Thermosäule erwähnt, eine Aneinanderreihung von Thermoelementen, in denen die Lötstellen zweier Elemente mit unterschiedlichen thermoelektrischen Potentialen, durch die zu messende Strahlung erwärmt, eine elektrische Spannung liefern. In der astronomischen IR-Meßkunst werden von den verschiedenen Sensoren wegen ihrer hohen Empfindlichkeit nur die sogenannten Halbleiter-Bolometer verwandt („Thermistoren"), bei denen durch die Wärmewirkung der einfallenden Strahlung ein starker, hochgenau zu messender Abfall des elektrischen Widerstandes verursacht wird. Eine besondere Form sind diejenigen Thermistoren, die am Übergangspunkt von normaler zur Supraleitung betrieben werden und bei Erwärmung von letzterer zu ersterer übergehen. Thermische Detektoren sind nicht-selektiv. Große Erfolge jenseits von etwa $\lambda = 5\ \mu\mathrm{m}$ wurden mit flüssigheliumgekühlten Germanium-Bolometern erzielt.

Eine starke Kühlung ist für alle empfindlichen IR-Detektoren erforderlich, damit die Eigenerzeugung von Ladungsträgern verhindert wird.

4. Astrophysikalische Bedeutung

Das Pionierstadium der modernen astronomischen IR-Technik liegt noch nicht hinter uns: Zwar sind im letzten Jahrzehnt eine Reihe ausgefeilter Techniken und Methoden für die bodengebundenen Beobachtungen entwickelt

worden. Heliumgekühlte Germanium-Bolometer sind bereits kommerziell erhältlich. Neuartige Detektoren sind jedoch allenthalben in der Entwicklung, eine Unzahl astrophysikalischer Aspekte harren der Klärung, und astronomische Erdsatelliten sowie weitere Ballon- und Flugzeug-Observatorien werden den bodengebundenen IR-Observatorien neue Aufgaben zur Routineuntersuchung zuweisen.

Auch die Zeit der Durchmusterungen, die auf vielen Gebieten den astrophysikalischen Detailuntersuchungen vorausgingen, ist auf dem IR-Sektor noch nicht zu Ende. Die erste Arbeit dieser Art bestand vor zehn Jahren in einem Abtasten des Himmels mittels eines 1,50-m-Spiegels, in dessen Fokus eine Anordnung von Bleisulfid-Detektoren angebracht war. Das Ergebnis war ein Katalog von 5 500 Quellen, die bei $\lambda = 2{,}2\ \mu m$ heller waren als die dritte Sterngröße. Die meisten davon waren natürlich normale kühle Sterne, aber eine Reihe besonderer Objekte wurde ebenfalls gefunden. Heute werden mit hochstabilisierten ballongetragenen Teleskopen Durchmusterungen des Himmels bis hin zu Submillimeterwellen durchgeführt.

Im folgenden sollen einige wichtige Objektklassen (siehe Abb. 2) aufgeführt werden, bei denen schon die ersten Einzeluntersuchungen im IR zu bemerkenswerten Resultaten geführt haben. Dabei wird sich herausstellen, daß dies besonders auf dem Gebiet der interstellaren und zirkumstellaren Materie der Fall ist.

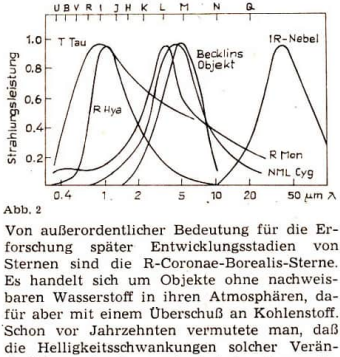


Abb. 2

Von außerordentlicher Bedeutung für die Erforschung später Entwicklungsstadien von Sternen sind die R-Coronae-Borealis-Sterne. Es handelt sich um Objekte ohne nachweisbaren Wasserstoff in ihren Atmosphären, dafür aber mit einem Überschuß an Kohlenstoff. Schon vor Jahrzehnten vermutete man, daß die Helligkeitsschwankungen solcher Veränderlichen durch verdunkelnde temporäre Staubwolken oder -hüllen verursacht würden. Die Feststellung einer starken Exzeßstrahlung im IR bestätigt heute diese Hypothese. Beispielsweise wurde ein Maximum der spektralen Intensitätsverteilung dieses Strahlungsüberschusses bei $\lambda = 3{,}2\ \mu m$ gefunden, woraus eine Temperatur von rund 900 K für die im zirkumstellaren Raum angereicherten Staubteilchen folgt. Genaue Untersuchungen müssen künftig zeigen, welcher Natur diese Staubteilchen sind (Ruß?) und wie der Kondensationsprozeß im einzelnen vor sich geht. Ähnliche Vorgänge scheinen sich bei den extrem jungen Sternen vom Typus T Tauri abzuspielen. Auch hier finden wir erhebliche IR-Exzesse, die höchstwahrscheinlich ebenfalls durch thermische Staubstrahlung erzeugt werden. Ungewiß ist, ob es sich bei dem beobachteten Staub um Überreste aus der vorangegangenen Phase der Sternentstehung oder um Kondensationsprodukte handelt, die in einer von solchen Sternen offenbar abgeblasenen Gashülle entstehen. Eine detaillierte Erforschung der zeitlichen Veränderlichkeit der IR-Strahlung im Zusammenhang mit der Untersuchung des Lichtwechsels im konventionellen Spektralbereich wird näheren Aufschluß über die physikalischen Vorgänge geben. In den bisher genannten Fällen absorbieren ausgedehnte zirkumstellare Staubhüllen oder -wolken einen Teil der Sternstrahlung; die Staubpartikel werden dadurch (abhängig von ihrer chemischen und physikalischen Beschaffenheit) auf einige Hundert K aufgeheizt und emittieren gemäß der erlangten Temperatur eine thermische IR-Strahlung, die als Überschuß zur normalen (meist geringen) IR-Sternstrahlung hinzukommt. IR-Exzesse, die man auf diese Weise deutet, findet man auch bei kühlen Überriesen, bei Novae, bei bestimmten veränderlichen Riesensternen und bei planetarischen Nebeln. Bei allen diesen Objekten ist daher mit einer Kondensation von Staub im Zusammenhang mit dem Massenverlust, den sie erleiden, zu rechnen. Schon vor einigen Jahren konnte man durch spektroskopische Messungen und durch eine Unterteilung der in Abb. 1 gekennzeichneten Wellenlängenbereiche N und Q Strukturen bei bestimmten Wellenlängen in den IR-Exzessen nachweisen, die auch auf den Chemismus des zirkumstellaren Staubes Rückschlüsse zuließen. Wesentliche Bestandteile — neben Kohlenstoff — scheinen metallische Silikate und Siliziumkarbid zu sein.

Einen weiteren Beitrag zu Strahlungsüberschüssen im IR-Bereich können die sogenannten Frei-frei-Übergänge der Elektronen in ionisierten zirkumstellaren Gashüllen liefern. Hierbei handelt es sich um geringe Erniedrigungen der kinetischen Energie freier Elektronen, die sich in den elektrischen Feldern der Ionen bewegen; das Äquivalent dieser Energiedifferen-

zen wird als IR-Strahlung ausgesandt. Solche Prozesse spielen sich vor allem in den Hüllen bestimmter heißer Sterne, aber auch in interstellaren Wolken ionisierten Wasserstoffs ab und sind für deren IR-Strahlung mitverantwortlich.

Wichtige neue Impulse durch die IR-Technik erhält weiterhin die Untersuchung des Zentrums unseres Milchstraßensystems und die der Kernregionen anderer, insbesondere aktiver Galaxien sowie die Erforschung der Quasare. Von all diesen Objekten geht eine intensive IR-Strahlung aus.

5. Schlußbemerkungen

Die Infrarot-Astronomie entwickelt sich zu einem bedeutenden Teilgebiet der astrophysikalischen Forschung. Anders als bei der Radio-Astronomie, wo besondere Teleskope benötigt werden, und auch anders als bei der Röntgen-Astronomie, die grundsätzlich nur durch extraterrestrische Beobachtungen gefördert werden kann, ist im IR-Bereich mit normalen Teleskopen (wenn auch mit komplizierter Ausrüstung) vom Erdboden aus in bestimmten Bereichen eine Messung kosmischer Objekte mit gutem Erfolg möglich.

Beobachtungen auf der Krim in 570 m Höhe und Testmessungen an der Sternwarte Sonneberg (Zentralinstitut für Astrophysik der AdW der DDR) in 640 m Höhe sind zur Erprobung von Apparaturen durchgeführt worden. Sie sind als Extrema zu werten: Entscheidende wissenschaftliche Forschungen auf diesem Gebiet sind, wie in Kapitel 1 dargestellt, an hochgelegene Observatorien gebunden, die mit dem entsprechenden Instrumentarium ausgerüstet sein müssen.

Anschrift des Verfassers:
Dr. WOLFGANG WENZEL
Zentralinstitut für Astrophysik
Sternwarte Sonneberg, 64 Sonneberg

JOHANNES HOPPE

Neuere Erkenntnisse über den Erdmond

1. Einleitende Bemerkungen

Vor etwa vier Jahren veröffentlichte MARX in dieser Zeitschrift einen Bericht, der in vielen wesentlichen Punkten auch heute noch seine Gültigkeit hat [1]. Insbesondere sind gerade die umstrittenen neuen Ergebnisse von damals auch heute noch nicht endgültig geklärt, wenn sie auch möglicherweise einen Schritt näher an die Wahrheit gerückt sind.

Wenn man überhaupt darauf ausgeht, immer die neuesten Erkenntnisse zu propagieren, so sollte man nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, daß man sogar aus den gleichen Meßwerten bei Zugrundelegung einer neuen Modellvorstellung zu anderen neuen Ergebnissen gelangen kann. Welche von den zugrunde gelegten Modellvorstellungen einmal als die der Wirklichkeit am nächsten kommende erkannt wird, diese Entscheidung dürfte in einzelnen Fällen vielleicht noch Jahre auf sich warten lassen. Diese Behauptung liegt im Wesen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung begründet und darf nicht als eine Schwäche der Forschungsmethode betrachtet werden.

Die Zeiten, in denen man nur mit den herkömmlichen astronomischen Methoden dem Monde neue Erkenntnisse abgewinnen wollte, sind vorüber. *Die eigentlichen astronomischen Probleme des Mondes, wie Bewegungsverhältnisse, Größe, Figur, Masse, Oberflächengebilde usw. dürfen heute als gelöst gelten.* Nun geht es um die Anwendung oder gar Erweiterung geologischer, geophysikalischer und geochemischer Methoden, mit allen Komponenten benachbarter Disziplinen, wie z. B. Mineralogie, Seismologie, Meteoritenkunde usw. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß man, sobald es die Umstände erlaubten, daran ging, Seismometer, Magnetometer und Kalorimeter an der Mondoberfläche auszusetzen, die zum Teil noch arbeiten und ihre Meßergebnisse durch Funk zur Erde übertragen.

Während auf dem Wege über automatische Geräte, wie z. B. die sowjetische Mondsonde Luna 24, immer noch neue Informationen den Wissenschaftlern zufließen, darf man nicht vergessen, daß von den beträchtlichen Mengen der Mondbodengesteine und von den an Ort und Stelle gewonnenen Meßwerten der verschiedensten Problematiken, erst ein Teil meist vorläufig ausgewertet ist, so daß neue Erkenntnisse über die Natur des Mondes und seine Geschichte auch aus diesem Material noch in vielen Jahren, wenn nicht Jahrzehnten zu erwarten sind. Nachstehend sollen nun nach der Gliederung der Probleme der Mondforschung in dem eingangs zitierten Bericht von MARX, die neueren Erkenntnisse dargestellt werden. Dabei werden jedoch die bereits vor vier Jahren gesicherten Erkenntnisse nur dort wiederholt, wo es aus dem Zusammenhang heraus notwendig erscheint.

2. Die Oberflächenschichten des Mondes und ihre Struktur

Die Oberfläche des Mondes ist die Abschlußschicht der Mondkruste gegenüber dem interplanetaren Raum. Sie wurde im Laufe ihrer Ge-

schichte sowohl von tektonischen und vulkanischen Kräften aus dem Mondinneren, als auch von Einflüssen aus dem interplanetaren Raume, dem solaren Wind, dem Bombardement des interplanetaren Staubes und vor allem aus den in früherer Zeit nach Dimension und Häufigkeit erheblich intensiveren Einschlägen meteoritischer Körper gestaltet.

Ein Beweis, daß zwischen beiden Bereichen auch Wechselwirkungen auftraten, sind die vor allem auf der erdzugewandten Halbkugel des Mondes vorhandenen Maria (Maria = Mehrzahl von Mare), die das Ergebnis von Basaltlavaüberflutungen sind, ausgelöst durch Einschläge übergroßer Meteorite oder asteroidengroßer Körper aus dem interplanetaren Raume. Die frühere, meist von Geologen vertretene Ansicht, daß sowohl die Maria als auch die Ringgebirge und Kratergruben endogene Produkte der Mondtektonik sind, hat sich als nicht haltbar erwiesen. Die vergleichsweise herangezogenen irdischen Calderen oder Einbruchskrater haben, genau betrachtet, wenig Ähnlichkeit mit den lunaren Rundformen. Vor allem fehlt die Erklärung dafür, daß die Masse des Ringwalles ziemlich genau der in der Innenvertiefung fehlenden Menge des Bodenmaterials entspricht, was den Schluß erlaubt, daß eine Materialumlagerung stattgefunden hat. Die dazu erforderliche Energie fehlt jedoch allen dafür verantwortlich gemachten endogenen Prozessen, wogegen sie beim Meteoriteneinschlag in ausreichendem Maße zur Verfügung steht.

Für die Entstehung der größeren Mondkrater bis herab zu etwa 10 km Durchmesser durch Meteoritenaufschlag spricht auch noch ihre flächenmäßig zufällige Verteilung. Bei den kleineren Kratern, die zum Teil vulkanischen Ursprungs sind, treten deutliche Abweichungen von der zufälligen Verteilung auf, weil der Austritt magmatischer Massen und vulkanischer Glutgase von selenologischen Eigenschaften des Untergrundes (Spalten, schwache Krustendecke usw.) abhängt und folglich an solchen Stellen gehäuft auftritt (Abb. 1).

In den letzten Jahren konnten von seiten der Meteorastronomie die Vorgänge geklärt werden, die sich beim Aufschlag eines riesigen meteoritischen Körpers auf die feste Oberfläche eines planetengroßen Weltkörpers ereignen. Der mit einer Geschwindigkeit von 15 bis 40 km/s auftreffende Riesenmeteorit, Planetoid oder Kometenkern dringt in die Gesteinskruste ein, wobei im Einzelfall dieser Vorgang von der Festigkeit des Materials des Eindringlings und der Härte des Untergrundes abhängt. Bei der nur Bruchteile einer Sekunde dauernden Abbremsung breitet sich unterhalb

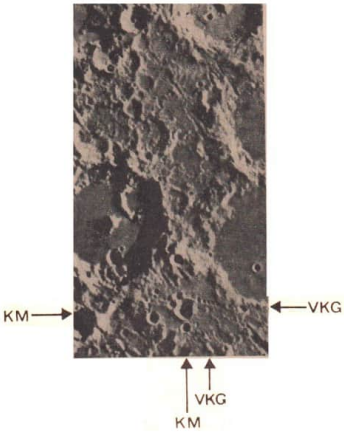


Abb. 1: Eine Kette von 5 vulkanischen Kratergruben (VKG), Durchmesser 4 bis 7 km, zwischen der Wallebene Ptolemäus und dem Ringgebirge Hipparch, südlich beim Krater Müller (KM)

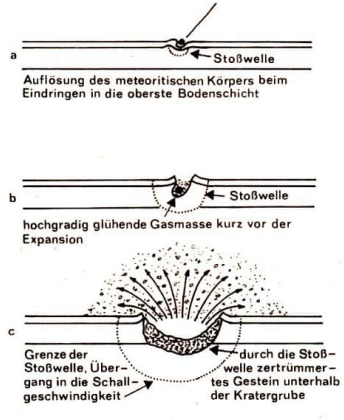


Abb. 2: Grundsätzliche Vorgänge beim Aufschlag eines meteoritischen Körpers auf eine feste Planetenoberfläche

der Eindringstelle eine rasch ihre Energie verlierende Stoßwelle aus, während gleichzeitig der Körper mechanisch zerstört und thermisch aufgelöst wird, da die mitgebrachte Energie das 10- bis 100fache der zur Verdampfung erforderlichen Energie beträgt (Abb. 2, a, b, c). Bei entsprechend großen Körpern findet also eine Explosion ungeheuren Ausmaßes statt, bei der — im wesentlichen unabhängig vom Einschußwinkel — durch den Druck der hochgradig glühenden Gase alles bis zur Eindringtiefe der Dampfwolke befindliche Gesteinsmaterial in den oberen Außenraum herausgeschleudert wird. Diese Trümmer des Bodenmaterials fallen in einem weiten Umkreis herab und bilden über der entstandenen Vertiefung eine feinkörnige Schicht, durchsetzt von Steinbrocken verschiedener Größen und vermischt mit den aus dem Gesteinsdampf kondensierten Silikatkügelchen.

Die von einigen Mondkratern radial ausgehenden hellen Strahlen sind ebenfalls bei dieser Explosion entstanden. Es handelt sich um feinzerstäubtes Material, das deshalb heller erscheint als der Untergrund. Nur die relativ jüngsten Ringgebirge zeigen diese Strahlenkränze. Bei den älteren sind ihre Spuren durch die mechanische Erosion allmählich verblaßt oder gänzlich verschwunden. Die wirksamste Komponente dieser kosmischen Verwitterung — ohne Wasser und Wind! — ist das auf der Erde wegen der schützenden Lufthülle unbekannte Bombardement der Mikrometeorite.

Die viel wirksamere Zertrümmerung der ganzen Mondoberfläche durch die größeren Meteorite hat eine staubförmige Sandschicht geschaffen, deren Mächtigkeit örtlich nur einige Dezimeter betragen mag. An steilen Hängen konnten sich aber meterhohe Schutthalden ausbilden. Beim Aufschlag von Meteoriten mit kosmischen Geschwindigkeiten wird den zertrümmerten Gesteinen durch die Stoßwelle im Kristallgittergefüge eine typische, konische Struktur aufgeprägt. Das Vorkommen dieser Druckfiguren in Gesteinen des Steinheimer Beckens und des Nördlinger Ries hat diese beiden irdischen Landschaftsgebilde als fossile Meteoritenkrater ausgewiesen. Durch petrographische Analysen des Mondgesteins besteht heute kein Zweifel mehr an dem kosmischen (meteoritischen) Ursprung des überwiegenden Teils der Oberflächengebilde der Mondkruste.

Die in der Literatur im Kapitel über die chemische und mineralogische Zusammensetzung der Oberflächengesteine genannten Fachausdrücke geben nur den Experten, d. h. den Geologen und Mineralogen wertvolle Informationen. Dagegen hat der Nichtfachmann an der Fülle von Fachausdrücken der Gesteine und Mineralien, die ihm selbst auf der ihm unmittelbar zugänglichen Erde unbekannt sind, nur wenig Anteil. Wesentlich scheint mir jedoch die grundsätzliche Feststellung, daß Mondgestein, verglichen mit dem verwandten Erdgestein, weniger leichtflüchtige, dafür aber mehr schwer schmelzbare Elemente enthält, eine Folge des geringeren Schwerkraftfeldes. Wichtig ist auch noch die Unterscheidung der als Urschollen, Festländer oder Terrae bezeichneten hellen Gebiete ihrem Material nach von den schon mit bloßem Auge als dunklere Flächen erkennbaren Einbruchsniederungen (Maria). Die hellen, in der Hauptsache mit den Mondkratern besetzten Kontinente, bestehen im wesentlichen aus Anorthositen, d. h. Kalknatronfeldspäten. Die dunkleren Mondmareflächen sind von dem Ergußgestein der Mondbasalte ausgefüllte und überschwemmte Niederungen. Da die mittlere Dichte der Mondbasalte mit 3,3 g/cm³ merklich größer ist als die der Anorthosite mit 2,9 g/cm³, stellen die Maria starke Massenkonzentrationen dar, deren stärkere Anziehung von den Mond umlaufenden Sonden nachgewiesen wurde. In der Fachsprache heißen diese Massenkonzentrationen Mascons.

3. Der innere Aufbau des Mondes

Daß auch der Mond — ähnlich wie die Erde und die erdähnlichen Planeten — im Innern einen schalenförmigen Aufbau besitzt, war eine überraschende neue Erkenntnis. Sie war mit Hilfe der Seismometermessungen gewonnen worden, also durch die gleiche Methode, mit der das Erdinnere erfolgreich erforscht wurde. Ergänzt wurden diese Erkenntnisse — wie bei der Erforschung des Erdinnern — durch die Bestimmung des Geschwindigkeitsverlaufs der Mondbebenwellen. Von den über ein halbes Jahr registrierten Erschütterungen der Mondoberfläche, waren nur etwa 16 Prozent natürliche Mondbeben; der Rest wurde durch Meteoriteneinschläge erzeugt. Die an der Mondoberfläche ausgesetzten Seismometer wurden durch den Absturz der Mondfähre — 2,4 t Masse mit der Aufschlaggeschwindigkeit 1,7 km/s — und dem Aufschlag der 3. Stufe der Rakete Saturn 13 — 14 t Masse mit der Aufschlaggeschwindigkeit 2,5 km/s — geeicht. Als weitere aktive Experimente zur Erforschung der oberen Mondkruste wurden an der Mondoberfläche künstliche Explosionen mit verschieden starken Ladungen erzeugt und durch Geophone aus bestimmten Entfernungen registriert. Die natürlichen Mondbeben sind schwach, Stufe 1–2 der internationalen Skala. Die Entstehungsherde liegen im unteren Mantel (Abb. 3). Die durchschnittliche seismische

Jahresenergie wird auf 10^7 bis 10^8 Ws/Jahr geschätzt. Vergleichsweise liegt die gesamte Erdbebenenergie der Erde bei 10^{20} Ws/Jahr. Erwähnenswert ist die Tatsache, daß die natürlichen Mondbeben mit den Mondgezeiten gekoppelt zu sein scheinen. Beim Durchlaufen des Perigäums dürften danach die spannungsauslösenden Wirkungen im Mondkörper am größten sein.

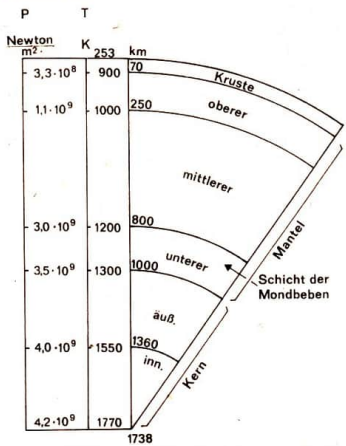


Abb. 3: Schematische Darstellung der inneren Zustandsgrößen des Mondes

Eine weitere Informationsquelle über das Mondinnere ist der Mondmagnetismus. Sicher ist zunächst, daß der Mond kein Dipolfeld wie die Erde besitzt, daß er also gegenwärtig kein eigenes Magnetfeld hat. Durch direkte Messungen am Mondboden erhielt man Werte, die der Größe des interplanetaren Magnetfeldes $2 \cdot 10^{-5}$ Gauß, entsprachen. An lokal eng begrenzten Stellen wurden auch höhere Werte gefunden, so beim Mondkrater Descartes 1 bis $3 \cdot 10^{-5}$ Gauß.

Meßwerte über den Mondmagnetismus erhält man durch Magnetometer, die auf der Mondoberfläche stationiert sind, sowie in Mondsatelliten und Sonden, die in die Nähe des Mondes gebracht werden, aber auch aus der Analyse von Mondgestein im irdischen Labor. Ein Ergebnis ist, daß der im ganzen schwache, remanente und durch das Erdfeld und den Sonnenwind (Magnetosphäre) induzierte Mondmagnetismus ständig Feldschwankungen zeigt.

Die Asymmetrie des Mondfeldes zwischen Vorderseite und Rückseite führt man auf die ungleiche Verteilung der Mondmaria zurück.

Aus Magnetometermessungen kann die elektrische Leitfähigkeit im Mondinnern berechnet werden. Wegen der Temperaturabhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit gelangt man schließlich zu einer Vorstellung über den Temperaturanstieg im Innern des Mondes (Abb. 3). Von dem Temperaturgradienten hängt der aus dem Mondinnern fließende Wärmestrom ab. Direkte Messungen bei der Hadley-Rille und im Gebiet Littrow ergaben für den Mond eine mittlere Wärmestromdichte von $2{,}9 \cdot 10^{-6}$ W/cm². Da diese Wärme aus radioaktiven Quellen im Mondinnern stammt, liefern die vorhandenen radioaktiven Stoffe insgesamt etwa 10^{12} W. Ohne die Strahlung der Sonne hätte der Mond eine Oberflächentemperatur von nur 27 K. So besitzt er bereits in 70 cm Tiefe die konstante Temperatur von 253 K.

4. Entstehung und Entwicklung des Mondes

Von den seit Jahrhunderten diskutierten Entstehungshypothesen –

(1) Einfang des anderswo entstandenen Mondes durch die Erde,
(2) Loslösung der Mondmasse aus der instabil gewordenen Protoerde,
(3) Benachbarte Entstehung aus Verdichtungen des Sonnennebels –

wird heute die dritte Hypothese als der im Kern richtige Ansatz zur endgültigen Lösung dieses Problems gesehen, wenn dieses Ziel auch noch keineswegs erreicht ist.

Die Annahme, daß der Protomond ein stärkeres Magnetfeld besaß, als heute, hat die beiden Mondforscher RUNCORN und UREY veranlaßt, eine neue Hypothese zu entwickeln. Der aus Gas und Staub bestehende Sonnennebel zerfällt in Verdichtungen, von denen eine den Mond bildet. Unter dem Einfluß der Eigengravitation kontrahierten die Staubmassen, der Urmond war im Innern noch kalt und besaß das durch die Zusammenziehung angewachsene interstellare Magnetfeld des Sonnennebels. Bei der weiteren Kontraktion stiegen überwiegend in den äußeren Schichten die Temperaturen an. Der Mond hatte nun eine äußere geschmolzene Schale mit einem kalten Kern. Der gleiche Prozeß wirkte auch bei den Planeten als „Hochtemperaturkondensationsentstehung". Mit dem Hinweis, daß die bisherigen Hypothesen keine allgemein anerkannten Erklärungen für die Entstehung der kosmischen Magnetfelder zu geben vermögen, wird empfohlen, neue Ideen und Laboruntersuchungen zur Lösung dieser Frage zu konzentrieren. Angesichts der neuen Erklärung

des vor $3 \cdot 10^9$ Jahren stärkeren Magnetfeldes des Mondes sei die Hoffnung ausgesprochen, daß sich für dieses Problem eine plausiblere Erklärung finden möge. Die Darlegungen von MARX und HANTZSCHE scheinen mir ein klareres Bild zu geben.

Literatur:

MARX, S.: **Zu einigen neuen Erkenntnissen über den Erdmond.** In: Astronomie in der Schule 12 (1975) 1.
STILLER, H.: **Neue Aspekte der Entstehung unseres Planetensystems.** In: Spektrum 9/1974.

DORSCHNER, J.: **Planeten – Geschwister der Erde.** Akzent Band 27, Urania-Verlag Leipzig-Jena-Berlin.
SHARKOW, W. N.: **Der innere Aufbau von Erde, Mond und Planeten.** Kleine naturwissenschaftliche Bibliothek, Reihe Physik, Band 35.
MUNDT, W.; ROTHER, K.: **Stand der Erforschung des magnetischen Feldes des Mondes.** In: Die Sterne 54 (1978) 1.
HANTZSCHE, E.: **Doppelplanet Erde–Mond.** Kleine naturwissenschaftliche Bibliothek, Reihe Physik, Band 15.

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. JOHANNES HOPPE
69 Jena, Sonnenbergstraße 12, 336–09

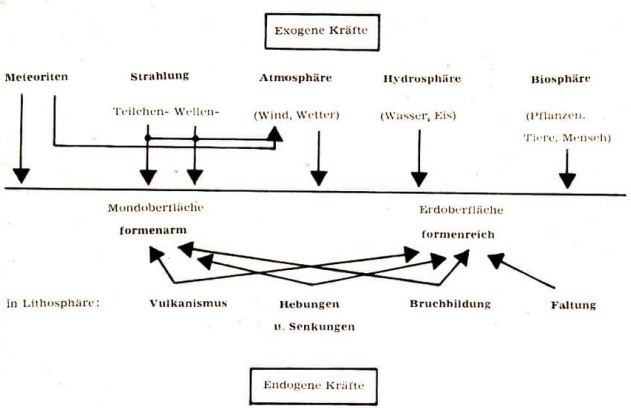
DIETMAR GÖCKERITZ

Neuere Erkenntnisse über den Erdmond im Unterricht

In diesem Heft informiert J. HOPPE über neuere Erkenntnisse vom Erdmond [1]. Im vorliegenden Beitrag wird dargelegt, wie dieses Wissen in den Unterricht einfließen kann. Die Ausführungen HOPPES ermöglichen, den Unterricht zu den Lehrplanabschnitten 1.3.2. und 1.3.3. zu aktualisieren. Bemerkungen zur Entstehung und Evolution des Erdmondes könnten als kurze Information im Zusammenhang mit dem Abschnitt 2.3.1. und der dort zu behandelnden Sternentstehung verbunden werden. HOPPE weist darauf hin, daß sich die Fachwissenschaft zur Entstehung des Erdmondes nur sehr vorsichtig äußert, wenn er formuliert, daß die dritte der von ihm angeführten Hypothesen als der im Kern richtige Ansatz zur endgültigen Lösung des Problems gesehen wird. Für den Astronomieunterricht gilt es vor allem, die Ausführungen zu den Oberflächenschichten sowie ihrer Struktur und zum inneren Aufbau des Erdmondes zu erschließen.

Der Lehrplan fordert, den Schülern Unterschiede des Reliefs des Erdmondes im Vergleich mit der Erde bewußtzumachen. Dazu können

Tafelbild oder Folie



Die Begriffe der Abbildung geben jeweils nur Denkanstöße zur Reproduktion des Wissens hauptsächlich aus dem Fach Geographie (Klasse 9). Erosionsformen, Transport und Akkumulation des Materials durch fließendes Gewässer, Wind und Eis sollten mündlich ergänzt werden.

Kenntnisse über die Gesteinskruste der Erde und ihre Veränderungen aus dem Geographieunterricht der 9. Klasse genutzt werden. Es sei besonders auf Aussagen zur Wirkung exogener und endogener Kräfte verwiesen. Die Abbildung 1 zeigt kausale Zusammenhänge zwischen dem Vorhandensein einer Atmosphäre mit Wind und Wetter auf der Erde und den sich daraus ergebenden Formen und Prozessen einerseits, sowie dem Fehlen der Atmosphäre u. a. m. beim Erdmond mit den daraus resultierenden Unterschieden andererseits. Mit Hilfe dieser Darstellung können folgende Aufgaben formuliert werden:

1. *Wiederholen Sie aus dem Fach Geographie Klasse 9 das Wissen über exogene und endogene Kräfte! Wie wirken diese Kräfte auf die Gestaltung der Erdoberfläche?* (vorbereitende Hausaufgabe)
2. *Vergleichen Sie die Einflüsse exogener und endogener Einwirkungen auf die Oberflächen von Erde und Erdmond!*
3. *Begründen Sie die Unterschiede!*

Direkt vergleichbar sind die durch Einschläge von Meteoriten auf Erde und Erdmond (auch Merkur, Venus, Mars, Monde des Mars und des Jupiters) entstandenen Formen, wobei wiederum bei der Erde die stärkere Veränderung und teilweise Überformung durch Verwitterung, fließendes Wasser und Vegetation die Erkennbarkeit solcher Astrobleme erschweren. Aufnahmen der Erde von Bord der Raumflugkörper ließen erstmalig größere derartige Formen auf der Erde erkennen wie z. B. die Richat-Strukturen in Mauretanien mit einem Durchmesser von etwa 50 km (Dia-Serie der Urania „Raumfahrt im Dienste der Erdforschung", Bild 37) oder ein Krater im Gebiet Chatanga in Nordsibirien mit mehr als 80 km Durchmesser. Wie HOPPE erwähnt, sind auch in Europa mit dem Steinheimer Becken und dem Nördlinger Ries ganz beachtliche Dimensionen solcher Astrobleme jetzt bekannt geworden. Neben exogen entstandenen Formen spielen auch endogene Prozesse bei der Formung der Mondoberfläche eine Rolle. Wie HOPPE beschreibt, haben Krater von weniger als 10 km Durchmesser im Bereich von Spalten und einer schwachen Krustendecke ebenso endogenen Ursprung wie die Basaltüberflutungen in den Maria, die sich als Ergebnis des Einschlags übergroßer Meteorite oder planetoidengroßer Körper herausstellten. Zur Beweisführung für rezente vulkanische Tätigkeit auf dem Erdmond sei auch noch auf die 1958 von KOSYREW durchgeführte spektrographische Beobachtung eines Gasausbruches im Krater Alphonsus verwiesen. Die im Lehrbuch als noch ungelöstes Problem erwähnten Strahlensysteme bei Ringgebirgen, wie z. B. Kepler und Copernicus, erwiesen sich als feinzerstäubtes Material mit stärkerer Reflexion des Lichts als vom Untergrund.

Es erscheint notwendig, die Schüler darauf hinzuweisen, daß die Mondforschung immer stärker von Spezialisten betrieben wird. Zum Einsatz kommen spezifische Forschungs- und Arbeitsmethoden auf den Gebieten der Mineralogie, Seismologie und anderer benachbarter Disziplinen. Außerdem ist die Vielzahl von Daten, wie sie durch Raumflugkörper bisher gewonnen wurden, größtenteils nur einer vorläufigen Auswertung unterzogen worden. Das gilt auch für die Analyse der von den sowjetischen Mondsonden Luna 16, 20 und 24 und den US-amerikanischen Raumschiffen Apollo 11, 12, 14, 15, 16 und 17 mitgebrachten Gesteinsproben. Auch die AdW der DDR beteiligt sich an der Untersuchung der von sowjetischen Mondsonden mitgebrachten Gesteinsproben.

HOPPES Ausführungen zu den Gesteinsunterschieden gehen über die Lehrplanforderungen hinaus und sollten nur bei gezielten Fragen der Schüler zur mündlichen Information herangezogen werden. Bei der Erörterung des Stoffgebietes „Entwicklung unserer Kenntnisse über den Erdmond" sollten die von HOPPE angeführten Geräte und Experimente als Belege für die weitere stetige Entwicklung der Forschung erwähnt werden.

Fragen des inneren Aufbaus, der Energiefreisetzung durch radioaktive Stoffe, des Magnetismus gehören ebenfalls nicht zum Lehrstoff. Der Lehrer muß sich darüber informieren, um auf Fragen der Schüler antworten zu können.

Literatur:

[1] HOPPE, J.: **Neuere Erkenntnisse über den Erdmond.** In: Astronomie in der Schule **16** (1979) 3.

Anschrift des Verfassers:
DIETMAR GÖCKERITZ
65 Gera
Herderstraße 20

HORST BIENIOSCHEK; KLAUS LINDNER

Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Die Sterne" (II)[1]

2. Verlaufsteil

2.1. *Stundenübersicht und inhaltliche Schwerpunkte*

1. Stunde: **Scheinbare Helligkeit und Entfernung von Sternen**
Die scheinbare Helligkeit
Jährliche Parallaxe und Entfernungsbestimmungen

2. Stunde: **Absolute Helligkeit und Temperatur von Sternen**
Die absolute Helligkeit und die Leuchtkraft
Die Oberflächentemperaturen der Sterne

3. Stunde: **Das Hertzsprung-Russell-Diagramm**
Der Zusammenhang zwischen Leuchtkraft und Temperatur
Radien und Massen der Sterne

4. Stunde: **Doppelsternsysteme; mittlere Dichte von Sternen**
Doppelsterne (einschließlich Bedeckungssterne)
Die mittlere Dichte

5. Stunde: **Entstehung und Entwicklung der Sterne**
Das Kontraktionsstadium
Der Entwicklungsweg im HRD
Sterne mit veränderlichen Zustandsgrößen
Endstadien der Sternentwicklung

2.2. *Methodische Gestaltung der Unterrichtsstunden*

1. Stunde

Thema: **Scheinbare Helligkeit und Entfernung von Sternen**

Ziele: Die Schüler sollen
- die Meßbarkeit der scheinbaren Helligkeit der Sterne und
- die Abhängigkeit der scheinbaren Helligkeit von der Entfernung und von der Leuchtkraft der Sterne verstehen sowie
- ein Verfahren zur Entfernungsbestimmung von Sternen (trigonometrische Parallaxe) kennenlernen.

Stundengliederung:

1. Einführen der scheinbaren Helligkeit und der Größenklassen von Sternen
2. Erarbeiten der Abhängigkeit der scheinbaren Helligkeit von der Leuchtkraft und der Entfernung der Sterne
3. Erarbeiten eines Verfahrens zur Bestimmung von Sternentfernungen

Variante des Stundenverlaufs:

Zur Vorbereitung des Stoffabschnitts „Die Sterne" ist den Schülern (etwa zu Beginn der Behandlung des Abschnitts 1.4.) die Beobachtungsaufgabe zu stellen, die Sterne der Sternbilder Orion und/oder Großer Wagen in der Reihenfolge der beobachtbaren Helligkeit zu ordnen und die Farben der Sterne anzugeben. Diese Aufgabe kann als Hausaufgabe oder für die Beobachtungsabende erteilt werden.

Zu 1.

In Abhängigkeit von der bisherigen Unterrichtsführung in der Klasse sind zunächst zwei Merkmale des Begriffs Stern im Unterrichtsgespräch zu erarbeiten:
- Sterne sind sonnenähnliche Körper.
- Sterne sind selbstleuchtende Gaskugeln hoher Temperatur (Tafel I).

Danach entwickelt der Lehrer das Ziel des Stoffabschnitts, Kenntnisse über wichtige physikalische Eigenschaften der Sterne zu erwerben und Methoden kennenzulernen, wie diese physikalischen Eigenschaften erkannt werden. Dabei soll vom Lehrer auch darauf hingewiesen werden, daß wegen der nur punktförmigen Abbildung der Sterne mit Fernrohren noch im vergangenen Jahrhundert von bedeutenden Astronomen (z. B. FRIEDRICH WILHELM BESSEL) die Möglichkeit angezweifelt wurde, die physikalischen Eigenschaften der Sterne erkennen zu können. Die Schüler sollen erfahren, daß Gelehrte, die von der Erkennbarkeit der physikalischen Eigenschaften der Sterne überzeugt waren (z. B. KARL FRIEDRICH ZÖLLNER, GUSTAV KIRCHHOFF), Apparaturen entwickelt haben, um aus der Helligkeit der Sterne und der Art des Sternenlichts auf die Eigenschaften der Sterne zu schließen.

Danach werden der erste Teil der Beobachtungsprotokolle ausgewertet und die Reihenfolge der entsprechend der beobachteten Helligkeiten geordneten Sterne verglichen (Tafel III).

Der Lehrer teilt mit:
- Die bei der Bearbeitung der Beobachtungsaufgabe vorgenommene Helligkeitsschätzung mit dem Auge wurde schon im 2. Jh. v. u. Z. von den Menschen vorgenommen.
- In dieser Zeit erfolgte bereits eine Einteilung der Sterne je nach beobachteter Helligkeit in bestimmte Klassen.

[1] s. Astronomie in der Schule 16 (1979) 2, S. 37.

– Dieses Einteilungsprinzip blieb im wesentlichen bis heute erhalten.

Die Schüler sollen sich nun im Lehrbuch (S. 75) über die Größenklassen informieren. Danach werden folgende Kontrollfragen gestellt:

– Welche Sterne sind die schwächsten, die mit bloßem Auge beobachtet werden können?
– Welcher der beiden Sterne Wega ($m \approx 0^m$) und Sirius ($m \approx -1\overset{m}{.}5$) wird als hellerer Stern beobachtet? Begründen Sie!

Nach Beantwortung dieser Fragen sollen die Schüler begründen, warum die Helligkeitsschätzungen mit bloßem Auge durch Helligkeitsmessungen mit geeigneten Meßgeräten ersetzt wurden.

Als Beispiele für Helligkeitsmessungen werden die Schüler auf den Belichtungsmesser hingewiesen (Original verwenden) und mit einer Meßanordnung in einem Demonstrationsexperiment bekanntgemacht (Experiment 1).

Es kann noch folgende historische Einflechtung erfolgen: Helligkeitsmessungen werden seit etwa 1860 durchgeführt, nicht zuletzt bedingt durch die Entwicklung der Licht- und Beleuchtungstechnik. Dies steht im Zusammenhang mit der verstärkten Maschinenauslastung in der kapitalistischen Industrie durch Nachtarbeit und der dafür erforderlichen Entwicklung geeigneter Lichtquellen. Um deren Helligkeiten vergleichen zu können, waren entsprechende Meßgeräte erforderlich.

Zu 2.

Mit Hilfe von Demonstrationsexperimenten werden die Schüler zu der Erkenntnis geführt, daß die beobachtbare (auf der Erde meßbare) Helligkeit der Sterne von der Entfernung und der Leuchtkraft abhängt.

Die Schüler sollen zu der Frage „Wovon hängt es ab, ob die Sterne lichtstark oder lichtschwach beobachtet werden?" Vermutungen nennen und Vorschläge zu deren experimenteller Prüfung vortragen.

Als Hilfen können gegeben werden:

– Denken Sie an beleuchtete Fahrzeuge, denen ein Kraftfahrer oder ein Fußgänger auf der Landstraße begegnet!
– Sie haben gewiß nachts (z. B. von einem fahrenden Zug aus) verschiedene Lichtquellen beobachtet!

Einige Vermutungen werden anschließend diskutiert.

Durch Experimente wird die Abhängigkeit der meßbaren Helligkeit von der Entfernung und der Leuchtkraft bestätigt (Experiment 2). An dieser Stelle muß den Schülern gesagt werden, daß das Experiment ein Modell ist, das uns ermöglicht, im Kosmos geltende Zusammenhänge nachzugestalten und zu erkennen. (Die Beziehungen zwischen Modell und Realität sind durch Konkretisierung herzustellen. Es ist zu beachten, daß die Schüler beim Entwickeln der Experimentieranordnungen zur Prüfung der Vermutungen die Beziehungen zwischen Modell und Realität bereits genutzt haben.)

Anschließend wird der Begriff *„Scheinbare Helligkeit"* eingeführt als auf der Erde meßbare Helligkeit der Sterne (Tafel I).

Zu 3.

An die erarbeitete Abhängigkeit der scheinbaren Helligkeit der Sterne von der Entfernung knüpft der Lehrer an, um zu begründen, daß die Sternentfernung bekannt sein muß, um über die „wahre" („tatsächliche") Helligkeit der Sterne etwas aussagen zu können. Im Unterrichtsgespräch wird eine Methode zur Bestimmung der Sternentfernung (trigonometrische Parallaxe) erarbeitet (Tafel II). Es sollte darauf hingewiesen werden, daß F. W. BESSEL erstmals mit Hilfe der Parallaxe die Entfernung eines Sterns bestimmte und damit einen entscheidenden Beweis für die von COPERNICUS angenommene Bahnbewegung der Erde um die Sonne erbrachte.

Schritte der Erarbeitung:

– Die Blickrichtungen von der Erdbahn aus zum Stern im Abstand eines halben Jahres schließen den Winkel $2\,p$ ein. p heißt Parallaxe des Sterns.
– Würde man von einem Stern die Strecke Sonne–Erde betrachten, so wäre diese unter dem Winkel p zu sehen.
– Es gilt: Je größer die Entfernung r des Sterns von der Erde, desto kleiner ist der Winkel p (Lehrbuch Abb. 72/2 verwenden).
– Man kann diesen Zusammenhang nutzen um die Sternentfernung durch Messung des Winkels p zu bestimmen.

$$r \text{ (in pc)} = \frac{1}{p \text{ (in Bogensekunden)}}.$$

wobei 1 pc (1 Parsec) $\approx 3{,}1 \cdot 10^{13}$ km ist.

Es wird folgende Hausaufgabe erteilt, bei der die Schüler Kenntnisse über die Einheit 1 Lichtjahr (1 ly) selbständig erwerben sollen:

– Berechnen Sie die Entfernung des Sterns Aldebaran ($p \approx 0\overset{''}{.}05$)! Benutzen Sie das Lehrbuch (S. 77)!

Aufgaben:

1. *Die Sterne Beteigeuze und Rigel (im Orion) erscheinen uns beide etwa gleich hell. Beteigeuze ist 91 pc, Rigel 167 pc von uns entfernt. Welcher Stern hat die größere Leuchtkraft?*
   Begründen Sie Ihre Aussage!
   (Rigel hat die größere Leuchtkraft, da er

gleich hell wie Beteigeuze erscheint, sich aber in größerer Entfernung befindet.)

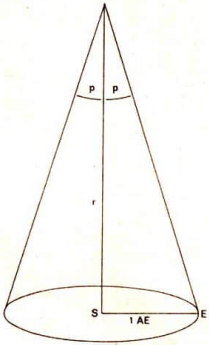
2. *Was versteht man unter der Parallaxe eines Sterns? Welche Beziehungen bestehen zwischen der Parallaxe und der Entfernung des Sterns?*
(Parallaxe ist der halbe Winkel, den die Blickrichtungen eines Beobachters von der Erdbahn aus zum Stern im Abstand eines halben Jahres einschließen.
Oder: Die Parallaxe eines Sterns ist der Winkel, unter dem die Strecke Sonne–Erde vom Stern aus beobachtet werden könnte. Je größer die Sternentfernung r, desto kleiner ist die Parallaxe p.

Es gilt: r (in pc) $= \frac{1}{p}$ (p in Bogensekunden)).

Tafelbilder/Folien:

Tafel I

Die Sterne
– Sonnenähnliche Körper
– Selbstleuchtende Gaskugeln hoher Temperatur
Die *scheinbare Helligkeit* m ist die auf der Erde meßbare Helligkeit der Sterne. Sie hängt von der Entfernung und der Leuchtkraft der Sterne ab.



Tafel II

Bestimmung der Sternentfernung durch trigonometrische Parallaxe

$$r = \frac{1}{p}$$

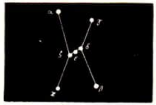
(r in Parsec) (p in Bogensekunden)
1 pc $\approx 3{,}1 \cdot 10^{13}$ km
Beispiel (s. Lehrbuch S. 74)

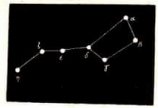
Tafel III

Sternhelligkeiten und Sternfarben
Sternbild

Orion		*Großer Wagen*	
Helligkeit	**Farbe**	**Helligkeit**	**Farbe**
β	weiß	ε	weiß
α	rot	α	gelb
γ	bläulich	η	bläulich
ε	bläulich	ζ	weiß
ζ	bläulich	β	weiß
$\varkappa$	bläulich	γ	weiß
δ	bläulich	δ	weiß

(Die Sternfarben werden erst in der 2. Stunde verglichen.)





Experimente:

Experiment 1:
Demonstration von Helligkeitsmessungen
Anordnung:
Glühlampen 12 V/21 W Photowiderstand
12 V/ 5 W Meßgerät DSD 3-0-3 mA
Spannungsquelle 12 V (Zeiger im stromlosen Zustand links) oder 2 mA/100 mV
Widerstand 50 Ohm (SEG)
Spannungsquelle max. 20 V –
Anmerkungen: Als Photowiderstand geeignet ist ein CdS-Typ, $P_{max} = 100$ mW, z. B. aus dem Baukastensystem Elektronik. Zeigernullstellung am Gerät DSD links. Falls die Empfindlichkeit zu gering ist, kann ein zweiter Photowiderstand parallel geschaltet werden. Gerät 2 mA/100 mV ist empfindlicher. Lampen und Photowiderstand in gleicher Höhe anbringen. Raum zum Experimentieren abdunkeln.
Experiment 2:

Abhängigkeit der Helligkeit von Entfernung und Leuchtkraft

Anordnung wie bei Experiment 1.
a) Variation der Entfernung bei gleicher Leuchtkraft
b) Variation der Leuchtkraft bei gleicher Entfernung
c) Die Lampen werden in solche Entfernungen gebracht, daß für beide gleiche Helligkeiten gemessen werden können (Vorbereitung für Aufgabe 1).

(wird fortgesetzt)

KLAUS LINDNER

Astronomische Daten für das Schuljahr 1979/80

Der Lehrstoff des Astronomieunterrichts ist seit der Einführung des derzeit gültigen Lehrplans im Schuljahr 1971/72 im wesentlichen unverändert geblieben. Dennoch kann Astronomie nicht „zeitlos" unterrichtet werden; unter anderem spielen die Beziehungen zwischen dem Unterricht im Klassenraum und dem aktuellen veränderlichen Geschehen am Sternhimmel eine stimulierende und aktivierende Rolle für die Schüler. Das ist selbst dann der Fall, wenn ein bestimmtes astronomisches Ereignis nicht selbst beobachtet wird, sondern nur im Unterricht Erwähnung findet. Um so mehr wird das Interesse der Schüler angesprochen, wenn der Lehrer ihnen Anregungen zur eigenen Beobachtung bestimmter astronomischer Ereignisse vermittelt oder solche Ereignisse selbst mit ihnen beobachtet.

Aktuelles Datenmaterial für solche Hinweise und Anregungen für die Planung der Beobachtungen zu bieten, ist auch in diesem Jahr das Anliegen der folgenden Zusammenstellung. Wie in den früheren Schuljahren ist sie in bezug auf Gliederung und Stoffauswahl auf den Lehrplan Astronomie bezogen. Alle Zeiten sind in MEZ gegeben.

1. Die Erde als Himmelskörper

Tägliche und jährliche Bewegung

Das Jahr 1980 ist ein Schaltjahr. Daß trotz des „zusätzlichen" Schalttages die Jahreslänge nicht von der der Vorjahre abweicht, ist an folgenden Daten abzulesen:

Herbstanfang	23. 9. 1979, 16 h 17 min
Wintersanfang	22. 12. 1979, 12 h 10 min
Frühlingsanfang	20. 3. 1980, 12 h 10 min
Sommersanfang	21. 6. 1980, 6 h 47 min
Herbstanfang	22. 9. 1980, 22 h 09 min

Demnach beträgt die Dauer

des Herbstes	89 d 19 h 53 min = 89,83 Tage,
des Winters	89 d 00 h 00 min = 89,00 Tage,
des Frühlings	92 d 18 h 37 min = 92,77 Tage,
des Sommers	93 d 15 h 22 min = 93,64 Tage.

Das ergibt (vom Herbstanfang 1979 bis zum Herbstanfang 1980) als Dauer des Jahres 365,24 Tage. Weiterhin ist diesen Daten zu entnehmen, daß das Winterhalbjahr (auf der Nordhalbkugel der Erde betrachtet) mit 178,83 Tagen um 7,58 Tage kürzer ist als das Sommerhalbjahr. Ursache für diese Differenz ist die im 2. Keplerschen Gesetz mathematisch erfaßte unterschiedlich schnelle Bahnbewegung der Erde. Im sonnennächsten Bahnpunkt, der am 3. 1. 1980 um 15 h 38 min durchlaufen wird, beträgt die Bahngeschwindigkeit der Erde 30,28 km/s. Den sonnenfernsten Punkt ihrer Bahn durchläuft die Erde mit 29,27 km/s am 3. 7. 1979, 22 h 00 min und am 5. 7. 1980, 18 h 06 min. Zu dieser Zeit ist sie 1,0167 AE, Anfang Januar dagegen nur 0,9833 AE von der Sonne entfernt.

Sternbilder

Auch in diesem Schuljahr wird die Erkennbarkeit der Sternbilder bei abendlichen Beobachtungen in den Herbstmonaten durch die Planeten nicht beeinträchtigt. Dagegen bringen Venus, Mars, Jupiter und Saturn im Winter und im Frühling beachtenswerte Veränderungen in den Himmelsanblick. *Venus* hält sich bis Anfang April in den wenig auffälligen Sternbildern Steinbock, Wassermann und Fische auf und gelangt erst gegen Ende ihrer Sichtbarkeitsperiode, ab April, in den Bereich des Wintersechsecks. *Mars* beschreibt seine Oppositionsschleife im Sternbild Löwe und gelangt dreimal in die Nähe des Sterns Regulus. Ebenfalls im Sternbild Löwe befindet sich *Jupiter*. *Saturn* pendelt zwischen Löwe und Jungfrau hin und her.

2. Der Erdmond

Bewegung und Phasen

Zur Vorbereitung einer abendlichen Beobachtung des Mondes sind im Abschnitt 5 dieses Beitrages die Zeiträume genannt, in denen der Mond am Abendhimmel sichtbar ist. Für die Monate, in denen die Unterrichtseinheit „Der Erdmond" behandelt wird, sind dort auch die Zeiten der größten Erdnähe und Erdferne des Mondes gegeben.

Auf eine eindrucksvolle Sternbedeckung sollten die Schüler hingewiesen werden: Der Mond bedeckt in der Nacht vom 30. zum 31. 12. 1979 zwischen 0 h 51 min und 1 h 53 min den hellen Stern Aldebaran (α Tau). In dieser Nacht ist fast Vollmond.

Finsternisse

Im Schuljahr 1979/80 finden keine bei uns sichtbaren Kernschattenfinsternisse statt. Lediglich eine Halbschattenfinsternis des Mondes am 1. 3. 1980 überdeckt das Territorium der DDR; von ihrer Beobachtung muß aber abgeraten werden, da ein Verfinsterungseffekt mit schulmäßigen Mitteln nicht wahrnehmbar ist.

3. Das Planetensystem

Merkur

kann 1979/80 noch seltener als im vergangenen Schuljahr gesehen werden. Er kommt nur zweimal in günstige Beobachtungsposition. Die erste Periode (Morgensichtbarkeit) beginnt am 27. 11.; Merkur erreicht am 7. 12. 1979 mit 21° seinen größten westlichen Abstand von der Sonne und geht dann fast 2 Stunden vor ihr im Südosten auf. Am 21. 12. 1979 endet diese Sichtbarkeitsperiode. Ein zweites Mal ist Merkur vom 8. 2. bis zum 29. 2. 1980 am Abendhimmel zu beobachten. (Dies ist fast genau der Zeitraum der Winterferien.) Den größten östlichen Abstand von der Sonne erreicht Merkur am 19. 2. 1980 mit 18°; er geht an diesem Tage fast 2 Stunden nach der Sonne im Westen unter. In beiden Sichtbarkeitsperioden erscheint er als Objekt 0. Größe.

Am 17. 2. 1980 geht die schmale Sichel des zunehmenden Mondes in 2° Abstand südlich an Merkur vorüber. Dieses Ereignis ist bis zu 40 Minuten nach Sonnenuntergang im Westen beobachtbar.

Venus

kann von Ende November 1979 bis Ende Mai 1980 als Abendstern beobachtet werden. Ihren größten Winkelabstand von der Sonne, d. h. ihre größte Sichtbarkeitsdauer am abendlichen Westhimmel, erreicht sie am 5. 4. 1980 mit 46°. An diesem Tage geht das auffällig helle Gestirn (−3 m 9) erst gegen 23 h 00 min unter. Einen der-

artig späten Venusuntergang gab es zuletzt im Mai 1975. Am 9. 5. 1980 leuchtet Venus im größten Glanz (-4^m2). Fernrohrbeobachtungen zeigen bereits ab Januar eine deutliche Phase; von April an ist die Sichelgestalt auffällig. Von Januar bis zum Ende der Sichtbarkeit wächst der scheinbare Durchmesser des Planeten von 13″ auf über 40″ an, da sich Venus der Erde ständig nähert. Sie durchläuft in diesem Zeitraum die Sternbilder Steinbock bis Stier. Am 20. 1. 1980 passiert der Mond die Venus in nur 1° Abstand. Er befindet sich zu Beginn der Abenddämmerung jedoch bereits östlich des Planeten; die Himmelsgegend geht gegen 19^h30^{min} unter. Am 3. 4. 1980 geht Venus in 1° Abstand südlich an den Plejaden vorüber (Untergang 23^h).

Mars

beschreibt im Schuljahr 1979/80 eine auffällige Schleifenbewegung, deren rückläufiger Teil zwischen dem 17. 1. und dem 7. 4. 1980 durchlaufen wird. Sie ist durch die Nähe des Sterns Regulus (α Leo) besonders eindrucksvoll, da die Relativbewegung des Mars gegenüber diesem Stern leicht verfolgt werden kann. Dreimal geht Mars an Regulus vorüber: am 17. 11. 1979 in rechtläufiger, am 18. 3. 1980 in rückläufiger und am 28. 4. 1980 wieder in rechtläufiger Bewegungsrichtung. Gleichzeitig befindet sich aber auch der deutlich hellere Jupiter im Löwen und beschreibt ebenfalls eine Schleifenbewegung. Dadurch kommt es zu drei Begegnungen zwischen Mars und Jupiter. Am 13. 12. 1979 (beide Planeten sind noch rechtläufig) überholt Mars in 2° Abstand den langsameren Jupiter. Am 2. 3. 1980 (beide Planeten sind inzwischen rückläufig geworden) geht Mars in 3° Abstand zum zweiten Male an dem langsameren Riesenplaneten vorbei. Schließlich überholt Mars am 4. 5. 1980 noch einmal den Jupiter, diesmal wieder in rechtläufiger Richtung und in nur 0°8 Abstand. Eine solche dreimalige Konjunktion zwischen Mars und Jupiter fand zum letzten Male in den Jahren 1836/37 statt.

Mars geht zum Schuljahresbeginn gegen 0^h30^{min} auf. Seine Aufgangszeit verfrüht sich bis zum Beginn der Winterferien auf 20^h. Am 25. 2. 1980 kommt Mars in Opposition zur Sonne. Von da an bis zum Schuljahresende kann er am Abendhimmel beobachtet werden. Wegen der großen Exzentrizität der Marsbahn fällt das Oppositionsdatum nicht mit dem Tage der größten Annäherung des Mars an die Erde (26. 2. 1980) zusammen. An diesem Tage ist Mars ein Objekt mit -1^m0 und einem scheinbaren Durchmesser von 14″.

Wenn sich der Mond zu Mars und Jupiter gesellt, bietet sich ein besonders reizvoller Anblick. In den Abendstunden ist die Beobachtung dieser Konstellation an folgenden Tagen möglich: 7. 1. 1980 ab 22^h; 3. 2. 1980 ab 19^h; 1. 3. 1980, 27./28. 3. 1980, 24. 4. 1980 und 21./22. 5. 1980 vom Beginn der Abenddämmerung an beobachtbar. In der Zeit vom 7. bis zum 11. 10. 1979 durchläuft Mars den offenen Sternhaufen Praesepe im Sternbild Krebs. Die Beobachtung ist in den frühen Morgenstunden möglich; Mars geht zu dieser Zeit kurz vor Mitternacht auf.

Jupiter

durchläuft im Schuljahr 1979/80 seine Bahnschleife wie Mars im Sternbild Löwe. Er passiert am 26. 9. 1979 den Stern Regulus (α Leo), wird am 27. 12. 1979 rückläufig und kommt am 24. 2. 1980 in Opposition zur Sonne. Nur 12 Stunden später findet die Marsopposition statt – ein Hinweis auf die große Annäherung der beiden Planeten aneinander (vgl. Abschnitt *Mars*!). Jupiter wird am 26. 4. 1980 wieder rechtläufig. Am Schuljahresbeginn geht der helle Planet zu Beginn der Morgendämmerung auf, Anfang Januar 1980 gegen 21^h30^{min}. Von Anfang März bis zum Ende des Schuljahres ist er am Abendhimmel beobachtbar. Seine scheinbare Helligkeit steigert sich bis zur Opposition bis auf -2^m1.

Saturn

befindet sich während des ganzen Schuljahrs in der Grenze der Sternbilder Löwe und Jungfrau. Im September ist er unsichtbar; ab Oktober kann er vor Sonnenaufgang im Osten gesehen werden. Zwischen dem 8. 1. und dem 23. 5. 1980 legt Saturn den rückläufigen Teil seiner Bahnschleife zurück. Nach den Winterferien kommt er als Objekt für abendliche Beobachtungen in Betracht und ist in den Wochen um die Opposition (14. 3. 1980) die ganze Nacht hindurch sichtbar. Einige sehr nahe Vorübergänge des Mondes an Saturn bieten Gelegenheit, die rasche Bewegung des Erdtrabanten zu verfolgen: 4. 2. 1980 (ab 20^h45^{min} im Osten beobachtbar).

2./3. 3. 1980 (die Konjunktion erfolgt kurz nach Mitternacht; Saturn und der Mond sind vom Dunkelwerden an zu sehen), 29./30. 3. 1980 (Konjunktion gegen 3^h; Beobachtung vom Dunkelwerden an möglich).

Für kleine Fernrohre wird das Ringsystem des Saturn im Schuljahr 1979/80 mehrmals unsichtbar, da in dieser Zeit die Ringebene in die Blickrichtung Erde–Saturn fällt bzw. die Sonne lediglich die Ringkante, nicht aber die Ringfläche beleuchtet. Auch in der übrigen Zeit ist jedoch die Ringellipse sehr schmal und unscheinbar.

Übrige Planeten

Uranus verbleibt im Sternbild Waage am frühsommerlichen Abendhimmel. *Neptun* befindet sich im Sternbild Schlangenträger und *Pluto* an der Grenze der Sternbilder Jungfrau und Bootes. Pluto bewegt sich seit Anfang des Jahres 1979 in dem innerhalb der Neptunbahn verlaufenden Bahnabschnitt (vgl. Lehrbuchabbildung 45/2). Erst im Jahre 1999 wird er wieder in Wahrheit der sonnenfernste Planet sein.

4. Die Sonne

Auch im Schuljahr 1979/80 ist eine weitere Zunahme der Sonnenaktivität zu erwarten. Das Maximum wird voraussichtlich im Laufe des Jahres 1980 eintreten.

5. Astronomischer Kalender 1979/80

Nachfolgend sind, wie im Vorjahr, wichtige astronomische Daten des Schuljahres in chronologischer Reihenfolge zusammengestellt. Die in Klammern beigefügten Angaben beziehen sich in der Regel auf das Sternbild, in dem sich die Konstellation ereignet, und auf die günstigste Beobachtungszeit. Die bei den Mondvorübergängen an den hellen Planeten angegebenen Abstände sind auf den Erdmittelpunkt als Beobachtungsort bezogen. Der tatsächlich beobachtete Abstand kann davon bis zu 1° abweichen. Für viele Erscheinungen findet sich eine ausführlichere Beschreibung im Text.

September 1979
Mond am Abendhimmel:
Sa., 1. bis So., 9. 9. und Mi., 26. 9. bis Mo., 8. 10. 1979
Do., 6. 9. Totale Mondfinsternis, in der DDR nicht beobachtbar
Mo., 10. 9. 15 h Saturn in Konjunktion zur Sonne (Löwe)
So., 23. 9. 16 h Herbstanfang
Mi., 26. 9. Jupiter 0°3 nördlich von Regulus (24. bis 27. 9. jeweils ab 3 h beobachtbar)

Oktober 1979
Mond am Abendhimmel:
Mi., 26. 9. bis Mo., 8. 10. und Do., 25. 10. bis Mi., 7. 11. 1979
Do., 4. 10. 16 h Mond in Erdnähe
Di., 16. 10. 22 h Mond in Erdferne
Do., 18. 10. 6 h Saturn 0°7 nördlich vom Mond (Löwe; ab 3 h 30 min beobachtbar)
Mo., 29. 10. 17 h Merkur in größter östlicher Elongation (24°; Waage)

November 1979
Mond am Abendhimmel:
Do., 25. 10. bis Mi., 7. 11. und Fr., 23. 11. bis Do., 6. 12. 1979
Do., 1. 12. 20 h Mond in Erdnähe
Mo., 12. 11. 11 h Mars 3° nördlich vom Mond (Löwe; am 11. 11. ab 23 h 30 min beobachtbar)
Di., 13. 11. 8 h Jupiter 0°8 nördlich vom Mond (Löwe; am 13. 11. ab 0 h beobachtbar)
Di., 13. 11. 15 h Mond in Erdferne
Sa., 17. 11. Mars 2° nördlich von Regulus (16. bis 18. 11. jeweils ab 23 h 30 min beobachtbar)
Di., 27. 11. Beginn der Morgensichtbarkeit des Merkur

Dezember 1979
Mond am Abendhimmel:
Fr., 23. 11. bis Do., 6. 12. und Sa., 23. 12. 1979 bis Sa., 5. 1. 1980
Fr., 7. 12. 17 h Merkur in größter westlicher Elongation (21°; Waage)
Mo., 10. 12. 19 h Mars 2° nördlich vom Mond
Mo., 10. 12. 21 h Jupiter 0°4 nördlich vom Mond
(Löwe; am 10. 12. ab 23 h beobachtbar)
Mi., 12. 11. 6 h Saturn 0°01 nördlich vom Mond (Jungfrau; ab Mitternacht beobachtbar)
Do., 13. 12. Mars 2° nördlich von Jupiter (Löwe; 12. bis 14. 12. jeweils ab 23 h beobachtbar)
Fr., 21. 12. Ende der Morgensichtbarkeit des Merkur
Sa., 22. 12. 12 h Wintersanfang
Do., 27. 12. 6 h Jupiter wird rückläufig (Löwe)

Januar 1980
Mond am Abendhimmel:
Sa., 23. 12. 1979 bis Sa., 5. 1. 1980 und Mo., 21. 1. bis Mo., 4. 2. 1980
Do., 3. 1. 16 h Erde im Perihel
Mo., 7. 1. 5 h Jupiter 0°3 nördlich vom Mond
Mo., 7. 1. 17 h Mars 2° nördlich vom Mond
(Löwe; am 7. 1. ab 22 h beobachtbar)
Di., 8. 1. 2 h Saturn wird rückläufig (Jungfrau)
Do., 17. 1. 9 h Mars wird rückläufig (Löwe)
So., 20. 1. 14 h Venus 1° südlich vom Mond (Wassermann; am 20. 1. bis 19 h 30 min beobachtbar)

Februar 1980
Mond am Abendhimmel:
Mo., 21. 1. bis Mo., 4. 2. und Mi., 20. 2. bis Di., 4. 3. 1980
So., 3. 2. 9 h Jupiter 0°5 nördlich vom Mond
So., 3. 2. 21 h Mars 3° nördlich vom Mond
(Löwe; am 2. und 3. 2. ab 19 h beobachtbar)
Mo., 4. 2. 22 h Saturn 0°1 südlich vom Mond (Jungfrau; am 4. 2. ab 20 h 45 min beobachtbar)
Fr., 8. 2. Beginn der Abendsichtbarkeit des Merkur
Sa., 16. 2. Totale Sonnenfinsternis, in der DDR unsichtbar
So., 17. 2. 15 h Merkur 2° nördlich vom Mond (Wassermann; bis 40 min nach Sonnenuntergang im Westen beobachtbar)
Di., 19. 2. 13 h Merkur in größter östlicher Elongation (18°; Wassermann)
So., 24. 2. 19 h Jupiter in Opposition zur Sonne (Löwe)
Mo., 25. 2. 7 h Mars in Opposition zur Sonne (Löwe)
Di., 26. 2. 7 h Mars in geringster Entfernung von der Erde
Fr., 29. 2. Ende der Abendsichtbarkeit des Merkur
Fr., 29. 2. Schalttag

März 1980
Mond am Abendhimmel:
Mi., 20. 2. bis Di., 4. 3. und Do., 20. 3. bis Do., 3. 4. 1980
Sa., 1. 3. 9 h Jupiter 1° nördlich vom Mond
Sa., 1. 3. 10 h Mars 4° nördlich vom Mond
(Löwe; am 1. 3. bis 6 h beobachtbar)
Sa., 1. 3. Halbschattenfinsternis des Mondes
So., 2. 3. Mars 3° nördlich von Jupiter (Löwe; 1. bis 3. 3. jeweils die ganze Nacht hindurch beobachtbar)
Mo., 3. 3. 1 h Saturn 0°2 nördlich vom Mond (Jungfrau; die ganze Nacht hindurch beobachtbar)
Fr., 14. 3. 3 h Saturn in Opposition zur Sonne
Di., 18. 3. Mars 3° nördlich von Regulus (17. bis 19. 3. jeweils die ganze Nacht beobachtbar)
Do., 20. 3. 12 h Frühlingsanfang
Fr., 28. 3. 0 h Mars 4° nördlich vom Mond
Fr., 28. 3. 9 h Jupiter 1° nördlich vom Mond
(Löwe; am 28. 3. bis 4 h beobachtbar)
So., 30. 3. 3 h Saturn 0°4 nördlich vom Mond (Jungfrau; am 30. 3. bis 5 h 30 min beobachtbar)

April 1980
Mond am Abendhimmel:
Do., 20. 3. bis Do., 3. 4. und Sa., 19. 4. bis Sa., 3. 5. 1980
Mi., 2. 4. 18 h Merkur in größter westlicher Elongation (28°; Wassermann)
Do., 3. 4. Venus 1° südlich der Plejaden (2. bis 4. 4. jeweils bis 23 h beobachtbar)
Sa., 5. 4. 16 h Venus in größter östlicher Elongation (46°; Stier)
Mo., 7. 4. 15 h Mars wird rechtläufig (Löwe)

Do., 24. 4. 8 h Mars 2° nördlich vom Mond
Do., 24. 4. 13 h Jupiter 1° nördlich vom Mond } (Löwe; am 23. und 24. 4. bis 2 h beobachtbar)
Sa., 26. 4. 18 h Jupiter wird rechtläufig (Löwe)
Mo., 28. 4. Mars 3° nördlich von Regulus (27. bis 29. 4. jeweils bis 2 h beobachtbar)

Mai 1979

Mond am Abendhimmel:
Sa., 19. 4. bis Sa., 3. 5. und So., 18. 5. bis So., 1. 6. 1980
So., 4. 5. Mars 0°8 nördlich von Jupiter (Löwe: 3. bis 5. 5. jeweils bis 2 h beobachtbar)
Fr., 9. 5. Venus im größten Glanz (Stier; 7. bis 11. 5. jeweils bis 23 h beobachtbar)
Mi., 21. 5. 21 h Jupiter 0°6 nördlich vom Mond
Do., 22. 5. 7 h Mars 0°5 nördlich vom Mond } (Löwe; bis 24 h beobachtbar)
Fr., 23. 5. 8 h Saturn wird rechtläufig (Löwe)
Sa., 24. 5. 20 h Venus wird rückläufig (Zwillinge)

Juni 1980

Sa., 14. 6. 15 h Merkur in größter östlicher Elongation (24°; Zwillinge)
So., 15. 6. 9 h Venus in unterer Konjunktion zur Sonne (Stier)
Sa., 21. 6. 7 h Sommersanfang

Literatur:

AHNERT, P.: **Kalender für Sternfreunde 1979.** Leipzig 1978.

Astronomičeskij Ežegodnik SSSR na 1979 god. Leningrad 1976.

Astronomičeskij Ežegodnik SSSR na 1980 god. Leningrad 1977.

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

LUISE GRÄFE

Zur Nutzung astronomischer Daten im Unterricht

Im folgenden soll eine Variante vorgestellt werden, wie astronomische Daten bei der unterrichtlichen Behandlung des Stoffgebietes 1.2.1. „Die Erde und der erdnahe Raum" genutzt werden können.[1]

Zur Vorbereitung auf diese Stunde wird den Schülern folgende Hausaufgabe erteilt:

1. *Wiederholen Sie Ihre Kenntnisse über die Bewegungen der Erde und die damit verbundenen Folgen!* (Lehrbuch Geographie, Klasse 8, Seiten 19 bis 22; Lexikon)
2. *Berechnen Sie die Dauer der Jahreszeiten!*

Dazu werden folgende Angaben diktiert:

– Herbstanfang	23. 9. 1979	16 h 17 min	MEZ
– Wintersanfang	22. 12. 1979	12 h 10 min	MEZ
– Frühlingsanfang	20. 3. 1980	12 h 10 min	MEZ
– Sommersanfang	21. 6. 1980	6 h 47 min	MEZ
– Herbstanfang	22. 9. 1980	22 h 9 min	MEZ

Was soll durch die vorbereitende Hausaufgabe erreicht werden?

– Sie unterstützt wirksam die bewußte Erkenntnisgewinnung der Schüler.

– Sie fördert die Verbindung zu anderen Fächern.

– Die immanente Wiederholung führt zu einer Vertiefung des Wissens.

Die Lösung der Hausaufgabe wird mit folgenden methodischen Schritten in den Unterricht einbezogen:

Ein Schüler beschreibt die Rotation der Erde mit Hilfe des Telluriums. Er erläutert die Entstehung von Tag und Nacht und nennt die Dauer der Bewegung. Im anschließenden Unterrichtsgespräch erarbeiten die Schüler, daß sich die Erde relativ zur Sonne in 24 Stunden von West nach Ost einmal um ihre Achse dreht.

Für einen Erdbeobachter spiegelt sich diese Bewegung am Sternhimmel wider. Die Sonne und anderen Gestirne führen scheinbar eine Ost-West-Bewegung aus.

Ein anderer Schüler demonstriert am Tellurium den Umlauf der Erde um die Sonne und erläutert, daß dabei 365¼ Tag = 1 Jahr vergangen sind. Im Unterrichtsgespräch wird wieder auf die wahre und scheinbare Bewegung eingegangen. Die Erde bewegt sich auf einer ellipsenförmigen Bahn in einem Jahr um die Sonne. Die Schüler werden informiert, daß sich die Erde mit einer Geschwindigkeit von 30 km/s bewegt; das entspricht ungefähr der 1000fachen Geschwindigkeit eines D-Zuges. Das erscheint den Schülern sehr schnell. Deshalb sollte darauf hingewiesen werden, daß sich die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne erst in rund sieben Minuten um ihren eigenen Durchmesser weiterbewegt. Bei der Erörterung der Bahnbewegung der Erde wird der Begriff Astronomische Einheit eingeführt und ihr Wert genannt. Anschließend erfahren die Schüler, daß sich auch der Umlauf der Erde um die Sonne am Sternhimmel widerspiegelt. Für einen Erdbeobachter durchwandert die Sonne in einem Jahr die Sternbilder des Tierkreises. Als Folge dieser scheinbaren Bewegung sind zu jeder Jahreszeit andere Sternbilder am Abendhimmel sichtbar. Als Unterrichtsmittel werden die Sternkarte und das Lehrbuch Abbildung 18/1 verwendet.

Für die nächsten Unterrichtsschritte werden nachstehende Zahlen an die Tafel geschrieben:

Abstand Sonne – Erde am 3. 7. 1979, 22 h 00 min MEZ = 1,0167 AE
Abstand Sonne – Erde am 3. 1. 1980, 15 h 38 min MEZ = 0,9833 AE

Die Schüler erhalten den Auftrag, *die angegebenen Entfernungen Sonne–Erde in einer Skizze darzustellen, die auch die Bahn der Erde*

[1] s. LINDNER, K.: **Astronomische Daten für das Schuljahr 1979/80.** In: Astronomie in der Schule 16 (1979) 3.

um die Sonne zeigt. Da die Skizzen erfahrungsgemäß unterschiedlich ausfallen, läßt der Lehrer einige Skizzen ohne Erklärung an die Wandtafel zeichnen. Ohne Kommentar wird den Schülern zum Auswählen der richtigen Skizze (n) Bedenkzeit gegeben. Es ist günstig, zuerst mit der Begründung anzufangen, warum diese oder jene Skizze nicht richtig sein kann. Als Begründung, warum Skizzen richtig oder falsch sind, wird das 1. Keplersche Gesetz angewandt.

Für die Erteilung des nächsten Schülerauftrages werden die Ergebnisse der zweiten Hausaufgabe benötigt. Die Schüler nennen die Dauer der Jahreszeiten. Nach dem Vergleichen der Werte wird folgende Frage gestellt: *Welche Aussagen über die Bewegung der Erde können Sie mit Hilfe dieser errechneten Zeitspannen machen?* Die unterschiedliche Dauer der Jahreszeiten ergibt sich aus der unterschiedlichen Bahngeschwindigkeit der Erde. Zur Begründung wird das 2. Keplersche Gesetz angewandt.

Der Lehrplan fordert: Die Erdbahn ist als Ellipse mit geringer linearer Exzentrizität zu beschreiben. Dazu sollte — unter Bezug auf die anfangs angefertigte Skizze in den Heften — folgender Vergleich gebracht werden: Bei einer maßstäblichen Darstellung der Erdbahn auf einer Heftseite liegt die Abweichung der Bahn noch innerhalb der Strichstärke! In Wirklichkeit sind es aber rund 5 Millionen Kilometer! Abschließend seien nochmals die Vorteile dieses methodischen Vorgehens genannt. Der Unterricht wird durch Verwendung aktuellen Zahlenmaterials inhaltlich bereichert. Die Verbindung zu Erfahrungen der Schüler ist gegeben. Durch die Einbeziehung der Hausaufgaben in den Unterricht wird die Unterrichtszeit effektiv genutzt. Es werden Vorkenntnisse aus den Fächern Geographie und Physik reaktiviert. Den Schülern bekannte Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge werden auf astronomische Sachverhalte übertragen. Dabei wird das Wissen und Können der Schüler gefestigt.

Anschrift des Verfassers:
LUISE GRÄFE
8053 Dresden
Pohlandstraße 3

KLAUS FRIEDRICH

Astronomische, kosmonautische und biographische Jubiläen im Schuljahr 1979/80

Astronomische, kosmonautische und biographische Jubiläen im Schuljahr 1979/80

Nachstehende Jubiläumsdaten aus der Geschichte der Astronomie und Weltraumfahrt sowie einiger ihrer prominentesten Wissenschaftler und Förderer sind die wichtigsten im Schuljahr 1979/80. *Im Kursivdruck hervorgehobene Fakten gehören zum Unterrichtsstoff oder sind auf ihn beziehbar und daher geeignet, den Astronomieunterricht zu beleben und zu aktualisieren.*

Die Literaturangaben ermöglichen weitere Informationen zum genannten Sachverhalt.

1.3.3. (1.4.4.4.) 12. September, 20. Jahrestag des Starts der Mondsonde „Luna 2" (UdSSR). Messungen der kosmischen Teilchenstrahlung, zu den Magnetfeldern der Erde und des Mondes und zur *„Mondatmosphäre". Nach 36 Stunden Flugzeit harte Landung bei Krater Autolycus. Erster „direkter" Kontakt mit einem fremden Himmelskörper!* Vgl. MIELKE, H.: transpress Lexikon Raumfahrt, im folg. „MIELKE". Berichte über *Fernrohrbeobachtungen (!) von Staubwolken als Aufschlagwirkungen in:* Die Sterne 1960, S. 246 f.

1.3.3. (1.4.4.) 4. Oktober, 20. Jahrestag des Starts der Mondsonde „Lunik 3" (UdSSR). *Am 6. Oktober erste Fotos von der Mondrückseite,* vgl. MIELKE sowie Die Sterne 1960, S. 49 ff. (Abb.!).

1.4.2. 8. Juni, 5 Jahre Startjubiläum von „Venus 9/10" (UdSSR), die zur ersten *Orbital- und Landeoperation im Oktober 1975 führten (erste Panoramaaufnahmen von der Venusoberfläche),* s. bes. AHNERT, P.: Kalender für Sternfreunde 1977, S. 143 f. (Abb. im Tafelteil).

1.4.2. 17. August, 10 Jahre Startjubiläum der Sonde „Venus 7" (UdSSR). Einleitung der *ersten automatischen Datenübermittlung vom Venusboden* im Dezember 1970. S. bes. AHNERT, P.: Kalender für Sternfreunde 1972, S. 139 f.

1.4.3. 3. Oktober, 125. Geburtstag von HERMANN STRUVE (1854—1920). Dritter von vier Söhnen OTTO STRUVES (1862—1889 Dir. d. russ. Observatoriums Pulkowo). H. STRUVE war Teilnehmer der russ. *Venusexpedition 1879 zur Bestimmung der Sonnenparallaxe.* Studierte u. a. in Dorpat (heute Tartu, UdSSR) und Berlin (dort bei HELMHOLTZ, KIRCHHOFF und WEIERSTRASS). Experimente bei BOLTZMANN, Promotion 1882 (Mathematik). 1883 Adjunkt-Astronom in Pulkowo, ab 1895 Prof. u. Dir. der Sternwarte Königsberg (heute Kaliningrad, UdSSR) und 1904—1920 Dir. der Berliner (Universitäts-)Sternwarte (ab 1913 in Babelsberg), Mitglied der AdW. Leistungen: *Saturn-*

Mond-System, Doppelsternuntersuchungen, Parallaxen, Planetenbeobachtungen.

1.4.4. 12. Oktober, *15 Jahre erster Mannschaftsflug* („Woßchod 1", UdSSR mit den Kosmonauten W. KOMAROW, K. FEOKTISTOW und B. JEGOROW), s. MIELKE.

1.4.4. 11., 12. und 13. Oktober. 10 Jahre Startjubiläum zum *ersten Geschwaderflug (Sojus 6/7/8, UdSSR) mit 7 (!) Kosmonauten. Besonderheiten: Navigationsmanöver, Schweißversuche unter Weltraumbedingungen.* S. bes. MIELKE.

1.4.4. 14. Oktober. *10 Jahre „Interkosmos-Satellit 1". Technische Beiträge der UdSSR, ČSSR und DDR. Speziell zur Sonnenforschung* (DDR-Beitrag: Lyman-Alpha-Fotometer und Meßwertsender).

2.3.2. 26. Juni, 150. Geburtstag von CHARLES MESSIER (1730–1817). 21jährig als Gehilfe am Marineobservatorium in Paris, entwickelte sich MESSIER später zum Direktor der Sternwarte. *Er entdeckte mit relativ bescheidenem Instrumentarium (effektive Öffnungen um 9 cm) 15 neue Kometen* (LUDWIG XV. nannte ihn „Kometenfrettchen"). Sein inzwischen nach ihm benannter *Nebel-Katalog (Objektbezeichnungen „M") entstand als Nebenwerk der Kometenbeobachtungen. Er enthält genau 104 Objekte ohne Rücksicht auf deren Natur.* S. bes. AHNERT, P.: Kalender für Sternfreunde 1955, S. 137–148.

2.3.2. 1979/80: 50 Jahre *Entdeckung der Rotverschiebung in den Spektren extragalaktischer Objekte* durch HUBBLE und HUMASON, s. bes. HERRMANN, D. B.: Geschichte der Astronomie, Berlin 1975, S. 204 ff.

2.4.1. 14. Januar, 75. Todestag von ERNST ABBE (1840–1905). Sohn eines Spinnmeisters, Abitur 1857, Math./Physik-Studium in Jena und Göttingen. 1861 Promotion und Assistent an der Göttinger Sternwarte. 1861–1862 Dozent in Frankfurt M., ab 1863 in Jena. Von 1866 für die Firma CARL ZEISS mit der Theorie des Mikroskops, der Blenden und Feldbeleuchtungen beschäftigt. 1882 mit OTTO SCHOTT über optische Gläser arbeitend, wurde von ABBE 1886 das Apochromat-Objektiv für Mikroskope entwickelt. Ab 1875 Teilhaber der Firma ZEISS. Sein weiteres Wirken galt astronomisch-geodätischen, mechanisch-konstruktiven und verschiedenen glastechnisch-optischen Problemen. Von 1877 bis 1900 Direktor der auf eigene Kosten neu errichteten und teilweise von ihm unterhaltenen Jenaer Sternwarte. ABBE begründete 1891 mit der Überlassung seines nahezu gesamten Vermögens die CARL-ZEISS-Stiftung mit der glastechnischen Firma SCHOTT und Genossen als Teilhaberin.

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

HORST BIENIOSCHEK

Zur Fortsetzung der Karteikartenserie in unserer Zeitschrift

Viele Astronomielehrer benutzen bei der Planung des Unterrichts neben Lehrplan, Lehrbuch und Unterrichtshilfen die Karteikarten, die als Beilage in „Astronomie in der Schule" seit Jahren erscheinen. Wegen der Möglichkeit, sehr schnell wichtige Informationen über Stundenziele, Stundengliederung, einzusetzende Unterrichtsmittel und zweckmäßige Tafelbilder sowie einige Hinweise zur methodischen Gestaltung der Unterrichtsstunden zu entnehmen, sind die Karteikarten zu einer unentbehrlichen Hilfe auch für erfahrene Astronomielehrer geworden. Mit den Karteikarten zu den Schülerbeobachtungen wird die Veröffentlichung der laufenden Karteikartenserie abgeschlossen.

Aber auch in Zukunft soll die Karteikartenbeilage der Fachzeitschrift genutzt werden, um den Lehrern unmittelbare Hilfe für den Astronomieunterricht zu geben. Das geschieht durch die Veröffentlichung von Aufgaben für den Astronomieunterricht mit den entsprechenden Lösungen. Die Aufgaben auf den Karteikarten sind neben den Aufgaben des Lehrbuches zu verwenden. Gerade die Bearbeitung von Aufgaben aus dem Lehrbuch ist eine Bedingung dafür, daß die Schüler die Aufgaben der Karteikarten erfolgssicher lösen können.

Die Aufgaben wurden von einem erfahrenen Fachlehrerkollektiv ausgearbeitet, in einigen Klassen erprobt, von weiteren Lehrern begutachtet und nach der Erprobung und Begutachtung überarbeitet. Die Aufgaben charakterisieren das grundlegende Wissen und Können, das die Schüler im Astronomieunterricht erwerben sollen. Im Gegensatz zu [1] sind alle Aufgaben grundsätzlich am Lehrplan und an den in der Richtlinie für die schriftlichen und mündlichen Prüfungen [2] ausgewiesenen Prüfungskomplexen orientiert.

Die Aufgaben sollen den Lehrern helfen, die Unterrichtsarbeit auf wesentliche Schwerpunkte zu konzentrieren. Durch Angabe der

Lösungen der Aufgaben wird verdeutlicht, welche Leistungsanforderungen die Schüler in welchem Umfang und in welcher Tiefe nach Behandlung einzelner Stoffabschnitte erfüllen sollen. Die Aufgaben ermöglichen demnach eine qualifiziertere Erfüllung des Lehrplans für den Astronomieunterricht.

Die Aufgaben sind so gestaltet, daß die Schüler vielfältige Tätigkeitsaufforderungen erhalten. So fordern einige Aufgaben nur das Nennen von Fakten, Größen, Begriffen und Gesetzen.

Beispiele: 1. Radius und Masse sind wichtige Zustandsgrößen des Planeten Erde. Nennen Sie weitere Größen, die sich aus Radius und Masse berechnen lassen!
2. Formulieren Sie das erste Keplersche Gesetz für die Bewegung des Erde–Mond-Systems um die Sonne!

Andere Aufgaben verlangen das Wiedergeben von Begriffsdefinitionen.

Beispiele: 1. Definieren Sie den Begriff Leuchtkraft der Sonne!
2. Was versteht man unter der Parallaxe eines Sterns?

In einer Anzahl von Aufgaben wird das Beschreiben astronomischer Sachverhalte oder von Arbeitsmethoden der Astronomie gefordert:

Beispiele: 1. Beschreiben Sie das heliozentrische Weltbild des Copernicus!
2. Die Sonne ist ein Körper, der den Astronomen nicht unmittelbar zugänglich ist. Beschreiben Sie ein Verfahren, wie man trotzdem den physikalischen Zustand und die chemische Zusammensetzung der Sonnenoberfläche bestimmen kann!

Hohe Anforderungen an die Schüler werden besonders durch solche Aufgaben gestellt, die das Vergleichen, Begründen und Erklären astronomischer Erscheinungen fordern.

Beispiele: 1. Vergleichen Sie die Form von Erde und Saturn, und erklären Sie die Unterschiede! Benutzen Sie Tabelle 6 des Lehrbuches! Beteigeuze ist 91 pc und Rigel 167 pc von uns entfernt. Sie erscheinen uns beide gleich hell. Welcher Stern hat die größere Leuchtkraft? Begründen Sie Ihre Aussage!

Die Aufgaben sollen den Astronomielehrern bei der Qualifizierung der Leistungskontrolle und Leistungsbewertung durch inhaltliche Anregungen, durch Varianten der Leistungsaufforderungen sowie durch Hinweise auf den Inhalt der Lösungen helfen. Bei der Bewertung der Schülerleistungen können jedoch die angegebenen Lösungen der Aufgaben nicht der alleinige Maßstab sein. Berücksichtigt werden müssen ebenso solche Bedingungen, wie das Niveau der Unterrichtsgestaltung, die Leistungsvoraussetzungen einzelner Schüler oder auch Unterrichtsausfälle durch Krankheit des Lehrers oder der Schüler. Eine Hilfe für die Vorbereitung des Astronomielehrers auf den Unterricht ist auch eine Angabe der Zeit, die die Schüler während der Erprobung der Aufgaben zu deren Bearbeitung benötigt haben.

Natürlich erfordert eine effektive Auslastung der Unterrichtszeit, daß die Aufgaben mit dem Lichtschreiber projiziert oder auch vervielfältigt werden. Die Schüler sollen durch die Aufgaben einen Überblick gewinnen, welche Leistungsanforderungen sie mit ihrem im Astronomieunterricht erworbenen grundlegenden Wissen und Können selbständig zu erfüllen haben. Sie werden auf Schwerpunkte des Astronomieunterrichts orientiert und damit besser in die Lage versetzt, ihre eigene Leistungsfähigkeit kritisch einzuschätzen. Die Aufgaben können durch die Konkretheit der Anforderungen dazu beitragen, Lernmotivation und Leistungsfähigkeit der Schüler zu steigern.

Zur Nutzung der Aufgaben im Unterricht

Damit durch die Aufgaben der Erwerb des im Lehrplan ausgewiesenen Wissens und Könnens gefördert wird, ist es notwendig, die Schüler im Astronomieunterricht mit allen oder zumindest möglichst vielen Aufgaben bekannt zu machen. Im Kopf der Karteikarte ist angegeben, in welchen Stunden die Aufgaben entsprechend des bis dahin vermittelten Stoffs eingesetzt werden können. Durch diese Angabe erfolgt zugleich die Zuordnung der Aufgabenkarteikarten zu den bisherigen Karteikarten zur Gestaltung der Astronomiestunden. Die Aufgaben sind im Unterricht vielfältig einsetzbar. Der Lehrer muß im konkreten Falle immer selbst entscheiden, welche Aufgaben er zur Problemstellung, zur Erstvermittlung oder Festigung von Stoff, für die Leistungskontrolle oder in anderer didaktischer Funktion einsetzt. Es ist auch möglich, Aufgaben, die zur Festigung des vermittelten Stoffes gedacht sind, durch geringfügige Änderung der Tätigkeitsaufforderungen und des Inhalts bei der Vorbereitung auf die Vermittlung neuen Stoffs einzusetzen [3].

Hinsichtlich der Verwendung der Aufgaben bei der mündlichen Abschlußprüfung sollte zunächst davon ausgegangen werden, daß sie in der Hand des Schülers ein hervorragendes Mittel zur Vorbereitung auf die Prüfung sind.

Die Aufgaben beinhalten aber nicht das gesamte Wissen und Können, das die Schüler zur Abschlußprüfung nachweisen müssen und schon gar nicht jenes, das im gesamten Astronomieunterricht vermittelt wird. Wären die Prüfungsaufgaben mit den Aufgaben der Karteikarten in jedem Falle identisch, dann würden die Schüler bei der Prüfungsvorbereitung ihre Lernarbeit von vornherein auf eine Teilmenge des Stoffes beschränken, der Gegenstand des Astronomieunterrichts war. Das ist aber nicht Zweck des Einsatzes der Aufgaben und auch nicht im Sinne der Prüfungsbestim-

mungen. Aus diesem Grunde halten wir es für notwendig, in der mündlichen Abschlußprüfung stets auch andere als in den Karteikarten veröffentlichte Aufgaben einzusetzen. Diese Aufgaben sind dann aber so zu stellen, daß die Schüler das bei der Prüfungsvorbereitung an Hand der Aufgaben der Karteikarten gefestigte Wissen und Können auf andere Inhalte übertragen können, was wiederum nicht bedeutet, daß den Schülern die Prüfungsaufgaben vorher bekannt sind.

Abschließend soll nochmals betont werden, daß die Aufgaben der Karteikarten eine Möglichkeit zur qualifizierten Lehrplanerfüllung im Fach Astronomie sind.

Eine hohe Qualität des Astronomieunterrichts kann aber nicht allein durch die Arbeit mit den Aufgaben erreicht werden, sondern erfordert eine wissenschaftliche, parteiliche und lebensverbundene Unterrichtsgestaltung, getragen vom fachlichen, politischen, pädagogisch-methodischen Wissen und Können des Lehrers.

Literatur:

[1] HÄNERT, W.: **Aufgabensammlung Astronomie.** Hrsg.: Bezirkskabinett für Weiterbildung der Lehrer und Erzieher. Gera 1977.

[2] **Richtlinie für die schriftlichen und mündlichen Prüfungen.** Verfügungen und Mitteilungen des Ministeriums für Volksbildung Nr. 1 vom 8. 1. 1975.

[3] GRÄFE, L.: **Hausaufgaben im Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule **15** (1978) 6, S. 135.

Anschrift des Verfassers:
Dr. HORST BIENIOSCHEK
Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR
Institut für mathematischen, naturwissenschaftlichen und polytechnischen Unterricht
Forschungsgruppe Physik/Astronomie
108 Berlin, Otto-Grotewohl-Straße 11

AUS WISSENSCHAFT UND UNTERRICHT

● **Leseranfrage**

F. HEINSIUS aus Karl-Marx-Stadt stellt folgende Frage: „Ist der Planetoidengürtel zwischen Mars und Jupiter Rest eines Planeten?"

Antwort von Dr. JOHANN DORSCHNER, Universitätssternwarte Jena: „Die Planetoiden sind sicher nicht als Trümmer eines einzigen Planeten aufzufassen, der sich in der Lücke (nach der Titius-Bodeschen Reihe) bewegte. Man findet nämlich keine Energiequelle, die einen Planeten platzen läßt und den Trümmern Entweichgeschwindigkeit verleiht. Sehr wahrscheinlich bildeten sich in diesem Abstandsbereich des Sonnennebels statt eines großen eine Reihe von kleinen Planeten, die deswegen nicht schnell wachsen konnten, weil der Jupiter das „Baumaterial" wegfing. Eine zufällige Kollision zweier solcher kleiner Planeten genügte dann, um durch die große Zahl von Trümmern die Wahrscheinlichkeit weiterer Zusammenstöße stark zu erhöhen. Man kann daher den Planetoidengürtel als eine „Kiesmühle" auffassen, die ihr Mahlgut ständig weiter verkleinert. Die Größenverteilung der kleineren Planetoiden ist vom gleichen Typ wie die bei Gesteinszertrümmerungsprozessen anfallende."

● **Überlegungen zum Einsatz von Zeiss-Kleinplanetarien im Astronomieunterricht und in populärwissenschaftlichen Veranstaltungen (Autorreferat zur pädagogischen Lesung Nr. 4547)**

Unter der Bezeichnung Planetarium sind verschiedene Geräte – mechanisch oder anders funktionierend – bekannt geworden, unter denen sich das Projektionsplanetarium als günstigste Variante durchgesetzt hat. Seitdem 1924 in Jena das erste Gerät dieser Art entwickelt und gebaut wurde, ist das Projektionsplanetarium ständig weiterentwickelt und in zahlreichen Ländern installiert worden. Ihre große emotionale Wirksamkeit hat dazu geführt, daß diese Einrichtungen vorwiegend von Menschen besucht werden, die sich vor allem von dem Eindruck des täuschend ähnlich nachgeahmten Himmels berühren lassen wollen. Diese Erkenntnis ist ein außerordentlich wichtiger Gesichtspunkt für die Zielsetzung bei der Konzipierung von Planetariumsveranstaltungen.

Das Zeiss-Kleinplanetarium (ZKP) ist heute in der DDR in 26 Exemplaren verbreitet und bietet dem Astronomieunterricht wie der populärwissenschaftlichen Arbeit wertvolle Hilfe. Diese Hilfe optimal zu gestalten, setzt voraus, daß man Vorzüge, Probleme und Grenzen der Arbeit mit diesem Gerät richtig einschätzt und berücksichtigt.

Zur Zielstellung von Planetariumsveranstaltungen

Grundsätzlich sollten alle Erwägungen über Inhalt und Form einer Veranstaltung im Planetarium davon ausgehen, daß diese ein bestimmtes Ziel der unterrichtlichen Bildung und Erziehung bzw. der kulturpolitischen Arbeit erreichen muß. Dabei ist zwischen solchen Zielen zu unterscheiden, die weitgehend unabhängig von speziellen Faktoren für jede Planetariumsveranstaltung gelten und solchen, die diese allgemeinen Ziele entsprechend den konkreten Bedingungen modifizieren. Erstere sind vor allem dadurch gekennzeichnet, daß astronomisches Faktenwissen, Erkenntnisse und Einsichten in unterschiedlichem Maß vermittelt werden, und zwar vorwiegend solche, die sich nur oder fast nur im Planetarium oder zumindest nur so anschaulich darstellen lassen (das betrifft vor allem die Bereiche Astrognosie und Astrometrie). Darüber hinaus läßt sich ein Wissenszuwachs durch Wort, Lichtbild, Modelle o. ä. erzielen, beispielsweise um gewonnene Einsichten abzurunden. Das Einbeziehen solcher planetariumsuntypischer Mittel ist legitim, solange darauf geachtet wird, daß sie nicht die dominierende Rolle in der Veranstaltung einnehmen.

Zu den Erziehungszielen einer Planetariumsveranstaltung gehört u. a. die Arbeit an weltanschaulich-philosophischen Einsichten, die sich gerade im Planetarium ausgezeichnet gewinnen lassen. Die Erkenntnis von der Materialität und der Erkennbarkeit der Welt ist dabei wohl besonders ausgeprägt, aber auch das dialektische Denken kann im Planetarium so gut geschult werden, daß es beispielsweise im Planetarium des Astronomischen Zentrums Burg zu einer Tradition geworden ist, daß alle Klassen der Kreisschule Marxismus Leninismus ihre theoretischen Kenntnisse auf diesem Gebiet durch Beispiele aus einer der ältesten Naturwissenschaften fundieren.

Eine der ganz wesentlichen Zielsetzungen ist die der emotionalen Einwirkung auf den Betrachter. Mit dem Gefühl des Staunens und der Achtung vor der Wissenschaft schaffen wir gleichzeitig eine „emotionale Ausgangslage" für die Erkenntnisvermittlung, die unsere rationale Einwirkung auf den Zuschauer erleichtert. Die Tiefe des emotionalen Eindrucks hängt von einer Reihe von Faktoren ab, die ihn stark modifizieren. Das sind auf der einen Seite durch die Besucher bedingte (Alter, Interessen, Vorbildung), zum anderen Faktoren, die von uns beeinflußt oder sogar gesteuert werden können (Musik, technische Möglichkeiten, Konzeption u. a.), wobei vor allem die konkrete Situation der Veranstaltung zu berücksichtigen ist.

Zum Einsatz der Geräte

Die Geräte eines Planetariums durchdacht, d. h. in richtiger Zahl, an der richtigen Stelle und in richtigem Wechsel einzusetzen, ist nicht nur aus erkenntnistheoretischen Gründen wichtig. Eine Planetariumsveranstaltung ist für den Besucher außerordentlich konzentrationsintensiv, was sich aus einer Reihe von Besonderheiten gegenüber anderen Lehrveranstaltungen ergibt (Dunkelheit, Sitzordnung und -haltung, ungewollte akustische und optische Reize durch die Geräte, Frischluftmangel usw.). Dazu kommt, daß Werktätige unsere Veranstaltung oft nach angestrengter achtstündiger Tätigkeit in der Produktion erleben, Schüler manchmal längere Bus- oder Bahnfahrten hinter sich haben oder vom Sportveranstaltungen kommen. Im Planetarium tritt nun plötzlich Ruhe und Dunkelheit ein, die schlagartig einsetzende Abspannung führt zu erheblichen Konzentrationsschwierigkeiten für den Zuschauer. Dieser Umstand macht die Notwendigkeit des sorgfältig geplanten Einsatzes optischer und akustischer Reize und ihres sinnvollen Wechsels noch deutlicher.

Nach einer Darstellung der Möglichkeiten des Planetariumsgerätes werden in der Lesung vor allem die hier als planetariumsuntypisch bezeichneten Geräte unsere Verwendung im Planetarium erläutern (Bildwerfer, Filmapparatur, Tonapparaturen). Ausführlicher wird dabei auf die vielseitige Verwendbarkeit des Tonbandgerätes eingegangen und darauf hingewiesen, welcher Wert der Musik, dem gesprochenen Wort oder den Geräuschen (z. B. Raketenstart) zuzumessen ist. Sie bilden eine besonders wichtige Ergänzung der anderen Geräte, weil sie das einzige akustische Gegengewicht zu der Vielzahl verschiedenster optischer Eindrücke im Planetarium darstellen.

Zum Aufbau einer Planetariumsveranstaltung

Der Aufbau einer Planetariumsveranstaltung, wie er sich aus der Berücksichtigung der dargestellten Gesichtspunkte ergibt, wird am Hand eines Musters beschrieben, das sich im Astronomischen Zentrum Burg bewährt hat und das als *eine* Möglichkeit des optimalen Einsatzes der Geräte angesehen wird. Dabei wurde der Weg beschritten, Veranstaltungen so zu konzipieren, daß sie sowohl im Astronomieunterricht als auch in der Öffentlichkeitsarbeit verwendet werden können. Auf einem Tonband sind alle für den jeweiligen Vortrag notwendigen Informationen (Musik, Sprache, Geräusche) gespeichert. Sie werden im Verlaufe der Veranstaltung an der geplanten Stelle des Vortrages abgerufen und schaffen durch ihre Einblendung eine weitere konzentrationsstabilisierende Wirkung. Entsprechendes gilt für die in einem Magazin vorgegebene Reihenfolge der zu projizierenden Diapositive. Durch dieses Verfahren ist ein Austauschen ebenso wie ein Überspringen einzelner Informationen fast unmöglich, was aber keineswegs zu einer Einengung der Variationsbreite dieses Veranstaltungsthemas führen muß. Es kommt nur darauf an, daß die akustischen und optischen Informationen so ausgewählt sind, daß sie die Berücksichtigung der Besonderheiten der konkreten Veranstaltung in einem vertretbaren Maß zulassen.

KLAUS ULLERICH
327 Burg, Wilhelm-Külz-Straße 30/2

KARL WINKLER †

Am 26. März 1979 verstarb in Leipzig im Alter von 79 Jahren einer der Pioniere des Astronomieunterrichts in der DDR, OStR KARL WINKLER. Er ist vielen Astronomielehrern der sechziger Jahre als Autor des „Lindenthaler Arbeitsgeräts für den Astronomieunterricht" in guter Erinnerung. Mit der Bauanleitung für dieses Gerät hatte Karl Winkler im Jahre 1961 einen in der ganzen Republik begeistert aufgenommenen Impuls gegeben, Astronomie anschaulich und in einer dem Aufnahmevermögen der Schüler angepaßten Weise zu unterrichten. Das Gerät vereinigte in sich einen Schattenstab, eine Sonnenuhr, ein Tellurium, eine Visiereinrichtung für die Bestimmung astronomischer Koordinaten und ein Modell zur Erklärung der Rückläufigkeit der Planeten.

Weithin wurde KARL WINKLER durch sein Selbstbau-Projektionsplanetarium bekannt. Auf dem Dachboden seiner Schule in Lindenthal (Kreis Leipzig) hatte er sich damit eine astronomische Bildungseinrichtung geschaffen, die alle didaktischen Vorzüge und manche technische Möglichkeit des Zeiß-Kleinplanetariums vorwegnahm.

Aus der Reihe seiner Veröffentlichungen sollen an dieser Stelle nur noch die Bauanleitung „Drehbare doppelseitige Demonstrations-Sternkarte" und die astronomischen Kinderbücher „Den Sternen auf der Spur" und „Der Mond, Raketen und Raumschiffe" genannt werden. Damit und durch seinen Einsatz als Lehrer, Sternwartenleiter und Lehrerbildner erwarb sich KARL WINKLER hohes Ansehen bei allen Fachkollegen. Sein väterliches, gütiges Wesen wird allen, die ihn näher kannten, in lebendiger Erinnerung bleiben.

Wir trauern um einen guten Lehrer und Freund.



WIR STELLEN VOR

Planetarium Košice (ČSSR)

1975 wurde anläßlich des 30. Jahrestages der Befreiung der ČSSR vom Hitlerfaschismus in Košice (Ostslowakei) ein Zeiss-Kleinplanetarium seiner Bestimmung übergeben. Seit ihrer Eröffnung hatte die Einrichtung mehr als 36 000 Besucher, von denen etwa 70 Prozent Schüler waren. Am häufigsten befinden sich im Planetarium Schüler der Klassen 6 bis 9 der Grundschule, gefolgt von Gymnasiasten, Hochschülern und Fachschülern. Von den restlichen Besuchern des Planetariums sind hier am häufigsten Arbeitskollektive verschiedener Institutionen und Brigaden zu finden. Eine besonders wichtige Gruppe ist die Parteischule der KPČ in Košice während des Parteilehrjahres. Von der Öffentlichkeit wurde das Planetarium bisher wenig genutzt.

In den Schulen der ČSSR wird Grundwissen über das Weltall im Rahmen des Physikunterrichts vermittelt. Anfangs waren die Vorführungen im Planetarium darauf ausgerichtet, die Schüler mit den Sternbildern und der Orientierung am Himmel bekanntzumachen. Kommt eine Besuchergruppe mehrmals, erhält sie spezielle Vorführungen. Für Schüler der Unterstufe werden einzelne Themen in Form von Erzählungen und unter Verwendung von Diaserien behandelt.

Schüler der Unterstufe besitzen im allgemeinen keine astronomischen Kenntnisse, haben aber Wissen über aktuelle Ereignisse der Raumfahrt. Dazu stellen sie auch häufig Fragen. Diese werden im Planetarium bei Verwendung von farbigen Lichtbildern beantwortet. Schüler der 6. bis 9. Klassen besitzen nur geringe astronomische Kenntnisse. Ihr Wissen auf dem

Gebiet der Raumfahrt ist dagegen gut. Jedoch haben sie zur vorgetragenen Problematik kaum Fragen. Die Erfahrungen mit Fachschülern bewegen sich etwa auf derselben Ebene, wie bei vorgenannten Gruppen. Gymnasiasten und Hochschüler wollen im Planetarium ihr astronomisches Wissen, welches sie im Physikunterricht vermittelt bekommen, ergänzen. In zwei bis drei Vorführungen wird der gesamte astronomische Unterrichtsstoff dargeboten. Es schließt sich eine Diskussion an, in der die Schüler aktiv mitarbeiten. Bei dieser Art von Veranstaltungen kommt die gesamte vorhandene audiovisuelle Technik zum Einsatz. Die Ergebnisse zeigen, daß diese Methode sehr wirksam ist. Abschließend sei betont, daß nicht alle Schüler der genannten Schultypen das Planetarium regelmäßig besuchen.

MATHIAS SCHMÖGNER
044 25 Medzev
Petrovova ul. c. 421
CSSR

REZENSIONEN

RENATE WAHSNER: **Mensch und Kosmos.** Akademie-Verlag, Berlin 1978; 489 Seiten, 19 Abbildungen; DDR 25,– Mark.

Das Buch enthält eine interessante Sammlung von Originaltexten, in denen sich insgesamt 64 Astronomen, Philosophen und Vertreter anderer Wissensgebiete zur Kosmologie äußern. Angefangen von der Antike (ANAXIMANDROS), wird gezeigt, wie sich die Auffassungen über die Beziehungen zwischen Mensch und Kosmos bis zur Gegenwart (TREDER) entwickelt haben. Eine 90 Seiten umfassende Einleitung gibt aus philosophischer Sicht ein übersichtliches und anschauliches Bild vom historischen Werdegang der Kosmologie sowie über damit verbundene physikalische und erkenntnistheoretische Fragen. Der Verfasserin gelang es hervorragend zu verdeutlichen, wie das sich entwickelnde Kosmosverständnis stets sozialökonomisch bedingt ist. Mit der ausführlichen Einleitung und den umfangreichen Anmerkungen (etwa 40 Seiten) am Schluß des Buches werden die vorgelegten Texte kommentiert. Auf fünf Seiten sind einige astronomische Begriffe erklärt, wobei – bezogen auf den Titel – eine gewisse Vollständigkeit vermißt wird. Auch die 19 beigegebenen Abbildungen beinhalten nur Darstellungen von der Antike bis EULER (18. Jahrhundert). Das vorliegende Buch enthält sehr wertvolles Material für die Weiterbildung der Lehrer zu weltanschaulich-philosophischen Fragen der Wissenschaftsgeschichte (Kosmologie). Die intensive Beschäftigung mit den Originaltexten gibt nicht nur Einblick in das Denken von Philosophen und Fachwissenschaftlern unter den jeweiligen konkret-historischen Bedingungen, sondern ermöglicht auch die Auswahl jener Textstellen, die sich bei der Erörterung historischer Fragen im Astronomieunterricht emotional wirkungsvoll einsetzen lassen.

HELMUT BERNHARD

SIMON MITTON (Herausgeber): **Cambridge Enzyklopädie der Astronomie.** Urania-Verlag, Leipzig, Jena, Berlin 1978; 481 Seiten; DDR 89,– Mark.

Mit dieser Enzyklopädie liegt erstmals ein repräsentatives Standardwerk über die verschiedenen Wissensgebiete der Astronomie vor. Es ist das Verdienst der Universität Cambridge, des Herausgeberkollegiums, dem namhafte Wissenschaftler – u. a. KARL-HEINZ SCHMIDT (DDR) – angehören und der Autoren, ein Nachschlagewerk über die gesamte klassische und moderne Astronomie geschaffen zu haben. Das Werk ist eine Fundgrube zur umfassenden Aneignung von Wissen über das Weltall. Obwohl das Buch unter streng wissenschaftlichen Gesichtspunkten geschrieben wurde, verzichtet es weitgehend auf mathematisch-physikalische Formeln und ist so einem breiten Leserkreis zugänglich. Der Inhalt der Enzyklopädie ist nicht alphabetisch geordnet, sondern gliedert sich nach Sachgebieten, z. B. „Die Sterne", „Das Sonnensystem", „Die Weltraumastronomie" usw. Ausführlich werden Erkenntnisse und Fragestellungen der modernen Astronomie erörtert. Zugleich verdeutlichen die Autoren die Grenzen der gegenwärtigen astronomischen Forschung. Den Text ergänzen zahlreiche fotografische Aufnahmen, Diagramme und Tabellen. Dem Nachschlagewerk ist ein Sternatlas beigegeben, der alle mit bloßem Auge sichtbaren Sterne (Nord- und Südhimmel) enthält. Außerdem werden im Anhang Fachbegriffe der Physik erläutert, die Eingang in die Astronomie gefunden haben. Für alle Besitzer ist die Enzyklopädie ein umfassender Leitfaden für modernes astronomisches Wissen. Dem Herausgeber dieses Standardwerkes in der DDR, dem Urania-Verlag sowie den Übersetzern gebührt Dank. Schade, daß viele Interessenten diesen Titel wegen der geringen Auflage nicht erwerben konnten.

HELMUT BERNHARD

DIETER B. HERRMANN: **Vom Schattenstab zum Riesenspiegel.** Verlag Neues Leben, Berlin 1978; 219 Seiten; DDR 16,80 Mark.

Das vom Verfasser vorgelegte vierte Buch zu historischen Sachverhalten der Astronomie zeigt anschaulich den 2000jährigen Weg der astronomischen Forschung in Abhängigkeit von der Entwicklung der Produktivkräfte. Überzeugend wird dargestellt, welchen Einfluß der jeweilige Entwicklungsstand der Technik auf die Erforschung des Weltalls hat. Das erste Kapitel befaßt sich mit der vorteleskopischen Astronomie. Im zweiten Kapitel wird der Einsatz des Fernrohres in der astronomischen Forschung erörtert und gezeigt, wie durch die Entwicklung der Technik dem Astronomen ständig größere Beobachtungsgeräte zur Verfügung standen. Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit der Ortsbestimmung auf dem Meer und stellt Navigations- und andere Meßinstrumente vor. Das vierte Kapitel geht auf die Erforschung der Galaxis und extragalaktischer Systeme ein und stellt die leistungsfähigsten Fernrohre der Gegenwart, u. a. das 6-m-Teleskop in Selentschukskaja (UdSSR) vor. Das letzte Kapitel ist der nichtoptischen Astronomie und ihrer Geräte gewidmet. Neben einer ausführlichen Darstellung der Radioastronomie wird Einblick in die Infrarot-, Röntgen- und Neutrinoastronomie gegeben. Der Verfasser versteht es, komplizierte Fragen der Wissenschaftsgeschichte faßlich und in erzählender Form darzulegen. Deshalb kann das Buch mit seinen vielen Fotos, farbigen Bildern und Skizzen besonders Schülern und Jugendlichen empfohlen werden. Für den Lehrer enthält die Schrift zahlreiche Anregungen zur wirkungsvollen Gestaltung historischer Betrachtungen im Astronomieunterricht.

HELMUT BERNHARD

ANEKDOTEN

1920: Der Weltruhm überfiel ALBERT EINSTEIN mit der Gewalt eines Naturereignisses. „Ich bin nichts mehr als ein Bündel armseliger Reflexbewegungen", stellte er fest: „Seit der Flut von Zeitungsartikeln werde ich so furchtbar überschwemmt mit Anfragen, Einladungen, Aufforderungen, daß mir nachts träumt, ich brate in der Hölle und der Briefträger sei der Teufel und brülle mich unausgesetzt an, indem er mir einen neuen Pack Briefe an den Kopf wirft, weil ich die alten noch nicht beantwortet habe."

1922: Die Weiterentwicklung der Allgemeinen Relativitätstheorie führte EINSTEIN zur Vorstellung eines endlichen, aber unbegrenzten Weltalls mit positiver Krümmung. Veranschaulichen läßt sich dieses Modell im Zweidimensionalen als Kugeloberfläche. Einmal von seinem Sohn Eduard gefragt, warum er denn so berühmt sei, soll EINSTEIN geantwortet haben: „Siehst du, wenn ein blinder Käfer über die Oberfläche einer Kugel krabbelt, merkt er nicht, daß der Weg, den er zurücklegt, gekrümmt ist. Ich hingegen hatte das Glück, es zu merken."

Aus: Einstein – anekdotisch. München 1970
Herausgesucht und zusammengestellt von
J. HAMEL

WIR BEOBACHTEN

Das Sternbild **Großer Bär** (lat. Ursa major, eigentlich wörtlich „Große Bärin") spielt in den Beobachtungsaufgaben A 1, A 2, A 6 und A 9 unseres Lehrbuches eine Rolle. Das hat seinen Grund nicht nur darin, daß das Sternbild zirkumpolar ist und somit praktisch zu jeder beliebigen Nachtzeit gesehen werden kann, sondern auch in der Tatsache, daß von der markanten Gruppierung der sieben Hauptsterne aus mit Leichtigkeit der Polarstern gefunden werden kann (A 1, A 2) sowie ein klassischer optischer und ein physischer Doppelstern gleichzeitig im Gesichtsfeld des Schulfernrohres zu beobachten sind (A 9). Auf Grund der ausgedehnten Fläche, die das Sternbild am Himmel einnimmt und durch den verhältnismäßig großen Abstand vom nördlichen Himmelspol ergeben sich jedoch in Abhängigkeit von der Jahres- und Uhrzeit stark wechselnde Beobachtungsbedingungen. So befindet sich das Sternbild zur Zeit der unteren Kulmination in großer Nähe zum Nordhorizont und die in Horizontnähe meist anzutreffenden Dunstschichten wirken sich auf die Beobachtung aus. Während der oberen Kulmination nähert sich das Sternbild dem Zenit und hier ergeben sich bei der Beobachtung mit dem Fernrohr, wenn kein Zenitprisma vorhanden ist, Schwierigkeiten durch die erforderliche unbequeme und rasch ermüdende Körperhaltung. Mit Hilfe unserer drehbaren Sternkarte sollten wir uns deshalb eine Beobachtungszeit auswählen, zu der das Sternbild sozusagen „auf halber Höhe" steht und somit ein bequemes Beobachten ermöglicht. Im Sommer befindet sich das Sternbild am Abendhimmel westlich vom Polarstern, im Winter östlich davon. Die auffällige Gruppierung der sieben Hauptsterne ist uns auch unter der Bezeichnung „Großer Wagen" geläufig und tatsächlich ist es leichter, sich einen Wagen mit Wagenkasten und Deichsel als einen Bären vorzustellen, der dazu noch als biologisches Wunder einen langen Schwanz trägt, wie das in bildlichen Darstellungen auf alten Sternglloben und in alten Kartenwerken erkennbar ist.

Der Stern Alpha (arab. Dubhe = Bär) ist ein roter Riese mit der scheinbaren Helligkeit von $1^{m}8$. Mit einem Abstand von etwa 75 Lichtjahren ist er von den sieben Hauptsternen am zweitweitesten von uns entfernt. Ein $4^{m}8$ heller Begleiter, der sich in 44 Jahren einmal um den Hauptstern bewegt, ist infolge der geringen Winkeldistanz von nur 0,8 Bogensekunden mit unserem Schulfernrohr nicht erkennbar.

Beta Ursae majoris (arab. Merak = Lende) ist $2^{m}4$ hell und 76 Lichtjahre von uns entfernt. Der Stern Gamma (arab. Phecda = Schenkel) hat bei einer Entfernung von rund 80 Lichtjahren ebenfalls eine scheinbare Helligkeit von $2^{m}4$. Der lichtschwächste der sieben Hauptsterne ist mit einer scheinbaren Helligkeit von $3^{m}4$ der Stern Delta (arab. Megrez = Schwanzansatz). Sein Abstand zu uns beläuft sich auf etwa 76 Lichtjahre. Epsilon Ursae majoris (arab. Alioth = Schwanz) ist ein spektroskopischer Doppelstern und außerdem kurzperiodisch veränderlich. Seine scheinbare Helligkeit schwankt zwischen 1^{m} und $1^{m}8$, seine Entfernung liegt bei 75 Lichtjahren. Interessant für uns ist vor allem der 74 Lichtjahre entfernte und $2^{m}4$ helle Stern Zeta (arab. Mizar), der mit dem in einem Winkelabstand von 12 Bogenminuten stehenden $4^{m}2$ hellen Stern Alkor (auch „Reiterlein" genannt) einen optischen Doppelstern bildet. Beide Sterne sind in Wirklichkeit 8 Lichtjahre voneinander entfernt, was dem Abstand Sonne–Sirius entspricht. Alkor kann bei günstigen Beobachtungsbedingungen mit bloßem Auge leicht gesehen werden. Er ist auch unter der Bezeichnung „Augenprüfer" (arab. Suha = Prüfer) bekanntgeworden. Mizar ist jedoch ein physischer Doppelstern. Unser Schulfernrohr zeigt uns den $4^{m}2$ hellen Begleiter in einem Winkelabstand von 14,5 Bogensekunden deutlich. Bei Verwendung des Okulars $f = 25$ mm oder des Okulars $f = 40$ mm haben wir auf einen Schlag im Gesichtsfeld unseres Schulfernrohres einen optischen und einen physischen Doppelstern (Beobachtungsaufgabe A 9).

Der Stern Eta (arab. Benetnasch = Klageweib) ist bei einer scheinbaren Helligkeit von $1^{m}9$ mit mehr als 160 Lichtjahren Abstand der am weitesten von uns entfernte der sieben Hauptsterne.

Auffallend ist die nahezu gleiche Entfernung der Sterne Beta, Gamma, Delta, Epsilon und Zeta. Sie sind Mitglieder eines Bewegungssternhaufens, des sogenannten „Ursamajor-Haufens", zu dem mehr als 40 Sterne, darunter auch der Sirius (Alpha Canis majoris) gehören. Diese Sterne zeigen die gleiche Raumbewegung und eilen mit einer Geschwindigkeit von fast 30 km s^{-1} einem Zielpunkt im Sternbild Adler (lat. Aquila) entgegen.

Das Sternbild Großer Bär ist überaus reich an anspruchsvollen extragalaktischen Beobachtungsobjekten, von denen aber leider der größte Teil nur großen Instrumenten zugänglich ist. Wir beschränken uns deshalb auf 3 Galaxien und einen planetarischen Nebel, für deren Auffindung unser Schulfernrohr ausreicht.

Die Galaxien M 81 und M 82 sind beide etwa 8,5 Millionen Lichtjahre von uns entfernt. Ihre scheinbaren Gesamthelligkeiten betragen $7^{m}9$ bzw. $8^{m}8$. M 101 ist ein schwieriges Objekt, dessen Auffinden nur bei Verwendung des Okulars $f = 40$ mm raschen Erfolg verspricht. Noch besser geeignet sind hier Feldstecher 10×50 oder 15×50, die aber nicht freihändig benutzt werden sollten. M 101 ist von uns 11,5 Millionen Lichtjahre entfernt und hat eine scheinbare Gesamthelligkeit von $9^{m}6$. Ein ebenso schwieriges Objekt ist der bekannte planetarische Nebel M 97, der auf Grund einer Zeichnung, die Lord ROSSE im Jahre 1848 am Fernrohr von ihm anfertigte, den Beinamen „Eulen-Nebel" erhielt. Der insgesamt $9^{m}1$ helle Nebel hat einen scheinbaren Durchmesser von nur 3,3 Bogenminuten und ist rund 12 000 Lichtjahre von uns entfernt. Der Zentralstern ist $14^{m}3$ hell. Zur Beobachtung des Nebels wählen wir einen dunklen, mondscheinlosen Abend.

HANS JOACHIM NITSCHMANN

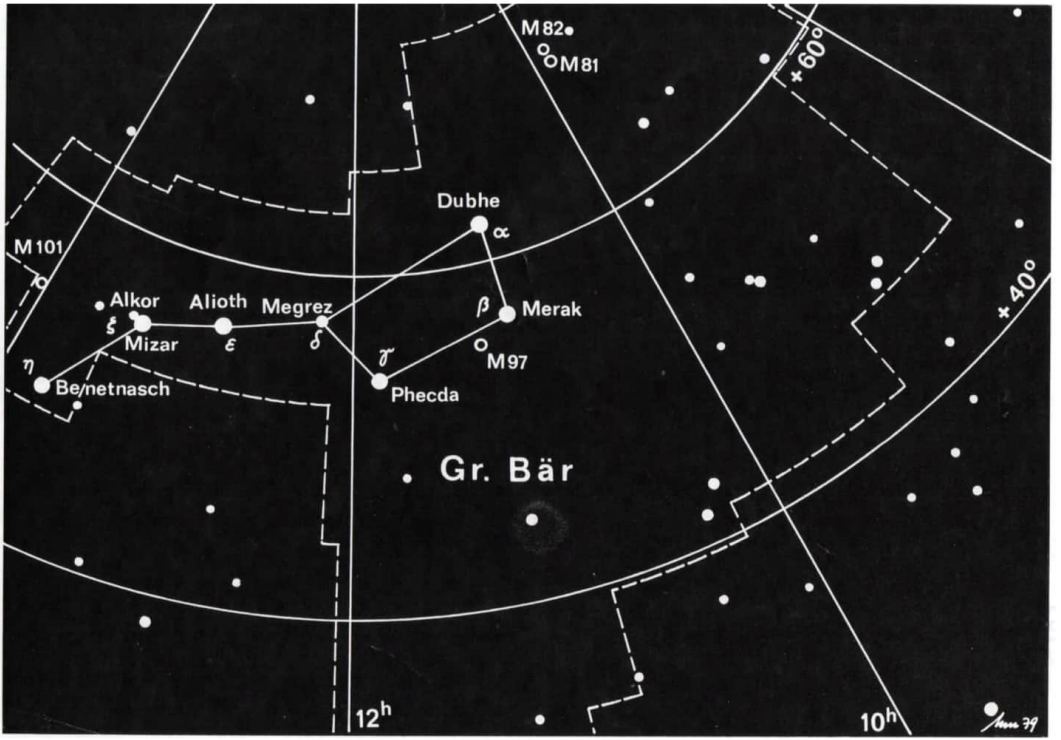
UNSERE BILDER

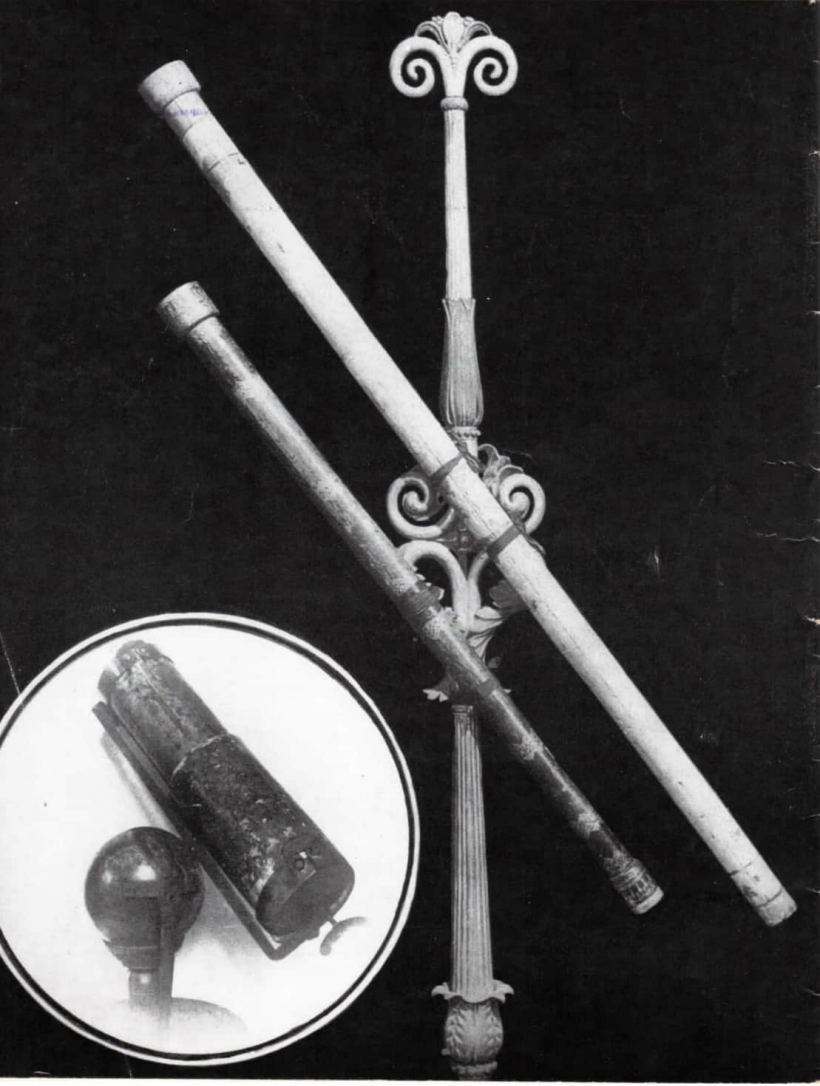
Titelseite – Ausrüstungen für eine Schulsternwarte aus dem VEB Carl Zeiss Jena übergab ERICH HONECKER, Generalsekretär des ZK der SED und Vorsitzender des Staatsrates der DDR, am 21. Februar 1979 in Lusaka für das sambische Bildungswesen.
Aufnahme: ADN-ZB, LANGE

2. Umschlagseite – Die im Jahre 1977 gestartete amerikanische Raumsonde „Voyager 1" passierte am 5. März 1979 den Planeten Jupiter in einem Abstand von nur 278 000 km. Während der Annäherung und während des Vorbeiflugs wurden zahlreiche Fotos gewonnen, die einen erstaunlichen Detailreichtum aufweisen. Hier ein aus 6 Teilfotos zusammengesetztes Bild. Es gibt die Region um den bekannten „Großen Roten Fleck" (unterhalb der Bildmitte) wieder, wie sie von „Voyager 1" am 27. Februar 1979 aus einer Entfernung von 6,5 Millionen km aufgenommen wurde. Nahe dem Roten Fleck sind ähnlich geformte, riesige weiße Wolkengebilde zu erkennen.
Aufnahme: ADN-ZB UPI-TELE

3. Umschlagseite – Beobachtungskarte für das Sternbild „Großer Bär". Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Wir beobachten" auf Seite 72
Grafik: NITSCHMANN, Bautzen

4. Umschlagseite – Erstes Spiegelteleskop von NEWTON mit rund 30 cm Tubuslänge im richtigen Größenverhältnis zu den ersten Linsenfernrohren von GALILEI (1,36 m Länge, papierüberzogener Holztubus und 0,92 m Länge, lederbezogenes Holzrohr).
Foto: Reproarchiv Archenhold-Sternwarte, Text und Bearbeitung: K. FRIEDRICH, Berlin.


M82
M81
+60°
Dubhe
α
M101
Alkor
Alioth
Megrez
β
Merak
ξ
Mizar
ε
δ
γ
M97
η
Be/netnasch
Phecda
Gr. Bär
+40°
12h
10h



Astronomie

in der Schule



VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

30 Jahre DDR –
20 Jahre Astronomieunterricht

4
1979

INDEX 31053
PREIS 0,60 M



Astronomie

in der Schule

Zeitschrift für die Hand des Astronomielehrers

Herausgeber:
Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag Berlin, 108 Berlin 8, Krausenstraße 50, Am Spittelmarkt, Telefon 2 04 30, Postscheckkonto: Berlin 1326 26

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

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

Anschrift der Redaktion:
86 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8, Postfach 54, Telefon: 4 25 85

Gesamtherstellung:
Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen
AN (EDV 427)
III-4-9-4,5 Liz. 1488

ISSN 0004 – 6310

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 4 **16. Jahrgang 1979**

Interview der Zeitschrift „Astronomie in der Schule" mit dem Stellvertreter des Ministers für Volksbildung, Oberstudienrat KARL DIETZEL 74
S. JÄHN
Astronomieunterricht und Persönlichkeitsentwicklung 76
M. SCHUKOWSKI
30 Jahre Deutsche Demokratische Republik – 30 Jahre Astronomieunterricht 77
G. KAISER; H. BIENIOSCHEK
Zur Weiterentwicklung des Unterrichtsprozesses im Fach Astronomie 81
D. B. HERRMANN
Geschichtsbewußtsein und Astronomieunterricht 83
H. STILLER; D. MÖHLMANN
Kosmosforschung – Aufgaben und Ergebnisse im Rahmen von „Intercosmos" 84
C. GROTE
Zur DDR-Beteiligung an der friedlichen Erforschung und Nutzung des Weltraumes 87
H. J. FISCHER
Disziplinäre und interdisziplinäre Wirkungen der Kosmosforschung auf die Bildungs- und Erziehungsarbeit 89
H.-J. TREDER; H. OLEAK
Relativistische und extragalaktische Astrophysik 91
S. MARX
Aufgaben des Karl-Schwarzschild-Observatoriums Tautenburg . 95
Unsere Bilder 96
Karteikarte: Leitkarte (J. STIER)
Redaktionsschluß: 20. Juni 1979

СОДЕРЖАНИЕ

Беседа журнала „Astronomie in der Schule" с заместителем министра народного образования высшим учебным советником Карлом Дицелем . . . 74
З. ЯН
Преподавание астрономии и развитие личности 76
М. ШУКОВСКИЙ
30 лет ГДР — 30 лет преподавание астрономии 77
Г. КАЙЗЕР; Х. БИНИОШЕК
Развитие учебного процесса в астрономии в будущем 81
Д. Б. ХЕРРМАНН
Историческое сознание и преподавание астрономии 83
Х. ШТИЛЛЕР; Д. МЕЛЬМАНН
Исследование космоса — задачи и результаты программы «Интеркосмос» . 84
К. ГРОТЕ
Участие ГДР в миролюбивом исследовании и использовании космоса . . . 87
Х. И. ФИШЕР
Воздействие исследования космоса на образование и воспитание при преподавании астрономии и других предметов 89
Х.-Й. ТРЕДЕР; Х. ОЛЕАК
Релятивистская и внегалактическая астрофизика 91
З. МАРКС
Задачи Обсерватории им. Карла Шварцшильда в г. Таутенбурге 95

CONTENTS

„Astronomie in der Schule" Interview with Mr. Karl DIETZEL, Vice-Minister for National Education 74
S. JÄHN
Astronomy Instruction and Development of Personality 76
M. SCHUKOWSKI
30 Years GDR – 20 Years Astronomy Instruction 77
G. KAISER; H. BIENIOSCHEK
Future Development of Instructional Process in Astronomy . . . 81
H. STILLER; D. MÖHLMANN
Space Research – Tasks and Results of „Intercosmos" 84
C. GROTE
GDR Participation in Peaceful Space Research and its Application 87
H. J. FISCHER
Space Research Penetrating Education and Instruction in Astronomy and other Specialities 89
H.-J. TREDER; H. OLEAK
Relativistic and Extragalactical Astrophysics 91
S. MARX
The Tasks of Karl Schwarzschild Observatory at Tautenburg . . 95

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. Unsere Zeitschrift kann außerhalb der DDR über den internationalen Buch- und Zeitschriftenhandel bezogen werden. Bei Bezugsschwierigkeiten im nichtsozialistischen Ausland wenden Sie sich bitte direkt an unseren Verlag oder an die Firma BUCHEXPORT, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 701 Leipzig, Leninstraße 16.

Interview der Zeitschrift „Astronomie in der Schule" mit dem Stellvertreter des Ministers für Volksbildung, Oberstudienrat KARL DIETZEL

Werter Genosse Minister! Auf dem VIII. Pädagogischen Kongreß konnte eine beeindruckende Bilanz der Entwicklung unserer sozialistischen Schule gezogen werden. Wie schätzen Sie, Genosse Minister, die Entwicklung der Bildungs- und Erziehungsergebnisse im Astronomieunterricht seit der Einführung des neuen Lehrplans im Jahre 1971 ein?

Wenn wir die Entwicklung der Ergebnisse der Bildungs- und Erziehungsarbeit im Astronomieunterricht auf der Grundlage des 1971 eingeführten Lehrplans bilanzieren, so können wir feststellen, daß unsere Astronomielehrer die anspruchsvollen Ziele des Lehrplans von Jahr zu Jahr mit wachsendem Erfolg und zunehmend besserer Qualität verwirklichen. Ausdruck dafür ist die gewachsene Solidität des Wissens der Schüler über grundlegende astronomische Begriffe, Erkenntnisse vom Aufbau des Weltalls, die Bewegung und Entwicklung kosmischer Objekte, die Physik der Körper des Sonnensystems und der Sterne sowie über wichtige fachspezifische Arbeitsmethoden. Dabei übersehen wir nicht, daß auch weiterhin der exakten und dauerhaften Aneignung wesentlicher astronomischer Begriffe durch die Schüler große Aufmerksamkeit zu schenken ist. Diese Forderung gilt in gleicher Weise für die sichere Beherrschung und Anwendbarkeit von Erkenntnissen über Objekte und deren Systeme, über Vorgänge und Erscheinungen im Weltall sowie über deren Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten.

Die positive Bilanz, die wir bei der Entwicklung des astronomischen Wissens unserer Schüler ziehen können, trifft in gleichem Maße für den Könnensbereich zu. Die Fähigkeiten der Schüler zur Ausübung fachspezifischer Tätigkeiten, wie beispielsweise das vielfältige Arbeiten mit der drehbaren Sternkarte, das Vorbereiten und Durchführen einfacher Beobachtungen sowie das Protokollieren von Beobachtungsergebnissen sind gewachsen. Gut entwickelte Fähigkeiten zur Orientierung am Sternhimmel weisen besonders jene Schüler nach, denen ausreichend Gelegenheit geboten wird, ihre erworbenen Orientierungsfähigkeiten am natürlichen Sternhimmel zu überprüfen, zu festigen und zu erweitern.

Ihr besonderes Augenmerk richten unsere erfahrenen Astronomielehrer bei der Herausbildung solider Fähigkeiten der Schüler auf das Entwickeln richtiger Raumvorstellungen, auf das Erkennen astronomischer Zusammenhänge auf der Grundlage von Beobachtungsergebnissen sowie auf das Erklären des physikalischen Wesens kosmischer Objekte und Erscheinungen. Damit wird ein wesentlicher Beitrag zur Erhöhung der Qualität des Könnens der Schüler geleistet.

Darüber hinaus möchte ich betonen, daß der Astronomieunterricht als selbständiges Fach einen bedeutsamen Beitrag zur Herausbildung eines wissenschaftlichen Weltbildes der Schüler leistet. Der Inhalt des Astronomieunterrichts und seine solide methodisch-didaktische Gestaltung besitzen große Potenzen in dieser Hinsicht, die natürlich immer unter der Sicht des gesamten Unterrichts zu sehen sind.

Wir können einschätzen, daß sich die daraus ergebenden Möglichkeiten zur Herausbildung und Festigung eines wissenschaftlichen Weltbildes bei unseren Schülern von den im Fach Astronomie unterrichtenden Lehrern immer besser genutzt werden. Im Ergebnis dieser Arbeit vertiefen die Schüler ihre Überzeugung von der materiellen Einheit der Welt und ihre Einsicht vom objektiven Charakter der ständigen Veränderung, Bewegung und Entwicklung im Weltall, von der Erkennbarkeit der Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten im Kosmos. Die Schüler erkennen, daß die Entwicklung der Wissenschaft Astronomie und die Nutzung ihrer Erkenntnisse von den gesellschaftlichen Verhältnissen und dem Stand der gesellschaftlichen Entwicklung abhängig sind. Sie lernen wissenschaftlich-technische Pionierleistungen auf dem Gebiete der Astronomie und Raumfahrt vor allem durch die Sowjetunion vom Standpunkt der Arbeiterklasse werten.

Unser Astronomieunterricht ist wissenschaftlicher, parteilicher, lebensverbundener und erzieherisch wirksamer Fachunterricht.

In die positive Bilanz der Bildungs- und Erziehungsarbeit möchte ich die Entwicklung der Tätigkeit in den Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt" einbeziehen. 730 erfahrene Astronomielehrer, Amateurastronomen, Mitarbeiter von Schulsternwarten und anderen astronomischen Einrichtungen leiteten im Schuljahr 1978/79 770 Arbeitsgemeinschaften. Mit solider pädagogischer und fachlicher Meisterschaft und mit hoher Einsatzbereitschaft fördern sie die Neigungen, Interessen und Begabungen der mehr als 10 000 teilnehmenden Schüler auf dem Ge-

biete der Astronomie und Raumfahrt. Damit wird aus der Sicht der Astronomie und Raumfahrt den wachsenden gesellschaftlichen Anforderungen und auch den persönlichen Interessen und Neigungen der Schüler immer besser entsprochen.

Worauf führen Sie, Genosse Minister, die erzielten Fortschritte in der Entwicklung des Astronomieunterrichts zurück?

Die positive Entwicklung des Astronomieunterrichts, der mit dem Lehrplanwerk von 1959 als selbständiger Fachunterricht in unseren allgemeinbildenden polytechnischen Oberschulen neu eingeführt wurde, ist vor allem das Ergebnis der fleißigen und verantwortungsbewußten pädagogischen und fachlichen Arbeit unserer Astronomielehrer. Gründliches Lehrplanverständnis und ständiges Streben nach politisch-ideologischer, fachwissenschaftlicher und pädagogisch-methodischer Weiterbildung erweisen sich als eine sichere Grundlage für die Weiterentwicklung der Qualität des Astronomieunterrichts.

Wesentlich dazu beigetragen hat die verstärkte Führung des Astronomieunterrichts an den Schulen, in den Kreisen und Bezirken, in deren Ergebnis eine stabilere Fachlehrerbesetzung und eine wirksamere Hilfe der Astronomielehrer durch die Fachberater verwirklicht wurde. Hervorheben möchte ich die vielfältigen Initiativen der Mitarbeiter der Schulsternwarten und anderer astronomischer Bildungs- und Forschungseinrichtungen bei der Weiterbildung der Astronomielehrer. Zur Erhöhung der Qualität des Lehrens und Lernens im Astronomieunterricht hat auch wesentlich die Versorgung der Schulen mit hochwertigen Unterrichtsmitteln und deren methodisch durchdachter Einsatz im Unterricht beigetragen. Seit 1973 wurden den Schulen mehr als 5300 Schulfernrohre vom Typ Telementor zur Verfügung gestellt; dadurch konnten die materiellen Bedingungen für die Durchführung der verbindlichen Schülerbeobachtungen wesentlich verbessert werden. Es konnten wichtige Voraussetzungen geschaffen werden, den Erkenntnisprozeß der Schüler eng mit Beobachtungen zu verbinden, wie es für den naturwissenschaftlichen Unterricht auf dem VIII. Pädagogischen Kongreß gefordert wurde. Im Prozeß der weiteren Vervollkommnung des Astronomieunterrichts sind die sich daraus ergebenden Möglichkeiten zur Vermittlung und Aneignung soliden Wissens und Könnens sowie zur Ausprägung von Gewohnheiten des exakten, disziplinierten und schöpferischen Arbeitens umfassender zu nutzen.

Im Zusammenhang mit der gestellten Frage möchte ich auch die Fachzeitschrift nennen. Sie bemüht sich mit wachsendem Erfolg, gute Erfahrungen zu vermitteln und ihren Beitrag zur politischen, fachlichen und methodisch-didaktischen Qualifizierung unserer Astronomielehrer zu leisten. Sie sollte auch weiterhin die Astronomielehrer und Arbeitsgemeinschaftsleiter bei der Verwirklichung der Ziele und Aufgaben der Bildungs- und Erziehungsarbeit im Astronomieunterricht und in den Arbeitsgemeinschaften unterstützen, wobei sie den konkreten Notwendigkeiten der Schulpraxis große Aufmerksamkeit zu schenken hat.

Welchen Aufgaben, Genosse Minister, muß sich der Astronomieunterricht in Auswertung des VIII. Pädagogischen Kongresses zuwenden?

Auf dem VIII. Pädagogischen Kongreß wurde erneut zum Ausdruck gebracht, daß die ständige Erhöhung des Niveaus und der Qualität der Bildungs- und Erziehungsarbeit in allen Unterrichtsfächern und in jeder Schule das Wesen der weiteren inhaltlichen Ausgestaltung unserer sozialistischen Oberschule kennzeichnet. Deshalb sollten wir, wie es schon viele Astronomielehrer tun, zielstrebig an der weiteren Vervollkommnung aller Seiten des Astronomieunterrichts arbeiten. Einige wichtige Aufgaben in diesem Zusammenhang habe ich bereits genannt. Es geht darum, die gestellten Aufgaben zur Erhöhung der Exaktheit, Dauerhaftigkeit und Anwendbarkeit des Wissens und Könnens der Schüler und der Erziehung im Astronomieunterricht in jeder Schule ständig im Blick zu haben. Das erfordert vor allem, höhere Ansprüche an die fachwissenschaftliche, didaktisch-methodische und erzieherische Qualität jeder einzelnen Unterrichtsstunde und damit an ihre Vorbereitung zu stellen. Denn schließlich entscheidet die Qualität der Vorbereitung des Unterrichts maßgeblich über seinen Erfolg und seine Ergebnisse. Von großer Bedeutung bei der Vorbereitung der Unterrichtsstunde ist, die Schwerpunkte des zu vermittelnden Stoffes exakt festzulegen, zu bestimmen, was reaktiviert werden muß und worauf die Festigung des Stoffes gerichtet sein muß. Eine gründliche Vorbereitung der Unterrichtsstunde verlangt sorgfältige Überlegungen zur Durchführung notwendiger Schülertätigkeiten, zum erkenntnisprozeßgerechten Einsatz der Unterrichtsmittel und der Beobachtung, zur Kontrolle und Bewertung der Schüler und nicht zuletzt zum Stellen der Hausaufgaben.

Die Anforderungen an die Gestaltung eines niveauvollen Astronomieunterrichts sind zugleich Aufforderungen für die Fachberater, den Lehrern konkrete Hilfe bei der Planung, Gestaltung

und Auswertung des Unterrichts zu geben. Ihre Tätigkeit schließt die Anleitung und Hilfe der Leiter der Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogramm für eine interessante, vielseitige und niveauvolle Arbeitsgemeinschaftstätigkeit ein. Auf diese Weise tragen sie dazu bei, diesen Bereich einer sinnvoll differenzierten Arbeit zu stabilisieren und weiterzuentwickeln, wie es der VIII. Pädagogische Kongreß gefordert hat.
Im Astronomieunterricht wurden in den vergangenen Jahren viele wertvolle Erfahrungen und Erkenntnisse gewonnen, die durch einen lebendigen Erfahrungsaustausch allen Astronomielehrern schneller zugänglich gemacht werden sollten.
Der Astronomieunterricht wird auf die Weise seinen Beitrag leisten, damit unsere Schüler, mit einer hohen naturwissenschaftlichen Bildung ausgerüstet, gut auf das Leben, die Arbeit und den Beruf vorbereitet werden.

SIGMUND JÄHN

Astronomieunterricht und Persönlichkeitsentwicklung

Über ein Jahr ist seit dem Tag vergangen, an dem im fernen Baikonur eine mächtige sowjetische Trägerrakete das Raumschiff Sojus 31 mit der dritten internationalen Besatzung auf eine Umlaufbahn um die Erde brachte.

Das Interesse an diesem Ereignis hält unvermindert an, besonders unter der Jugend. Auf zahlreichen Foren wurden mir Fragen zu den verschiedenen Wissensgebieten des Raumfluges gestellt. Wie könnte es anders sein, darunter befanden sich viele Fragen zur Astronomie, besonders zur Himmelsmechanik. Offenbar werden den Kosmonauten solche Fragen deshalb oft gestellt, weil sie im Weltraum den Gestirnen ein Stück näher gekommen sind, als der Mensch auf der Erde. Von ihnen wird erwartet, daß sie sich am Sternhimmel sehr gut auskennen und auch über beobachtete Erscheinungen, wie Polarlichter, das Zodiakallicht u. a. solide Kenntnisse besitzen. Ehrlich gestehe ich ein, manche Fragesteller hätte ich lieber an meine Astronomielehrer verwiesen. Jedenfalls hat unsere Jugend reges Interesse bekundet und besitzt zudem gediegene astronomische Kenntnisse.

20 Jahre – seit Aufnahme des Faches Astronomie in die Stundentafel unserer Oberschulen haben tiefe, nachhaltige Spuren gezeichnet. Das Fach trägt dazu bei, daß unsere Jugend ein fundiertes Weltbild von der Natur und Gesellschaft besitzt. Die heranwachsende Generation strebt in ihrer überwältigenden Mehrheit danach, eine sozialistische Persönlichkeit zu verkörpern, ist politisch engagiert, wissenschaftlich gebildet und künstlerisch interessiert. In diesem Zusammenhang betrachte ich es als gerechtfertigt, die Ergebnisse von 20 Jahren Astronomieunterricht für die Herausbildung allseitig gebildeter sozialistischer Persönlichkeiten gebührend zu würdigen.

Wie kaum in einem anderen Fach, bieten sich im Astronomieunterricht Möglichkeiten, die Wissensvermittlung mit der Diskussion weltanschaulicher Standpunkte zu verbinden.

Ein Beispiel: Immer wieder diskutiert man über das Problem der Existenz außerirdischen Lebens. Ich weiß, darüber streiten sich die Gelehrten. Die Wahrscheinlichkeit unserer „Einmaligkeit" ist wenigstens genau so gut begründet, wie die Vermessenheit, in Anbetracht der räumlichen Unbegrenztheit des Universums anzunehmen, unsere Erde wäre nun ausgerechnet die Stecknadel im Heuhaufen. Man befragt mich oft zu dieser, mich selbst bewegenden Problematik, in der Hoffnung, von einem Kosmonauten eine kompetente Antwort zu erhalten. Bisher hat noch kein Kosmonaut einen praktischen Beweis für die eine oder andere Theorie antreten können. Deshalb stütze ich mich lieber auf den gegenwärtigen wissenschaftlichen Erkenntnisstand und meine gefestigte materialistische Weltanschauung. Für mich gehören sogenannte fliegende Untertassen ins Reich unwissenschaftlicher, manipulierter Zeitungsschreiberei.

Natürlich haben wir die Augen offen gehalten, damit alles beobachtet wird, was wissenschaftlichen Wert besitzt. In der Orbitalstation Salut 6 ist z. B. ein sogenanntes Submillimeter-Fernrohr mit einem Hauptspiegel von 1,5 m Durchmesser montiert. Mit diesem Gerät kann die elektromagnetische Strahlung jenseits des Infrarotbereiches von wenigen Mikron bis zu 2 mm gemessen werden. In diesem Bereich lassen sich kosmische Objekte beobachten, die von der Erde aus im optischen Spektralbereich unsichtbar bleiben. Auf der Umlaufbahn um die Erde stört keine Atmosphäre die Beobachtung von Himmelskörpern. Der Wunsch der Astronomen, diesen Umstand zu nutzen und Beobachtungen aus dem Orbit zu führen, ist nur zu verständlich. Mit Sicherheit werden bald starke Fernrohre für optische Beobachtungen in Raumstationen montiert. Ein Spiegeldurchmesser von einem Meter an Bord erlaubt dabei etwa gleiche Beobachtungsergebnisse, wie ein 6-Meter-Spiegelteleskop auf der Erde. Mit diesen Geräten wird man neue Erkenntnisse gewinnen, die

natürlich auch neue Fragen aufwerfen, welche wiederum Antrieb für die Weiterentwicklung der Wissenschaft sind.

Vor 20 Jahren wurde nach meinem Dafürhalten eine weitsichtige, kluge Entscheidung getroffen, in unseren Oberschulen den Astronomieunterricht einzuführen. Sie steht im Einklang mit den Forderungen unserer Gesellschaft, sie entspricht unserem Erziehungsziel, allseitig gebildete, sozialistische Persönlichkeiten zu formen. Tausende Lehrer haben diese Entscheidung mit Leben erfüllt. Wir sollten uns bei ihnen bedanken.

Oberst SIGMUND JÄHN
Fliegerkosmonaut der DDR

MANFRED SCHUKOWSKI

30 Jahre Deutsche Demokratische Republik – 20 Jahre Astronomieunterricht

Wir stehen wenige Wochen vor dem 30. Jahrestag der Gründung der Deutschen Demokratischen Republik. Die Sicht auf diese drei Jahrzehnte des Kampfes um den Aufbau und die Entwicklung des Sozialismus auf deutschem Boden ist für uns gleichzeitig ein Blick auf das eigene Leben, die Richtigkeit individueller Entscheidungen und den Wert persönlichen Handelns.

Die Entwicklung unserer Schule ist untrennbar mit der sozialistischen Revolution verbunden. Unsere Schule hat Anteil an der Veränderung der Menschen, ihrer Auffassungen und Haltung, ihres Bewußtseins und ihrer Moral, also jener Veränderung, die MARGOT HONECKER auf dem VIII. Pädagogischen Kongreß als *die größte historische Leistung des Sozialismus* kennzeichnete [1; 59]. Hier ist seit 20 Jahren auch das Wirkungsfeld der Astronomielehrer. Die Einführung des Astronomieunterrichts im September 1959 erfolgte im Zusammenhang mit dem Übergang zur zehnjährigen Oberschulbildung für alle Kinder des Volkes [2; 397]. Der erste Astronomielehrplan war Teil des Lehrplanwerkes für die zehnklassige allgemeinbildende polytechnische Oberschule. Die Ziele und Aufgaben des Astronomieunterrichts sind eingeordnet in die Ziele und Aufgaben der allgemeinbildenden Schule. Er leistet im Ensemble der naturwissenschaftlichen Fächer einen spezifischen Beitrag zur Herausbildung des wissenschaftlichen Weltbildes bei der Jugend, bereichert und festigt ihre Überzeugung von der Erkenntnisfähigkeit und den schöpferischen Kräften der Menschen.

Das erste Jahrzehnt des Astronomieunterrichts in den Schulen der DDR kann man zurückschauend als eine Zeit der Konsolidierung des neuen Unterrichtsfaches, der steten Verbesserung der personellen und materiellen Bedingungen, der Gewinnung von Erfahrungen im Unterrichten astronomischer Lehrstoffe und bei der Beobachtung astronomischer Objekte bezeichnen (vgl. [3]).

Seit 1971 wurden zunehmend bessere Voraussetzungen für die astronomische Bildung der Schuljugend geschaffen.

● *1971* begann mit der *Einführung des neuen Lehrplans* für das Fach Astronomie eine Entwicklungsetappe, die durch den *Prozeß der weiteren inhaltlichen Ausgestaltung des Astronomieunterrichts* – wie der Oberschulbildung überhaupt – gekennzeichnet ist.

Die Erarbeitung und Einführung eines neuen Astronomielehrplans war Teil eines Werdegangs, bei dem in den sechziger Jahren – ausgehend von gesellschaftlichen Erfordernissen und den sowjetischen Erfahrungen auf dem Gebiet der Astronomiemethodik, aufbauend auf Ergebnissen der bisherigen Schulentwicklung und ausgehend von Erkenntnissen der Wissenschaften – Inhalt und Niveau der in der Schule zu vermittelnden Allgemeinbildung neu bestimmt wurden [1; 82].

Der Inhalt des Astronomieunterrichts wurde in Gemeinschaftsarbeit von pädagogischen Wissenschaftlern, Astronomielehrern und Astronomen am Erkenntnisschatz der modernen Astronomie neu orientiert und nach bildungspolitischen Gesichtspunkten ausgewählt.

Kennzeichnend für den neuen Astronomielehrplan waren die *Konzentration auf astrophysikalische Betrachtungsweisen*, die verstärkte *Behandlung kosmischer Entwicklungsprozesse* und die *Einführung eines obligatorischen Beobachtungsprogramms* (vgl. [4]). Damit gewann der Astronomieunterricht neue Potenzen für die *wissenschaftliche Bildung* und die *weltanschauliche Erziehung*.

Da der neue Astronomielehrplan bereits zwei Jahre vor seiner Einführung veröffentlicht wurde, konnten die Lehrer gründlich auf die Bewältigung der gewachsenen Anforderungen vorbereitet werden. Zur ersten Unterrichtsstunde nach diesem Lehrplan im September 1971 standen ein *neues Lehrbuch* und erstmals eine *Unterrichtshilfe Astronomie* zur Verfügung.

● Da Astronomie in der Abschlußklasse der Oberschule unterrichtet wird, wuchs die Aus-

strahlung dieses Unterrichts naturgemäß mit dem Grad der Verwirklichung der obligatorischen zehnklassigen Oberschulbildung. Allein von 1965 bis 1978 stieg die Zahl der Schüler, die von der 8. in die 9. Klasse übergingen, von 72 Prozent auf 93,6 Prozent. Während 1968 164 700 Schüler der 10. Klassen an allgemeinbildenden polytechnischen Oberschulen Astronomieunterricht erhielten, waren es 1978 244 200 Schüler. *Insgesamt erhielten allein in der Zeit von 1968 bis 1978 2 262 100 Schüler Astronomieunterricht – das sind 13,3 Prozent der Bevölkerung der DDR.*

Heute erhalten praktisch alle Jugendlichen während ihrer Schulzeit grundlegende astronomische Kenntnisse vermittelt. Das wissenschaftliche Weltbild, mit dem die Jugendlichen aus der Schule in das gesellschaftliche Leben entlassen werden, ist durch den Astronomieunterricht umfassender, abgerundeter geworden; es wird jeweils dem gesamten Schülerjahrgang mitgegeben.

● Neben den obligatorischen Astronomieunterricht traten 1970 bzw. 1971 die *Arbeitsgemeinschaften „Astronautik" und „Astronomie" nach Rahmenprogramm.* Damit erhält ein Teil der Schüler der Klassen 9 und 10 entsprechend den individuellen Interessen eine vertiefte astronomische Bildung.

Unter Berücksichtigung der in der Arbeit nach diesen Rahmenprogrammen gewonnenen Erfahrungen wurde *1978 ein neues Programm „Astronomie und Raumfahrt"* eingeführt. Die Einführung von drei Wahlkursen läßt dabei den Arbeitsgemeinschaftsleitern größere Möglichkeiten der Gestaltung (vgl. [5]).

Die Tatsache, daß die *Zahl der Teilnehmer an den Arbeitsgemeinschaften „Astronomie und Raumfahrt" nach Rahmenprogramm seit 1972 konstant bei 10 000 liegt,* beweist sowohl das große Interesse der älteren Schüler an astronomischen Fragen als auch das erfolgreiche Wirken der Leiter dieser Arbeitsgemeinschaften (s. auch [6]).

Neben diesen Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogramm – einer Form des fakultativen Unterrichts – wird an Schulen und Schulsternwarten in *außerunterrichtlichen astronomischen Arbeitsgemeinschaften* von Schülern aller Altersstufen z. T. Bemerkenswertes auch auf speziellen Gebieten geleistet.

● Eine der entscheidenden Bedingungen für einen soliden, bildungs- und erziehungswirksamen Astronomieunterricht ist der politisch-pädagogisch und fachwissenschaftlich gebildete Astronomielehrer.

Wir verfügen über einen großen Stamm erfahrener und gebildeter Astronomielehrer, die begeistert in ihrem Fach tätig sind. Seit *1963* legten *1 100 Lehrer das Zusatzstaatsexamen Astronomie nach externer Vorbereitung* an der Universität Jena bzw. an den Pädagogischen Hochschulen Dresden, Güstrow oder Potsdam ab. Weitere 200 Lehrer bereiten sich gegenwärtig darauf vor.

Sechs Pädagogen promovierten seit 1966 mit Dissertationen zu astronomiemethodischen Themen. *Vier Astronomielehrer* gehörten allein *1979* zu den *Preisträgern der zentralen Tage der Pädagogischen Lesungen.* Eine wachsende Anzahl von Astronomielehrern meldet sich im Erfahrungsaustausch in der Fachzeitschrift zu Wort.

Eine neue Stufe der Qualifizierung von Astronomielehrern wurde mit der 1978 an der Friedrich-Schiller-Universität Jena eingeführten *Ausbildung von Diplomlehrern der Fachkombination Physik/Astronomie* eingeleitet. Damit ist eine bisher in der Lehrerbildung bestehende Lücke geschlossen. Jedoch wird daneben der externe Weg über das Zusatzstaatsexamen weiterhin seine Bedeutung behalten.

● *Fachberater* gehören zu den geachteten und gesuchten Partnern der Astronomielehrer. Gleichzeitig haben sie besonderen Anteil, wenn in vielen Kreisen Schulräte und Direktoren auch Fragen des Astronomieunterrichts in ihre Leitungstätigkeit einbeziehen. *Fachzirkel* und *Fachkommissionen* entwickelten sich mehr und mehr zu Foren des Erfahrungsaustauschs.

● Das materielle Bedingungsgefüge entwickelte sich in den siebziger Jahren besonders rasch. Weitere *Schulsternwarten* und *Planetarien* wurden gebaut, darunter die Raumflugplanetarien in Cottbus und Halle. Seit 1973 wurden den Schulen *5 300 Schulfernrohre vom Typ „Telementor"* zur Verfügung gestellt, die einschließlich der Zusatzgeräte einen *Wert von über 10 Millionen Mark besitzen* (s. auch [6]).

Das *Astronomielehrbuch* erschien seit 1971 in bisher 9 Auflagen mit insgesamt 1 560 000 Exemplaren. Von der *Unterrichtshilfe Astronomie* wurden 14 000 Exemplare in 3 Auflagen gedruckt. An dieser Stelle sei auch auf die erfreuliche Breite und Vielfalt anspruchsvoller *populärer astronomischer Schriften,* die in der DDR in den siebziger Jahren veröffentlicht wurden, verwiesen, an der Astronomielehrer als Initiatoren und Autoren ihren Anteil haben.

● Die *Zeitschrift „Astronomie in der Schule"* spielt seit nunmehr eineinhalb Jahrzehnten eine besondere Rolle beim Erfahrungsaustausch, bei der weltanschaulichen, fachlichen und methodischen Qualifizierung der Astronomielehrer und bei der Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse. In den bisher 90 Heften dieser Zeitschrift sind rund 660 Artikel und 740 Kurzbeiträge bzw. Informationen veröffent-

licht worden. Der begrenzte Umfang dieser Zeitschrift zwang Redaktion und Autoren von Anfang an zu konzentrierter Darstellung, zur Beschränkung im Umfang der Beiträge — ein Zwang, der sich günstig auf Themenauswahl und Lesbarkeit auswirkte. Die fünfzehn Jahrgänge von „Astronomie in der Schule" mit einem Umfang von 2 160 Seiten stellen ein einzigartiges, vielseitiges und anregendes Lehrbuch der Astronomiemethodik dar, das es auch für die methodische Ausbildung der Diplomlehrerstudenten zu erschließen gilt.

● In den siebziger Jahren wurde mit der *Weiterbildung der Astronomielehrer in Kursen,* insbesondere mit den Spezialkursen, eine neue Qualität in der planmäßigen Qualifizierung erreicht. Fachwissenschaftler, vor allem aus den Zentren Jena, Potsdam und Dresden, erwarben sich dabei bleibende Verdienste. Sie wurden von erfahrenen Astronomielehrern, Sternwartenleitern und Arbeitsgemeinschaftsleitern unterstützt und ergänzt, wie überhaupt das enge und vertrauensvolle Zusammenwirken von Fachastronomen und Schulastronomen in allen Gremien ein besonders bemerkenswertes Ergebnis der zwanzigjährigen Geschichte der Schulastronomie in der DDR ist. *Schulsternwarten* — allen voran Bautzen — entwickelten sich in vielen Fällen zu *Zentren der Weiterbildung der Astronomielehrer.*

● Anfang der siebziger Jahre wurde mit der Bildung der *Forschungsgemeinschaft Methodik des Astronomieunterrichts bei der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR* erstmalig ein Zentrum für die Koordinierung astronomiemethodischer Forschungen geschaffen. Diese ehrenamtliche Gemeinschaft, der Lehrer, Schulfunktionäre, Sternwartenleiter und Wissenschaftler angehören, hat durch ihre bisherige Arbeit gute Grundlagen für weiterführende Forschungen zur Methodik des Astronomieunterrichts geschaffen. Eine besondere Leistung der Forschungsgemeinschaft war ihre Mitwirkung bei der Erarbeitung des Buches *„Methodik des Astronomieunterrichts"*, das 1979 in der 2. Auflage mit insgesamt 7 000 Exemplaren vorliegen wird und das eine erste geschlossene Darstellung der Astronomiemethodik in der DDR gibt.

Die genannten besseren Bedingungen hatten Rückwirkungen auf die inhaltliche Gestaltung und auf die Ergebnisse des Astronomieunterrichts.

Zusammenfassend kann an der Schwelle der achtziger Jahre festgestellt werden, daß der beschriebene Werdegang des Astronomieunterrichts untrennbar mit der erfolgreichen Entwicklung unserer Republik verbunden ist. Gleichzeitig sind, wie das der Dialektik von gesellschaftlicher und schulischer Entwicklung entspricht, neue Fragen aufgeworfen und neue Aufgaben gestellt.

Die *Forderung des IX. Parteitages der SED,* das *Niveau der Oberschulbildung stetig zu erhöhen* und der *Vervollkommnung der kommunistischen Erziehung* besondere Aufmerksamkeit zu schenken [7; 97 f.], ist Aufgabe für die Lehrer aller Fächer und Stufen. Bezieht man die weitere inhaltliche Ausgestaltung in diesem Sinne auf den Astronomieunterricht, so heißt das:

1. Es gilt, die grundlegenden astronomischen *Fakten, Zusammenhänge und Begriffe dauerhaft und anwendungsbereit zu vermitteln.* Die Schüler müssen sichere Kenntnisse über wichtige Objekte und Vorgänge im Weltall und über kosmische Entwicklungsprozesse gewinnen, die Teil ihres wissenschaftlichen Weltbildes und zugleich Grundlage für das Weiterlernen nach der Schulzeit sind. DIETZEL, KAISER und BIENIOSCHEK haben jene Fragen hervorgehoben, die dabei im Unterricht besonders zu beachten sind (s. [6] und [8]).

2. In Einheit mit der Vermittlung einer soliden wissenschaftlichen Bildung sind die *erzieherischen Potenzen des Astronomieunterrichts* im Sinne der Orientierung des VIII. Pädagogischen Kongresses noch stärker zu nutzen, insbesondere für die politische, weltanschaulich-philosophische und moralische Erziehung der Jugendlichen (vgl. [1], [6], [8] und [9; 25 bis 29]).

3. Die *Fachzirkel* und *Fachkommissionen* müssen überall zu *Zentren des Erfahrungsaustausches* werden. Dabei sollten die gründlichen Kenntnisse der *Fachberater* über die Situation im Astronomieunterricht des Kreises, über besondere Stärken einzelner Astronomielehrer sowie über Probleme dieses Unterrichtsfaches genutzt werden, um sich auf Schwerpunkte für die weitere Erhöhung der Qualität des Astronomieunterrichts entsprechend den realen Gegebenheiten des Kreises oder der Schule zu konzentrieren.

4. Es muß weiterhin das besondere *Anliegen der staatlichen Leiter* sein, die *Erteilung des Astronomieunterrichts durch qualifizierte Fachlehrer* zu gewährleisten. Diese Lehrer sollten diesen Unterricht über viele Jahre erteilen. In den achtziger Jahren muß es mehr und mehr zur Ausnahme werden, daß Astronomie Lehrer ohne ausreichende Qualifikation für das Fach unterrichten. Dafür ist nötig, geeignete und interessierte Lehrer, insbesondere Physiklehrer, für die Ablegung des Zusatzstaatsexamens Astronomie zu gewinnen und an die Ausbildungseinrichtungen zu delegieren. Die Fachberater sollten auf diesen Prozeß aktiv Einfluß nehmen. Die Gewinnung besonders interessierter Schüler, die nach dem Besuch der EOS das

Studium als Diplomlehrer für Physik und Astronomie aufnehmen, sollten alle Astronomielehrer als ihre persönliche Aufgabe ansehen.

5. Die Arbeit in den *Arbeitsgemeinschaften* muß auf der *Grundlage des neuen Rahmenprogramms „Astronomie und Raumfahrt"* im Sinne der Forderungen des VIII. Pädagogischen Kongresses, weiter stabilisiert, wissenschaftlich qualifiziert und pädagogisch-methodisch entwickelt werden (s. auch [6]). In geeigneter Form ist der Erfahrungsaustausch zwischen den Leitern dieser Arbeitsgemeinschaften zu entwickeln.

6. Die *Forschungsgemeinschaft „Methodik des Astronomieunterrichts"* und die *Zeitschrift „Astronomie in der Schule"* müssen die Arbeit der Astronomielehrer und Arbeitsgemeinschaftsleiter auch zukünftig wirkungsvoll unterstützen. Sie sollten sich der Erarbeitung und Verbreitung von Erfahrungsberichten und pädagogischen Lesungen zu Problemen des Astronomieunterrichts und der Tätigkeit in den Arbeitsgemeinschaften widmen und solche Fragen in den Mittelpunkt ihrer Arbeit stellen, die den Erfordernissen der Praxis bei der Verwirklichung der schulpolitischen Aufgaben entsprechen. Erfahrungen und Konsequenzen aus fast einem Jahrzehnt Arbeit mit dem Astronomielehrplan sollten analysiert und Vorschläge für eine noch bessere Verwirklichung der Lehrplanziele unterbreitet werden. Die *Arbeitsgruppe „Methodik des Astronomieunterrichts" an der Friedrich-Schiller-Universität Jena* hat günstige Bedingungen, um in den achtziger Jahren die astronomie-methodische Forschung aktiv zu fördern.

Im Programm der SED besitzen wir ein Dokument, in dem die Aufgaben aller gesellschaftlichen Bereiche für einen längeren Zeitraum vorgezeichnet sind. Darin heißt es: *„Die zehnklassige allgemeinbildende polytechnische Oberschule ... vermittelt allen Kindern eine hohe Allgemeinbildung. Sie muß durch einen wissenschaftlichen, parteilichen und lebensverbundenen Unterricht die Schüler befähigen, in die Entwicklungsprozesse von Natur und Gesellschaft einzudringen. Die gesamte pädagogische Arbeit — vor allem im Unterricht — ist zu vervollkommnen, um die Schüler zum selbständigen Lernen, schöpferischem Denken und Handeln zu führen und sie noch besser auf die Erfordernisse der gesellschaftlichen Praxis zu orientieren"* [10; 48 f.].

Hier ist — in Einheit mit den Materialien des VIII. Pädagogischen Kongresses — eine Orientierung gegeben, die auch den Astronomielehrern das Ziel ihres weiteren Wirkens angibt. Die Arbeit in dieser Richtung wird für das dritte Jahrzehnt des Astronomieunterrichts kennzeichnend sein. Je zielstrebiger sie in Angriff genommen, je erfolgreicher sie bewältigt wird, desto größer dürfte der Anteil der Astronomielehrer an der kommunistischen Erziehung der jungen Generation und an der weiteren inhaltlichen Ausgestaltung unserer Oberschule sein.

Literatur:

[1] **VIII. Pädagogischer Kongreß der DDR 1978. Protokoll.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1978.

[2] **Geschichte der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands. Abriß.** Dietz Verlag, Berlin 1978.

[3] SCHUKOWSKI, M.: **20 Jahre Deutsche Demokratische Republik — 10 Jahre Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule 6 (1969) 5.

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

[5] HOLZ, H.: **Ein neues Rahmenprogramm für Arbeitsgemeinschaften der Klassen 9 und 10.** In: Astronomie in der Schule 15 (1978) 4.

[6] **Interview der Zeitschrift „Astronomie in der Schule" mit dem Stellvertreter des Ministers für Volksbildung, Oberstudienrat KARL DIETZEL.** In: Astronomie in der Schule 15 (1979) 4.

[7] HONECKER, E.: **Bericht des Zentralkomitees der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands an den IX. Parteitag der SED.** Dietz Verlag, Berlin 1976.

[8] KAISER, H.; BIENIOSCHEK, H.: **Zur Weiterentwicklung des Unterrichtsprozesses im Fach Astronomie.** In: Astronomie in der Schule 16 (1979) 4.

[9] Autorenkollektiv: **Methodik Astronomieunterricht.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1977.

[10] **Programm der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands.** Dietz Verlag, Berlin 1976.

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

Wir gratulieren

Dr. phil. SIEGFRIED MICHALK, Sprachwissenschaftler und Mitglied des Redaktionskollegiums von „Astronomie in der Schule", schloß seine Promotion B an der Akademie der Wissenschaften der DDR mit der Dissertation „Die morphologischen Kategorien des Substantivs im Obersorbischen" erfolgreich ab.

Am Tag des Lehrers 1979 wurden Dr. phil. KLAUS LINDNER, Mitglied des Redaktionskollegiums von „Astronomie in der Schule" zum Oberlehrer und OL KARL KOCKEL, Direktor des Raumfahrtplanetariums in Halle, zum Studienrat befördert.

GÜNTER KAISER; HORST BIENIOSCHEK

Zur Weiterentwicklung des Unterrichtsprozesses im Fach Astronomie

Auf vielfältige Fortschritte im Astronomieunterricht, die seit seiner Einführung als selbständiges Unterrichtsfach und insbesondere seit dem Beginn der Arbeit mit dem neuen Lehrplan erreicht wurden, macht DIETZEL im Interview mit dieser Zeitschrift aufmerksam [1]. Die positive Entwicklung der Ergebnisse steht im Zusammenhang mit der verstärkten Führung des Astronomieunterrichts in Schulen, Kreisen und Bezirken, mit der Qualifizierung der Lehrer und der Versorgung der Schulen mit hochwertigen Unterrichtsmitteln. Insbesondere muß aber auch auf zahlreiche Veröffentlichungen zu methodischen Fragen des Astronomieunterrichts hingewiesen werden. Die von der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR herausgegebene „Methodik Astronomieunterricht" fand bei den Astronomielehrern großen Anklang. In gleicher Weise sind Beiträge in dieser Zeitschrift zur didaktisch-methodischen Unterrichtsgestaltung, zur Erziehung der Schüler, zur Aktivierung der Schülertätigkeit u. a. m. zu nennen, an deren Ausarbeitung Mitglieder der Forschungsgemeinschaft „Methodik des Astronomieunterrichts" der APW regen Anteil hatten (s. auch [2]).

Die Fortschritte im Astronomieunterricht werden besonders deutlich im *Wissen* der Schüler über grundlegende astronomische Begriffe, über Erscheinungen, Vorgänge und Zusammenhänge im Kosmos sowie über wichtige fachspezifische Arbeitsmethoden. Eine Vielzahl von *Fähigkeiten* der Schüler zur Ausübung fachspezifischer Tätigkeiten im Astronomieunterricht hat sich positiv entwickelt. Dazu gehören u. a. das Arbeiten mit der drehbaren Schülersternkarte, das Vorbereiten und Durchführen von Beobachtungen sowie das Protokollieren von Beobachtungsergebnissen. Fortschritte bei der *Erziehung* der Schüler wurden insbesondere bei der Vertiefung der Überzeugung von der Entwicklung und Erkennbarkeit des Kosmos und bei der Vermittlung von Einsichten darüber, daß die Erkenntnisse der Astronomie zur Veränderung des Weltbildes führten und daß sich diese Erkenntnisse im Kampf mit religiösen Auffassungen durchsetzen mußten, erreicht. Die Schüler werden zunehmend befähigt, wissenschaftliche Pionierleistungen, unter anderem auch auf dem Gebiet der Raumfahrt, parteilich zu werten.

Den differenzierten Interessen der Schüler an der Astronomie wird durch das Rahmenprogramm „*Astronomie und Raumfahrt*" entsprochen. Gegenwärtig werden erste Erfahrungen bei der Arbeit mit diesem Programm gesammelt.

Neben den vielfältigen Fortschritten, die die positive Entwicklung des Astronomieunterrichts kennzeichnen, sind auch einige Probleme herangereift, die den derzeitigen Stand der Forschungen zur Methodik des Astronomieunterrichts widerspiegeln. Diese Probleme sollen angesprochen werden.

Bei der Erkenntniserarbeitung im Astronomieunterricht wird nicht ausreichend von Ergebnissen der Schülerbeobachtungen und von Experimenten ausgegangen, und die theoretischen Erkenntnisse werden häufig nicht auf reale kosmische Erscheinungen übertragen. Diese Situation hängt auch damit zusammen, daß Beobachtungsaufgaben im Lehrbuch so konzipiert sind, daß die Schüler jene astronomischen Kenntnisse bereits vor der Beobachtung erworben haben müssen, die eigentlich erst durch die Beobachtung erarbeitet werden sollen. Auf organisatorisch und technisch leicht durchführbare Tagesbeobachtungen der Sonne wird in den methodischen Materialien für den Astronomieunterricht zu wenig orientiert. Eine organisatorische und inhaltliche Trennung, ein Nebeneinander von Beobachtung und Unterrichtsprozeß ist nicht zu übersehen. Es bedarf großer Anstrengungen, die auf dem VIII. Pädagogischen Kongreß ausgearbeiteten Positionen zur Nutzung von Beobachtungen und Experimenten für die weltanschauliche Erziehung durchzusetzen und die dafür in den Schulen vorhandenen materiellen Voraussetzungen besser zu nutzen.

Bei der Durchführung der Schülertätigkeiten gibt es eine Überbetonung einzelner Tätigkeiten (Auswerten von Tabellen, grafischen Darstellungen u. a.). Das Vergleichen wird in der Schulpraxis meist auf Größen beschränkt. Berechnungen werden selten zur Erweiterung und Vertiefung astronomischen Wissens eingesetzt. Zum Begründen und Erklären erhalten die Schüler zu selten Gelegenheit. Hinsichtlich der Durchführung von Schülertätigkeiten kommt es auf eine größere Vielfalt und eine Betonung anspruchsvoller Tätigkeiten an.

Im Astronomieunterricht werden auch Fragen der Raumfahrt behandelt. Die Forschung mit Methoden der Raumfahrt erfaßt heute Aufgaben, die in der Mehrzahl nicht die Astronomie betreffen. Im Astronomieunterricht sollten wir besonders jene Entwicklungsrichtungen

der Raumfahrt erörtern, die für die Astronomie von Bedeutung sind. Es wäre jedoch falsch, die Behandlung der Raumfahrt im Astronomieunterricht gegenwärtig nur auf astronomische Fragen einzuengen. Aus der Sicht des allgemeinbildenden Charakters des Astronomieunterrichts kommt es darauf an, die Raumfahrt sowohl als historisch gewachsene Forschungsmethode der Astronomie zu behandeln, als auch die Vielfalt ihrer politischen und ökonomischen Nutzanwendungen sowie die damit zusammenhängende Rolle des Menschen bei der Erforschung des Kosmos und der Anwendung der Forschungsergebnisse auf der Erde den Schülern bewußt zu machen.

Bei Überlegungen zur Weiterentwicklung des Unterrichtsprozesses geht es vorrangig darum, methodische Wege zur Gestaltung des Bildungs- und Erziehungsprozesses tiefgründig weiter zu erforschen, in der Praxis bewährte Formen der Unterrichtsgestaltung zu verallgemeinern und die gewonnenen Erkenntnisse zur Vervollkommnung des Unterrichts in Unterrichtsmaterialien umzusetzen. Aufgaben sind insbesondere bei der *Überarbeitung der Unterrichtshilfen* zu lösen. Aus der Sicht gesellschaftlicher Forderungen an den Astronomieunterricht und des gegenwärtigen Standes der Schulpraxis sind die Bestrebungen zur Verbesserung der Prozeßgestaltung bei der Überarbeitung der Unterrichtshilfen auf folgende Richtungen zu konzentrieren:

– *Vertiefung des Verständnisses für astronomische Fakten, Begriffe, Erscheinungen, Zusammenhänge* durch
  - Hinweise zur Nutzung astronomischer Beobachtungen und physikalischer Experimente für den Erkenntniserwerb,
  - Anleitungen zur zielstrebigen methodischen Arbeit mit Begriffen, zur Erarbeitung von Begriffsinhalten und -definitionen, zur Anwendung der Begriffe beim Beschreiben und Begründen astronomischer Sachverhalte,
  - Empfehlungen zum Einsatz vorhandener Unterrichtsmittel, wie Lehrbuch, Dias, Folien, Anschauungstafeln.
– *Erhöhung des Niveaus allgemeiner und fachspezifischer Fähigkeiten der Schüler* durch
  - bessere inhaltliche Koordinierung mit anderen Fächern zur Realisierung fachübergreifender Ziele der Fähigkeitsentwicklung (Vergleichen, Begründen, Erklären, Berechnen u. a.),
  - größere Vielfalt durchzuführender Schülertätigkeiten und Differenzierung der Mittel und Wege beim Lösen der Aufgaben.
– *Verbesserung der Exaktheit, Dauerhaftigkeit und Anwendbarkeit des Wissens* durch
  - Hinweise zur methodischen Gestaltung fachübergreifender Beziehungen, besonders beim Anwenden der Kenntnisse aus dem Geographie- und Physikunterricht,
  - verstärkte Anzahl von Hinweisen zur Gestaltung der Festigung durch Wiederholung, Übung, Anwendung und Systematisierung.
– *Erhöhung der Erziehungswirksamkeit* durch
  - Präzisierung der inhaltlichen Aussagen zur moralischen und weltanschaulichen Erziehung in Einheit ihrer drei Bestandteile,
  - Angabe von Möglichkeiten zur methodischen Gestaltung von Erziehungssituationen,
  - begründete Vorschläge zur Einbeziehung von Beobachtungen und Experimenten in verschiedene Abschnitte des Erkenntnisprozesses.

Eine wesentliche Bedingung für die Umsetzung dieser Hauptrichtungen der Weiterentwicklung des Unterrichtsprozesses ist die genauere Bestimmung der Schwerpunkte, worauf sich die didaktisch-methodische Arbeit im Astronomieunterricht konzentrieren muß. Darauf muß – ebenso wie auf die Durchsetzung der obengenannten Richtungen der Weiterentwicklung – bei der Überarbeitung der Unterrichtshilfen entscheidendes Gewicht gelegt werden, wobei die Forschungsgemeinschaft „Methodik des Astronomieunterrichts" eine verantwortungsvolle Aufgabe hat.

Literatur:

[1] **Interview der Zeitschrift „Astronomie in der Schule" mit dem Stellvertreter des Ministers für Volksbildung, Oberstudienrat KARL DIETZEL.** In: Astronomie in der Schule 16 (1979) 4.

[2] SCHUKOWSKI, M: **30 Jahre Deutsche Demokratische Republik – 20 Jahre Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule 16 (1979) 4.

Anschrift der Verfasser:

Dr. GÜNTER KAISER; Dr HORST BIENIOSCHEK
Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR
Institut für mathematischen, naturwissenschaftlichen und polytechnischen Unterricht
108 Berlin
Otto-Grotewohl-Straße 11

DIETER B. HERRMANN

Geschichtsbewußtsein und Astronomieunterricht

In den letzten Jahren sind bei uns in verstärktem Umfang Fragen der weltanschaulichen Wirkung der Vergangenheit zur Sprache gekommen. Im Kern ging es hierbei um die aktivierenden Potenzen, die auf mannigfache Weise in der Geschichte verborgen liegen, wobei der Entwicklung des *Geschichtsbewußtseins* eine zentrale Rolle zukommt. Hierzu formuliert W. SCHMIDT: „Geschichtsbewußtsein ist ein immanenter Bestandteil des allgemeinen gesellschaftlichen Bewußtseins. Es stellt nicht nur eine bestimmte Form der Widerspiegelung eines bereits vollzogenen, der Vergangenheit angehörenden materiellen Lebensprozesses der Gesellschaft dar, sondern wirkt seinerseits selbst als aktiver Faktor auf die Gestaltung gegenwärtiger und zukünftiger gesellschaftlicher Verhältnisse ein ... Geschichtsbewußtsein bedeutet im Grunde, ... zu wissen, daß das Gestern im Heute fortwirkt ... Die geschichtliche Vergangenheit repräsentiert sich als ein objektives Faktum, mit dem man sich – ob bewußt oder unbewußt – auseinandersetzen muß" [1]. Es ist einleuchtend, daß sich Geschichtsbewußtsein nicht allein auf die Universalgeschichte bezieht, sondern ebenso auf die Wissenschaftsgeschichte und die Histórie anderer Bestandteile des Überbaus. Was speziell die Wissenschaftsgeschichte anbelangt, so ist festzustellen, daß ihre produktive Wirkung doppelt in Erscheinung tritt: einmal in Gestalt des für die Wissenschaft der Gegenwart und Zukunft bedeutungsvollen *spezifischen Geschichtsbewußtseins der Wissenschaftler*, zum anderen als Teil des *allgemeinen Geschichtsbewußtseins*, insofern die Wissenschaft selbst stets im Zusammenhang mit der gesellschaftlichen Entwicklung steht.

Der Astronomieunterricht vermittelt nicht nur ausgewähltes Wissen aus den gegenwärtigen Erkenntnissen der astronomischen Wissenschaft, sondern geht in Einheit damit stets auf historische Zusammenhänge ein und vertieft so das Geschichtsbewußtsein der Schüler.

Wertfreiheit der Geschichte?

In diesem Zusammenhang muß allerdings darauf hingewiesen werden, daß *Geschichte einer Wissenschaft*, ebenso wie die *Universalgeschichte*, kein wertfreies Faktensystem darstellt. Schon in die Auswahl der Fakten gehen die Anschauungen und Auffassungen des jeweiligen Historikers mit ein, widerspiegeln sich die Erfahrungen seiner Zeit und sein Standpunkt zu diesen Erfahrungen. Erstaunlich prägnant hat bereits DIESTERWEG die Aufgabe der Geschichte im Unterricht gesehen. Man kann gewiß seine Worte auch auf die Astronomiegeschichte beziehen. Der progressive Pädagoge schrieb der Geschichte eine umspannende Funktion zu, wenn er forderte, sie solle klären, *was* geschehen sei, *wodurch* es geschehen sei und inwiefern das Geschehene zur Entwicklung der Menschheit beigetragen habe. Er spricht in diesem Zusammenhang interessanterweise auch von der angeblichen Objektivität, „reiner Sachlichkeit oder Sachdenklichkeit" und meint, die *Sachdenklichkeit* sei eigentlich nichts anderes als *Schwachdenklichkeit*: „Ich ... habe eine bestimmte Überzeugung nicht nur von dem, was recht und gut ist, sondern auch von den Mitteln, wodurch das Rechte und Gute gefördert oder gehindert wird ... Darum muß mir jedes geschichtliche Ereignis als heilbringend oder verderblich erscheinen ... Darüm nimmt die Geschichte ewig die Farbe dessen an, der sie vorträgt ... dieses ist die allein gültige Wahrheit" [2].

Von unseren heutigen Einsichten ausgehend, blicken wir noch tiefer in den von DIESTERWEG auf seine Weise trefflich ausgedrückten Zusammenhang zwischen *Geschichtsbild* und *Geschichtsbewußtsein*. Denn zweifellos ist die von ihm zitierte „Farbe", dessen, der die Geschichte vorträgt nur zum Teil subjektiv bedingt. Zum anderen spiegelt sie natürlich auch die gesellschaftlich determinierte Haltung des einzelnen Historikers wider. Der Inhalt des jeweiligen Geschichtsbewußtseins wird demnach direkt vom vermittelten Geschichtsbild bestimmt. Somit spielen die Interessen der jeweiligen herrschenden Klassen unmittelbar in jenes Fakten- und Zusammenhangsgefüge hinein, das gegebenenfalls als Geschichtsbild fungiert. Das Geschehen der Vergangenheit wird durch die Brille der jeweilig herrschenden Klasse gesehen und bewertet. Das von dieser Sicht abgeleitete Geschichtsbewußtsein wirkt sich entsprechend unterschiedlich aus. Hierfür lassen sich auch für die Astronomiegeschichte bis in die neueste Zeit hinein aussagekräftige Belege finden, z. B. in der Bewertung der historischen Leistungen von Persönlichkeiten wie NICOLAUS COPERNICUS, IMMANUEL KANT und anderen. Die historisch-materialistische Geschichtsauffassung fußt auf dem materiellen Produktions- und Reproduktionsprozeß und den diese kennzeichnenden Klassenkämpfen und sozialen Revolutionen. Hierin sind *in letzter Instanz* auch die Triebkräfte der Entwicklung

der Wissenschaft zu sehen, unbeschadet ihrer relativ eigengesetzlichen Entwicklung.
Die historischen Probleme, die in Übereinstimmung mit dem Lehrplan im Astronomieunterricht behandelt werden, erzeugen also nicht von allein auch Geschichtsbewußtsein im Sinne unseres Geschichtsbildes. Vielmehr kommt es darauf an, Fakten und Zusammenhänge der Geschichte mit parteilichen Wertungen zu verbinden. Hierin liegt zugleich die sich ständig erneuernde Aufgabe für die Wissenschaftshistoriker und Philosophen, vom Stand der jeweils bekannten Fakten und unter Einbeziehung der gegenwärtigen Erfahrungen in tiefgründigen Analysen solche Wertungen zu entwickeln. Erfahrungen und Fragestellungen unserer Zeit führen auf diese Weise zu einem sich ständig entwickelnden und vertiefenden Bild von der Geschichte. Der Astronomielehrer kann daher nicht davon ausgehen, daß sich an der Vergangenheit nichts mehr ändern könne und folglich Geschichtsbewußtsein im Unterricht auf einem unveränderten historischen Wissensarsenal aufgebaut wird. Gerade dies kann es der Sache nach nicht geben. Für die Nutzung aller Potenzen des Astronomieunterrichts ist daher auch ständige Beachtung neuer wissenschaftsgeschichtlicher Forschungsergebnisse vonnöten.

Literatur:
[1] SCHMIDT, W.: **zit. nach S. WOLLGAST, Tradition und Philosophie**, Berlin 1975, S. 43.
[2] DIESTERWEG, A.: **Pädagogische Aphorismen.** In: Rheinische Blätter für Erziehung und Unterricht, Hg. v. F. A. W. DIESTERWEG, N. F. 6 (1832), S. 320.

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

HEINZ STILLER; DIEDRICH MÖHLMANN

Kosmosforschung – Aufgaben und Ergebnisse im Rahmen von „Interkosmos"

1. Zur Bedeutung der Kosmosforschung

Die in dem Wort Kosmosforschung zusammengefaßten physikalischen, chemischen, biologischen und medizinischen Forschungen, die durch bemannte und unbemannte menschliche Aktivitäten im kosmischen Raum möglich werden, erweitern die Forschungsmethoden und den Erfahrungsbereich dieser Wissenschaftsdisziplinen zunehmend. Durch ihre neuartigen Methoden und Möglichkeiten ist die Kosmosforschung zu einem der wichtigsten Stimuli in der gegenwärtigen Etappe der Entwicklung der Wissenschaften geworden. So sind diese neuen Möglichkeiten aus heutiger Sicht nutzbar u. a. für

– *Geowissenschaften und Umweltprobleme*, da von kosmischen Stationen aus durch direkte und indirekte Sondierungen sehr effektive Informationen zur Zustandserfassung und Prozeßüberwachung von erdnahem Weltraum, Atmosphäre, Hydrosphäre und fester Erdoberfläche möglich sind. Dies betrifft die Meteorologie, die Physik der oberen Atmosphäre, Aspekte der solar-terrestrischen Physik, das Studium geologischer Ressourcen und Prozesse, die Geoökologie, die Nahrungsmittel-, Land- und Forstwirtschaft, die Hydrologie, die Ozeanologie, die Geographie und auch die Satellitengeodäsie. Die Erweiterung dieser Fragestellung auf andere Planeten bis hin zu Problemen der Planetologie hat bereits begonnen. Nach der Erkundung wird die Routineüberwachung terrestrischer Prozesse eine der ständigen und sehr effektiven Nutzungsmöglichkeiten der Kosmosforschung sein;

– *Astrophysik, Gravitationstheorie und Kosmologie*, da von Satelliten aus sowohl die nicht durch die Atmosphäre beschränkte Erfassung des gesamten elektromagnetischen Spektrums vom Radiowellenbereich bis zur hochenergetischen γ-Strahlung möglich ist, als auch die Reichweite von Teleskopen, die Möglichkeiten für die Abbildung und die Auflösung verbessert sind. Damit ergeben sich neue Perspektiven für die Astrophysik, die Messung EINSTEINscher Effekte und Nach-EINSTEINscher Korrekturen in Dynamik, Optik und Geochronometrie, für das Studium der Materie unter extremen Bedingungen, für die Hochenergie-Astrophysik, die Zustandserfassung und die Untersuchung evolutionärer Prozesse unseres Kosmos (in allen Dimensionen). Auf diesen Gebieten wurde bereits Bemerkenswertes geleistet (vgl. Abschnitt 2).

Aus diesen Untersuchungen werden mit großer Wahrscheinlichkeit fundamentale Ergebnisse zur Vertiefung unseres Wissens über den Aufbau der Materie und des Kosmos und damit auch für die theoretische Physik und die physikalische Grundlagenforschung resultieren;

– *kosmische Plasmaphysik*, da mit Satelliten sowohl Direktmessungen im „plasmaphysikalischen Laboratorium" Magnetosphäre und im Plasma des Sonnenwindes möglich sind, als auch solare und astrophysikalische Plasmaphänomene wesentlich umfangreicher als von der Erde aus untersucht werden können.

Dies betrifft insbesondere folgende Gebiete: Ionosphärenphysik, Physik der Magnetosphäre und des interplanetaren Plasmas, Aspekte der

solar-terrestrischen Physik, solare Plasmaphysik, astrophysikalische Plasmaphysik, insbesondere Plasmen unter extremen Bedingungen. Zur Entwicklung dieser Forschungsgebiete wurde im Rahmen der Interkosmos-Experimente ein wesentlicher Beitrag geleistet (vgl. Abschnitt 2).

2. Zu Ergebnissen der Kosmosforschung im Rahmen des Programms „Interkosmos"

Das im vorhergehenden Abschnitt genannte breite Spektrum, allein des physikalisch orientierten Teiles der Kosmosforschung, neben dem in gleicher Weise Aufgaben zur kosmischen Biologie und Medizin genannt werden können, kann von den entsprechenden physikalischen Institutionen der DDR nur auszugsweise und nur in enger Kooperation mit der Kosmosforschung der UdSSR und der anderen sozialistischen Länder erfolgreich bearbeitet werden.

Die Basis für diese Kooperation bildete 1965 der großzügige Vorschlag der Regierung der UdSSR, gemeinsam mit den sozialistischen Ländern die moderne Kosmostechnik, Satelliten, Raketen, sowie die diesbezügliche bodengebundene Technik (Telemetrie, Primärdatenempfang und -bearbeitung) für die Kosmosforschung zu nutzen. Damit wurde den sozialistischen Ländern die aktive Beteiligung auf dem so aktuellen Gebiet der Kosmosforschung ermöglicht. Über das Programm „Interkosmos" und damit verbundene Aufgaben der DDR wird in [1] berichtet. An dieser Stelle sollen einige Ergebnisse der Ionosphärenphysik, der Untersuchungen zur Sonnenphysik sowie zur festen Komponente des interplanetaren Mediums und des Erdmondes und des Studiums der kosmischen Strahlung erörtert werden.

Die *Ionosphärenphysik* war mit Beginn der Interkosmos-Kooperation ein sehr intensiv betriebenes gemeinsames Forschungsgebiet. Hier erfolgten Experimente auf nahezu allen „Interkosmos-Satelliten" sowie mit den Raketen Vertikal 1 bis Vertikal 4. Gegenstand der Untersuchungen waren u. a. Spektrum und Intensität der verschiedenartigen natürlichen elektromagnetischen Eigenstrahlungen des ionosphärischen Plasmas, Absorptionsmethoden zur Bestimmung von Neutralgasdichteprofilen der Mesosphäre und Thermosphäre, Höhenprofile der Konzentration geladener Teilchen und der Elektronendichte in Abhängigkeit von verschiedenen geophysikalischen Parametern (Jahreszeiten, solare und geomagnetische Aktivität etc.), Auswirkungen der elektromagnetischen Kopplung von Ionosphäre und Magnetosphäre, insbesondere durch Präzipitation magnetosphärisch beschleunigter Teilchen während und nach starken geomagnetischen Störungen, Welle-Teilchen-Wechselwirkungsprozesse im ionosphärischen Plasma, Elektronentemperaturanomalien in Äquatornähe und in hohen Breiten und die zu Temperaturerhöhungen führenden plasmaphysikalischen Aufheizungsmechanismen sowie massenspektrometrische Analysen zur Zusammensetzung der Ionosphäre. Diese Untersuchungen erfolgen zumeist gekoppelt mit Raketenexperimenten und bodengebundenen Meßprogrammen. Die erhaltenen Ergebnisse sind in der internationalen Fachliteratur publiziert, sie sind ebenfalls Gegenstand der Beiträge auf den entsprechenden internationalen Fachtagungen und Konferenzen, z. B. im Rahmen des COSPAR (Commitee on Space Research), und sie fanden Berücksichtigung bei der Ausarbeitung von Standard-Modellen für die untersuchten Gebiete. Für die Untersuchungen wurden vielfach auch in der DDR entwickelte Geräte erfolgreich eingesetzt.

Messungen zur Erfassung magnetosphärischer Parameter und Prozesse wurden im Interkosmosprogramm bisher mit sechs Interkosmos-satelliten sowie mit dem sowjetischen Satelliten Prognos 3 durchgeführt. Gegenstand der Untersuchungen waren vor allem die elektrodynamische Kopplung von Ionosphäre und Magnetosphäre, die Messung aus der Magnetosphäre in die Ionosphäre abfließender Teilchen, dynamische Prozesse in den Strahlungsgürteln der Erde und ihre Abhängigkeit von der Sonnenaktivität, die Natur der niederfrequenten Plasmaschwingungen in der Magnetosphäre, die Korrelation dieser Plasmaschwingungen mit anderen plasmaphysikalischen Parametern, die Beschreibung dieser Wechselwirkungen im Rahmen der quasilinearen Näherung in der Theorie zur Beschreibung der Welle-Teilchen-Wechselwirkungen, Parameter des Sonnenwindes, Variationen des Zustandes der Magnetosphäre in Abhängigkeit vom physikalischen Zustand des Sonnenwindes und der Sonnenaktivität.

Die auf diesen Gebieten von Wissenschaftlern und Technikern aus der DDR erbrachten Leistungen sind international anerkannt als ein Beitrag zum Verständnis der physikalischen Umwelt des Menschen, eben des erdnahen Weltraumes.

Bereits seit Beginn der Forschungen im Rahmen des Interkosmosprogramms spielen die Untersuchungen zur *Sonnenphysik* eine wesentliche Rolle. Für diese Experimente wurden Geräte auf sechs Interkosmossatelliten und den Raketen Vertikal 1 und Vertikal 2 verwendet. Die Messungen erfolgten in den wegen der Absorption durch die Atmosphäre am Erdboden nicht zugänglichen Ultraviolett- und Röntgenspektren der solaren Strahlung sowie als bilaterales polnisch-sowjetisches Experiment mit

dem Satelliten Copernicus 500 im Rahmen der solaren Radioastronomie im Bereich von 50 m bis 500 m Wellenlänge (0,6 MHz – 6 MHz). Die Röntgenstrahlungsmessungen erfolgten im Bereich von 1 Å bis 30 Å, die UV-Messungen im Intervall 1050 Å bis 1350 Å. Gegenstand dieser Untersuchungen waren Magnetfeldstrukturen und Eruptionen in „aktiven Gebieten". Diese „aktiven Gebiete" stehen gegenwärtig international im Mittelpunkt des Interesses der Sonnenphysiker, da sich in ihnen die Umwandlung der aus dem Innern der Sonne auftauchenden Magnetfeldenergie in elektromagnetische und kinetische Teilchenenergie vollzieht. Diese Umwandlungen erfolgen teilweise sehr schnell im Zusammenhang mit sogenannten flares in diesen aktiven Gebieten. Sie können direkt den physikalischen Zustand der Magnetosphäre und oberen Ionosphäre der Erde beeinflussen.

Aus derartigen Messungen wurden Plasmaparameter wie Temperaturen und Plasmadichten in flare-Gebieten abgeleitet. Dem Studium der Struktur und Prozesse und der Messung entsprechender Plasmaparameter der Sonnenatmosphäre oberhalb aktiver Gebiete galten die Untersuchungen der solaren Radioastronomie. (Radiostrahlungen erreichen uns nur aus den oberen Gebieten der Sonnenatmosphäre.) In dem bereits oben genannten Wellenlängenbereich wurde die Entwicklung von speziellen Radiowellenemissionen beobachtet. Außerdem gewann man bei diesen Messungen Aussagen über den Polarisationsgrad der Radiostrahlung.

Die in den genannten Spektralbereichen erhaltenen Ergebnisse und die abgeleiteten Plasmaparameter und Interpretationen wurden in internationalen Zeitschriften publiziert und auf internationalen Tagungen z. B. im Rahmen der COSPAR und der IAU (Internationale Astronomische Union) vorgetragen. Der Beitrag der DDR zum Bau der Geräte für sonnenphysikalische Beobachtungen erfolgte vor allem auf dem Gebiet der UV-Spektroskopie.

Untersuchungen zur *festen Komponente* des *interplanetaren Mediums* und des *Erdmondes* erfolgten durch direkte Analysen der von den sowjetischen Sonden Luna 16, Luna 20 und Luna 24 zur Erde gebrachten Mondproben sowie durch Messung des Mikrometeorstromes mit Geräten an Bord einiger Interkosmossatelliten sowie der geophysikalischen Rakete Vertikal 2. Als ein bemerkenswertes Ergebnis der Mikrometeor-Untersuchungen sei hier erwähnt, daß der Mikrometeorfluß in Erdnähe nahezu dreimal so groß ist wie im interplanetaren Raum, die Erde also quasi auch von einer Hülle aus Kleinpartikeln umgeben ist. Aus der Vielzahl der Ergebnisse der Untersuchungen der Mondproben sei hervorgehoben, daß u. a. geklärt werden konnte, daß die Bruchstrukturen des lunaren Regoliths durch explosive Vorgänge entstanden sind (durch ein ständiges kosmisches Bombardement) und daß auch bei älteren Gesteinen bei diesen Prozessen atmosphärische Einflüsse nicht vorhanden waren.

Die für viele Fragen der Astrophysik sehr interessante Untersuchung der hochenergetischen *kosmischen Strahlung* erfolgte im Rahmen von „Interkosmos" mit dem Satelliten IK 6. Ausgemessen wurden insbesondere Prozesse, die zur Bildung von Elektron-Positron-Paaren führten. Im Ergebnis wurden Wirkungsquerschnitte für diese Paarbildung erhalten, die mit theoretischen Vorstellungen gut übereinstimmen. Damit konnte ein Teil der Ursachen methodischen Charakters geklärt werden, die zu einer Erniedrigung dieser Werte in den Arbeiten an Beschleunigern führten. Bemerkenswert ist auch ein Wechselwirkungsprozeß der Kerne der Emulsion mit einem Teilchen der Ladungszahl 14, der zur Entstehung von insgesamt 550 Teilchen führte. Bisher unikales Ergebnis ist die Messung eines Teilchens mit 10^{15} eV in der primären kosmischen Strahlung sowie eines Elektrons mit 6×10^{12} eV. Hieraus wird auf eine Quelle in ungefähr 1 kpc Entfernung geschlossen, die Teilchen auf diese hohe Energie beschleunigt.

Literatur:

[1] GROTE, C.: **Zur DDR-Beteiligung an der friedlichen Erforschung und Nutzung des Weltraumes.** In: Astronomie in der Schule **16** (1979) 4.

Anschrift der Verfasser:
AKM Prof. Dr. HEINZ STILLER
Leiter des Forschungsbereiches
Geo- und Kosmoswissenschaften
Dr. sc. DIEDRICH MÖHLMANN
Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungsbereich Geo- und Kosmoswissenschaften
Akademie der Wissenschaften der DDR
15 Potsdam
Telegrafenberg

CLAUS GROTE

Zur DDR-Beteiligung an der friedlichen Erforschung und Nutzung des Weltraumes

Am 14. Oktober, eine Woche nach dem 30. Jahrestag der DDR, jährt sich zum zehnten Mal der Tag, an dem der erste Gemeinschaftssatellit der am Interkosmosprogramm beteiligten sozialistischen Länder „Interkosmos 1" gestartet wurde. Das großzügige Angebot der Regierung der UdSSR im Jahre 1965 an die Regierungen der sozialistischen Länder, die in der UdSSR vorhandenen technischen Mittel der Raumfahrt kostenlos mitnutzen zu können und sich an der friedlichen Erforschung und Nutzung des Weltraumes zu beteiligen, war die Voraussetzung für den im Jahre 1969 erfolgreich gestarteten ersten Interkosmossatelliten. Unser damaliger Beitrag – die Bereitstellung eines Lyman-Alpha-Fotometers, eines Senderblocks und einer Stromversorgungseinheit für sonnenphysikalische Untersuchungen – war ein bescheidener Anfang. Sind doch in den vergangenen Jahren bereits 19 Interkosmossatelliten gestartet worden, an denen die DDR bei 11 Satelliten mit einer Vielzahl von Bordgeräten beteiligt war. Außerdem wurden wissenschaftliche Ausrüstungen für Satelliten der Kosmosserie, für Wettersatelliten der Meteorserie und für bemannte Raumschiffe und -stationen von der DDR bereitgestellt und dazu die entsprechenden wissenschaftlichen Programme gemeinsam mit den am Kooperations-Programm beteiligten Ländern bearbeitet.

Durch die gewachsene wissenschaftliche Leistungsfähigkeit und zunehmende Verflechtung der Volkswirtschaften der im Rahmen des Programms „Interkosmos" zusammenarbeitenden sozialistischen Länder wurde auch die Teilnahme von Bürgern dieser Länder an bemannten Weltraumflügen ermöglicht.

So können wir im 30. Jahr des Bestehens unserer Republik, 18 Jahre nachdem JURI GAGARIN als erster Mensch in den Weltraum flog, auch auf den vor einem Jahr im August erfolgreich durchgeführten gemeinsamen Weltraumflug UdSSR/DDR mit unserem Kosmonauten SIGMUND JÄHN an Bord mit Stolz zurückblicken.

Mit der Schaffung komplizierter Gerätesysteme und dem Übergang zu Komplexexperimenten entwickelten sich die internationalen Beziehungen zwischen den Teilnehmerländern weiter. Diese neue Stufe der Kooperation machte auch die Einbeziehung weiterer Institute der Akademie der Wissenschaften, von Industriebetrieben und Einrichtungen des Hoch- und Fachschulwesens in der DDR notwendig, so daß wir heute in der Lage sind, auf vielen Wissenschaftsgebieten einen aktiven Beitrag zur Realisierung der im Rahmen des Programms „Interkosmos" gestellten Aufgaben zu leisten.

Die *Koordinierung der Zusammenarbeit* der einbezogenen Einrichtungen in den Ländern und die internationale Zusammenarbeit wird durch nationale Koordinierungsorgane durchgeführt. Bei den jährlich stattfindenden Beratungen der Vorsitzenden der nationalen Koordinierungsorgane wird Rechenschaft gegeben über die in der zurückliegenden Periode geleistete Arbeit in den bestehenden 5 Arbeitsgruppen (Kosmische Physik, Kosmische Meteorologie, Kosmische Nachrichtenübertragung, Kosmische Biologie und Medizin und Fernerkundung der Erde), werden Arbeitsgruppen für das folgende Jahr bestätigt und neue Aufgaben für künftige Forschungsvorhaben im Rahmen der mittel- und langfristigen Planung festgelegt. In den bestehenden ständigen Arbeitsgruppen werden dann die auf den Beratungen der Vorsitzenden gegebenen Empfehlungen bzw. Beschlüsse in bi- und multilateraler Zusammenarbeit zwischen den Teilnehmerländern nach abgestimmten Arbeitsplänen realisiert.

Im Rahmen der Arbeitsgruppe Kosmische Physik beteiligte sich die DDR an *Untersuchungen zu den physikalischen Prozessen in der oberen Atmosphäre* mit dem Ziel der Modellierung der dort wirkenden dynamischen und energetischen Wechselwirkungen sowie der Untersuchung der Struktur der Magnetosphäre und Ionosphäre (s. auch [1]).

Im Rahmen dieser Arbeitsgruppe leistet die DDR weiterhin *Beiträge zur Vermessung der Positionen künstlicher Erdsatelliten für die Lösung globaler geodätischer Aufgaben* (Satellitengeodäsie). Wissenschaftler der DDR beteiligen sich im Rahmen der Grundlagenuntersuchungen, an der Entwicklung von Beobachtungsverfahren (z. B. fotografische Satellitenbeobachtung und Laserentfernungsmessung) und ihren gerätetechnischen Lösungen, u. a. mit einer automatischen Kamera für Astrogeodäsie (SBG) des VEB Carl Zeiss Jena und führen konkrete Meßaufgaben durch.

Zu einem Schwerpunkt der Kosmosforschung der DDR entwickelten sich in den letzten Jahren Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur *Fernerkundung der Erde mit aerokosmischen Mitteln*, d. h. zur Erforschung der Erdoberfläche mit spezifischen Sondierungsmethoden

von Orbitalflugkörpern (Raumstationen, Raumschiffen, Satelliten) und Flugzeugen aus bei Unterstützung durch Bodenmessungen. Beispiel eines hervorragenden Gerätesystems für die Multispektralaufnahmetechnik und -auswertung ist die Multispektralkamera MKF-6 und der Multispektralprojektor MSP-4, die gemeinsam von Wissenschaftlern der UdSSR und der DDR entwickelt und im VEB Carl Zeiss Jena konstruiert und gebaut wurden.

Neben umfangreichen Forschungen zu neuen Gerätelösungen auf dem Gebiet der Spektrometrie werden intensive methodische Arbeiten zur Auswertung der mit der MKF-6 gewonnenen Multispektralfotos durchgeführt.

Gerade die Forschungsergebnisse zur Fernerkundung der Erde haben große Bedeutung für viele Bereiche unserer Gesellschaft, insbesondere der Land-, Forst- und Wasserwirtschaft, der Geologie, der Kartographie und des Umweltschutzes.

Umfangreiche Arbeiten leistete die DDR bisher auf dem Gebiet der *kosmischen Meteorologie*, d. h. der Erforschung der Gesetzmäßigkeiten globaler Prozesse in der Erdatmosphäre bis etwa 30 Kilometer Höhe, insbesondere der dynamischen Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen „Stockwerken" der Atmosphäre, von denen Wetter und Klima bestimmt werden, mit Hilfe von meteorologischen Raketen und Satelliten und in Verbindung mit bodengebundenen Messungen. Es wurden u. a. verschiedene Sonden und Fotometer für den Einsatz meteorologischer Raketen zur Messung der Ionenkonzentration und der wichtigsten Neutralgas-Komponenten (Sauerstoff, Ozon) der niederen Atmosphäre entwickelt. Auf 3 sowjetischen Wettersatelliten vom Typ „Meteor" wurde ein komplizierter spektrometrischer Gerätekomplex mit einem Infrarot-Fourier-Spektrometer zur globalen Gewinnung höhenabhängiger atmosphärischer Parameter (Temperatur, Wasserdampf) erfolgreich eingesetzt.

Ferner wurde die Anlage WES 2 zum Empfang von Satellitenwetterbildern geschaffen. Derartige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten haben größte Bedeutung für die Verbesserung der Wetterprognose und die langfristige Überwachung der Atmosphäre.

Von zunehmender Bedeutung ist die *Nutzung des kosmischen Raumes für die Herstellung neuartiger Materialien und Werkstoffe*. Die DDR beteiligt sich gemeinsam mit der UdSSR und anderen sozialistischen Ländern an der Erforschung der Grundlagen dieser relativ jungen Richtung der kosmischen Forschung. Untersucht werden vorwiegend Modellsubstanzen und Materialien, die bezüglich ihrer Nutzung von Interesse sind.

Prinzipiell besteht die Möglichkeit, unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit und unter Ausnutzung des kosmischen Vakuums völlig neue Materialien bzw. Werkstoffe mit veränderten physikalischen Eigenschaften herzustellen. Das trifft zum Beispiel auf die Herstellung neuer Halbleiter zu.

Die Durchführung materialwissenschaftlicher Experimente im Kosmos ist von hoher volkswirtschaftlicher Bedeutung. Auf der einen Seite erweitern sie die Grundlagenkenntnisse auf dem Gebiet der Materialwissenschaften zur Herstellung irdischer Werkstoffe, auf der anderen Seite bereiten sie die Ausnutzung des Kosmos als Produktionsstätte vor.

In der ersten Phase wurden von den Spezialisten der DDR gemeinsam mit sowjetischen Wissenschaftlern erste Experimente an Bord von „Salut 6" durchgeführt.

Auf dem Gebiet der *kosmischen Biologie und Medizin* beteiligt sich die DDR an der Erforschung der unter Raumflugbedingungen auftretenden Einflüsse auf den lebenden Organismus. Im Vordergrund stehen Untersuchungen zu den Auswirkungen der Schwerelosigkeit auf den menschlichen und tierischen Organismus und auf Pflanzen sowie zum Schutz des Menschen vor schädlichen Wirkungen der kosmischen Strahlung.

Ein Beispiel dafür ist das beim gemeinsamen bemannten Weltraumflug UdSSR/DDR durchgeführte Experiment „Audio". Ein Ziel war die Untersuchung möglicher vorübergehender Veränderungen des Gehörs des Kosmonauten unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit während des Raumfluges mit Hilfe eines für den kosmischen Einsatz entwickelten Audiometers. Die beim Experiment gewonnenen Erfahrungen fließen unmittelbar in neue Gerätelösungen für die „irdische" Medizin ein.

Seit Beginn der Interkosmoskooperation beteiligten sich Wissenschaftler der DDR in der Arbeitsgruppe *Kosmische Nachrichtenverbindungen* an wissenschaftlichen Grundlagenuntersuchungen und der Schaffung technischer Voraussetzungen für die Übertragung von Informationen mit Hilfe künstlicher Erdsatelliten. Zugleich wurden damit Vorarbeiten zur Entwicklung eines Nachrichtensatellitensystems geleistet. Mit der Schaffung des internationalen Fernmeldesatellitensystems der sozialistischen Länder „Interputnik" wurden die Voraussetzungen für die kommerzielle Nutzung solcher Systeme geschaffen. Durch die Inbetriebnahme einer Satellitenbodenempfangs- und -sendestation auf dem Territorium der DDR wurde seit 1976 für uns die Übertragung von Fernseh- und Telefonieverbindungen über Satelliten mit

den Teilnehmerländern des Systems „Intersputnik" ermöglicht.

Der Nutzen derartiger Forschungs- und Entwicklungsarbeiten wird am Beispiel des Satellitenfernsehens offensichtlich, mit dem politische und andere gesellschaftliche Höhepunkte, wie die Parteitage der KPdSU und die Olympischen Spiele original verfolgt werden können.

Die heutige Raumfahrt wäre ohne die Vorleistungen der Astronomen bei der wissenschaftlichen Interpretation vom Aufbau des Alls und der in ihm ablaufenden Prozesse und ohne die Ergebnisse einer großen Zahl wissenschaftlicher und technischer Disziplinen nicht denkbar. Andererseits werden heute die Erweiterung und Vertiefung wissenschaftlicher Erkenntnisse der Astronomie, der Biologie und Medizin, der technischen Wissenschaften und ihrer volkswirtschaftlichen Anwendung durch die allseitige Nutzung der Möglichkeiten, die Raumfahrt und -technik bieten, wesentlich stimuliert und befruchtet.

Literatur:
[1] STILLER, H.; MÜHLMANN, D.: **Kosmosforschung — Aufgaben und Ergebnisse im Rahmen von „Interkosmos".** In: Astronomie in der Schule 16 (1979) 4.

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. habil. CLAUS GROTE
Generalsekretär der AdW und Vorsitzender des nationalen Koordinierungskomitees INTERKOSMOS der DDR

HANS JOACHIM FISCHER

Disziplinäre und interdisziplinäre Wirkungen der Kosmosforschung auf die Bildungs- und Erziehungsarbeit

22 Jahre sind vergangen, seit mit dem Start des sowjetischen Erdsatelliten Sputnik 1 das Weltraumzeitalter eröffnet wurde. Der hohe Stand der Produktivkräfte in den entwickelten Industrieländern ermöglichte es, ein neues Bild des uns umgebenden Weltalls, aber auch unseres Heimatplaneten Erde zu gewinnen. Der UdSSR und den USA, die einen Großteil der Weltraumforschung selbst bewältigen, folgen immer mehr Länder, die eigene Beiträge zur Erforschung und Nutzung des Kosmos erbringen. Besonders die sozialistische Forschungskooperation INTERKOSMOS, die durch die uneigennützige internationalistische Haltung der Sowjetunion ermöglicht wurde, hat zur friedlichen Erforschung und Nutzung des kosmischen Raumes wertvolle Beiträge erarbeitet. Sie sind heute bereits in die Geschichte der Kosmosforschung eingegangen. Die Entwicklung dieser Kooperation ist durch viele Publikationen ausführlich dargestellt worden.

Die politische Bedeutung dieser Forschungsarbeiten, ihre Integration in das Programm des RGW und ihr Einfluß auf die Beschleunigung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts können sicher als ein wirksames Beispiel im gesellschaftswissenschaftlichen Unterricht genutzt werden. Wir wollen uns aber auf die Bildungs- und Erziehungsarbeit in den naturwissenschaftlichen Fächern beschränken.

Die gegenwärtige Kosmosforschung ist *keine eigenständige Disziplin*, sondern vor allem die Fortsetzung disziplinärer Forschungen und deren Erweiterung mit Mitteln der Kosmostechnik. Wenn es gelingt, ein Meßgerät oder einen Sensor für physikalische, chemische oder biologische Größen in den Weltraum oder auf einen anderen Planeten zu bringen, dann sind disziplinäre Experimente durchführbar, die auf der Erde nicht vollführt werden können. Der hohe Stand der Kosmostechnik gestattet also wissenschaftliche Tätigkeit „vor Ort" oder „in situ" mittels experimenteller Einrichtungen, die physikalische oder andere Kennwerte ermitteln und sie mit Hilfe telemetrischer Verfahren zur Erde übertragen. Kenntnisse über den Weltraum und die dort wirksamen Gesetze sowie über den Einfluß kosmischer Prozesse auf die Erde sind lebensnotwendig für die Zukunft aller Erdbewohner. Durch die Fernerkundung der Erde mit aerokosmischen Mitteln wird ein sparsames Wirtschaften mit den begrenzten Ressourcen vorbereitet, werden neue Bodenschätze erschlossen und die Umweltgefährdung durch industrielle Prozesse wird besser meßbar.

Ein weiterer Gesichtspunkt der modernen Kosmosforschung ist jedoch der *interdisziplinäre Charakter* dieser Tätigkeit. Erst durch eine enge Verknüpfung der klassischen wissenschaftlichen Disziplinen von der Mathematik und Kybernetik über die Physik bis zur Werkstoffkunde war die Lösung komplexer Fragen — wie z. B. die Schaffung einer Venussonde — möglich. Für Geräte, die unter Umgebungsbedingungen arbeiten sollen, die dem Innern eines Hochofens entsprechen, sind Lösungen notwendig, die an die Grenzen unserer heutigen Technik führen. Es ist interessant, auf der Basis bekannter physikalischer Gesetzmäßigkeiten einmal „hypothetisch" ein solches „Venuslabor" zu konzipieren. Aus der Physik müssen Gesetzmäßigkeiten der Wärmelehre (Verdampfung, Schmelzwärme, Wärmeleitfähigkeit usf.), der Mechanik (Druckfestigkeit, Werkstoffermüdung, Ausdehnung usf.), der Optik (Abbildung, Lichtleitung, Fotometrie usf.) und weitere

Kenntnisse eingebracht werden, um ein solches Gerät zu schaffen. Darüber hinaus sind chemische Kenntnisse, elektronische Erfahrungen und eine solide technologische Basis für die spezialisierte Fertigung der Kosmosgeräte erforderlich.

Aber es sind noch weitere interdisziplinäre Verflechtungen notwendig, so z. B. zur modernen Rechentechnik, zur Steuer- und Regelungstechnik, zur Pyrotechnik, zur Chemie der Raketentreibstoffe u. v. a. m. Diese hohen Anforderungen verlangen natürlich auch Menschen, die sowohl im einzelnen Fachgebiet über tiefes Spezialwissen verfügen, als auch mit dem interdisziplinären Denken in seiner ganzen Breite vertraut sind.

Die wachsende Komplexität industrieller Prozesse erfordert ein solches interdisziplinäres Herangehen auch auf der Erde, für die Schaffung der ökonomischen Grundlagen des Kommunismus. Daher ist eine Applikation von Ergebnissen der Kosmosforschung in der industriellen Praxis eines an diesen Arbeiten teilnehmenden Landes sowohl eine ökonomische Notwendigkeit, als auch ein Erfordernis zur Verbreiterung der Basis für die Kosmosforschung selbst.

Für alle großen Probleme der Weltraumforschung in der nächsten Zukunft ist eine Zusammenfassung der Erfahrungen auf internationaler Basis die Voraussetzung zur erfolgreichen Lösung.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Kosmosforschung ist die Möglichkeit der *Erweiterung unseres materialistischen Weltbildes* durch die Gewinnung neuer Erkenntnisse über die Entstehung des Sonnensystems, über das Studium der Atmosphären anderer Planeten im Interesse der irdischen Klimatologie oder über die Entstehung und die Grenzen des Lebens im Kosmos.

Beobachtungen vom Raumschiff aus oder mittels spezialisierter Satelliten haben eine *neue Ära in der Astrophysik* eröffnet. Es wurde die Beobachtung von Himmelskörpern in Spektralbereichen möglich, die durch die Erdatmosphäre absorbiert werden. Die Erfolge der Röntgenastronomie in der jüngsten Zeit oder Beobachtungen von Strahlungen höchster Energie zeigen, daß mit kosmischen Methoden neue Erkenntnisse über die Materie in ungewöhnlichen Zuständen gewonnen werden können. Schließlich waren es Astrophysiker, die bereits vor den ersten Laborexperimenten den Schluß über das Bestehen thermonuklearer Reaktionen zogen.

Die Wissenschaftler bleiben gegenwärtig aber nicht bei passiven Meß- und Registrierverfahren stehen, sondern greifen auch aktiv in Weltraumprozesse mit Plasmaquellen, Elektronen- und Ionenstrahlbündeln ein. Sie benutzen den erdnahen Raum als großes Labor der Plasmaphysik. Im Rahmen des sowjetisch-französischen Programms ARAX wurden Experimente zur Erzeugung künstlicher Polarlichter durchgeführt.

Eine Aufgabe für die Unterrichtstätigkeit in der Schule ist es, aus der Vielzahl der bekannten Ergebnisse der Kosmosforschung solche herauszuziehen, die einmal Grundkenntnisse festigen, physikalische oder andere Gesetze veranschaulichen und untermauern und die sozusagen die disziplinären Gewinne durch diese Forschungstätigkeit zeigen. Hier sind bereits Aufgaben in den Lehrbüchern enthalten. Aber es kommt verstärkt auf die verständliche Darbietung dieses Stoffes an, damit die Schüler zu einer Art „Heureka-Erlebnis" kommen, das ihnen später hilft, auch andere komplizierte Sachverhalte in der täglichen Praxis zu analysieren und zu erkennen. Weiterhin sind im Unterricht diejenigen neuen Erkenntnisse darzustellen, die mit Hilfe der Kosmosforschung erzielt wurden. Hierbei verweise ich auf die sehr interessanten Ergebnisse des Fachgebiets Astrophysik, auf Ergebnisse der extraterrestrischen Astronomie oder auf die Nutzung des Kosmos als physikalisches oder chemisches Labor für materialwissenschaftliche bzw. technologische Zwecke. Es ist nämlich möglich, an Bord einer Orbitalstation die Schwerkraft weitgehend auszuschalten und Versuche unter „nahe 0-g-Bedingungen" oder bei „Mikrogravitation" durchzuführen, eine ebenso neuartige Möglichkeit, wie es die Nutzung des Vakuums zu Zeiten von O. v. GUERICKE war. Hier sind zunächst erkenntnisorientierte Grundlagenuntersuchungen durchzuführen, ehe an eine industrielle Nutzung gedacht werden kann.

Schließlich gewinnt noch der interdisziplinäre Charakter der Kosmosforschung eine *erzieherische Potenz*, indem man die Schüler darauf aufmerksam macht, daß zur Lösung größerer Probleme der Menschheit, zur adäquaten Entwicklung der Technik und Technologie eine große Breite des Wissens und Kombinationsfähigkeit für Fakten und Ergebnisse verschiedener Fachdisziplinen notwendig ist. Es ist heute so, daß sich neuartige Lösungen an den Grenzen klassischer Disziplinen ergeben, daß beispielsweise aus absorptionsspektroskopischen Untersuchungen im UV-Gebiet (z. B. bei der Ly-Alpha-Linie) Nutzungsmöglichkeiten zur präzisen Feuchtemessung entstanden, da Wasserdampf in diesem Spektralgebiet einen hohen Absorptionsquerschnitt besitzt. Durch Einsatz der Mikroelektronik in der Kosmosforschung wurden neuartige Datenkompres-

sions- und -übertragungsverfahren möglich, umfangreiche Prüfvorgänge konnten automatisiert werden, es konnten aber auch für industrielle Anwendungen die mit einer solchen Problematik gewonnenen Erkenntnisse zur Verbesserung von Übertragungssystemen, für die Industrietelemetrie oder für die digitale Bildbearbeitung eingesetzt werden.

Hier zeigt sich die *wechselseitige Befruchtung von Grundlagenforschung, angewandter Forschung und Industrie* sehr deutlich. Natürlich ist die Kosmosforschung nicht das einzige Gebiet, auf dem heute eine solche Entwicklung vor sich geht und wo viele Nutzungsmöglichkeiten neu erschlossen werden. Man kann ähnliches von der Fusionsforschung, der Mikrobiologie und anderen Gebieten berichten. Der gegenwärtige Entwicklungsstand der Produktivkräfte erfordert in großem Umfang interdisziplinäre Kontakte zur Lösung von Aufgaben, die die Gesellschaft stellt. Je früher das Verständnis für diese Prozesse geweckt wird, desto eher werden intellektuelle Potenzen freigesetzt, die bei der Lösung dieser Probleme notwendig sind. Je früher die Schüler Verständnis für die Notwendigkeit des sich umfassenden Informierens, des Verstehens von Grundprozessen in den einzelnen Fachdisziplinen und des richtigen Anwendens der Gesetzmäßigkeiten erhalten, desto intensiver können sie später im Beruf an der Beschleunigung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts mitarbeiten. Natürlich sind Fähigkeiten und Interessen individuell sehr verschieden, aber hier helfen die emotionale Ansprechbarkeit bei Fragen der Kosmosforschung sowie das große Interesse an diesen Problemen, ein Minimum von Wissen an jeden zu vermitteln.

Spezielle Fachkenntnisse kann man in Arbeitsgemeinschaften vermitteln. Aber in den Fächern des Unterrichts sollte man sich auf die *Erfassung wesentlicher Zusammenhänge beschränken, um Schulung des Denkens und um intellektuelle Aktivität der Schüler bemüht* sein. Da das Faktenwissen durch den steigenden Umfang der Informationen stark erweitert werden kann, sollte in erster Linie auf *Grundkenntnisse* und *schöpferisches Denken* Wert gelegt werden.

Der italienische Physiker BRUNO PONTECORVO äußerte nach dem Start des ersten Sputniks: „Auch nach 1000 Jahren wird im Gedächtnis der Menschen der 4. Oktober 1957 als der Beginn der Ära der Weltraumfahrten fortleben. Meines Erachtens stellt der Abschuß des ersten künstlichen Erdtrabanten das durchaus greifbare Symbol für die ungeheuren geistigen Fähigkeiten des Menschen dar. Mittels künstlicher Erdsatelliten wird man nicht nur jene Probleme, die unmittelbar mit den praktischen Schritten zur Eroberung anderer Planeten verbunden sind, sondern auch die Grundprobleme der Wissenschaft erforschen und insbesondere Fragen studieren, die für uns alle die größte Bedeutung haben."

Heute legen wir mit einem guten Unterricht die Grundlagen für hohe schöpferische und produktive Leistungen der nächsten Generation, die Breite der Front der Wissenschaft, an der die Menschheit heute wirkt, muß zum beeindruckenden Erlebnis für jeden Schüler werden.

Anschrift des Verfassers:
Prof Dr. sc. nat. HANS JOACHIM FISCHER
Direktor des Instituts für Elektronik der Akademie der Wissenschaften der DDR
Präsident der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR
1166 Berlin
Heidelandstraße 28

HANS-JÜRGEN TREDER, HANS OLEAK

Relativistische und extragalaktische Astrophysik

Wie vor fast 250 Jahren EULER und vor über 50 Jahren EINSTEIN und NERNST im Zusammenhang mit den Aufgaben der Astronomie betont haben, ist die Astronomie das Hauptanwendungs- und Testgebiet für die Gravitationstheorie und damit für die physikalische Theorie von Raum, Zeit und Masse. Das bezieht sich nicht nur auf die in unserem Sonnensystem und in der Milchstraße ablaufenden Vorgänge, sondern auch auf Prozesse, die sich in fernen Galaxien oder im gesamten überschaubaren Weltall vollziehen.

Relativistische Astrophysik

Die EINSTEINsche Gravitationstheorie, die allgemeine Relativitätstheorie stehen zur heutigen Astronomie in einem analogen Verhältnis, wie die EINSTEINsche Mechanik zur klassischen Astronomie. Aufgaben sind der präzise Nachweis der EINSTEINschen Effekte in Dynamik, Optik und Chronometrie sowie die Austastung eventueller nach-EINSTEINscher Korrekturen einerseits und andererseits die Anwendung der Gravitationstheorie bei der Deutung der Physik kosmischer Objekte großer Massen oder hoher Dichten. Hierbei könnten sich Grenzen des heutigen Wissensstandes ergeben, die Modifikation und Weiterentwicklung der relativistischen Gravitationstheorie selbst nahelegen.

Die relativistische Astrophysik findet ihre kon-

krete Anwendung bei der Erklärung und Deutung kollabierter Sterne und deren Wechselwirkung mit der Umgebung. Der Aufbau von Neutronensternen, deren Nachweis durch die Entdeckung der Pulsare gelungen ist, läßt sich streng nur aus den EINSTEINschen Feldgleichungen der Gravitation durchrechnen. Auch die Deutung von Röntgenquellen in unserer Galaxis, die Komponenten von Doppelsternsystemen sind, verlangen die Einbeziehung der EINSTEINschen Gravitationstheorie. Die Vermutung, daß es sich hierbei um völlig kollabierte Sterne, sogenannte Schwarze Löcher in einigen Fällen handeln müßte, ist eine Herausforderung auch an die EINSTEINsche Gravitationstheorie, die wie in der NEWTONschen Theorie unmittelbar mit dem Problem der sogenannten Singularität konfrontiert wird. Der Nachweis der „klassischen" EINSTEINschen Effekte, wie Periheldrehung (hier natürlich „Periastrondrehung"), Rotverschiebung im Schwerefeld und Lichtablenkung in einem Doppelsternsystem, dessen eine Komponente ein Pulsar ist, war eine hohe Leistung der beobachtenden Astronomie; sie bestätigte wiederum im Kosmos die Voraussagen der allgemeinen Relativitätstheorie. (In diesem Fall scheint es auch gelungen zu sein, nachzuweisen, daß in diesem System die Umlaufperiode des Pulsars stetig abnimmt, das System also ständig Energie verliert.)

So erfolgt also die experimentelle Testung der Gravitationstheorie in Wechselwirkung von Himmelsmechanik, Radio- und im Planetensystem auch Radarastronomie mit aktiver Raumforschung und irdischen Experimenten. Die inneren Genauigkeiten der durch Radartechnik, Laserphysik, Atomuhren, hochauflösende Spektroskopie und Rechentechnik möglich gewordenen Messungen sind im Prinzip so groß, daß sie nicht nur die EINSTEINschen, sondern bereits auch Nach-EINSTEINsche Effekte zu testen erlauben. Die Problematik hierbei ist jedoch, daß jeder gesuchte Effekt mit einer Mannigfaltigkeit von „trivialen Effekten höherer Ordnung", also mit groben Störungen bekannter, aber komplexer Ursachen gekoppelt ist. Es ist entweder nötig, aus langjährigen Meßreihen die gesuchten Effekte auszufiltern, oder durch geeignete Methoden möglichst „reine" Fälle herauszustellen. Diese „reinen" Fälle werden am besten meist unter extraterrestrischen Bedingungen realisierbar. (Untersuchungsgegenstand sind die direkte Bestimmung der Raumkrümmung durch das Gravitationspotential der Erde bzw. der Sonne, der Nachweis der vektoriellen Komponente des Gravitationspotentials und die exakte Bestimmung der Bewegung des Lichtes im Schwerefeld.)

Nach-EINSTEINsche Effekte sind mögliche raum-zeitliche Variationen der Gravitationskonstante, die Abschirmung der Schwerkraft durch dichte Massen und die Induktion von Trägheit durch kosmische Gravitationspotentiale, die ebenfalls durch die Himmelsmechanik von Satellitenbahnen, Laser- und Radar-Astronomie sowie Präzisions-Gravimetrie testbar sind.

Erfolgreiche Experimente zum direkten Nachweis kosmischer Gravitationsstrahlung im Laboratorium sind in absehbarer Zeit kaum zu erwarten. Die Meßgenauigkeit liegt noch um Größenordnungen unter den möglichen Effekten. (Vermutlich ist ein Nachweis der Gravitationswellen aus dem Kosmos ohne vorherige experimentelle Erzeugung und Empfang solcher Wellen im Laboratorium auch gar nicht zwingend möglich. Die Experimente von HERTZ lagen 60 Jahre vor der Radioastronomie.)

Extragalaktische Astrophysik

Außer unserem Milchstraßensystem gibt es im Kosmos unzählige andere Sternsysteme. Darunter befinden sich die strukturlosen elliptischen Systeme und die Spiralgalaxien, bei denen die hellen Sterne und die interstellare Materie in Spiralarmen angeordnet sind. Im Durchschnitt sind diese Galaxien rund 3 Millionen Lichtjahre voneinander entfernt. Sie ordnen sich häufig zu Doppelsystemen, Gruppen und Haufen. Neben diesen „normalen" Galaxien sind durch die Radioastronomie die Radiogalaxien und Quasare entdeckt worden. Darüber hinaus ergab die optische Durchmusterung, daß es auch sehr konzentrierte kompakte Galaxien gibt und Objekte, die optisch das Bild eines Quasars bieten, aber keine nennenswerte Radiostrahlung aussenden. Schwerpunkte der extragalaktischen Forschung sind:

1. Die Untersuchung der Struktur und Dynamik der normalen Galaxien, die Beschreibung und Deutung ihrer typischen Eigenschaften. Hierbei geht es vor allem um die Erklärung der Entstehung der Spiralstruktur und ihrer Beständigkeit.
2. Die Untersuchung übergeordneter Systeme, wie Haufen und Gruppen, die Bestimmung ihrer integralen Zustandsgrößen, wie Gesamtmasse, Leuchtkraftfunktion. Die Frage der Stabilität solcher Systeme spielt eine große Rolle.
3. Die Aufstellung einer Entwicklungsfolge der Galaxien. Dabei gilt es zu klären, ob die aktiven Galaxien (Radio-Galaxien, Seyfert-Galaxien und Markarian-Galaxien, Quasare) einen besonderen Typ darstellen oder ein zeitlich begrenztes Stadium in der Entwicklung jeder

Galaxie sind. Zu diesem Problemkreis gehört auch die Frage nach der Entstehung der Galaxien im Laufe der zeitlichen Entwicklung des Kosmos.

4. Untersuchung der Verteilung der Galaxien im Raum, die Herausbildung von örtlichen Strukturen sowie die Bestimmung der mittleren Massendichte im Kosmos.

5. Der Nachweis einer möglichen intergalaktischen Materie, ihres physikalischen Zustandes sowie ihres Beitrages zur mittleren Massendichte im Kosmos.

6. Die Untersuchung der Hintergrundstrahlung im Submillimeterbereich (3K-Strahlung) sowie der Röntgenhintergrundstrahlung.

7. Der Aufbau der Metagalaxis als Ganzes und ihrer zeitlichen Entwicklung aus einem frühen Zustand hoher Dichte und Temperatur (kosmologische Singularität). In enger Wechselbeziehung zwischen Theorie und Beobachten gilt es, das beobachtbare Bild des Kosmos und seiner Bausteine mit Modellvorstellungen in Einklang zu bringen.

Einer dieser Schwerpunkte ist die Frage nach der Häufigkeit und den physikalischen Zustandsgrößen der aktiven Galaxien. Alle diese Objekte befinden sich in einem sehr aktiven Stadium, das gekennzeichnet ist durch explosionsartige Ausbrüche hochenergetischer Teilchen aus dem Zentrum einer Galaxie, durch starke Synchrotronstrahlung und zum Teil auch durch kurzzeitige Helligkeitsschwankungen in Zeitskalen von Wochen oder Monaten. Dabei werden Energien freigesetzt, die vergleichbar sind mit der gesamten potentiellen Energie eines Sternsystems. Die physikalischen Prozesse, die zu derartigen Phänomenen führen, sind noch unklar.

Ein aktuell brennendes Problem der astrophysikalischen Forschung ist es, einmal die räumliche Verteilung dieser aktiven Galaxien zu bestimmen und zum anderen durch spektroskopische Einzeluntersuchungen die vielen Begleitumstände der aktiven Phase zu untersuchen, um möglichst auch einen Einblick in die Ursachen dieser Erscheinung zu bekommen. Die Radioastronomie kann auf Grund der hohen Empfindlichkeit der benutzten Geräte aktive Galaxien in großen Entfernungen bis zu vielen Milliarden Lichtjahren erfassen. Wir blicken dabei weit in die Vergangenheit des Kosmos. So sind die Quasare die entferntesten bekannten Objekte, die mit den Teleskopen erfaßt worden sind. Durchmusterungen zur Bestimmung der Häufigkeit solcher Objekte in verschiedenen Entfernungen geben Aufschlüsse über das zeitliche Auftreten derartiger Objekte im Laufe der Geschichte unseres Kosmos. Derartige Durchmusterungen lassen sich am besten mit großen Teleskopen durchführen, die ein großes Feld gleichzeitig photographisch zu erfassen ermöglichen. Hierfür ist die Schmidt-Variante des 2-m-Teleskops des Karl-Schwarzschild-Observatoriums Tautenburg hervorragend geeignet. Auf den Platten von $3^\circ \times 3^\circ$ Feldgröße sind Tausende von Sternen und Sternsystemen abgebildet. Durch Photometrie in mehreren Farbbereichen lassen sich die verschiedenen Typen von sternförmigen Objekten untersuchen. In den letzten Jahren diente eine langfristige Untersuchung der Suche nach sogenannten blauen sternförmigen Objekten, unter denen sich eine große Zahl von Quasaren vermuten ließ. Diese Untersuchungen haben dazu beigetragen, die Häufigkeit der blauen Objekte am Himmel bis zur 21. Größenklasse abschätzen zu können.

Der größte Teil der Radioquellen in den weitreichenden Radiodurchmusterungen ist bisher noch nicht mit optischen Objekten identifiziert worden. Eine solche Identifizierung ist aber unerläßlich, um über den Typ des Objektes (galaktische Quellen, extragalaktische Quelle wie Radiogalaxie oder Quasar) entscheiden und darüber hinaus die Rotverschiebung bei einer extragalaktischen Quelle bestimmen zu können, aus der sich gemäß der HUBBLE-Beziehung die Entfernung ergibt. Auch für solche Identifizierungsuntersuchungen eignet sich in hervorragender Weise ein Schmidt-Teleskop mit großem verzeichnungsfreiem Feld und hoher Reichweite. Die bisher durchgeführten Untersuchungen ergaben eine Identifizierung von 40 Prozent bis zur Grenzgröße des Tautenburger Teleskops, wobei die höchste Identifizierungsrate bei blauen sternförmigen Objekten liegt.

Die Ausrüstung des Schmidt-Spiegels mit einem Objektivprisma kleiner Dispersion brachte die Möglichkeit, solche pekuliaren Objekte unmittelbar durch Inspektion der Platte auffinden zu können. Sterne und konzentrierte Galaxien bis zur 18. Größenklasse erscheinen dann auf der Platte als 1 mm lange Striche, die die Intensitätsverteilung der Strahlung vom blauen bis zum roten Wellenlängenbereich zeigen. Objekte mit Emissionen sind relativ leicht zu finden, da in den Strichspuren Knoten enthalten sind. Die Ausmessung interessanter Objekte auf dem automatischen Flächenphotometer des Zentralinstituts für Astrophysik zur Ableitung der Schwärzungsverteilung und der Lage von Emissions- und Absorptionslinien erlaubte es, die Intensitätsverteilung und die Rotverschiebung bei entfernten Galaxien oder Quasaren zu bestimmen. Die detaillierte physikalische Untersuchung an besonders auffälligen Objekten erfolgt dann vor allem mit dem 6-m-Teleskop des speziellen Astrophysikalischen Observatoriums

Selentschuk in enger Zusammenarbeit mit den sowjetischen Kollegen.

Ein weiterer Schwerpunkt aus dem Aufgabenbereich der extragalaktischen Forschung ist die Ableitung von Eigenschaften übergeordneter Systeme, vor allem von Galaxienhaufen. Hierzu gehört die Bestimmung der Leuchtkraftfunktion, d. h. der Zahl der Galaxien bei einer bestimmten Leuchtkraft in diesem Haufen, sowie der Struktur solcher Haufen.

Kosmologie

Die wichtigsten Beobachtungsgrundlagen für die Kosmologie sind: Die Rotverschiebung der Galaxien, die schwarze Hintergrundstrahlung und ihre hochgradige Isotropie, die großräumige Isotropie der Verteilung der Materie und der primordiale He-Gehalt. Auf Grund der hochgradigen Isotropie der Hintergrundstrahlung ist anzunehmen, daß die Galaxienhaufen erst nach der Rekombinationsphase des Wasserstoffs entstanden sind. Der überschaubare Kosmos, die Metagalaxis und ihre schwarze Hintergrundstrahlung (3K-Strahlung) definieren ein absolutes Bezugssystem, das mit dem astronomischen Fundamentalsystem übereinstimmt. Hier erhebt sich die grundsätzliche Frage, ob dies notwendigerweise so ist und ob diese „kosmologische Brechung" der Relativität der Bezugssysteme physikalische Konsequenzen hat.

Zu den weiteren großen Fragen der Kosmologie zählen: Ist die Metagalaxis der Astronomie tatsächlich der „Kosmos", oder ist sie auch nur ein Subsystem in einer unendlichen Hierarchie von Systemen? Was bedeuten schließlich physikalisch die mathematischen Singularitäten, die sich in allen kosmologischen Standardmodellen als „zeitlicher Anfang des Kosmos" ergeben? Ist die Frühphase der Entwicklung der Metagalaxis ein Modell für die Frühphase aller genügend großen Galaxiensysteme? Bestand die Isotropie der Metagalaxis zu allen Zeiten, oder ist sie ein Ergebnis ihrer Evolution? Eine rein astronomisch ausführbare Untersuchung ist die unabhängige Bestimmung der Krümmung des kosmischen Raumes einerseits geometrisch statistisch und andererseits dynamisch aus der Expansion der Metagalaxis. Nach der relativistischen Kosmologie ist nämlich das mittlere Krümmungsmaß des Weltraumes bis auf einen Faktor 1/2 gleich der Gesamtenergie der Metagalaxis gemäß der NEWTONschen Interpretation. Diesen Zusammenhang zwischen der Raumkrümmung und der Dynamik der Metagalaxis gibt es nur in der relativistischen Kosmologie; wird er verifiziert, so ist dies ein starkes Argument dafür, die Metagalaxis mit dem Kosmos schlechthin zu identifizieren. Ein solches Programm verlangt aber eine genaue Kenntnis der Kosmogonie der Galaxien und eine umfassende Statistik der Galaxienverteilung (gerade hierzu tragen die Beobachtungen am Karl-Schwarzschild-Observatorium Tautenburg viel bei).

Die Argumente für eine hochverdichtete Frühphase in der Entwicklung des Kosmos (bzw. der Metagalaxis), in der sogenannten „Urknall"-Hypothese, sind ziemlich zwingend. Aus dieser Vorstellung läßt sich die Häufigkeit der leichten Elemente bis zum Helium (aber nicht die der schweren Elemente oder gar der „Metalle") ableiten sowie die Existenz der schwarzen Hintergrundstrahlung verstehen. Beide wären eingefrorene Relikte des „Urknalls".

Die Bestimmung der Expansionsgeschwindigkeit des Kosmos (HUBBLE-Konstante) und ihre Änderung (Accelerationsparameter) liefern Aussagen über die Dynamik der Expansion der Metagalaxis, sie liefern im Prinzip eine Entscheidung über die Struktur des Kosmos. Allerdings ist die Genauigkeit des Wertes für den Accelerationsparameter heutzutage noch nicht ausreichend, um schlüssige Aussagen zu treffen. Da sich die mittlere Dichte in der Metagalaxis wesentlich genauer bestimmen läßt, liefert sie den bis jetzt zuverlässigsten Hinweis für das im Kosmos verwirklichte Weltmodell. Danach scheint der Kosmos ein seit dem „Urknall" permanent expandierender hyperbolisch-gekrümmter Raum zu sein, wenn man im Rahmen der relativistischen Kosmologie argumentiert.

Anschrift der Verfasser:
Prof. Dr. habil. Dr. h. c. mult. HANS-JÜRGEN TREDER
Direktor des Zentralinstituts für Astrophysik
Dr. sc. nat. HANS OLEAK
Leiter des Bereiches Extragalaktische Astrophysik
Zentralinstitut für Astrophysik der AdW der DDR
1502 Potsdam-Babelsberg
Rosa-Luxemburg-Straße 17a

HANS-ULLRICH SANDIG †

Am 25. Mai 1979 verstarb plötzlich der emeritierte ordentliche Professor Dr. phil. habil. HANS-ULLRICH SANDIG. Der Verstorbene leitete viele Jahre das Lohrmann-Observatorium der Technischen Universität Dresden. Er erwarb sich nicht nur bleibende Verdienste in der Wissenschaft, sondern förderte auch die astronomische Volksbildung. HANS-ULLRICH SANDIG hielt u. a. Vorlesungen bei den traditionsreichen „Tagen der Schulastronomie" und publizierte in der Zeitschrift „Astronomie in der Schule". Wir trauern um einen Freund und Ratgeber.

SIEGFRIED MARX

Aufgaben des Karl-Schwarzschild-Observatoriums Tautenburg

Das Karl-Schwarzschild-Observatorium (KSO) besteht seit 1960 und gehört zum Zentralinstitut für Astrophysik (ZIAP) der Akademie der Wissenschaften der DDR. Die anderen Einrichtungen des Zentralinstitutes sind die Sternwarten Babelsberg, Potsdam und Sonneberg. Da die Sternwarten Babelsberg und Potsdam praktisch in der Stadt liegen, sind dort astronomische Beobachtungen kaum möglich, so daß Sonneberg und Tautenburg die Beobachtungsstationen des Zentralinstitutes sind. Zur Erfüllung seiner Beobachtungsaufgaben ist das KSO mit einem 2-m-Teleskop aus dem VEB Carl Zeiss Jena ausgerüstet. Dieses Instrument war das erste von vier 2-m-Teleskopen, die im VEB Carl Zeiss gebaut wurden. (1960 Tautenburg, DDR; 1966 Schemacha, UdSSR; 1967 Ondrejov, ČSSR; 1979 VR Bulgarien). Das Tautenburger Teleskop kann als Schmidt-Kamera, Cassegrain- und Coudé-System genutzt werden. Der optische und technische Aufbau des Instrumentes wurde schon oft beschrieben (s. [1], [2], [4]) und soll deshalb hier nur stichpunktartig wiedergegeben werden. Die Schmidt-Kamera ist mit einem freien Durchmesser der Korrektionsplatte von 134 cm die größte der Erde. Die Brennweite beträgt 4 m, die Feldgröße 3°4×3°4; das Format der Fotoplatte 24 cm × 24 cm. Das entspricht einem Abbildungsmaßstab von 19,4 Mikrometer pro Bogensekunde. Die optimalen fotometrierbaren Reichweiten betragen unter günstigen atmosphärischen Bedingungen 20,5 Größenklassen [9]. Für die Schmidt-Kamera gibt es neben der „normalen" Korrektionsplatte noch eine zweite mit einem prismatischen Anschliff von 0°5. Dadurch entstehen von allen abgebildeten Objekten kleine Spektren mit einer Dispersion von 2500 Å · mm^{-1} bei der Balmerlinie γ.

Das Cassegrain-System arbeitet mit der vollen Öffnung des 2-m-Spiegels. Der Cassegrain-Gegenspiegel hat einen Durchmesser von 40 cm. Die Brennweite dieses Systems beträgt 21 m. Da das Gesichtsfeld des Cassegrain-Systems nur wenige Bogenminuten Durchmesser hat, kann es nur zur lichtelektrischen oder spektroskopischen Einzelobjektbeobachtung genutzt werden. Im Coudé-System wird das Licht über vier Planspiegel durch die Stundenachse des Teleskops in den Keller des Kuppelgebäudes gelenkt. Dort befindet sich ortsfest und temperaturkonstant ein großer Spektrograph, mit dem Dispersionen zwischen 24 und 2 Å · mm^{-1} erreicht werden können. Die gesamte Brennweite des Coudé-System beträgt 92 m.

Die speziellen Aufgaben des KSO leiten sich aus den komplexen Zielstellungen des ZIAP ab. Sie lassen sich in drei Bereiche einteilen.

1. Erfüllung von Beobachtungsaufgaben für das ZIAP und ausländische Kooperationspartner.
2. Lösung wissenschaftlich-technischer Probleme zur Steigerung der Leistungsfähigkeit des 2-m-Teleskops und seiner Zusatzeinrichtungen.
3. Bearbeitung von Aufgaben der astrophysikalischen Grundlagenforschung im Rahmen der Forschungspläne des ZIAP (s. auch [5]).

Die drei Aufgabenbereiche sind natürlich sehr eng miteinander verbunden. So ergeben sich die Beobachtungsaufgaben aus den Forschungszielen. Die technischen Probleme sind entsprechend den Programmaufgaben zu lösen, so daß letzten Endes die Forschungsthematik des ZIAP alle Aufgaben des KSO bestimmt.

Die Beobachtungsaufgaben für das KSO sind sehr vielseitig, da das Teleskop als Schmidt-Kamera für die Fotografie großer Felder eingesetzt werden kann und als Cassegrain- und Coudé-System für die spektroskopische Beobachtung von Einzelobjekten. Mit der Schmidt-Kamera wurden bisher mehr als 5500 Aufnahmen gewonnen.

Die überwiegende Mehrheit dieser Himmelsaufnahmen dient der Untersuchung extragalaktischer Sternsysteme, einem Forschungsschwerpunkt des ZIAP (s. [5]). Gerade zu dieser Thematik gibt es eine jahrelange, sehr intensive Zusammenarbeit mit sowjetischen Sternwarten, insbesondere dem Observatorium Bjurakan der Armenischen Akademie der Wissenschaft. Die Spektralaufnahmen mit der prismatischen Korrektionsplatte dienen vielfach dem Auffinden von pekuliaren extragalaktischen Sternsystemen. In einigen Fällen wurden besonders interessante Objekte dann spektroskopisch mit größerer Dispersion mit dem 6-m-Teleskop in Selentschuk weiterbearbeitet, eine erfolgreiche Kooperation, die sich zwischen dem größten Spiegel überhaupt und dem größten Schmidt-Teleskop herausgebildet hat.

In den vergangenen Jahren wurde die Tautenburger Schmidt-Kamera auch für ein umfangreiches astrometrisches Programm eingesetzt. Ziel ist es, ein Inertialsystem an nahezu punktförmige Galaxien, die aufgrund ihrer großen Entfernung praktisch ohne Eigenbewegung sind, anzubinden.

Neben den 5500 Schmidt-Aufnahmen wurden etwa 3000 Spektren vor allem mit dem Coudéspektrographen gewonnen. Diese dienen fast ausnahmslos der Untersuchung magnetischer

Sterne, einem weiteren Forschungsschwerpunkt des ZIAP. Auf diesem Gebiet gibt es eine langjährige Zusammenarbeit mit dem Observatorium in Ondrejov in der CSSR. Die Magnetfelder dieser Sterne betragen mehr als 500 Gauß. Die starken Magnetfelder machen sich durch eine Aufspaltung der Spektrallinien (Zeeman-Effekt) bemerkbar.

In den vergangenen Jahren haben elektronische Empfänger immer mehr Eingang in die astronomische Beobachtungstechnik gefunden. So werden in Tautenburg neben dem seit Jahrzehnten für lichtelektrische Messungen genutzten Sekundärelektronenvervielfacher für spektroskopische Beobachtungen mit dem Cassegrain- und Coudé-System auch verschiedene mehrstufige Bildverstärker eingesetzt, die zu einer wesentlichen Erhöhung der Reichweite führten.

Für das Schmidt-System wird wegen der großen Empfängerfläche (24 cm × 24 cm) in den nächsten Jahren die Fotoplatte nicht durch elektronische Empfänger abgelöst werden. Das bedeutet, daß die Qualität der Fotoplatte ein ganz entscheidender Faktor für die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems ist. Eine gute Fotoemulsion zeichnet sich durch hohe Empfindlichkeit, gutes Schwarzschildverhalten und ein geringes Signal-zu-Rauschverhältnis aus.

1977/78 gelang es in sozialistischer Gemeinschaftsarbeit mit dem VEB Filmfabrik ORWO Wolfen auf der Grundlage der bekannten Astroplatte ZU 2 eine neue Emulsion (ZU 21) zu entwickeln, die alle internationalen Leistungsparameter erfüllt [6].

Gewissermaßen gehört es auch zur Erhöhung der Effektivität eines Teleskops, die astronomischen Umweltbedingungen optimal zu gestalten [8]. In der Praxis bedeutet das, daß die Atmosphäre möglichst staubfrei sein muß und die Zahl der künstlichen Lichtquellen, die zu einer nächtlichen Himmelsaufhellung führen, möglichst gering sein soll. Dank des großen Verständnisses der Räte der Bezirke Gera, Erfurt und Halle für die astronomische Forschung, wurden Schutzzonen für das KSO festgelegt. Die Realisierung der darin vereinbarten Maßnahmen (Einschränkung der Außenbeleuchtung, Verwendung bestimmter Lampengehäuse usw.) kann wesentlich zur Verbesserung der Beobachtungsbedingungen beitragen, wie ein Experiment mit der Stadt Jena 1978 zeigte (E. BARTL u. a. 1979).

Bei der Lösung von Problemen der astrophysikalischen Grundlagenforschung werden in Tautenburg Themen im Rahmen der beiden großen Forschungskomplexe des ZIAP (extragalaktische Astronomie, magnetische Sterne) bearbeitet.

Seit Bestehen wurde die Ausrüstung des KSO wesentlich erweitert und modernisiert, teils durch industrielle Geräte, teils durch Zusatzeinrichtungen, die in der eigenen Werkstatt gebaut wurden. Dazu gehören u. a. ein Rechner KSR 4100, ein Irisfotometer, ein auf digitale Datenausgabe umgebautes Registrierfotometer, elektronische Belichtungsmesser für die Schmidt-Beobachtungen und die spektroskopischen Systeme usw.

Literatur:

[1] ARTUS, H.: **Jenaer Rundschau, 14 (1969) 346.**
[2] BARTL, E.: **Mitteilungen des KSO Nr. 52 1979.**
[3] BARTL, E. u. a.: **Astronomische Nachrichten 1979 Band 300, S. 209.**
[4] BÖRNGEN, F. u. a.: **Mitteilungen des KSO 1975 Nr. 73.**
[5] TREDER, H.-J.; OLEAK, H.: **Relativistische und extragalaktische Astrophysik.** In: Astronomie in der Schule 16 (1979) 4.
[6] HÖGNER, W.; ZIENER, E.: **Astron. Nachrichten 1978 Band 299, S. 159.**
[7] JENSCH, S.: **Jenaer Rundschau, 1960 Heft 5 Beilage.**
[8] MARX, S.; ZIENER, R.: **Astronomie und Raumfahrt, Heft 1/1979.**
[9] RICHTER, N. B.: **Mitteilungen des KSO 1968 Nr. 42.**

Anschrift des Verfassers:

Dr. SIEGFRIED MARX
Zentralinstitut für Astrophysik
der Akademie der Wissenschaften der DDR
Leiter des Karl-Schwarzschild-Observatoriums
6901 Tautenburg

UNSERE BILDER

Titelseite – Teilansicht des Astronomischen Zentrums in Schkeuditz mit 3-Meter-Sternwartenkuppel und Planetariumsgebäude. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Wir stellen vor" (Heft 6/79).
Aufnahme: GOTTWALD, Schkeuditz

2. Umschlagseite – Die beiden offenen Sternhaufen NGC 869 und NGC 884 (h und chi Persei) in einer Aufnahme mit dem 2-Meter-Universal-Spiegelteleskop des Karl-Schwarzschild-Observatoriums Tautenburg. Lesen Sie dazu unsere Beiträge „Wir beobachten" in Heft 6/1978 und „Aufgaben des Karl-Schwarzschild-Observatoriums Tautenburg" in diesem Heft.

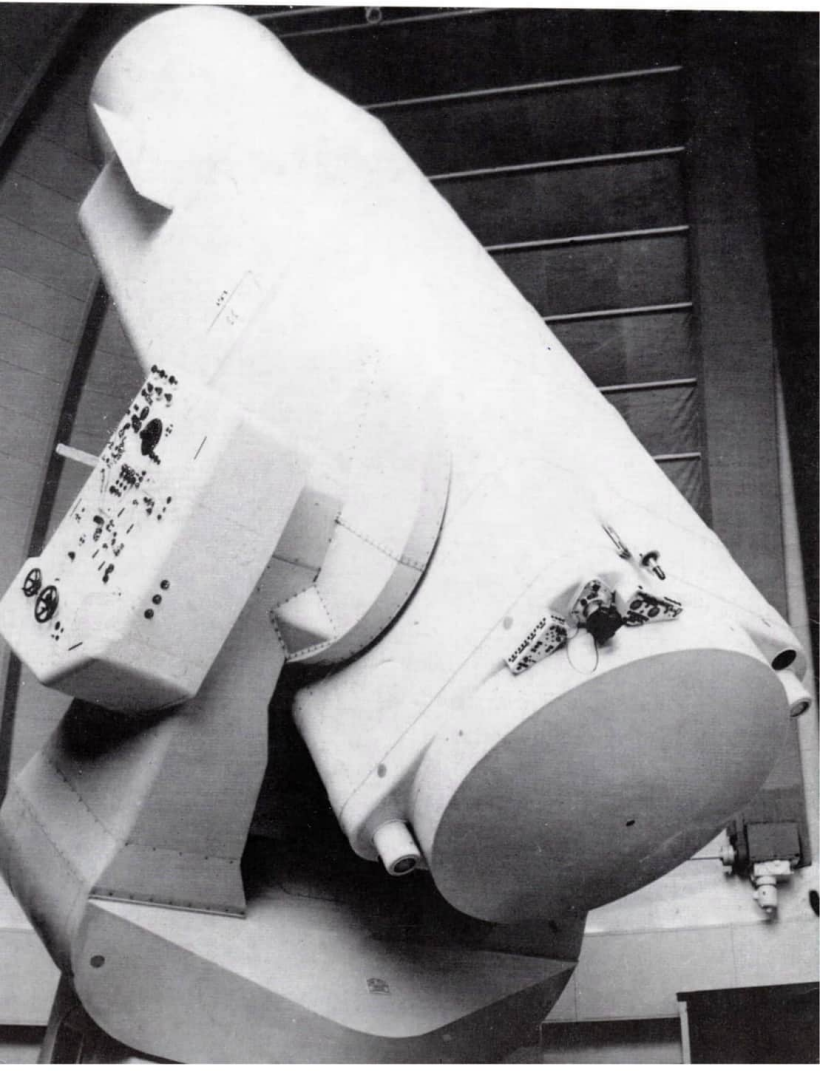
3. Umschlagseite – Der Große Orion-Nebel (M 42 und M 43) in einer Aufnahme mit dem 2-Meter-Universal-Spiegelteleskop des Karl-Schwarzschild-Observatoriums Tautenburg. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Aufgaben des Karl-Schwarzschild-Observatoriums Tautenburg" in diesem Heft.

4. Umschlagseite – Am Gabelholm des 2-Meter-Universal-Spiegelteleskops ist der große Cassegrain-Spektrograph erkennbar. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Aufgaben des Karl-Schwarzschild-Observatoriums Tautenburg" in diesem Heft.
Aufnahme: Karl-Schwarzschild-Observatorium Tautenburg

● **Dokumentation**

Die Dokumentation für die Hefte 3 und 4/1979 erscheint im Heft 5/1979.





Astronomie

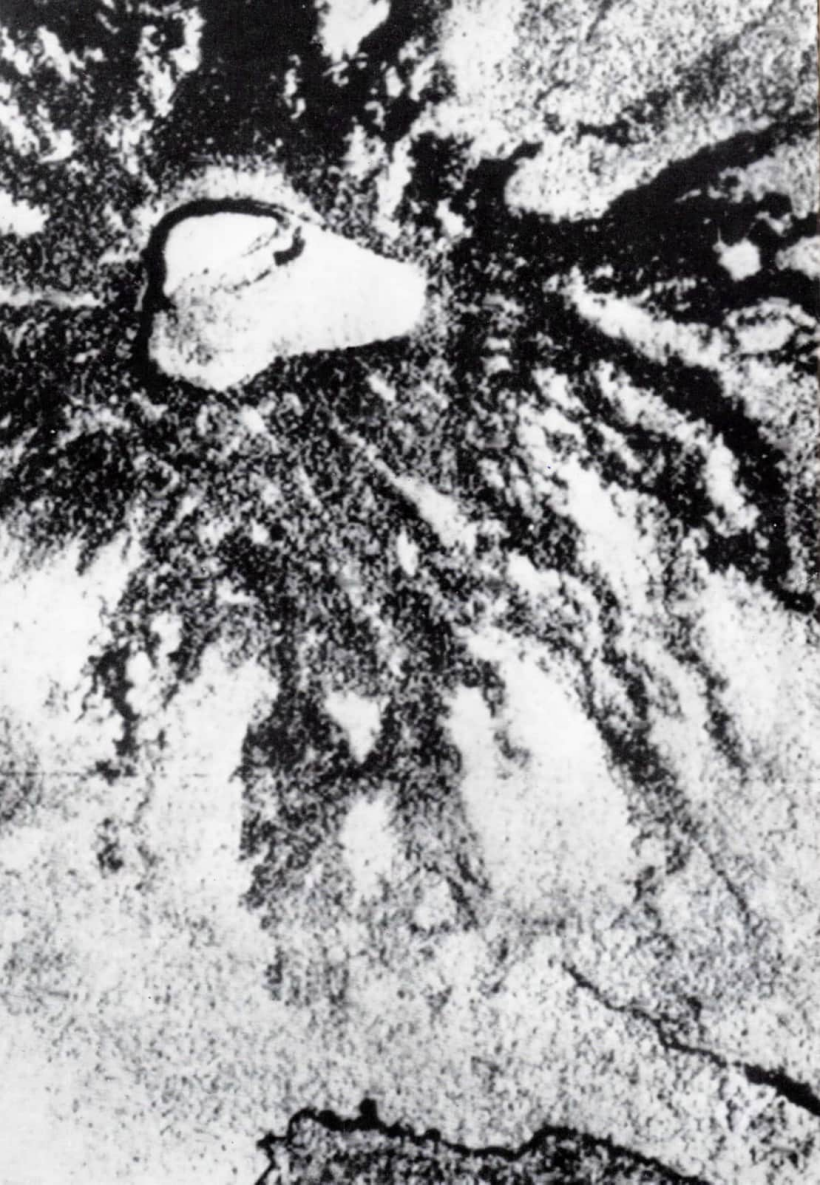
in der Schule



VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

5
1979

INDEX 31 053
PREIS 0,60 M



Astronomie

in der Schule

Zeitschrift für die Hand des Astronomielehrers

Herausgeber:
Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag Berlin, 108 Berlin 8, Krausenstraße 50, Am Spittelmarkt, Telefon 2 04 30, Postscheckkonto: Berlin 1326 26

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

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

Anschrift der Redaktion:
86 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8, Postfach 54, Telefon: 4 25 85

Gesamtherstellung:
Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen
AN (EDV 427)
III-4-9-4,5 Liz. 1488

ISSN 0004 – 6310

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 5 **16. Jahrgang 1979**

Seite

Dokumentation 97
Pionierleistung im Langzeitflug 99
F. GEHLHAR
Weltanschaulich-philosophische Fragen zur Erschließung des Kosmos (I) 99
H.-E. FRÖHLICH
Zu einem Forschungsvorhaben der Ultraviolettastronomie . . . 101
H. BIENIOSCHEK; K. LINDNER
Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Die Sterne" (III) . . 104
E. OTTO
Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Künstliche Kleinkörper im Planetensystem (I) 107
A. ZENKERT
Kombinierte Darstellung der Entstehung und Sichtbarkeit der Mondphasen 111
H.-W. KLEE
Ein kinematisches Planetenmodell für den Polylux 113
Unser Forum 114
Aus Wissenschaft und Unterricht 116
Wir stellen vor 117
Rezensionen 118
Anekdoten 119
Unsere Bilder 119
Wir beobachten 120

Karteikarte: Aufgaben zur Unterrichtseinheit „Die Erde und der erdnahe Raum" (J. STIER)

Redaktionsschluß: 20. August 1979

СОДЕРЖАНИЕ

Документация 97
Выдающееся достижение по продолжительности космического полёта . . 99
Ф. ГЕЛЬХАР
Мировоззренческо-философские вопросы в связи с завоеванием космоса 99
Х.-Э. ФРЁЛИХ
По поводу исследовательского проекта ультрафиолетовой астрономии . . 101
Х. БИНЙОШЕК / К. ЛИНДНЕР
Методические помощи по теме «Звёзды» (III) 104
Э. ОТТО
Методические помощи по теме «Искусственные малые тела в планетной системе» (I) 107
А. ЦЕНКЕРТ
Совместное представление возникновения и видимости фас Луны 111
Х. В. КЛЭЙ
Кинематическая модель планет для эпидиаскопа «Полилюкс» 113
Картотечная карта: Задания по теме «Земля и околоземное пространство» (Й. ШТИР)

CONTENTS

Documentation 97
Record in Long Time Space Flight 99
F. GEHLHAR
Ideologico-Philosophical Questions in Connection with Space Exploration 99
H.-E. FRÖHLICH
A Research Project in Ultraviolet Astronomy 101
H. BIENIOSCHEK; K. LINDNER
Methodical Aids for the Topic "The Stars" (III) 104
E. OTTO
Methodical Aids for the Topic "Artifical Little Bodies in the Solar System" (I) 107
A. ZENKERT
Combined Demonstration of Origin and Visibility of the Phases of the Moon 111
H.-W. KLEE
A Cinematic Planets Model for the Diascope "Polylux" 113
Register Card: Tasks for the Topic "The Earth and the Near Earth Space" (J. STIER)

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. Unsere Zeitschrift kann außerhalb der DDR über den internationalen Buch- und Zeitschriftenhandel bezogen werden. Bei Bezugsschwierigkeiten im nichtsozialistischen Ausland wenden Sie sich bitte direkt an unseren Verlag oder an die Firma BUCHEXPORT, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 701 Leipzig, Leninstraße 16.

DOKUMENTATION

Astronomie in der Schule

Fachwissenschaft

WENZEL, WOLFGANG

Infrarot-Astronomie

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979) 3, 50–53; 2 Abb.

Einleitend skizziert der Autor kurz die Entwicklung der Infrarot-Astronomie, um dann prinzipielle Probleme der Messung im IR und die Empfängermechanismen darzustellen. Im Hauptteil geht er auf die astrophysikalische Bedeutung der IR-Beobachtungen ein, die besonders auf dem Gebiet der interstellaren und zirkumstellaren Materie zu bemerkenswerten Resultaten geführt haben.

Astronomie in der Schule

Fachwissenschaft

HOPPE, JOHANNES

Neuere Erkenntnisse über den Erdmond

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979) 3, 53–57; 3 Abb., 6 Lit.

Es werden neuere Erkenntnisse zur Entstehung der Oberflächenformen und des inneren Aufbaus des Mondes vorgetragen. Bemerkungen zur Entstehung und Entwicklung des Mondes schließen den Beitrag ab.

Astronomie in der Schule

Leitungstätigkeit

Interview mit dem Stellvertreter des Ministers für Volksbildung, Oberstudienrat KARL DIETZEL

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979) 4, 74–76.
In diesem Interview würdigt der Minister die Entwicklung der Bildungs- und Erziehungsergebnisse im AU seit der Einführung des neuen Lehrplans im Jahre 1971 und nennt die Ursachen für diese positive Entwicklung. Abschließend formuliert er Schwerpunkte der künftigen Arbeit der Astronomielehrer, der Fachberater und der Fachzeitschrift.

Leitungstätigkeit **Astronomie** in der Schule

SCHUKOWSKI, MANFRED

30 Jahre Deutsche Demokratische Republik – 20 Jahre Astronomieunterricht

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979) 4, 77–80; 10 Lit.
Würdigung der Entwicklung des AU seit der Einführung als selbständiges Unterrichtsfach in der zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule im Jahre 1959, insbesondere im Hinblick auf die Leistungen der Lehrer und Schulfunktionäre, die Qualifizierung der Lehrer und die Verbesserung der materiellen Bedingungen. Ausblick auf künftige Aufgaben im Sinne des VIII. Pädagogischen Kongresses.

Astronomie in der Schule

Leitungstätigkeit

KAISER, GÜNTER/BIENIOSCHEK, HORST

Zur Weiterentwicklung des Unterrichtsprozesses im Fach Astronomie

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979) 4, 81–82; 2 Lit.

Ausgehend von den vielfältigen Fortschritten des AU, die seit seiner Einführung erreicht wurden, wird auf Probleme aufmerksam gemacht, die es in den kommenden Jahren zu lösen gilt, z. B. verstärkte Nutzung der Schülerbeobachtungen für den Kenntniserwerb; Verbesserung der Exaktheit, Dauerhaftigkeit und Anwendbarkeit des Wissens.

Astronomie in der Schule

Raumfahrt

STILLER, HEINZ/MÜHLMANN, DIEDRICH

Kosmosforschung – Aufgaben und Ergebnisse im Rahmen von „Interkosmos"

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979) 4, 84–86; 1 Lit.
Im ersten Teil des Beitrages werden die Forschungsgebiete genannt, zu deren Entwicklung die Interkosmos-Experimente einen wesentlichen Beitrag geleistet haben. Im zweiten Teil werden Ergebnisse der Untersuchungen zur Ionosphären- und Sonnenphysik, zur festen Komponente des interplanetaren Mediums und des Erdmondes, sowie der kosmischen Strahlung erörtert.

Astronomie in der Schule

Raumfahrt

GROTE, CLAUS

Zur DDR-Beteiligung an der friedlichen Erforschung und Nutzung des Weltraumes

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979) 4, 87–89; 1 Lit.
Ausführungen über die Zusammenarbeit der UdSSR und der DDR bei der Erforschung und Nutzung des Weltraumes in den vergangenen zehn Jahren, u. a. beteiligte sich die DDR an Untersuchungen der oberen Atmosphäre, an der Fernerkundung der Erde und leistete umfangreiche Arbeiten auf dem Gebiet der kosmischen Meteorologie und Nachrichtenübertragung.

Astronomie in der Schule

Raumfahrt und Unterricht

FISCHER, HANS JOACHIM

Disziplinäre und interdisziplinäre Wirkungen der Kosmosforschung auf die Bildungs- und Erziehungsarbeit

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979) 4, 89–91.
Der Verfasser geht auf den interdisziplinären Charakter der modernen Kosmosforschung ein und leitet daraus Fragestellungen ab, die für die Bildung und Erziehung im Unterricht von Bedeutung sind.

Astronomie in der Schule

Fachwissenschaft

TREDER, HANS-JÜRGEN/OLEAK, HANS

Relativistische und extragalaktische Astrophysik

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979) 4, 91–94.
Die Autoren beschreiben die Aufgaben der relativistischen Astrophysik, die im präzisen Nachweis der Einsteinschen Effekte einerseits, und andererseits in der Anwendung der Gravitationstheorie bei der Deutung der Physik kosmischer Objekte großer Massen oder hoher Dichten bestehen. Im zweiten Teil werden die Forschungsgebiete der extragalaktischen Astrophysik und der Kosmologie umrissen.

Astronomie in der Schule

Fachwissenschaft

MARX, SIEGFRIED

Aufgaben des Karl-Schwarzschild-Observatoriums Tautenburg

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979) 4, 95–96; 9 Lit.

Einleitend wird die Leistungsfähigkeit des 2-m-Universal-Spiegelteleskops charakterisiert. Daran anknüpfend werden die wichtigsten Forschungsvorhaben vorgestellt (Untersuchung extragalaktischer Sternsysteme und magnetischer Sterne).

Pionierleistung im Langzeitflug

Die sowjetischen Kosmonauten WLADIMIR LJACHOW und VALERI RJUMIN beendeten den bisher längsten Flug von Menschen im erdnahen Raum. Die dritte Besatzung von Salut 6 führte mit der Station in 175 Tagen 2 800 Erdumkreisungen durch und legte 112 Millionen Flugkilometer zurück. Damit gelang es der Sowjetunion, innerhalb von vier Jahren den Aufenthalt von Menschen im Kosmos von einem auf sechs Monate zu verlängern. Die drei Besatzungen der amerikanischen Raumstation Skylab weilten insgesamt 175 Tage im All.

Während ihres Fluges absolvierten die beiden sowjetischen Kosmonauten ein umfangreiches Arbeitsprogramm, wozu Erderkundungen, Beobachtungen kosmischer Objekte, Werkstofferprobungen und medizinisch-biologische Experimente gehörten. So wurde u. a. an der Orbitalstation ein Radioteleskop installiert. Der Rekordflug zeigt, für den Menschen ist ohne gesundheitliche Schäden ein längerer Aufenthalt unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit möglich. Raumfahrtmediziner ziehen daraus den Schluß, daß sich auch zweijährige bemannte Raumflüge durchführen lassen. Mit dem Flug von LJACHOW und RJUMIN gelang der Sowjetunion ein wichtiger Schritt auf dem Wege zu längeren und damit nutzbringenderen bemannten Expeditionen zu Orbitalstationen.

FRITZ GEHLHAR

Weltanschaulich-philosophische Fragen zur Erschließung des Kosmos (I)

Schon heute wissen wir, daß die weitere Entwicklung der Menschheit ohne Fortschritte in der Erschließung des Weltraumes nicht möglich ist [1; S. 4].

Zu dieser These W. SCHATALOWS gibt es unterschiedliche, ja gegensätzliche Meinungen. Das Spektrum der Auffassungen über die Rolle der Raumfahrt für die Menschheitsentwicklung reicht von dem Standpunkt, daß man erst die irdischen Probleme, deren wir genug haben, lösen sollte, bevor man sich der Erschließung des Kosmos zuwende, bis hin zu der Auffassung, daß keines der heute grundlegenden Menschheitsprobleme ohne die Raumforschung gelöst werden könne. Wie dem auch sei, die Raumfahrt gewinnt zunehmend an Bedeutung — in der Wissenschaft, der Produktion, in den Überlegungen über die Lösung der Rohstoff- und Energieprobleme, in den Beziehungen zwischen den sozialökonomischen Weltsystemen... Nicht zuletzt werden durch sie eine Reihe neuer weltanschaulicher Probleme aufgeworfen bzw. alte philosophische Probleme in einem neuen Licht gesehen.

Über einige grundlegende weltanschaulich-philosophische Fragen der Erschließung des Kosmos soll hier zusammenfassend berichtet werden. In der DDR beschäftigt sich der Fachbereich Geschichte der Raumfahrt der „Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt" mit solchen Fragen. Jedoch wäre eine Intensivierung dieser Arbeit wünschenswert. In der UdSSR bildete sich in den 60er Jahren eine eigenständige Arbeitsrichtung „Philosophische Probleme der Kosmonautik" heraus. Anliegen dieses und des zweiten Artikels zur Problematik kann es daher nur sein, über wichtige Fragestellungen, Ansätze und Ergebnisse der sowjetischen philosophischen Diskussion zu informieren. Dabei lehnt sich der Autor eng an die Darstellung von URSUL und seine Einteilung der Problemkreise an [2], [3].

Auf folgende Probleme soll eingegangen werden:

- Philosophische Probleme der Beziehung Mensch — Kosmos (geschichtliche Wandlung der Problemsicht);
- Raumfahrt und Kosmisierung der menschlichen Tätigkeit;
- kosmische Aspekte der Wechselwirkung von Gesellschaft und Natur;
- Raumfahrt, sozialökonomische Systeme und Weltanschauung.

1. Philosophische Probleme der Beziehung Mensch — Kosmos (geschichtliche Wandlung der Problemsicht)

Die Erschließung des Kosmos erfolgte lange vor Beginn der Raumfahrt. Es gibt sie, seit die Menschen sich Gedanken über sich und ihre Umwelt, ihre Stellung in der Welt und ihre Zukunft machen. Allerdings war die Erschließung vermittelnder Natur und hatte dabei eine starke weltanschauliche Komponente. Einerseits war die „Benutzung" des Sternhimmels für Kalenderrechnung, Schiffahrt u. ä. von großer Bedeutung für den materiellen Lebensprozeß, zum anderen spielten bereits in den ersten religiösen Mythen Weltschöpfungs- und Weltordnungslehren eine große Rolle, dienten der Erklärung der Stellung des Menschen in der Welt. Auch mit der Entstehung der theoretischen Weltanschauung, der Philosophie, behielten die „kosmologischen" Aspekte derselben

diese Funktion. Das blieb auch noch so, als die Astronomie begann, sich als selbständiges Wissensgebiet (Einzelwissenschaft) von der Philosophie abzuspalten. Das geozentrische Weltbild zeichnete dem Menschen ein „tröstliches Universum" (J. CHARON); er stellte den Mittelpunkt dieses Universums dar, es war für ihn da. Andererseits unterstützten materialistische Denker die Idee der Unendlichkeit des Weltalls. Sie sahen darin, wie LUKREZ es formulierte, die Möglichkeit, die Menschen von der Götter- und Todesfurcht zu befreien.

Mit der Entstehung der Naturwissenschaft in Gestalt der klassischen Mechanik veränderte sich die Lage. Die Lehre vom Kosmos wurde Bestandteil der Naturwissenschaft. Ihre Beziehung zur Weltanschauung erhielt eine neue Qualität. Die Mechanik, die die Bewegung der Körper auf der Erde wie gleichermaßen die der kosmischen Objekte erklärte, führte den einzelwissenschaftlichen Nachweis von der naturgesetzlichen Einheit von Himmel und Erde.

Durch die Lehre des COPERNICUS, durch das von ihr implizierte astronomische Weltbild, erfolgte eine Herausforderung des menschlichen Geistes, wie sie — nach GOETHES Worten — an die Menschheit vielleicht noch nie ergangen war. Nach diesem Weltbild verlor der Mensch seine bevorzugte Stellung im Weltall. Er stand vor der Alternative, entweder in der Angst vor dem Verlorensein, der Einsamkeit im unendlichen All (B. RUSSELL) zu versinken oder aber „zu einer bisher unbekannten, ja ungeahnten Denkfreiheit und Großheit der Gesinnung" vorzustoßen (GOETHE), [4, S. 133], seine Stellung und die der Erde im Kosmos real zu sehen und auf dieser Einsicht sein aktives Handeln zu begründen.

Neben den weltanschaulichen Auseinandersetzungen um das astronomische Weltbild und seine Konsequenzen war die Beschäftigung mit dem Weltall zunächst für die naturwissenschaftliche Forschung von wachsender Bedeutung. Planetensystem und „Sternenhimmel" wurden zu einem wichtigen Prüffeld der auf der Erde erzielten Einsichten in die Gesetze der Natur oder ermöglichten Erkenntnisse, die bei Beschränkung auf die irdischen Verhältnisse vorerst nicht gewonnen werden konnten. Es sei beispielsweise an die erste Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit durch O. RÖMER aus den Verfinsterungszeiten der Jupitermonde im Jahre 1676 oder an die Erstentdeckung des Heliums bei spektralanalytischen Untersuchungen der Sonnenprotuberanzen im Jahre 1868 erinnert.

Der Beginn der Raumfahrt ist eine revolutionäre Wende im Verhältnis Mensch — Erde — Kosmos, in der Erschließung des Kosmos durch den Menschen. Einen entscheidenden Schritt auf dem Wege zur praktischen Raumfahrt stellen die Ideen K. E. ZIOLKOWSKIS dar ([2], [3], [5]). ZIOLKOWSKI hatte eine „kosmische Philosophie" entwickelt. In deren Rahmen formulierte er eine „Kosmisierung der Ethik" mit einem kategorischen Imperativ: Alle Probleme des menschlichen Daseins müssen vom kosmischen Standpunkt aus betrachtet werden — sowohl von der Seite des Einflusses des Kosmos auf die Menschheit als auch umgekehrt hinsichtlich des Einflusses der menschlichen Gesellschaft auf den außerirdischen Raum.

Nach ZIOLKOWSKI besteht das Ziel der Erkenntnis und der menschlichen Tätigkeit insgesamt im Glück des Menschen, seiner ständigen Entwicklung und Vervollkommnung. Ein entscheidender Ausgangspunkt seiner Überlegungen ist die Einsicht, daß der Einfluß des Kosmos einst die Bedingungen für das Leben auf der Erde vernichten wird, daher besteht die Notwendigkeit der Vorbereitung der Menschheit auf eine Umsiedlung in den Kosmos.

ZIOLKOWSKIS kosmosphilosophische Überlegungen waren für ihn der Anlaß, sich mit den naturwissenschaftlich-technischen Voraussetzungen der Raumfahrt zu beschäftigen und die theoretischen Grundlagen der Raketentechnik zu entwickeln.

Die philosophischen Gedanken ZIOLKOWSKIS sind wesentlich materialistischer Natur. Sie enthalten viel spontane Dialektik, andererseits aber auch Überreste naturphilosophischer Gedanken, deren Wurzeln bis in die antike Philosophie zurückreichen.

Bis zu Beginn der 60er Jahre gab es so gut wie keine philosophischen und soziologischen Arbeiten zur Weltraumfahrt. Erst nach deren praktischem Beginn wurde sie zum Gegenstand philosophischer Analysen, woran sich Vertreter der marxistischen Philosophie und der Einzelwissenschaften beteiligen.

2. Raumfahrt und Kosmisierung der menschlichen Tätigkeit

Die Erde mit der auf ihr lebenden Menschheit ist ein Entwicklungsprodukt des Kosmos. Sie ist selbstverständlich kein gegenüber dem kosmischen Raum isoliertes System, sondern vielfältigen kosmischen Einflüssen ausgesetzt; sie steht in mannigfaltigen Beziehungen zum Kosmos. Daraus ergibt sich, *daß die menschliche Existenzweise seit jeher einen kosmischen Aspekt hat — worauf die historische Skizze verweisen sollte. Mit dem Hinaustreten des Menschen in den nahen kosmischen Raum erhält dieser Aspekt eine andere Qualität, eine ganz andere Dimension.*

In der sowjetischen Literatur wurde der Begriff der Kosmisierung geprägt. Auch wenn das Wort **„Kosmisierung"** nicht immer in der gleichen Bedeutung gebraucht wird, so läßt sich doch festhalten, daß im wesentlichen damit die **„Ausnutzung der Faktoren des Kosmos in der zielgerichteten menschlichen Tätigkeit"** auf oder für das Leben auf der Erde bezeichnet wird. Alle Bereiche des menschlichen Lebens unterliegen dieser Kosmisierung in zunehmendem Maße, in erster Linie jedoch Wissenschaft und Produktion.

Wie ausgeführt, ist die Ausnutzung astronomischer Faktoren seit Begründung der klassischen Mechanik ein wichtiger Wesenszug naturwissenschaftlicher Forschung. Zu den wichtigsten Zügen der **Kosmisierung der Wissenschaft** in der gegenwärtigen Etappe zählen sowjetische Autoren

- das schnelle Wachstum und die qualitative Veränderung der Astronomie,
- die Überwindung des Geozentrismus in der Naturwissenschaft,
- die gegenseitige Verflechtung des Komplexes der astronomischen Disziplinen mit den anderen Naturwissenschaften,
- die Entstehung kosmischer Zweigdisziplinen bestehender Naturwissenschaften wie Astrobiologie, Weltraumpsychologie usf.,
- als sehr entscheidenden Aspekt die Kosmisierung des wissenschaftlichen Experiments u. a. m. [3; S. 266].

Mit vielen Aspekten dieses Kosmisierungsprozesses der Naturwissenschaften konnten sich die DDR-Bürger gerade während und nach dem gemeinsamen Raumfahrtunternehmen SU – DDR im vergangenen Jahr vertraut machen. Bei vielen wissenschaftlichen Experimenten, die bei Weltraumflügen durchgeführt werden, wird der enge Zusammenhang derselben zur **Kosmisierung der Produktion** deutlich.

Unter dieser wird die unmittelbare oder mittelbare Ausnutzung von Prozessen und Erscheinungen des Kosmos bzw. des Wissens über diese sowie der für die Erschließung des Weltraumes verwendeten Technik für die Produktion verstanden. Grundlegende Richtungen dieses Prozesses sind

- die Reproduktion und Benutzung von Prozessen, analog denjenigen, wie sie hauptsächlich im Kosmos stattfinden, für die Produktionssphäre,
- die Entwicklung der Raumfahrtraketentechnik und die Einführung ihrer Errungenschaften in andere Produktionszweige,
- die Verlagerung bestimmter produktionstechnischer Komplexe in den Kosmos.

Über die Bedeutung der Kosmisierung der Produktion gibt es unterschiedliche Auffassungen. URSUL vertritt den Standpunkt, daß der Grad des Eindringens kosmischer Motive in die Produktion den Reifegrad der letzteren, das Entwicklungsniveau der Produktivkräfte charakterisiert. Nach FADDEJEW drückte sich das Wesen der wissenschaftlich-technischen Revolution in der Kosmisierung des Systems Wissenschaft-Technik aus. Es gibt andererseits Standpunkte, nach denen die Bedeutung der Kosmisierung nicht derart akzentuiert gesehen wird. Sicher ist auf jeden Fall, daß sie zunehmend an Stellenwert gewinnt. Daraus ergibt sich die Wichtigkeit der Beteiligung der DDR an der Gemeinschaftsarbeit des Interkosmos-Programms [6]. Trotz aller – natürlicherweise – auftretenden unterschiedlichen Bewertungen von Raumforschung und Kosmisierung der menschlichen Tätigkeit kommt in den sowjetischen Arbeiten die einhellige Meinung zum Ausdruck, daß die hauptsächlichen und unmittelbaren Gründe für die Erschließung des Kosmos durch die Bedürfnisse der Entwicklung von Wissenschaft, Technik und Produktion gegeben sind. „Der Kosmos für den Menschen" ist das Programm sozialistischer Raumforschung.

Literatur:

[1] **Neues Deutschland.** 25. 9. 1978.

[2] URSUL, A. D.: **Menschheit, Erde, Weltall.** Moskau 1977 (russ.).

[3] URSUL, A. D.: **Philosophische Fragen der Erschließung des Kosmos.** In: Philosophische Fragen der Naturwissenschaft, Teil I, Moskau 1976; (Ein umfassender Überblick über die hauptsächlichen Fragen und Lösungsansätze der sowjetischen Forschungen und Diskussionen der letzten 10 bis 15 Jahre); (russ.).

[4] GOETHE v., J. W.: **Die Schriften zur Naturwissenschaft.** Bd. 6, **Zur Farbenlehre.** Historischer Teil. Weimar 1957.

[5] KOSMODEMJANSKI, A. A.: **Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski (1857 bis 1935).** Moskau 1976, (russ.).

[6] (Im Zusammenhang mit dem Raumflug des ersten DDR-Kosmonauten wurde in unserer Presse ausführlich über das Interkosmos-Programm berichtet; daher wird hier nur – als Beispiel – eine Literatur genannt.) FISCHER, H.-J.: **Produkte und Verfahren aus dem Kosmos.** In spektrum, 9 (1978) 8.

Anschrift des Verfassers:
Dr. FRITZ GEHLHAR
8020 Dresden, Rubensweg 5

HANS-ERICH FRÖHLICH

Zu einem Forschungsvorhaben der Ultraviolettastronomie

Im vergangenen Jahr erschienen in „Astronomie in der Schule" zwei instruktive Übersichtsberichte von K.-H. SCHMIDT über die „Nichtoptische Astronomie", in denen die Bedeutung und die z. T. aufsehenerregenden Erkenntnisse dieses aus der modernen astrono-

mischen Forschung nicht mehr wegzudenkenden Zweiges umrissen wurden [1], [2]. Die Öffnung neuer Beobachtungsfenster durch den Einsatz hochspezialisierter künstlicher Erdsatelliten – wahre Wunderwerke einer ausgeklügelten Raumfahrttechnik – hat sich fördernd auf alle astrophysikalischen Disziplinen ausgewirkt. Einige der erreichten Fortschritte waren vorhersehbar gewesen; doch hat die Satellitenastronomie, die in Spektralbereiche vordringt, die erdgebundenen Teleskopen versagt bleiben, auch für Überraschungen gesorgt. Entdeckungen haben sich angekündigt, die vielleicht einmal unsere Vorstellungen vom Kosmos revolutionieren werden. Seit Radioastronomen mit ihren riesigen Antennenanlagen Signale der Pulsare registrieren, sind extrem dichte Materiezustände, wie die in den dreißiger Jahren bereits vorhergesagten Neutronensterne, in das Blickfeld der Forschung geraten. Einige dieser Pulsare sind mit Sicherheit Überbleibsel gigantischer Sternexplosionen. Satellitenbeobachtungen lenkten die Aufmerksamkeit der Astronomen auf Röntgenquellen, bei denen ein normaler Stern in geringem Abstand von einem solchen Neutronenstern umkreist wird. Die Physiker erhoffen sich vom Studium dieser ungewöhnlichen Himmelskörper, deren Materie durch die eigene Schwerkraft zu einem dichten Neutronenbrei (10^{15} g/cm^3) zusammengepreßt ist, interessante Aufschlüsse über das Verhalten der Materie bei Drücken, die unter Laborbedingungen unerreichbar sind. Hier betritt der Forscher Neuland, und dem populärwissenschaftlich Tätigen wird die Verpflichtung abverlangt, sorgfältig die nachprüfbaren Tatsachen gegen die vielfach voreiligen und spekulativen Erklärungsversuche abzuwägen, solange es an gesichertem Wissen mangelt. Im folgenden werden ein Forschungsvorhaben und dabei gewonnene Erkenntnisse aus dem Bereich der Ultraviolettastronomie vorgestellt.

Direkte Bestimmung der effektiven Temperaturen früher Sterne

Das für unsere Augen nicht sichtbare ultraviolette Licht umfaßt die Wellenlängen von ungefähr 10 nm bis 400 nm (1 nm = 10^{-9} m). Astronomisch bedeutungsvoll ist nur die Strahlung mit Wellenlängen größer als 91,2 nm, der Ionisationsgrenze des Wasserstoffs, da der interstellare Raum für kürzere Wellen undurchsichtig ist. Sterne früher Spektralklassen, d. h. von hoher Oberflächentemperatur, sowie andere heiße Himmelskörper, wie die Weißen Zwerge und die Zentralsterne der Planetarischen Nebel, strahlen hauptsächlich in diesem Bereich des elektromagnetischen Wellenspektrums. Etwa 85 Prozent der Ausstrahlung eines B2-Sterns entfallen auf UV-Quanten. Diese Zahlenangabe macht verständlich, daß Beobachtungen durch das optische Fenster unserer Erdatmoshäre nur zu einem unbefriedigenden Verständnis der Atmosphärenphysik früher Sterne führen können. Sie müssen durch extraterrestrische Messungen ergänzt werden. Hinzu kommt, daß die Mehrzahl der Absorptionslinien leichter Elemente im ultravioletten Spektralbereich liegt. An dieser Stelle sei daran erinnert, daß selbst die charakteristischen Lyman-Linien des neutralen interstellaren Wasserstoffs erst in der Mitte der sechziger Jahre bei Raketenaufstiegen in den Spektren heißer Sterne des Oriongebiets in Absorption nachgewiesen werden konnten. Die im sichtbaren Bereich liegenden Linien des Kalziums hingegen, einem Spurenelement im interstellaren Raum – auf 10 Millionen Wasserstoffatome kommt im Mittel ein Kalziumatom –, wurden bereits 1904 von J. HARTMANN in den Spektren des spetroskopischen Doppelsterns δ Orionis gefunden, wo sie als „ruhende" Linien ihren interstellaren Ursprung zu erkennen gaben.

Der Stellenwert, den die Ultraviolettastronomie heute einnimmt, wird auch an den Aufwendungen für diesen kostspieligen Forschungszweig deutlich. 1972 starteten die USA einen Astronomiesatelliten, der, bestückt mit einem 80-cm-Teleskop, fast ausschließlich der Erforschung des ultravioletten Spektralbereichs dient. Mit Hilfe dieses „Copernicus"-Satelliten, einem der schwersten und teuersten Erdsatelliten überhaupt, konnte eine riesige Anzahl hochaufgelöster Spektren im Wellenbereich von 70 nm bis 330 nm von hellen O-und B-Sternen gewonnen werden.

Bereits der 1968 gestartete Vorgänger (OAO-2) dieses Ultraviolettobservatoriums führte eine Schmalbandphotometrie heller Sterne der Spektraltypen O bis F durch, die eine rein *empirische* Bestimmung der bolometrischen Korrektionen und darüber hinaus eine *empirische* Ableitung der effektiven Temperaturen dieser Sterne ermöglichte. Die Festlegung einer Temperaturskala für die 32 Sterne des Forschungsprogramms erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Observatorium von Narrabri (Australien), das sich auf die Messung von scheinbaren Sterndurchmessern spezialisiert hat. Die bedeutsamen Resultate stellen ein instruktives Beispiel für eine durch die extraterrestrische Astronomie ermöglichte Problemlösung dar, so daß an dieser Stelle etwas näher darauf eingegangen werden soll.

Der Entwicklungsweg eines Sterns vorgege-

bener Masse und anfänglicher chemischer Zusammensetzung in einem theoretischen HERTZSPRUNG-RUSSELL-Diagramm kann heutzutage mit großen Computern berechnet werden. Ein solches HRD benutzt im allgemeinen die effektive Temperatur, definiert durch die gesamte ausgestrahlte Energie eines 1 cm^2 großen Stücks der Sternoberfläche, und die absolute, ebenfalls über den gesamten Spektralbereich integrierte Helligkeit, also die Leuchtkraft, als Koordinatensystem. Sowohl die bolometrische Helligkeit als auch die effektive Temperatur waren aber bisher keine direkt aus der Beobachtung ableitbaren Größen. Die beobachtenden Astronomen bevorzugen deshalb die visuelle absolute Helligkeit und den Spektraltyp bzw. den handlicheren Farbenindex, um die Lage eines Sterns im HRD zu kennzeichnen. Will man die beiden unterschiedlichen Diagramme miteinander vergleichen, eine Forderung, die zur Prüfung einer jeden Theorie des Sternaufbaus erhoben werden muß, bedarf es der Kenntnis der bolometrischen Korrektion, d. h. der Differenz zwischen visueller und bolometrischer Größe, und einer geeichten Beziehung zwischen Spektraltyp (Farbenindex) und effektiver Temperatur. Hier springt die Theorie der Sternatmosphären ein, um weiterzuhelfen. Große Schwierigkeiten bereiten aber in der Vergangenheit die frühen Sterne, deren Atmosphärenaufbau wegen der Beschneidung der erforschbaren Sternkontinua durch die Lufthülle unseres Planeten nur unsicher bekannt war. Wie notwendig eine experimentelle Überprüfung der theoretisch abgeleiteten bolometrischen Korrektionen durch extraterrestrische Messungen ist, ersieht man daraus, daß die Korrektionsbeträge bei frühen Sternen mehrere Größenklassen ausmachen.

Um die bolometrische Korrektion zu messen, muß die Ausstrahlung eines Sterns im visuellen Band ins Verhältnis gesetzt werden zur Ausstrahlung in dem gesamten Bereich des elektromagnetischen Spektrums. Mit den Photometern an Bord von OAO-2 wurden die Strahlungsflüsse zwischen 110 nm und 320 nm für 32 Standardsterne ermittelt. Der Beitrag noch kürzerer Wellen zur Gesamtstrahlung läßt sich aus theoretischen Atmosphärenmodellen abschätzen; der Fehler, der sich möglicherweise daraus ergibt, fällt zum Glück nicht ins Gewicht, da die vielen Metallinien in dem kurzwelligen UV-Bereich die Ausstrahlung stark blockieren. Als problematisch erwies sich die Eichung der Photometer, die nebst der Optik Alterungserscheinungen zeigten. Diese technische Schwierigkeit wurde durch die Verwendung einer Synchrotronstrahlungsquelle als Eichnormal gemeistert. Die scheinbare bolometrische Helligkeit der untersuchten Sterne ergab sich aus der Kombination der gemessenen UV-Strahlungseinflüsse mit den bekannten Daten aus dem Optischen und dem nahen Infrarot. Die Differenz zur scheinbaren visuellen Helligkeit lieferte schließlich die gesuchte bolometrische Korrektion für jeden der Standardsterne.

Die effektive Temperatur ist ein Maß für die Flächenhelligkeit eines Sterns und als solches bestimmbar aus dem bolometrischen Strahlungsfluß, d. h. der Energiemenge, die pro Sekunde durch eine Empfängerfläche von 1 cm^2 hindurchtritt, und dem Winkeldurchmesser der Strahlungsquelle an der Sphäre. Physikalisch wird damit nur ausgesagt, daß die Flächenhelligkeit eines ausgedehnten Objekts im leeren Raum unabhängig von der Entfernung ist. Die Winkeldurchmesser der 32 hellen Sterne wurden mit dem Intensitätsinterferometer von Narrabri bestimmt. Die ein neuartiges Meßprinzip realisierende Anlage besteht aus zwei großen Parabolspiegeln von je 6,7 m Durchmesser, an deren optische Qualität allerdings keine großartigen Anforderungen gestellt werden, da es nur auf die lichtsammelnde Wirkung ankommt. Beide Spiegel sind auf einer kreisförmigen Schiene fahrbar montiert und messen gleichzeitig mit *hoher Zeitauflösung* die statistischen Schwankungen der *Intensität* des Sternenlichtes. Die Helligkeitsschwankungen werden in den Photomultipliern in Stromsignale umgewandelt, die in einem Korrelator elektronisch miteinander verglichen werden. Bei einer exakt punktförmigen Lichtquelle sind die beiden Signalfolgen selbst bei einem großen Abstand der beiden Spiegel miteinander korreliert. Wird ein flächenhaftes Objekt gemessen, fällt der Korrelationsgrad, der ein Maß für die Übereinstimmung zwischen den registrierten Helligkeitsfunktionen ist, mit zunehmendem Basisabstand der beiden Spiegel gesetzmäßig ab. Aus dem Verlauf des Korrelationsgrades mit dem Basisabstand der beiden Spiegel kann auf den Winkeldurchmesser des Sternscheibchens geschlossen werden. Das Auflösungsvermögen des Intensitätsinterferometers von Narrabri beträgt bei einem maximalen Spiegelabstand von 188 m 0,0003 Bogensekunden. Im Unterschied zu herkömmlichen Interferometeranordnungen (MICHELSON-Interferometer), die zwei Lichtwellenbündel zur Interferenz bringen, korreliert ein Intensitätsinterferometer die viel kleineren Helligkeitsfluktuationen des Sternlichtes miteinander. Die Kenntnis der Phasenbeziehungen der beiden Lichtwellen ist bei diesem Meßverfahren nicht erforderlich, was die verglichen mit einem

MICHELSON-Interferometer riesigen Abstände zwischen den Empfängern ermöglicht. Da die zu erfassenden Helligkeitsschwankungen geringfügig sind, bedarf es selbst bei hellen Sternen länger Meßzeiten, um den Korrelationsgrad einigermaßen sicher bestimmen zu können. Bereits ein Stern 2,5ter Größe würde eine Meßreihe von einem halben Jahr erfordern, um seinen Winkeldurchmesser auf 5 Prozent genau angeben zu können. Aus gemessenem Winkeldurchmesser und bolometrischem Strahlungsfluß ergibt sich hypothesenfrei die Flächenhelligkeit eines Sterns, die wiederum der vierten Potenz der effektiven Temperatur proportional ist. Dank der Verbindung zweier technisch recht aufwendiger Meßverfahren, der Satellitenspektrophotometrie und der Intensitätsinterferometrie, kann nunmehr die effektive Temperatur auch früher Sterne direkt aus den Beobachtungen abgeleitet werden.

Literatur:
[1] SCHMIDT, K.-H.: **Nichtoptische Astronomie.** In: Astronomie in der Schule **15** (1978) 3.
[2] SCHMIDT, K.-H.: **Galaxienhaufen und Röntgenstrahlung.** In: Astronomie in der Schule **15** (1978) 4.

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Phys. HANS-ERICH FRÖHLICH
1502 Babelsberg
Rosa-Luxemburg-Straße 17 a
Sternwarte

HORST BIENIOSCHEK; KLAUS LINDNER

Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Die Sterne" (III)[1]

2. Stunde

Thema: Absolute Helligkeit und Oberflächentemperatur von Sternen

Ziele: Die Schüler sollen
- die absolute Helligkeit der Sterne als Größe kennenlernen, die Helligkeitsvergleiche ermöglicht, nicht direkt meßbar ist, aber durch Rechnung bestimmt werden kann,
- erkennen, daß die Sonne ein Stern mit „durchschnittlicher" Leuchtkraft (absoluter Helligkeit) ist,
- erkennen, daß die Oberflächentemperatur der Sterne aus der Sternfarbe (Sternspektrum) bestimmt werden kann.

Stundengliederung:
1. Einführung der absoluten Helligkeit als Größe, die Helligkeitsvergleiche zwischen Sternen ermöglicht
2. Vergleichen der absoluten Helligkeiten und Leuchtkräfte von Sternen
3. Erarbeiten des Zusammenhangs von Sternfarbe und Oberflächentemperatur

Variante des Stundenverlaufs:
Zu Beginn der Stunde spricht ein Schüler über die Notwendigkeit der Entfernungsbestimmung der Sterne, erläutert die Methode der trigonometrischen Parallaxe (Anschauungstafel benutzen) und geht auch auf die Lösung der Hausaufgabe ein (Tafel II). Die Einheit 1 Lichtjahr wird den Schülern inhaltlich erläutert: Das von Aldebaran im Jahre 1979 bei uns empfangene Licht ist von diesem Stern bereits im Jahre 1914 emittiert worden.
Im Unterrichtsgespräch werden die Grenzen der trigonometrischen Parallaxe (anwendbar mit terrestrischen Methoden bis maximal 100 pc wegen des dann nicht mehr meßbaren kleinen Winkels) kenntlich gemacht. Der Lehrer teilt mit, daß für weit entfernte Sterne die Entfernung mit anderen Methoden bestimmt werden kann.

zu 1.
Im Lehrervortrag wird nochmals darauf hingewiesen, daß die scheinbare Helligkeit der Sterne von der Entfernung (und der Leuchtkraft) abhängt. Danach wird erarbeitet, daß zum Vergleich der Helligkeiten der Sterne deren Entfernung auf eine Einheitsentfernung reduziert werden muß.
Den Schülern wird folgende Frage gestellt:
- Wie muß man zwei oder mehrere Lichtquellen anordnen, wenn man aus den meßbaren Helligkeiten Aussagen über die tatsächlichen Helligkeiten machen will?

Als Hilfe kann Experiment 2 so durchgeführt werden, daß die Lampe mit kleiner Leuchtkraft einen größeren Ausschlag des Zeigers am Meßgerät hervorruft als die Lampe mit größerer Leuchtkraft.
Die Anordnung der Lampen in gleicher Entfernung vom Meßfühler wird mit Experiment 3 demonstriert und dabei festgestellt, daß die gemessenen Helligkeiten den Vergleich der tatsächlichen Helligkeiten der Lampen ermöglichen, weil sich alle Lampen in gleicher Entfernung befinden.
Danach teilt der Lehrer mit:
- Das gleiche Prinzip findet auch zum Vergleich der Helligkeiten der Sterne Anwendung. Als Einheitsentfernung wurde 10 pc festgelegt.
- Da aber die Sterne nicht wie die Lampe im Experiment in die Entfernung 10 pc verschoben werden können, wird die Helligkeit M, die gemessen würde, wenn sich die

[1] s. Astronomie n der Schule **16** (1979) 2, S. 35 bis 37; 3, S. 59 bis 61.

Sterne in 10 pc befänden, durch Rechnung bestimmt.

Der Begriff *„Absolute Helligkeit"* wird eingeführt als Helligkeit, die gemessen würde, wenn sich der Stern in 10 pc Entfernung befände (Tafel IV). Dies ist zu interpretieren: Für Sterne in 10 pc Entfernung ist die absolute Helligkeit gleich der scheinbaren Helligkeit.

Es ist an dieser Stelle der Hinweis notwendig, daß die absolute Helligkeit nicht gemessen werden kann, sondern ihre Bestimmung Berechnungen erfordert. In die Rechnungen gehen andere durch Messung bestimmbare Größen ein (scheinbare Helligkeit, Entfernung).

Es erfolgt eine Teilzusammenfassung, wobei die Schüler folgende Fragen beantworten sollen:

- Warum wird die absolute Helligkeit von Sternen ermittelt?
- Wie kann die absolute Helligkeit von Sternen ermittelt werden?

Mögliche Hilfen:

- Wie kann die absolute Helligkeit bestimmt werden?
- Welche beiden Größen müssen dazu bekannt sein?
- Wie werden diese beiden Größen bestimmt?

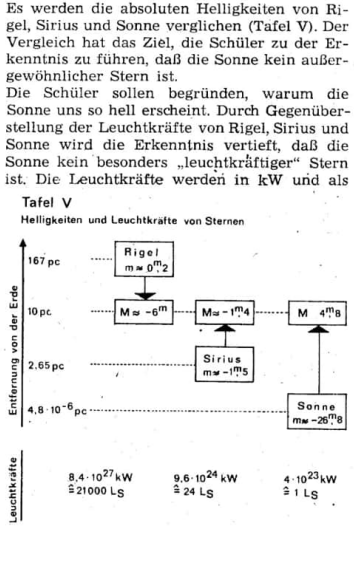
zu 2.

Es werden die absoluten Helligkeiten von Rigel, Sirius und Sonne verglichen (Tafel V). Der Vergleich hat das Ziel, die Schüler zu der Erkenntnis zu führen, daß die Sonne kein außergewöhnlicher Stern ist.

Die Schüler sollen begründen, warum die Sonne uns so hell erscheint. Durch Gegenüberstellung der Leuchtkräfte von Rigel, Sirius und Sonne wird die Erkenntnis vertieft, daß die Sonne kein besonders „leuchtkräftiger" Stern ist. Die Leuchtkräfte werden in kW und als Vielfache der Sonnenleuchtkraft angegeben (Tafel V), s. auch S. 106.

Tafel V

Helligkeiten und Leuchtkräfte von Sternen



zu 3.

Der Lehrer knüpft an das Wissen der Schüler über die Sonne an und erinnert daran, daß deren Oberflächentemperatur bekannt ist. Er teilt mit, daß auch die Oberflächentemperaturen der Sterne bestimmt werden können und eine entsprechende Methode erarbeitet wird.

Diese Erarbeitung erfolgt in folgenden Schritten.

- Mitteilen, daß die Temperatur aus der Farbe des Sternlichts zu bestimmen ist.
- Einbeziehen von Erfahrungen der Schüler darüber, daß weißglühende Teile eine höhere Temperatur als rotglühende haben.
- Vertiefen und Erweitern dieses Wissens mittels Experiment.

Die Schüler beobachten qualitativ die Färbänderung des Glühdrahtes einer Lampe bei Temperaturänderung (Experiment 4).

Danach kann demonstriert werden, daß Temperaturänderungen der Lichtquelle zur Änderung der Verteilung der Farbintensitäten im Spektrum führen (Experiment 5).

Der Lehrer weist darauf hin, daß die Glühfarben des Glühdrahtes nicht die gleichen Temperaturen anzeigen, wie entsprechende Farben des Lichtes von Sternen. Für diese gilt die im Lehrbuch (Tabelle 4, S. 78) gegebene Zuordnung.

Anhand des Beobachtungsprotokolls (vgl. mit Tafel III) und mittels Lehrbuch (S. 78) nennen die Schüler die Oberflächentemperaturen der Sterne des Orion und des Großen Wagen.

Sie betrachten anschließend Sternspektren (Farbtafel im Lehrbuch, Anschauungstafel).

Im Unterrichtsgespräch wird unter Bezugnahme auf die Behandlung der Sonne erarbeitet, daß die Sternspektren überwiegend Absorptionslinienspektren sind und deshalb auch Aussagen über die chemische Zusammensetzung der Sterne ermöglichen.

Die Ergebnisse dieses Stundenteils werden zusammengefaßt, wobei den Schülern folgende Aufgaben gestellt werden:

- Beschreiben Sie, wie Oberflächentemperaturen von Sternen bestimmt werden!
- Begründen Sie, daß aus der Sternfarbe Rückschlüsse auf die Oberflächentemperaturen der Sterne gezogen werden können!

Aufgaben:

1. *Wovon ist die scheinbare Helligkeit der Sterne abhängig? Unter welchen Bedingungen sind Aussagen über die absolute Helligkeit möglich?*
   (Von der Entfernung und der Leuchtkraft der Sterne. Die absolute Helligkeit muß berechnet werden.

Dies ist möglich, wenn die scheinbare Helligkeit und die Sternentfernung durch Messung bestimmt sind.)

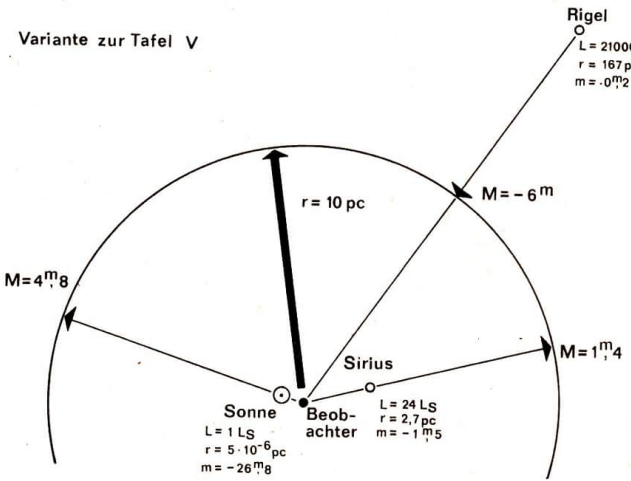
2. *In welchem Bereich liegen die Oberflächentemperaturen der Sterne? Welcher Zusammenhang besteht zwischen Oberflächentemperatur der Sterne und Sternfarbe?* (3 000 K bis 50 000 K.

Je höher [niedriger] die Oberflächentemperatur der Sterne ist, desto höher ist der Blauanteil [Rotanteil] im Sternlicht)

Tafelbilder/Folien:

Tafel IV

Die **absolute Helligkeit M** der Sterne würde gemessen, wenn sich der Stern in 10 pc Entfernung befände.



Experimente:

Experiment 3:

Modell für absolute Helligkeit

Anordnung wie bei Experiment 1.
Lampen in etwa 75 cm Entfernung aufstellen.

Experiment 4:

Farbänderung eines Glühdrahtes in Abhängigkeit von der Temperatur

Anordnung:



Glühlampe (oder Konstantandraht zwischen Holtzschen Klemmen)	Widerstand 14,4 Ohm	Spannungsquelle 20 V

Mit dem Widerstand wird die Stromstärke/Temperatur kontinuierlich geändert.

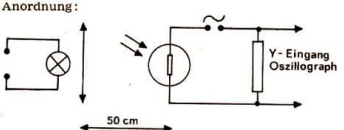
Raum zum Experimentieren abdunkeln.

Die Schüler sind hinzuweisen, daß sie die Farbe, nicht die Intensität des Lichtes beobachten sollen.

Experiment 5:

Prinzip der Temperaturbestimmung aus dem Spektrum

Anordnung:



Optikleuchte mit Lichtfilter (rot, blau) Spannungsquelle	Photowiderstand Widerstand 10 kOhm Oszillograph (Y-Eingang, Kippstufe abgeschaltet) Spannungsquelle etwa 10 V ~

Anmerkungen:

a) Beobachtung der Farbänderung des Glühlichts in Abhängigkeit von der Temperatur des Glühdrahtes ohne Filter (subjektive Beobachtung entsprechend Experiment 4)
Spannung von 3 auf 12 V erhöhen

b) Quantitative Messung der Veränderung des relativen Blauanteils des Lichts bei Änderung der Temperatur des Glühdrahtes

Versuchsreihe:

- Bei 3-V-Lampenspannung und Rotfilter mittels Y-Verstärker Ausschlag auf etwa 10 Skt. einstellen, danach Rot- durch Blaufilter ersetzen und bei ungeänderten Bedingungen Ausschlag am Oszillographen messen
- Lampenspannung auf 14 V erhöhen (Überspannung!) Bei Rotfilter mittels Y-Verstärker Ausschlag auf etwa 10 Skt. einstellen, danach Rotdurch Blaufilter ersetzen und bei ungeänderten Bedingungen Ausschlag am Oszillographen messen

Ergebnis: Bei höherer Temperatur (Spannung) ist der Blauanteil im Licht größer als bei niedriger Temperatur.

(wird fortgesetzt)

EDGAR OTTO

Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Künstliche Kleinkörper im Planetensystem" (I)

Angeregt durch die Veröffentlichung methodischer Hilfen zur unterrichtlichen Erörterung des Stoffgebietes „Die Sonne" gibt der Verfasser im folgenden Beitrag Empfehlungen zur Gestaltung der Unterrichtseinheit 1.4.4. „Künstliche Kleinkörper im Planetensystem" [1]. Der Vorschlag hat eine ähnliche Gliederung mit einem Interpretationsteil zur Darstellung der Ziele der Unterrichtseinheit, der wesentlichen inhaltlichen Schwerpunkte und der Einordnung des Lehrplanabschnittes in den Gesamtlehrgang. Der Verlaufsteil enthält eine Variante für den geplanten Ablauf der beiden zur Verfügung stehenden Unterrichtsstunden. Die Motive für die Auswahl der genannten Unterrichtseinheit liegen vor allem in der Notwendigkeit, das durch die Entwicklung der Raumfahrt im letzten Jahrzehnt entstandene Neue im Astronomieunterricht zu berücksichtigen und methodisch effektiv zu realisieren. Der Beitrag will die Frage beantworten helfen: Wie kann der Lehrer auf der Grundlage des Lehrplans die sich gerade im Bereich der Raumfahrt vollziehende stürmische Entwicklung im Astronomieunterricht berücksichtigen? Dabei sind die nachfolgenden Gedanken und Vorschläge als Diskussionsbeitrag gedacht, der sich in der Praxis erst bewähren muß.

1. Interpretationsteil

Neue Probleme und Anforderungen an den Astronomieunterricht ergeben sich „aus der Tatsache, daß der Mensch immer weiter in den Kosmos vordringt, daß die Ergebnisse der Kosmosforschung, zum Beispiel der Fernerkundung der Erde, zur Erschließung neuer Naturreichtümer nutzbar gemacht werden. Neue Anforderungen erwachsen nicht zuletzt aus den Prozessen der Vertiefung der Integration der sozialistischen Bruderländer in großen Zeiträumen und Dimensionen, von denen wir heute schon zu Recht sagen, daß hier eine historische Aufgabe der jungen Generation liegt" [2].

Aus dieser Sicht bietet der Lehrplan zahlreiche Möglichkeiten, um den Schülern die weitreichende Bedeutung der Raumfahrt bewußt zu machen. Auf den Einsatz der Raumfahrttechnik in der astronomischen Forschung wird im Stoffgebiet „Das Planetensystem" besonders bei der Erörterung folgender Unterrichtseinheiten eingegangen:

1.2.1. „Die Erde und der erdnahe Raum"
1.3.2. „Zur Physik des Mondes"
1.3.3. „Die Entwicklung der Kenntnisse über den Mond"
1.4.2. „Zur Pysik der Planeten".

Der Unterrichtseinheit 1.4.4. „Künstliche Kleinkörper im Planetensystem" kommt die Rolle einer *zusammenfassenden Betrachtung und Wertung* der Raumfahrt[1] als Forschungsmethode zu. Der Inhalt geht dabei bewußt über eine begrenzte Behandlung künstlicher Erdsatelliten und Planeten hinaus, wie man sie aus dem Wortlaut der Überschrift herauslesen könnte.

Es kann auch keine Begrenzung auf die rein „astronomische Bedeutung der Raumfahrt" vorgenommen werden, solange kein anderes Unterrichtsfach die Raumfahrt als Komplex umfassend darstellt. Jedoch stehen im Astronomieunterricht jene Entwicklungstendenzen der Raumfahrt im Vordergrund, die für die astronomische Wissenschaft bedeutungsvoll sind (s. auch [3]).

Nachdem die Schüler das Planetensystem kennengelernt haben, werden sie vor dem Übergang zur Astrophysik mit einer Forschungsmethode vertraut gemacht, die sich in ihrem Wirkungsbereich hauptsächlich auf das Planetensystem erstreckt und die Anzahl der dort vorhandenen Himmelskörper beträchtlich vergrößert. Damit wird die Möglichkeit gegeben, am Abschluß der Unterrichtseinheit 1.5. „Die Entwicklung der Vorstellungen über das Planetensystem" bis zum heutigen Stand von Wissenschaft und Technik und für die weitere Perspektive darzustellen. Das schließt nicht aus, daß auch bei der späteren Behandlung der Astrophysik neue Ergebnisse der Raumfahrt, besonders im Bereich der extraterrestrischen Astronomie, Beachtung finden.

In der Unterrichtseinheit „Künstliche Kleinkörper im Planetensystem" erwerben die Schüler *Wissen* über

- die physikalischen Grundlagen der Raumfahrt,
- die wichtigsten Entwicklungsetappen der Raumfahrt,
- die Möglichkeiten der Nutzung der Raumfahrt für verschiedene Gebiete der Wissenschaft und Technik.

Im Prozeß des Kenntniserwerbs erweitern und vertiefen die Schüler folgendes *Können:*

[1] Der im Lehrplan häufig verwendete Begriff „Astronautik" sollte auch im Unterricht durch den heute allgemein üblichen Begriff „Raumfahrt" ersetzt werden, ohne daß hierbei auf die Definitionen eingegangen werden muß.

- Anwendung physikalischer und mathematischer Erkenntnisse zur Erklärung von Sachverhalten der Raumfahrt
- Wertung wichtiger Raumfahrtereignisse in ihrer Bedeutung für die Menschheit (Voraussetzung für das Verständnis und die Beurteilung ähnlicher Ereignisse in den nächsten Jahren.)

Die Schüler vertiefen und festigen die *Überzeugungen*

- Naturgesetze wirken bei natürlichen und künstlichen Himmelskörpern,
- Raumfahrt eines Landes steht in Abhängigkeit und Wechselwirkung zur Politik der herrschenden Klasse.
  (Das Raumfahrtprogramm der Sowjetunion und der sozialistischen Kooperation „Interkosmos" dient ausschließlich dem Wohl der Menschen. In den USA sind Zielsetzung und Nutzanwendung der Raumfahrt dem Streben der Monopole nach Maximalprofit, nach politischem und militärischem Prestige untergeordnet.)

Die im Lehrplan vorgesehene Diskussion der Bahn eines Raumflugkörpers anhand eines aktuellen Beispiels sollte nicht nur auf ein (meist zufälliges) Einzelereignis beschränkt sein. Die Schüler sollten Einblick in mögliche Raumfahrtunternehmen und deren Bahnverläufe erhalten und dabei vor allem Umlaufbahnen von Orbitalstationen (entsprechend dem Komplex Sojus-Salut-Progreß) mit ihrer Hauptorientierung auf die Erforschung der Erde als eine typische gegenwärtige und zukünftige Aufgabe der Raumfahrt.

Die Forderung nach *Aktualität im Unterricht* bleibt selbstverständlich mit voller Berechtigung erhalten. Gerade sie ist Anlaß, die vor Jahren gültige Orientierung der Raumfahrt auf die Erforschung des Erdmondes und der Planeten auch im Unterricht durch den neuen Schwerpunkt „Erforschung des Planeten Erde" zu ersetzen. Dazu hat SCHUKOWSKI in [4] eine Reihe wichtiger Hinweise gegeben, die für weitere Jahre bestimmend sein sollten. Unter dieser Sicht werden die Schüler stärker auf die heute vorherrschenden Tendenzen der Raumfahrt orientiert. Daraus ergeben sich Konsequenzen für die methodische Gestaltung des Unterrichts. Andererseits erkennen wir auch die Potenzen, auf die wir uns stützen können, wenn es uns gelingt, die Schüler zu aktivieren.

Das gilt auch für die Nutzung von *Vorkenntnissen aus anderen Fächern* und die Anwendung von Wissen aus anderen Stoffgebieten des Astronomieunterrichts (Keplersche Gesetze als Grundlage für Bewegungen sämtlicher Raumflugkörper).

Der polytechnische Aspekt der Unterrichtseinheit liegt besonders in der Tatsache, daß wir mit der Raumfahrt Forschungsmethoden und -mittel betrachten, die einen hohen Entwicklungsstand von Wissenschaft und Technik voraussetzen und andererseits einmalige Bedingungen schaffen, um technische Experimente von großer praktischer Bedeutung durchzuführen. Schließlich gehört dazu auch die technische (z. T. bereits industrielle) Nutzung der Raumfahrttechnik für irdische Zwecke.

Der nachfolgende Verlaufsteil stellt einen Versuch dar, die genannten Gesichtspunkte aus heutiger Sicht in der Unterrichtspraxis umzusetzen. Dabei erfolgt im Interesse einer besseren Übersichtlichkeit an geeigneten Stellen nur eine stichpunktartige Darstellung.

2. **Verlaufsteil**

2.1. *Stundenübersicht und inhaltliche Schwerpunkte*

1. Stunde: **Die Entwicklung der Raumfahrt**
   - Etappen der Entwicklung der Raumfahrt
   - Erörterung einiger Raumfahrtunternehmen

2. Stunde: **Die Raumfahrt als politisches und ökonomisches Problem**
   - Anwendungsgebiete der Raumfahrt
   - Sozialistische Kooperation in der Raumfahrt

2.2. *Methodische Gestaltung der Unterrichtsstunden*

1. Stunde

Thema: Die Entwicklung der Raumfahrt

Ziele: Die Schüler sollen
- die Raumfahrt als eine moderne Forschungsmethode kennen- und beurteilen lernen,
- wichtige Etappen der bisherigen Entwicklung kennen- und beurteilen lernen,
- die Anwendung der Keplerschen Gesetze und des Gravitationsgesetzes und die sich daraus ergebenden Möglichkeiten diskutieren.

Diese Teilziele werden in den entsprechenden Stundenabschnitten realisiert.

Stundengliederung:

1. Vertiefung der Kenntnisse über eine neue Forschungsmethode der Astronomie; Erarbeitung der Entwicklungsetappen der Raumfahrt
2. Erarbeitung von Grundlagen der Bahnbewegung künstlicher Himmelskörper und Diskussion über sich daraus ergebende Möglichkeiten

Variante des Stundenverlaufs:

Der Lehrer erinnert einleitend an vorangehende Unterrichtsstunden (1.2.1.; 1.3.3. und 1.4.2.), in denen die Schüler neue Erkenntnisse über unser Planetensystem, die mit Hilfe der Raumfahrt gewonnen wurden, kennenlernten. Die gleiche Funktion der Einführung können auch Weltraumfotos oder Dias erfüllen, die neue Motive von Erde, Mond und Planeten darstellen. Daraus wird die *Zielstellung* abgeleitet, die Raumfahrt als eine der modernsten Forschungsmethoden im Weltall näher kennenzulernen.

Zu 1.

Wichtige Etappen der Raumfahrt werden vom Lehrer dargestellt bzw. mit der Klasse erarbeitet. Der Lehrer charakterisiert K. E. ZIOLKOWSKI als „Vater der Raumfahrt" und würdigt die Förderung dieses Gelehrten durch die Sowjetmacht. Der Lehrer informiert, daß der Start von Sputnik I (1957) ein „erster Schritt ins Weltall" war. Zur Illustration des Lehrervortrages betrachten die Schüler im Lehrbuch die Abbildungen 52/1 und S. 5.

Den Schülern wird folgende Frage gestellt:

● Warum ergaben sich mit dem Start von Sputnik I neue Möglichkeiten für die astronomische Forschung?

Nach Beantwortung dieser Frage werden die Schüler aufgefordert, weitere Fortschritte in der Entwicklung der Raumfahrt zu nennen. Sie werten dazu im Lehrbuch auf Seite 132 die Tabelle 8 aus. Daten zur neueren Entwicklung der Raumfahrt befinden sich im anschließenden Materialteil (s. S. 110). Diese Übersicht könnte eventuell als Folie angefertigt werden. Ein Unterrichtsgespräch wertet die Rolle der sowjetischen Raumfahrt. Mit Hilfe einer vorbereiteten Tabelle (s. Materialteil S. 110) erarbeiten und vertiefen die Schüler folgende Erkenntnisse:

– *Die sowjetische Raumfahrt zeichnet sich durch Zielstrebigkeit, Planmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit aus.*

Dem Lehrer wird empfohlen, am Beispiel des US-Programms zur bemannten Mondlandung zu zeigen, wie im imperialistischen Gesellschaftssystem die Entwicklung der Raumfahrt von den politischen Interessen und finanziellen Zuwendungen der Monopole abhängt.

Zu 2.

Der Lehrer erinnert zunächst die Schüler an das in Physik und Astronomie erworbene Wissen über die Bahnbewegung der Himmelskörper. Er stellt die Frage:

● Gelten diese bekannten Bewegungsgesetze auch für den Flug künstlicher Himmelskörper?

Die Schüler beantworten diese Frage mit Hilfe ihrer Kenntnisse über die Keplerschen Gesetze und das Gravitationsgesetz.

Aus der Antwort wird im anschließenden Unterrichtsgespräch gefolgert, daß bei natürlichen und künstlichen Himmelskörpern *gleiche Bewegungsgesetze* wirken.

Bei der Erörterung der Bahnbewegung künstlicher Himmelskörper sollte der Lehrer folgende Merkmale herausarbeiten: Ellipsenform, unterschiedliche Bahngeschwindigkeiten, Umlaufzeiten, Erde als Zentrum.

Unter Nutzung vorhandener Kenntnisse werden mit dem Schüler mögliche Erdumlaufbahnen diskutiert. Der Lehrer informiert über folgende Merkmale (kein Merkstoff!):

1. *Forschungssatelliten auf Erdumlaufbahn* (demonstriert durch einen Drahtring, der mit Abstand um den Globus gelegt wird)
   – fast stabile Bahnlage im Raum bei rotierender Erdkugel
   – unterschiedliche Beobachtungsmöglichkeiten von einem Punkt auf der Erdoberfläche im Laufe von 24 Stunden (vgl. Folien zum Verlauf einer Satellitenbahn über der Erdoberfläche im Materialteil)
   – ständig wechselndes Gesichtsfeld für Kosmonaut oder Kamera des Raumschiffs innerhalb von 24 Stunden
   – Bahnänderungen durch Beschleunigen oder „Bremsen"
   – Ankoppeln bzw. Abtrennen bei Orbitalstationen
   – Bemannte Raumflüge sind ebenfalls in diese Kategorie einzuordnen (Besonderheiten: zusätzliche Technik zur Lebenserhaltung und -sicherung, Zusatzgeräte entspr. Flugauftrag, hoher Aufwand zur Gewährleistung einer sicheren Landung)
2. *Geostationäre Wetter- und Nachrichtensatelliten*
   – Sonderfall eines Erdsatelliten (keine Neigung zum Erdäquator, Umlaufzeit ca. 24 Stunden, scheinbarer „Stillstand", Bahnhöhe ca. 36 000 km)
     Vorteil: Ökonomisch günstig, lange Betriebsdauer
     Nachteil: Keine Versorgung äquatorferner Gebiete möglich
3. *Sowjetische Nachrichten- und Fernsehsatelliten „Molnija" als Sonderfall*
   (vgl. Lehrbuch Bild 53/1)
   – Territoriale Lage der UdSSR als Bedingung für besondere Methode
   – Extrem unterschiedliche Abstände und Geschwindigkeiten gewährleisten Langzeitempfang auf Nordhalbkugel, begren-

zen jedoch Lebensdauer des Satelliten erheblich in Erdnähe.

Auf Mond- und Planetenflüge und deren Besonderheiten (größere Abfluggeschwindigkeiten, Gravitationswirkung des Zielobjektes) soll nur kurz eingegangen werden.

Bei dieser Diskussion von Satellitenbahnen geht es vor allem um das Verständnis der Zusammenhänge von bahnmechanischen Grundtatsachen und wissenschaftlichen Aufgabenstellungen für künstliche Raumkörper. Dadurch soll der Schüler in der Lage sein, auch künftige Raumfahrtunternehmen verstehen und richtig einordnen zu können.

3. Materialteil

3. Tafelbilder/Folien

3.1. Fortsetzung der Lehrbuchtabelle 8:

Auswahl wichtiger Raumfahrtereignisse ab 1969

1	2	3	4
Startdatum	Land	Bezeichnung	Bemerkungen
14. 10. 1969	Interkosmos	Interkosmos 1	erster Gemeinschaftssatellit sozialistischer Länder
19. 4. 1971	UdSSR	Salut 1	erste Orbitalstation; Kopplung mit Sojus 10 und Sojus 11
28. 5. 1971	UdSSR	Mars 3	erste weiche Landung auf dem Mars am 2. 12. 1971
3. 3. 1972	USA	Pioneer 10	erster Flug zum Planeten Jupiter
3. 11. 1973	USA	Mariner 10	erster Flug zum Planeten Merkur
15. 7. 1975	UdSSR/USA	Sojus-Apollo-Testflug	erster Gemeinschaftsflug von UdSSR und USA
29. 9. 1977	UdSSR	Salut 6	Langzeitflüge im Komplex mit Sojus und Progreß, z. T. internationale Besatzungen
26. 8. 1978	Interkosmos	Sojus 31	erster Raumflug eines DDR-Kosmonauten (Sigmund Jähn)

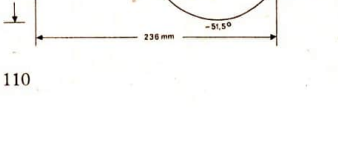
3.2. Etappen der sowjetischen Monderkundung

1959 Erster Flug in Richtung Mond
1959 Harte Landung auf Mondoberfläche
1959 Erstes Foto von der Mondrückseite
1966 Erste weiche Landung auf dem Mond
1966 Erster künstlicher Mondsatellit
1970 Mondgestein erstmalig automatisch zur Erde gebracht
1970 Erstes fahrbares Mondlaboratorium

3.3. Darstellung des Verlaufs einer Satellitenbahn über der Erdoberfläche

Es werden 2 Folien angefertigt (wegen der Übergröße am besten auf Rohmaterial bzw. in Diagonalrichtung des Blattes):

1. Grundfolie zur Darstellung der Lage der Erdteile entsprechend der Karte „Zeitzonen" (Atlas, S. 112)
2. Deckfolie zur Darstellung einer Satellitenbahn (entsprechend „Salut"-Station mit 51,5° Bahnneigung und etwa 90 Min. Umlaufzeit im Maßstab der Atlaskarte.



Aufgaben

1. *Erklären Sie an einem selbstgewählten Beispiel den Flugverlauf eines künstlichen Raumkörpers im Zusammenhang mit seinen Aufgaben (Nutzung eines aktuellen Beispiels)!*
2. *Stellen Sie an Beispielen die Möglichkeiten dar, wie die Keplerschen Gesetze in der Raumfahrt ihre praktische Anwendung finden! (Form der Bahn, unterschiedliche Bahngeschwindigkeit, stationäre Satelliten, bei Bremsung Annäherung an Erdoberfläche, Möglichkeiten für Mond- und Planetenflüge durch höhere Bahngeschwindigkeit)*

Falls ein größeres Blatt zur Verfügung steht, empfiehlt sich die Fortsetzung dieser Kurve um eine weitere Welle. Die aufgelegte Deckfolie demonstriert die Lage der Umlaufbahn zu einem selbstgewählten Zeitpunkt (Start, Landung, Überflug der DDR usw.)

Bei einer Verschiebung der Kurvenfolie entlang des Äquators um 16 mm nach links kann die Lage des nächstfolgenden Umlaufs unter Berücksichtigung der erfolgten Erdrotation innerhalb von 90 Minuten dargestellt werden.

Eine derartige Betrachtung kann auch jeder Schüler mit einer selbstgefertigten Deckfolie in Verbindung mit seiner Karte im Atlas selbst durchführen. Dabei gibt es in der außerunterrichtlichen Arbeit viele Anwendungsmöglichkeiten bis zur Vorausberechnung einer Beobachtungsmöglichkeit am Abend.

Literatur:

[1] BIENIOSCHEK, H.; LINDNER, K.: **Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Die Sonne".** In: Astronomie in der Schule 15 (1978) 2 bis 5.

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

[3] KAISER, G.; BIENIOSCHEK, H.: **Zur Weiterentwicklung des Unterrichtsprozesses im Fach Astronomie.** In: Astronomie in der Schule 16 (1979) 4.

[4] SCHUKOWSKI, M.: **Erörterung von Pionierleistungen sozialistischer Raumfahrt im Unterricht.** In: Astronomie in der Schule 15 (1978) 5.

(wird fortgesetzt)

ARNOLD ZENKERT

Kombinierte Darstellung der Entstehung und Sichtbarkeit der Mondphasen

Bei der Veranschaulichung von astronomischen Sachverhalten in der schulischen und populärwissenschaftlichen Arbeit nimmt die zeichnerische Darstellung eine vorrangige Stellung ein. Aus der Praxis sind die dabei auftretenden Unzulänglichkeiten bekannt, wie z. B. einheitliche Maßstäbe für Größen **und** Entfernungen. Eine weitere Schwierigkeit besteht aber auch darin, daß wir die Verhältnisse gleichsam von einem außerirdischen Standpunkt betrachten. Zwischen dieser Betrachtungsweise einerseits und dem von der Erde aus sichtbaren Ablauf der Erscheinungen andererseits besteht eine gewisse Diskrepanz. Dies gilt vornehmlich für Sachgebiete aus unserem Sonnensystem, wenn die Erde in die Darstellung mit einbezogen ist. Ganz besonders kommen hierfür der Mond sowie die Planeten in Betracht.

Bei der Behandlung der Mondphasen (Lehrplan: 1.3.1.) gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, den veränderten Winkel Sonne–Erde–Mond und die daraus resultierenden unterschiedlichen Lichtgestalten des Mondes zu erklären. Gleich welche Demonstration dafür angewandt wird, die klassische Skizze über die Entstehung der Mondphasen (s. Lehrbuch, Bild 30/1) dürfte in jedem Falle als Ergebnis diese Thematik abschließen.

Hierbei handelt es sich um die Einnahme eines außerirdischen Standpunktes, der bereits zum Verständnis der Phasenbilder ein Umdenken erfordert. Aus diesem Grunde wären Darstellungen ohne die Mondphasen, die sich aus den einzelnen Stellungen des Mondes ergeben (im Bild: Nr. 1 bis 9), nur von geringem Wert.

Der vorliegende Beitrag soll jedoch eine andere Problematik behandeln, nämlich die Sichtbarkeit der einzelnen Mondphasen von der Erde aus, d. h. ihre Stellungen an der Sphäre. Über die Sichtbarkeit des Mondes bestehen teilweise recht mangelhafte Vorstellungen und diesbezügliche Fragen bei Leistungskontrollen haben zu keinem zufriedenstellenden Ergebnis geführt. Oft wird selbst von Schülern die Frage gestellt, weshalb der Mond manchmal am Abend zu sehen ist und dann für längere Zeit nicht mehr. Der Versuch, aus der Zeichnung (z. B. Lehrbuch, Bild 30/1) auf die Sichtbarkeit Schlüsse zu ziehen, ist schwierig und führt meist nicht zum Ziel. Das Einprägen von Merksätzen, wie „Zunehmender Mond ist stets am Abendhimmel sichtbar...", ist zu schematisch und fördert nicht das Verständnis der Zusammenhänge.

Mit der kombinierten Darstellung zwischen der sachlichen Erklärung und der Erscheinung an der Himmelssphäre ist es verhältnismäßig einfach, die Sichtbarkeitsverhältnisse den einzelnen Mondphasen zuzuordnen. Dabei ist es erforderlich, für die Himmelssphäre zwei Zeichnungen (Projektionsfolien) anzufertigen und das Blatt entsprechend zu drehen, damit der Horizont jeweils unten liegt. Dies hat aber auch den Vorteil, daß der gesamte Abschnitt des zunehmenden bzw. abnehmenden Mondes immer in einer Skizze zusammengefaßt ist. Die zeichnerische Darstellung wird durch Text (Merksätze) erweitert.

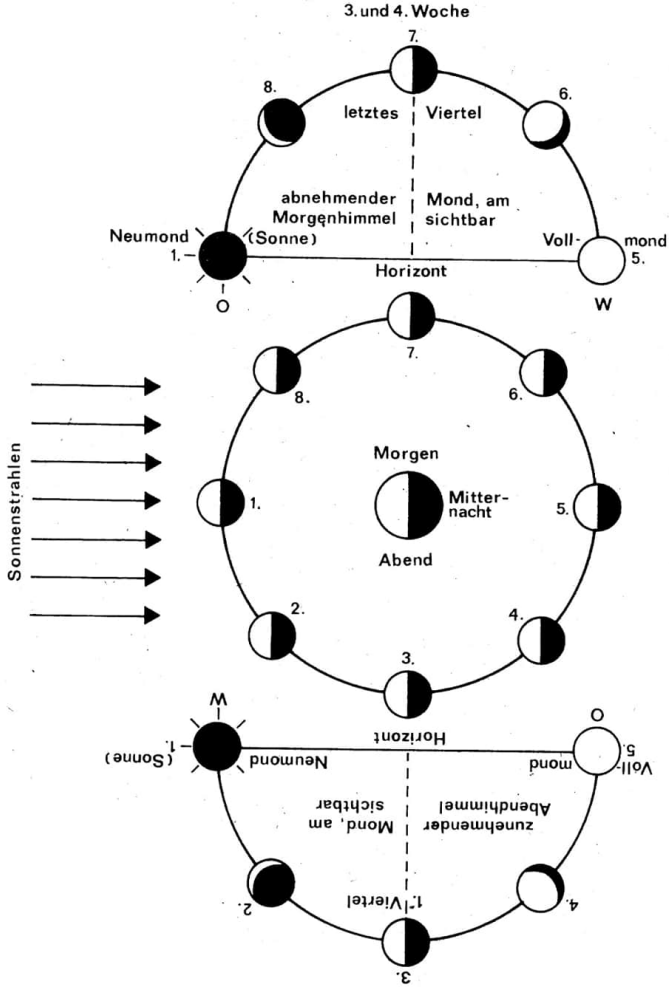
Die schematische Darstellung (s. S. 112) soll leicht einprägsam und für die Orientierung im Gelände mittels der Mondphasen von Nutzen sein. Auf die unterschiedlichen Mondstände sowie Auf- und Untergangszeiten, die durch die wechselnde Stellung des Mondes in der Ekliptikzone verursacht werden, ist verzichtet worden. In der Unterrichtspraxis hat der Verfasser mit dieser Darstellung gearbeitet, die eine Erweiterung der allgemein gebräuchlichen zeichnerischen Erläuterung der Mondphasenentstehung ist und dabei die Seite der Beobachtungspraxis in anschaulicher und leicht verständlicher Weise berücksichtigt.

Die Schüler sollen damit über das bloße Erfassen der Sachverhalte hinaus eine Beziehung zur astronomischen Wirklichkeit bekommen.

Anschrift des Verfassers:
ARNOLD ZENKERT
Astronomisches Zentrum „Bruno H. Bürgel"
15 Potsdam, Neuer Garten

Erläuterung der Zeichnung (s. S. 112)

1. Neumond (Sonne)	Geht mit der Sonne auf und unter.
2. Zunehmende Mondsichel	Geht bald nach der Sonne unter.
3. Erstes Viertel	Steht bei Sonnenuntergang im Süden.
4. „Ovaler" Mond, zunehmend	Geht zwischen Sonnenuntergang und Mitternacht auf.
5. Vollmond	Geht bei Sonnenuntergang auf und bei Sonnenaufgang unter. Ist die ganze Nacht hindurch sichtbar, kulminiert um Mitternacht.
6. „Ovaler" Mond, abnehmend	Geht zwischen Mitternacht und Sonnenaufgang unter.
7. Letztes Viertel	Steht bei Sonnenaufgang im Süden.
8. Abnehmende Mondsichel	Geht kurze Zeit vor der Sonne auf.


3. und 4. Woche
7.
8.
6.
letztes
Viertel
abnehmender
Morgenhimmel
Mond, am
sichtbar
Neumond
1.
(Sonne)
Voll-
mond
5.
Horizont
O
W
Sonnenstrahlen
7.
8.
6.
Morgen
1.
Mitter-
nacht
5.
Abend
2.
4.
3.
W
Horizont
(Sonne)
1.
Neumond
O
Voll-
mond
5.
zunehmender
Abendhimmel
Mond, am
sichtbar
4.
1. Viertel
2.
3.
1. und 2. Woche

HANS-WERNER KLEE

Ein kinematisches Planetenmodell für den Polylux

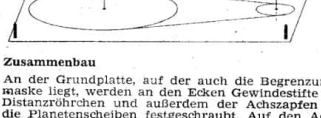
Es wird über den Bau und über Möglichkeiten des unterrichtlichen Einsatzes eines einfachen Gerätes berichtet, mittels dessen ein Teil des Planetensystems mit den Objekten Sonne, Venus, Erde und Mars modellhaft dargestellt werden kann. Es lassen sich nicht nur Momentbilder beobachten, sondern vor allem auch gleichzeitig die drei Planeten in ihrer Bewegung. Die Modelldarstellung kann durch – aus methodischen Gründen erwünschte – Informationsträger ergänzt werden. Das Grundgerät liegt auf dem Tageslichtprojektor Polylux; man sieht auf dem Projektionsschirm in einer kreisförmig begrenzten Fläche auf hellem Grund scheibchenförmige Repräsentanten der genannten Objekte, die zu Kreislinien vereinfachten Bahnen der Planeten und zusätzliche Darstellungen nach Wahl.

Die Radien der Kreislinie verhalten sich wie die großen Halbachsen der realen Planetenbahnen; im bewegten Modell verhalten sich die Winkelgeschwindigkeiten der Planetenscheibchen wie die realen mittleren Winkelgeschwindigkeiten der Planeten (Zeitraffung). Die Darstellung ist in mehrfacher Hinsicht ein Kompromiß.

Das Grundgerät

Die hauptsächlichsten Teile des Grundgerätes bestehen aus Placryl-Plattenmaterial aus einer Stärke von 4 mm (s. Abbildung).

1. *Grundplatte und Deckplatte* (Länge 400 mm, Breite 240 mm, Bohrungen 4 mm an den gegebenen Stellen).
2. Drei Plattenscheiben, kreisförmig (Radien 110 mm, Schnurrillen am Umfang 1 mm tief); auf jeder Scheibe ist ein Kreis leicht eingeritzt (Kreisschneider), Radien für Venus $r = 43$ mm, für Erde $r = 59$ mm, für Mars $r = 90$ mm; der entsprechende Planet wird durch Anbohren (Durchmesser 1 mm) markiert. Die Scheiben haben im Zentrum Bohrlöcher (4 mm).
3. *Antriebsteil.* Drei Kreisscheiben mit den Radien $r = 33{,}3$ mm (für Venus), $r = 21$ mm (für Erde), $r = 11{,}6$ mm (für Mars); im Zentrum Bohrlöcher (4 mm), am Umfang Schnurrillen (1 mm tief). Diese Antriebsräder werden auf einem Gewindestift fest verschraubt, das Rad für Erde muß außen liegen.
4. *Kleinteile.* Gewindestifte und Muttern (4 mm, aus Ergänzungsbeuteln für Metallbaukästen); Distanzröhrchen (etwa vom Schreibstift); kleine Kurbel; Maske aus Karton mit kreisförmigem Ausschnitt ($r = 105$ mm) zur Begrenzung des Projektionsbildes; Hutgummi für „Treibriemen".



Zusammenbau

An der Grundplatte, auf der auch die Begrenzungsmaske liegt, werden an den Ecken Gewindestifte mit Distanzröhrchen und außerdem der Achszapfen für die Planetenscheiben festgeschraubt. Auf den Achszapfen kommen mit zwischengelegten Distanzscheiben (aufgebohrte Muttern) die Planetenscheiben, so daß Erde oben liegt. Man setzt den Antriebsteil ein, bringt die „Treibriemen" an und legt die Deckplatte auf, die man am besten mit Rädelmuttern sichert. Zur Schonung des Projektors werden an die Bodenplatte vier Stück Schaumplast geklebt.

Ergänzung des Grundgerätes durch Applikationen

Durch mitprojizierte Folienbilder kann die Aussagekraft des Projektionsbildes methodisch gezielt erhöht werden.

1. *Folienbilder, die an der Bewegung der Planeten nicht teilnehmen.* Sie stellen zum Teil Auszüge aus dem Bild „Planetenbewegung im Jahre ..."[1] dar, das gute Anregungen vermittelt. *Beispiele:* Tierkreissternbilder; Frühlingspunkt; monatliche Abschnitte auf der Erdbahn; Ellipsenbahn von Mars; Bahn einer Marssonde. Die zum Teil mehrfarbig gestalteten Folien werden oben auf das Gerät gelegt; sie haben drei Löcher, so daß ihre Lage durch den Achszapfen und zwei Eckstifte fixiert ist.
2. *Folienbilder, die an der Bewegung der Erde teilnehmen.* Dafür eignen sich kreisförmig geschnittene Folien ($r = 115$ mm) mit einem etwa 4,5 mm breiten Schlitz, der radial von der Peripherie bis zum Zentrum verläuft; die Folie wird auf die Planetenscheibe Erde gelegt, eine Distanzscheibe verbessert ihren Sitz. *Beispiele:* eine diameteral verlaufende bei Erde und Sonne unterbrochene Linie mit Pfeilen; eine Linien- und Winkeldarstellung entsprechend [2; Bild 45/3] zur Erläuterung der Sichtbarkeitsbedingungen von Venus und Mars.

Die genannten Arten von zusätzlichen Applikationen können entsprechend dem Unterrichtsziel in vielfältigen Kombinationen eingesetzt werden; die Beispiele erschöpfen bei weitem nicht alle Möglichkeiten, die das Gerät bietet. Die optische Qualität der Abbildung (mehrere Objektebenen!) entspricht voll den Anforderungen.

Einsatzmöglichkeiten für das Planetenmodell

Das Planetenmodell, ergänzt durch Applikationen, eignet sich für einen Einsatz bei einer Reihe von Aufgaben zur Stoffeinheit „Das Planetensystem". Folgende Beispiele seien genannt:

- scheinbare Jahresbewegung der Sonne, Jahresbewegung der Erde; unterschiedliche Beschreibung des objektiven Sachverhalts in Abhängigkeit vom Bezugssystem;
- Ekliptik, Tierkreissternbilder, Frühlingspunkt, Astronomische Einheit;
- Entstehung der Gezeiten (rotierende Folie mit Darstellung Erde, Mond, Flutbergen, Rotation des Systems um eine Schwerpunktachse);
- heliozentrische Beschreibung der Bewegung der Planeten Venus, Erde und Mars;
- geozentrische Beschreibung der Umlaufzeiten der Planeten Venus und Mars in bezug auf die Sonne;
- unterschiedliche Umlaufzeiten der Planeten, Überholvorgänge und deren Folgen hinsichtlich der scheinbaren Planetenbewegung (ein Zeigestock markiert die sich ändernde Sichtlinie Erde–Mars–Sternhimmel; bei langsam bewegtem Modell werden die Ände-

rungen der Sichtlinie unmittelbar anschaulich);
- drittes Keplersches Gesetz;
- zeitlicher Wechsel der Sichtbarkeitsbedingungen bei inneren Planeten (Beispiel Venus) und bei äußeren Planeten (Beispiel Mars);
- Vergleich des Bewegungsablaufes einer Marssonde mit den Bewegungen von Erde und Mars vom Start bis zum Erreichen des Ziels (zeitmarkierte Bahn der Sonde als nicht mitbewegte Applikation).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß sich das beschriebene einfache Planetenmodell im Unterricht bewährt hat, vor allem, weil durch seinen Einsatz bei Themen, die erfahrungsgemäß Lehrern wie Schülern Schwierigkeiten bereiten, eine höhere Effektivität des Unterrichtes erzielt werden konnte. Als Vorteil des Modells hat sich erwiesen, daß es gut ermöglicht, aktuelle interessante Situationen darzustellen. Selbstverständlich muß der Lehrer Klarheit über die Vereinfachungen des Modells besitzen, damit er die Schüler erforderlichenfalls auf für sie nicht offensichtliche Unterschiede zwischen Modell und Realität aufmerksam machen kann.

Literatur:
[1] ROTHENBERG, E.: **Blick in die Sternenwelt 1979.** Astronomischer Kalender der Archenhold-Sternwarte, Berlin 1979.
[2] **Astronomie. Lehrbuch für Klasse 10.** Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin 1977.

Anschrift des Verfassers:
HANS-WERNER KLEE
195 Neuruppin, Bahnhofstraße 14

UNSER FORUM

Aktivierung der Schüler im Astronomieunterricht[1]

Mit den folgenden Bemerkungen beenden wir den Erfahrungsaustausch, der unter dieser Rubrik – beginnend mit Heft 4/1977 – zum Thema „Aktivierung der Schüler im Astronomieunterricht" geführt wurde. Zahlreiche Kollegen meldeten sich zu Wort. Neun Zuschriften konnten veröffentlicht werden.

Alle Teilnehmer an der Diskussion sind sich einig, daß die Aneignung eines dauerhaften und anwendungsbereiten astronomischen Wissens und Könnens, die Ausprägung der wissenschaftlichen Weltanschauung und kommunistischen Moral maßgeblich von einer anspruchsvollen *geistigen* und *geistig-praktischen Tätigkeit* der Schüler abhängen. Die dargelegten Erfahrungen zeigen, wie man die geistige Aktivität der Schüler mit unterschiedlichen Methoden ideenreich und zielstrebig anregen kann. Es wird hervorgehoben, daß die selbständige Auseinandersetzung mit astronomischen Sachverhalten eine wichtige Quelle zur Stimulierung einer aktiven Lerntätigkeit ist (WALTHER, KNÖSPEL, BERNHARD). Dabei sollten Erfahrungen und Erkenntnisse der Schüler, die diese durch das Studium astronomischer Literatur und der Presse, durch Fernsehen und Rundfunk über Astronomie und Raumfahrt gewonnen haben, im Unterricht intensiv genutzt werden (WALTHER, PIETSCHMANN). Das Eingehen auf die *Erfahrungswelt* der Schüler weckt Interesse und fördert zugleich ihre Lernbereitschaft.

Eine unerläßliche Bedingung für die geistige Aktivität der Schüler sind wirkungsvolle *Motivationen*. KNÖSPEL, EINECKE, PIETSCHMANN u. a. zeigen, daß gelungene Motivationen, wie das Eingehen auf Erscheinungen am Sternhimmel oder auf aktuelle Raumfahrtereignisse sich positiv auf beabsichtigte Aktivitäten der Schüler auswirken.

BIENIOSCHEK hebt hervor, daß der Lehrplan eine Reihe Forderungen für Tätigkeiten der Schüler enthält, die vom Lehrer zielstrebig zu nutzen sind. *Konkrete Forderungen*, wie „Demonstration der Mondphasen am Tellurium", „Berechnung der Entfernung eines Planeten nach dem 3. Keplerschen Gesetz", „Vergleich von Masse und Radius der Sonne mit entsprechenden Größen der Erde", zwingen die Schüler zur aktiven Mitarbeit.

Einige Kollegen nennen das *Lehrer-Schüler-Verhältnis* als eine der notwendigen Bedingungen für die zielstrebige Lerntätigkeit. Das individuelle Eingehen auf die Schüler – verbunden mit differenzierten Anforderungen beim Lernen – kann die Aktivität der Schüler wesentlich fördern. So kann man z. B. die physikalischen Verhältnisse auf dem Erdmond beschreiben oder mit Hilfe der Kenntnisse aus dem Physikunterricht erklären lassen. Beschreiben und Erklären sind hier Tätigkeiten unterschiedlicher Qualität. Bei genauer Kenntnis der Schüler kann der Lehrer mittels differenzierter Anforderungen Erfolgserlebnisse auch bei leistungsschwächeren Schülern auslösen, was ihre geistige Aktivität erheblich fördert (BIENIOSCHEK, KNÖSPEL). Hier ist der pädagogische Grundsatz verwirklicht, die Schüler zu *fordern* und zu *fördern*.

Andere Lehrer schreiben über *langfristige Auf-*

[1] s. Astronomie in der Schule 14 (1977) 4, S. 90–91; 5, S. 112–113; 15 (1978) 1, S. 19; 2, S. 43; 3, S. 65–66; 4, S. 91–92; 5, S. 113–114; 6, S. 140–141; 16 (1979) 1, S. 17–18; 2, S. 42–43.

träge als Mittel zur Entfaltung der Schülertätigkeit. Zur Reaktivierung des Wissens lassen sich Kurzvorträge der Schüler nutzen, die teilweise langfristig vorbereitet werden. Wenn sich z. B. die Schüler zum Thema „Kometen – Wissenschaft und Aberglaube" äußern, wiederholen und vertiefen sie nicht nur fachliche Kenntnisse, sondern werten auch wissenschaftliche Vorstellungen, indem sie sich mit abergläubischen Auffassungen auseinandersetzen (KNÖSPEL, MÜNZEL).

Auch die sprachliche Kommunikation fördert die Lerntätigkeit. Mit Hilfe von Stichworten, z. B. Galilei – Linsenfernrohr – Jupitermonde, formulieren die Schüler in diesem Fall angedeutetes historisches Geschehen und leiten daraus Schlußfolgerungen ab, die erziehungswirksam sind. Den Schülern sollte auch im Astronomieunterricht die Gelegenheit zum *Argumentieren* gegeben werden. Folgendes Tafelbild kann dazu notwendige Denkanstöße geben:

Bewegungen der Himmelskörper

Ausdruck des Willens der Götter	oder	gesetzmäßige Vorgänge?

Begründen Sie Ihren Standpunkt mit Hilfe des astronomischen Wissens!

Solche Einflechtungen spornen die Schüler zur geistigen Aktivität an (KNÖSPEL).

Die Einbeziehung von *Vergleichen* in den Unterrichtsprozeß fördert ebenfalls die Erkenntnistätigkeit. So lassen sich z. B. aus dem Vergleich physikalischer Zustandsgrößen Gemeinsamkeiten und Besonderheiten ableiten, die zwischen erdähnlichen und jupiterähnlichen Planeten bestehen (RISSE).

Auch die *Anwendung mathematisch-physikalischen Wissens* auf astronomische Sachverhalte zwingt zur geistigen und geistig-praktischen Aktivität (KNÖSPEL).

Andere Kollegen gehen auf die sinnvoll ausgewählte *Problemstellung* als ein Mittel zur Aktivierung im Lernprozeß ein. So löst die Frage, ob es Leben auf anderen Himmelskörpern unseres Planetensystems gibt, bei vielen Schülern Interesse und Meinungen aus. Es wird eine Problemsituation geschaffen, die für sie bedeutsam ist (EINECKE). Die Diskussionsteilnehmer wenden sich aber gegen eine Überbetonung des problemhaften Unterrichts. Er ist lediglich nur ein Führungsmittel im didaktischen Spektrum des Lehrers.

Eine hohe Aktivität wird durch *astronomische Beobachtungen* ausgelöst. Hier wenden die Schüler theoretisch erworbenes Wissen und Können an, oder sie erwerben mit Hilfe der Beobachtung selbständig neues Wissen und Können. So werden die Jugendlichen durch Beobachtungen zur Orientierung am Sternhimmel befähigt und angeregt, auffällige astronomische Erscheinungen und Vorgänge zu verfolgen. Sie müssen Beobachtungsaufgaben lösen und dazu die erforderlichen Protokolle anfertigen. Beobachtungen lassen sich auch in Gruppen durchführen, wobei individuelle Aufgaben für jeden Schüler von Vorteil sind (HIRRLE). Die Einbeziehung von Beobachtungsresultaten in den theoretischen Unterricht fördert den Erkenntnisprozeß der Schüler, stimuliert ihre geistige Tätigkeit.

Das Interesse an der Aneignung astronomischen Wissens und Könnens wird auch gefördert, wenn die Schüler über das konkrete *Stundenziel* und damit verbundene *Teilziele* informiert werden. Ihnen sollte bewußt werden, mit welchen Schritten und mit welchen Mitteln das Ziel der Unterrichtsstunde über die einzelnen Etappen zu erreichen ist (BERNHARD, KIRCHNER). Dazu gehört eine übersichtliche *Stundengliederung*. Zur Durchführung spezifischer Tätigkeiten sind bestimmte *Verfahrenskenntnisse* erforderlich, z. B. über Lösungswege von Beobachtungsaufgaben. Wenn die Schüler erkennen, daß sie den Lehrplaninhalt mit Hilfe von Unterrichtsmitteln selbst erschließen können, wird ihre geistige Aktivität wesentlich angeregt.

In allen geäußerten Meinungen spiegelt sich das Bestreben wider, unter Beachtung der konkreten Bedingungen das Spektrum der Möglichkeiten zur Förderung der geistigen und geistig-praktischen Tätigkeit im Astronomieunterricht noch zielstrebiger zu nutzen. Übereinstimmend wird darauf hingewiesen, daß nicht die Vielzahl, sondern die Wirksamkeit der Methoden über den Erfolg entscheiden. Die Diskussion verdeutlichte aber auch offene Fragen. Darunter verstehen wir solche Fragen, für deren Beantwortung die Lehrer Hilfen erwarten. Dazu gehören u/a. Anregungen für geeignete Lernmotive und die Erörterung einer sinnvollen Einbeziehung von Ergebnissen astronomischer Beobachtungen in den Unterricht. Im Sinne der Positionen des VIII. Pädagogischen Kongresses wird es ein Anliegen der Zeitschrift sein, dazu Beispiele aus der Unterrichtspraxis zu veröffentlichen. Abschließend dankt die Redaktion allen Teilnehmern an dieser Diskussion für die wertvollen Beiträge.

AUS WISSENSCHAFT UND UNTERRICHT

AUS WISSENSCHAFT UND UNTERRICHT

● Jupiterring und tätige Jupitermond-Vulkane!

Am 4. März 1979, 19h50 UT, ging „Voyager 1" durch die Äquatorebene Jupiters und erreichte am 5. März 1979 mit 280 000 km den geringsten Jupiterabstand. Bereits aus 1 200 000 km Abstand konnte mit der Tele-Kamera (f = 150 cm) ein schwacher Ring von weniger als 30 km Dicke festgestellt werden, der sich bis in eine Entfernung von 128 300 ± 100 km um Jupiter erstreckt; er wurde zunächst an seiner durch die Raumbewegung der Sonde verursachten perspektivischen Bewegung gegenüber den Hintergrundsternen erkannt. Er zeigt ein Spektrum entsprechend einem G-Stern und konnte mit dem 224-cm-Spiegelteleskop des Mauna-Ke-Observatoriums (Hawaii) beiderseits des Planeten im Infraroten nachträglich ebenfalls nachgewiesen werden; er ist rund 11^m schwächer als der Saturnring.

„Voyager 1" gewann am 4. und 5. März 1979 auch Bilder des Jupitermondes I (Io), auf denen vulkanische Eruptionen festgestellt werden konnten (s. Abb. II. Umschlagseite). Zur Zeit sind fünf Gebiete aktiv und liegen von dem auf Jupiter gerichteten Zentralmeridian des Mondes nach West gezählt auf den Längen 310°, 260°, 170°, 145° und 110°. Das 310er-Gebiet ist mindestens um 200 K heißer als die Umgebung, die 120 K hat und weist einen Durchmesser von etwa 200 km auf. Auch verschiedene heiße Rauchwolken konnten vermessen werden. **NASA; IAU Circ. 3338**

● Wie entstand der Krater Giordano Bruno?

In einer altenglischen Chronik findet sich folgende Notiz: „Am Abend des 18. Juni 1178 (nach dem Julianischen Kalender) beobachteten viele ehrenwerte Bürger, wie sich von der schmalen Sichel des zunehmenden Mondes die obere Spitze abtrennte und aus dem Spalt eine lodernde Fackel hervorstieß." 800 Jahre später äußerte J. HARTUNG (Meteorics, 11, 1976) die Meinung, daß die Abtrennung der oberen Sichelspitze mit der Entstehung des auf der Rückseite des Mondes gelegenen Kraters Giordano Bruno im Zusammenhang steht. Seine Koordinaten lauten 103° ö. L., 36° n. B. Diesen jungen 20-km-Krater umgibt wohl das am stärksten entwickelte Strahlensystem auf dem Mond. Einer dieser Strahlen schneidet den 1 200 km vom Krater entfernten Landungsort der automatischen Station Luna 24.

Nach HARTUNGS Meinung ist es beim Aufprall des Meteoriten, der zur Bildung des Kraters führte, zu einer Eruption gekommen, deren Säule ihren Schatten auf die beleuchtete Mondsichel warf und sie gleichsam in zwei Teile spaltete.

Unlängst führten zwei französische Forscher Berechnungen durch, die die Richtigkeit von HARTUNGS Hypothese bestätigen sollten. Sie wiesen nach, daß die ballistischen Kurven der emporgeschleuderten Gesteinsmassen eine sehr große Höhe über der Mondoberfläche erreicht haben müssen. Bei einer Beobachtung von der Erde aus konnte ihr Winkelabstand vom Mondrand die Breite der beleuchteten Mondsichel um das zehnfache übertreffen. Der Winkeldurchmesser der Sichel betrug am Äquator 52°. Wenn die Eruptionssäule dicht genug und undurchsichtig war, konnte das tatsächlich zu einem erstaunlichen Schauspiel führen.

Die beiden französischen Forscher errechneten auch das Drehmoment, das dem Mond bei der Entstehung eines 20-km-Kraters mitgeteilt worden sein muß. Sie behaupten nicht, daß ihre Berechnungen die Richtigkeit der HARTUNGschen Hypothese beweisen. Aber es geht aus ihnen hervor, daß man die Entstehung eines großen Mondkraters nicht nur von der Erde aus visuell beobachten kann, sondern daß sie zu dynamischen Kräften führt, die heute meßbar sind.

Aus: Zemlja i Vselennaje 1979/1, S. 33 bis 34. Übersetzt und bearbeitet: SIEGFRIED MICHALK

● Bemerkungen zu Aufgaben aus der neuen Karteikartenserie

Halten wir es mit WILHELM BUSCH: „Alles taugt für jeden nicht!" Und wer da glaubt, er erfülle den Lehrplan mit hohem Niveau, wenn er in seinem Unterricht nur getreulich die Aufgaben der neuen Karteikartenserie abarbeitet, wird hoffentlich recht bald merken, daß er sich auf dem vielzitierten Holzweg befindet.

Grundsätzlich gilt:

1. Was hier angeboten wird, sind **Vorschläge,** aus denen entsprechend den unterrichtlichen Möglichkeiten ausgewählt werden muß. **Alles** schaffen auch die Autoren nicht! Für meine Klassen treffe ich je nach Situation und Absicht eine Auswahl, die auch von einer Klasse zur anderen variiert.

2. Was ich einsetze, muß natürlich meiner Unterrichtsführung entsprechen. Da man bei der Akzentsetzung nicht schematisch vorgeht (siehe WILHELM BUSCH!), werde ich selbst die ausgewählten Aufgaben nicht grundsätzlich mit gleicher Formulierung einsetzen, sondern sie gemäß **meinem** Unterricht modifizieren. Manche Aufgaben bieten sich darüber hinaus durch die Möglichkeit analoger Formulierung für Gruppenbildung bei Leistungskontrollen an.

Die Aufgabenvorschläge sind natürlich eine Form der Lehrplaninterpretation, die den Kollegen Hilfestellung gibt bei der Bestimmung des anzustrebenden Endniveaus. Aber sie sind keine Zwangsjacke! Im Gegenteil! Sie sollen anregen und Impulse sein zu eigener, schöpferischer Arbeit! Besonders sollen sie helfen, immanent zu wiederholen und den Unterricht immer stärker mit den Beobachtungen zu verbinden.

Was für den Lehrer gilt, darf den Schülern nicht verschlossen bleiben. Die Aufgabe 4 der diesem Heft beiliegenden Karteikarte sei dafür ein typisches Beispiel: Am Ende der ersten Unterrichtsstunde gestellt, kommt die Aufgabe zunächst der Erwartung der Schüler entgegen, denn für sie ist es eigentlich selbstverständlich, daß in der Astronomie beobachtet wird. Was von ihnen verlangt wird, haben sie schon oft gesehen; nun sollen sie lediglich gezielt beobachten und vergleichen und schließlich versuchen, für das Beobachtete selbständig eine Erklärung zu finden. Dazu erhalten sie Impulse und Hinweise und werden damit in die Lage versetzt, sich eine Erkenntnis selbständig zu erarbeiten, mit der sie in der dritten Stunde den Unterricht beleben können.

Auf keinen Fall sind Vorbereitungsaufgaben im Unterricht zu erarbeiten! Diese mit **„V"** gekennzeichneten Aufgaben sind **nur zur selbständigen Vorbereitung auf den Unterricht** gedacht. Die Schüler sollen sich auf persönliche Beobachtung, Erfahrung oder auch auf Unterrichtsstoff aus früheren Schuljahren stützen!

Da die Vorbereitung also auf sehr unterschiedlicher Grundlage erfolgt, sollte die gezeigte Leistung gewertet, aber nicht benotet werden. Natürlich ist es auch möglich, die Aufgabe 4.3. im Schülervortrag darbieten zu lassen. Das setzt aber voraus, daß sich der Lehrer vorher darüber informiert, wie die Schüler den Auftrag erfüllt haben und zu welchen Erkenntnissen sie gekommen sind.

Gleich noch ein Wort zu den Aufgaben, bei deren Lösung mit der Sternkarte gearbeitet werden muß. Die **Sternkarte ist Hilfsmittel, nicht Selbstzweck!** Im Vordergrund stehen deshalb die Aufgaben, die die Schüler zur Erfüllung ihrer Beobachtungs-Hausaufgaben beherrschen müssen. Aufgaben im Horizontsystem, Feststellung von Auf- und Untergangszeiten, Information über Beobachtungsmöglichkeiten . . . Daß Teilnehmer einer Arbeitsgemeinschaft darüber hinaus auch komplizierte Fragen mit der Sternkarte lösen lernen, kann natürlich im Rahmen der Aufgaben auf den Karteikarten nicht berücksichtigt werden.

JOACHIM STIER

● **Aufstellung des Schulfernrohres**

Die Beobachtungen bereiten oft Schwierigkeiten, da ein genaues Aufstellen des „Telementors" mittels Holzstativ nahezu unmöglich ist. Außerdem führt bereits die geringste Berührung zu einer Vibration des Bildes. Um eine stabile Lage des Fernrohres zu erreichen, bauten Lehrer, Eltern und Schüler der Clara-Zetkin-Oberschule Groitzsch zwei Säulen von 130 cm Höhe. Beide Säulen erhielten Metallplatten, eine davon 30 cm über der Steinsäule. Darauf wurden die Zapfen des Holzdreifußes montiert und justiert. Zum Schutz vor Wetter und Beschädigung fertigte der Patenbetrieb gleichgroße Aufsätze aus Stahlrohren an, die aufgeschraubt und verschlossen werden können.



Astronomische Motive sind als Schmuck auf die Spitze geschweißt. Die Anlage, die sich auf dem Schulhof befindet, wird ergänzt durch eine Grünanlage mit Bänken. So wurde in rund 600 Stunden eine attraktive und moderne Beobachtungsstation geschaffen, die allen Bedingungen des Lehrplans gerecht wird. Die unterschiedlichen Höhen der Aufsätze ermöglichen ein bequemeres Beobachten von Objekten in verschiedenen Höhen. Da Entwurf, Organisation und Bau nur durch Angehörige der Schule erfolgten, entstanden lediglich Materialkosten, die relativ gering waren. Wir können ohne Beeinträchtigung Beobachtungen durchführen, die im Osten, Süden und Westen bis in eine Höhe von +10° und im Norden bis +20° hinabreichen.

KLAUS HENKER

● **Himmelfotos mit der Kleinbildkamera**

Im Rahmen wissenschaftlich-praktischer Arbeit der 11. und 12. Klasse der EOS „Friedrich Engels" in Eilenburg befaßten wir uns als Schüler mit den Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes der Kleinbildkamera in der Astrofotografie. Die hier erfolgten Untersuchungen können Zeit und Material sparen helfen, da wir unseren Auftrag mit Kleinbildkameras mit Objektiven bis $f = 200$ mm durchgeführt haben. Schüler verfügen selten über Objektive mit einer größeren Brennweite. Im Rahmen unseres Vorhabens konnten nicht alle Möglichkeiten des Einsatzes der Kleinbildkamera betrachtet werden. Wir haben uns auf die Grenzhelligkeit, die Genauigkeit der Helligkeitsschätzung, die Abhängigkeit der Grenzhelligkeit von der Objektivöffnung und auf die Positionsbestimmung beschränkt.

Beim Einsatz der Kleinbildkamera muß vor allem die Filmempfindlichkeit beachtet werden. Sie ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Zur Erreichung einer bestmöglichen Grenzhelligkeit bei stehender Kamera müssen die Poldistanz, die Belichtungszeit und auch die Objektivöffnung beachtet werden.

Da mit zunehmender Poldistanz bei gleicher Belichtungszeit die Spur auf dem Negativ länger wird, muß, wenn die Sterne noch punktförmig abgebildet werden sollen, die Belichtungszeit herabgesetzt werden. Dadurch wird aber die Grenzhelligkeit geringer, da das Licht kürzere Zeit auf den Film trifft. Nimmt man die Sternspuren in Kauf, so lohnt sich eine längere Belichtungszeit jedoch auch nur bis zu einem bestimmten Punkt, da das Licht der Sterne immer auf eine Stelle gelangt wie zum Beispiel bei nachgeführten Aufnahmen. Dadurch läßt sich auch die Grenzhelligkeit nicht mehr steigern, es sei denn, man will eine attraktive Spuraufnahme anfertigen, wie zum Beispiel eine Polaufnahme. Bei nachgeführter Aufnahme kann man eine wesentlich höhere Grenzhelligkeit erreichen, da das Licht immer auf die gleiche Stelle des Negativs trifft.

Zur Ermittlung der Grenzhelligkeit in Abhängigkeit von der Objektivöffnung beschränkten wir uns auf folgende Objektive:

Objektiv	absolute Öffnung
2,8/50	17,9 mm
1,8/50	27,8 mm
3,5/135	38,6 mm
4/200	50,0 mm

Zur Auswertung verwendeten wir jeweils Fotos mit 10 min Belichtungszeit. Folgende Grenzgrößen wurden ermittelt:

Objektiv	Grenzgröße
2,8/50	$8^{m}0$
1,8/50	$9^{m}5$
3,5/135	$10^{m}8$
4/200	$11^{m}0$

Es ist zu ersehen, daß die Reichweite mit größer werdender Objektivöffnung ebenfalls steigt. Dies ist dadurch zu erklären, daß bei größerer Objektivöffnung mehr Licht auf den Film fallen kann, als bei kleinerer Öffnung. Vom Objektiv 3,5/135 (mit $d = 38{,}57$ mm) zum Objektiv 4/200 (mit $d = 50{,}0$ mm) steigt die Grenzgröße nur gering, obwohl die Öffnung um 11,4 mm steigt.

Die Grenzgröße der Aufnahmen ist auch vom Entwicklungsverfahren abhängig. Für unsere Aufnahmen verwendeten wir die ORWO-Entwickler A 49 und MH 28 nach ORWO-Vorschrift. Damit konnten bei unserer Arbeit ausreichend gute Ergebnisse erzielt werden.

Bei der Auswertung fotografischer Aufnahmen spielt die Bestimmung der Helligkeit von unbekannten Sternen eine Rolle. Dies läßt sich am günstigsten durch Anschließen an Katalogsterne verwirklichen. Sternkataloge, die Schüler kaum besitzen, kann man an Bibliotheken ausleihen oder in Sternwarten einsehen. Es soll noch ein einfaches Verfahren genannt werden. Zu dem unbekannten Stern werden auf dem Foto drei etwa gleichhell erscheinende Sterne herausgesucht, die im Katalog verzeichnet sind. Ihre Helligkeit wird bestimmt. Anschließend wird der Mittelwert gebildet. Mit Hilfe dieses Wertes kann man auf die Helligkeit des unbekannten Sterns schließen. Wir führten hierzu Untersuchungen am Sternhaufen Plejaden durch und stellten eine mittlere Fehlerdifferenz von etwa $0^{m}1$ fest.

Die Bestimmung der Helligkeit ist am Papierabzug, durch Projektion des Dias oder durch Untersuchung des Negativs mit der Lupe möglich. Beim Papierbild erreicht man eine größere Genauigkeit, als bei anderen Auswerteverfahren. Es wird gegenüber dem Negativ eine bedeutende Kontraststeigerung erreicht. Dadurch ist ein genaueres Arbeiten möglich. Das Arbeiten am Negativ oder am Dia ist für den Schüler unpraktisch. Durch den Einsatz der Lupe am Negativ können Randverzeichnungen auftreten. Weiterhin ist eine gleichmäßige Beleuchtung von unten erforderlich. Bei der Diaprojektion macht sich die unübersichtliche Größe des Bildes bemerkbar. Weiterhin ist eine unbequeme Arbeitsstellung erforderlich.

VOLKER SCHMIDT; ANDREAS MÜLLER

WIR STELLEN VOR

Oberlehrer GERHARD ESCHENHAGEN

Schon seit 1947 interessiert er sich für die Astronomie. Anlaß war eine Sonnenfleckenbeobachtung mit bloßem Auge in der Abenddämmerung während einer Dampferfahrt auf der Elbe. Ein Fernrohr aus Brillenglas und Lupe, selbstgebastelt, Literaturstudien und der Wunsch nach tieferem Eindringen in das All ließen GERHARD ESCHENHAGEN die erste Arbeitsgemeinschaft ASTRONOMIE in Schönebeck ins Leben rufen. Bald darauf war 1951 die erste Schulsternwarte mit einem Schulfernrohr durch sein intensives Bemühen fertiggestellt, 1956 war das nächste Ziel erreicht; Eröffnung der Pionier- und Schulsternwarte auf dem Hummelsberg in Schönebeck. Damit war auch der Astronomielehrer Kollege ESCHENHAGEN geboren, denn im Schuljahr 1957/58 erteilte er erstmalig fakultativen Astronomieunterricht. Ab 1959/60 erfolgte dann der obligatorische Unterricht nach dem neuen Lehrplanwerk. Gleichzeitig galt es, Kollegen als Astronomielehrer auszubilden. GERHARD ESCHENHAGEN leitete deshalb im Winter 1959/60 je einen Weiterbildungszyklus für Astronomielehrer der Kreise Magdeburg und Schönebeck.



Diese Arbeit beendete er eigentlich nie, sondern verstärkte sie sehr. Viele Materialien entwickelte er, um die Arbeit den Kollegen und Schülern zu erleichtern. die Freude am Fach zu bereichern und noch mehr Freunde der Astronomie zu gewinnen. Für die Kollegen, die sich auf das Zusatzstaatsexamen in Güstrow vorbereiten, ist er Konsulent. Seit 1963 widmete sich Kollege ESCHENHAGEN nur noch der Astronomie als Lehrer und Fachberater. Zwei Jahre später bereits konnte an der Komarow-Oberschule, der damaligen Nordpark-Oberschule, die erste Schulsternwarte Magdeburgs eröffnet werden. Die Schülerarbeitsgemeinschaften bekamen ein weites Betätigungsfeld und wuchsen sprunghaft an. 1971 wurde GERHARD ESCHENHAGEN für seine hervorragende Tätigkeit als Fachberater und seine Arbeit in der Sternwarte zum Oberlehrer befördert.
1979 war ein weiterer Meilenstein gesetzt. Endlich konnte durch sein hohes persönliches Engagement das Magdeburger Planetarium eröffnet werden. Der Tätigkeitsbereich von Kollegen ESCHENHAGEN erweiterte sich nun noch stärker. Zur Zeit ist er Astronomielehrer, Fachberater für den Stadtbezirk Magdeburg-Nord, Leiter des „Astronomischen Zentrums" (bestehend aus 2 Sternwarten und dem Planetarium), verantwortlich für rund 150 lehrplangebundene Unterrichtsstunden im Planetarium und Leiter von zwei Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogramm. Viele zusätzliche Stunden seiner knappen Freizeit opfert er für die am Planetarium interessierte Bevölkerung, denn seine monatlichen Beiträge „Sternenhimmel" in der Bezirkspresse – 100 waren es im April 1979 – locken Besucher zusätzlich an. Jahrelang ist er schon im Kulturbund und erhielt mehrere hohe staatliche Auszeichnungen für seine außerordentlichen Leistungen. Als Vorsitzender des Bezirksfachausschusses und Mitglied des Zentralen Fachausschusses Astronomie des Kulturbundes der DDR sowie als Vorsitzender der Berlinsektion Astrowissenschaften der URANIA ist GERHARD ESCHENHAGEN rege engagiert.
33 Jahre im Dienste der sozialistischen Schule, davon 22 Jahre Lehrer der Astronomie – eine Arbeit, die Lob und Anerkennung verdient. Sein Wunsch ist es, sich noch intensiver der praktischen Tätigkeit widmen zu dürfen. Daß sich dieser Wunsch mit der Inbetriebnahme der neuen Sternwarte erfüllt, wünschen wir ihm hiermit.

OStR Dipl. Päd. WOLFGANG NEUMS
Stadtbezirksschulrat
301 Magdeburg-Nord, Nicolaiplatz 7

REZENSIONEN

HERBERT HÖRZ, ROLF LÖTHER, SIEGFRIED WOLLGAST (Herausgeber): **Philosophie und Naturwissenschaften.** Wörterbuch zu den philosophischen Fragen der Naturwissenschaften. Dietz Verlag, Berlin 1978; 1 044 Seiten, 28,– Mark.
Bereits vor mehr als einem halben Jahrhundert hat W. I. LENIN in seiner Schrift „Über die Bedeutung des streitbaren Materialismus" betont, „daß sich ohne eine gediegene philosophische Grundlage keine Naturwissenschaft, kein Materialismus im Kampf gegen den Ansturm der bürgerlichen Ideen und gegen die Wiederherstellung der bürgerlichen Weltanschauung behaupten kann". Bis in die Gegenwart hinein hat diese Forderung nichts an ihrer Aktualität eingebüßt, ja man kann sogar sagen, daß diese unter den Bedingungen von wissenschaftlich-technischer Revolution und einer stürmischen Entfaltung aller Wissensgebiete heute vielfach noch an Aktualität gewonnen hat. Es ist deshalb zu begrüßen, daß das vorliegende Wörterbuch den Versuch unternimmt, stichwortartig den bislang auf dem Gebiet der philosophischen Fragen der Naturwissenschaften erreichten Wissensstand zusammenzufassen und damit all jenen, die sich über das eine oder andere damit zusammenhängende Problem informieren wollen, ein schnelles und zielgerichtetes Informationsmittel in die Hand zu geben.
In beinahe 800 Paragraphen gibt das Buch nicht nur qualifiziert Auskunft über wichtige Kategorien, Gesetze, Termini und Beziehungen, sondern legt zugleich auch die Geschichte ihrer Entwicklung und die Position der unterschiedlichen philosophischen Richtungen dar. Daneben werden auch Probleme weltanschaulicher, ethischer und politischer Art aus dem Umfeld der modernen Naturwissenschaft behandelt sowie relevante fachspezifische Begriffe in ihrer Beziehung zur Philosophie und allgemeine Fragen der Wissenschaftsentwicklung dargestellt.
Das Buch ist ein wirklich interdisziplinärer (über 100 Natur- und Gesellschaftswissenschaftler haben mitgewirkt!) Beitrag zur Festigung des Bündnisses von Naturwissenschaftlern und Philosophen. Es kann allen empfohlen werden, die sich beruflich oder in ihrer Freizeit mit philosophischen Fragen der Naturwissenschaften auseinanderzusetzen haben. Darüber hinaus stellt es eine wichtige Ergänzung zum „Philosophischen Wörterbuch" dar.

DIETER HOFFMANN

WLADIMIR LEWANTOWSKI (mit Beiträgen von HORST HOFFMANN): **Raumtransporter.** Urania-Verlag Leipzig, Jena, Berlin 1979, akzent-Reihe, Band 38) 128 Seiten, 37 Abbildungen; DDR 4,50 Mark.
Der internationale Fernmeldeverein in Genf regi-

strierte bisher über 10 000 Raumflugkörper. Davon landeten bzw. verglühten etwa 60%; 40% befinden sich noch auf kosmischen Bahnen. Das vorliegende Buch befaßt sich mit der Entwicklung solcher Raumflugkörper. Es berichtet über teure Wegwerfraketen und gibt Einblick in den Werdegang wiederverwendbarer Raumflugkörper. Dabei werden u. a. das Space-Shuttle-Projekt der USA und Pläne für künftige Raumtransporter, nicht nur für Erdumlaufbahnen, sondern auch für Flüge zum Erdmond und den Nachbarplaneten erörtert. Mit Hilfe zahlreicher ausgezeichtigen Abbildungen erhält der Leser einen informativen Einblick in aktuelle Entwicklungen der Raumfahrt.

HELMUT BERNHARD

ERNST SCHMUTZER: **Relativitätstheorie – aktuell.** BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig 1979. (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Bibliothek, Band 68) 177 Seiten, 30 Abbildungen; DDR 15,- Mark. Diese Veröffentlichung erscheint zum Einstein-Jahr 1979. Sie vermittelt ein allgemeinverständliches Bild von den historischen Grundlagen und dem Inhalt der Relativitätstheorie. Ferner wird auf Folgerungen eingegangen, die sich aus der Relativitätstheorie besonders für die moderne Kosmologie ergeben.

Schließlich informiert der Verfasser über den gegenwärtigen Stand der experimentellen Bestätigung der Relativitätstheorie. Den genannten Ausführungen ist eine Kurzbiographie von A. Einstein vorangestellt. Der Autor ist bestrebt, den Stoff möglichst verbal darzustellen. Nur in Ausnahmefällen verwendet er mathematische Formulierungen. Die Schrift verdeutlicht auch, welche Bedeutung die Relativitätstheorie als ein Fundament der modernen Physik für die Formung des wissenschaftlichen Weltbildes hat. Das Studium dieses Buches ist allen Astronomielehrern zu empfehlen. Es gibt einen tieferen Einblick in das umfangreiche Schaffen Einsteins, das in den Heften 6/1978 und 1/1979 dieser Zeitschrift gewürdigt wurde.

HELMUT BERNHARD

BORIS LICHATSCHOW: **Pädagogische Tätigkeit. Wesen, Ziel und Inhalt.** (Übersetzung aus dem Russischen.) Reihe „Beiträge zur Pädagogik", Bd. 9, Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1978, DDR 9,60 Mark; Ausland 12,80 Mark; Bestell-Nr. 707 141 2, Kurzwort: Paedagog. Tatigkeit.

Der vorliegende Band der Reihe „Beiträge zur Pädagogik" enthält eine auszugsweise Übersetzung aus dem Buch des sowjetischen Autors BORIS LICHATSCHOW „Theorie der kommunistischen Erziehung. Versuch einer methodologischen Untersuchung". Dieses Buch, das im wissenschaftlichen Leben in der Sowjetunion Aufsehen erregt hat, muß vor dem Hintergrund einer Diskussion gesehen werden, die seit geraumer Zeit in der sowjetischen Pädagogik um das Verhältnis von persönlichkeit und Gesellschaft geführt wird, um die Frage, wie sich die gesellschaftlichen Forderungen einerseits und das Subjekt andererseits im Erziehungsprozeß spielen.

Der für die Veröffentlichung in der Reihe „Beiträge zur Pädagogik" ausgewählte Abschnitt ‚Wesen, Ziel und Inhalt der pädagogischen Tätigkeit', enthält auch schlußreiche Problemstellungen und Lösungsversuche. In ihm zeigt sich neben der Einleitung und dem Kapitel über das gewohnheitsmäßige Bewußtsein (beide wurden auch in die Übersetzung aufgenommen) die theoretische Leistung des Autors am deutlichsten. Während der erste Teil des Buches mit seiner Charakteristik der Erziehung als gesellschaftlicher Erziehung der Bestätigung der marxistisch-leninistischen Grundpositionen dient, bietet der ausgewählte Abschnitt eine sehr weit ausgearbeitete Konzeption des pädagogischen Prozesses, die von hohem wissenschaftlichem Interesse ist und einen aus diesem Gebiet bestehenden theoretischen Nachholebedarf befriedigen helfen kann.

K. BAUMGART

ANEKDOTEN

1922: Erholung von seiner Arbeit und dem um ihn entfachten Rummel war für EINSTEIN das Geigenspiel ohne Zuhörer. Als ihn dabei einmal der Schriftsteller FERENZ MOLNAR überraschte und ins Lachen ausbrach, wies ihn EINSTEIN zurecht: „Warum lachen Sie, MOLNAR? Ich lache auch nicht in Ihren Lustspielen!"

1924: Mit dem zunehmenden Rummel um die Relativitätstheorie wurde dem breiten Publikum deren eigentlicher Inhalt immer nebelhafter. Als PHILIPP FRANK einen der häufigen Vorträge über dieses Thema besuchte, wurde er einem Bischof vorgestellt. Der Kirchenfürst fragte ganz erstaunt: „Ach, interessieren sich die Physiker denn auch für die EINSTEINsche Theorie?"

1928: ALBERT EINSTEIN spielt dem bekannten Cellisten GREGOR PIATIGORSKY auf seiner Geige vor. „Wie gefällt Ihnen mein Spiel?" fragt der große Physiker schüchtern. PIATIGORSKY ist ein wenig verlegen. Endlich sagt er: „Relativ gut".

1929: Die Geburtsstadt Ulm verständigte EINSTEIN, eine Straße sei nach ihm benannt worden. EINSTEIN dankte und schrieb, daß er diese Ehrung wohl akzeptieren könne, da „ich ja nicht für das verantwortlich bin, was in dieser Straße geschieht".

1930: Ausländische Besucher in Berlin fühlten sich häufig nach Besichtigung der Sehenswürdigkeiten gedrängt, den Aufenthalt durch eine persönliche Begegnung mit EINSTEIN zu krönen. In EINSTEINS Vorlesung an der Berliner Universität sah man deshalb während der Reisesaison oft elegant gekleidete amerikanische und englische Damen, die EINSTEIN mit Opernglässern fixierten. EINSTEIN hatte sich an diese Belästigungen wie an andere gewöhnt und unterbrach nach zehn Minuten mit der freundlichen Bemerkung: „Nun will ich eine kleine Pause machen, damit sich alle entfernen können, die sich nicht weiter interessieren."

Aus EINSTEIN – anekdotisch. München 1970. Herausgesucht und zusammengestellt von **J. HAMEL**

UNSERE BILDER

Titelseite – WLADIMIR LJACHOW und WALERI RJUMIN, die dritte Salut-6-Stammbesatzung, absolvierten den bisher längsten durchgehenden Aufenthalt von Menschen im erdnahen kosmischen Raum. Er dauerte 175 Tage. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Pionierleistung im Langzeitflug" auf Seite 99.

Aufnahme: PI/TASS

2. Umschlagseite – Einen Vulkankrater erkennen Wissenschaftler auf diesem Foto vom Jupitermond Io, das die amerikanische Raumsonde „Voyager 1" am 5. März 1979 aus rund 28 500 km Entfernung aufgenommen und zur Erde übermittelt hatte. Die dunklen, strahlenförmig sich ausbreitenden Flächen sind möglicherweise zähflüssige Lavaströme. Die Entdeckung vulkanischer Tätigkeit auf Io ist als sensationell zu betrachten, da bisher außer auf der Erde nirgends in unserem Sonnensystem Anzeichen dafür festgestellt wurden. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Jupiterring und tätige Jupitermondvulkane" auf Seite 116.

Aufnahme: ADN-ZB/AP

3. Umschlagseite – Beobachtungskarte Sternbild Pegasus. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Wir beobachten" auf Seite XX.

Grafik: Nitschmann, Bautzen

4. Umschlagseite – FRIEDRICH WILHELM HERSCHELs 4,40-Fuß-Reflektor (1,22/12,00 m) auf einer von ihm selbst ersonnenen Azimutalmontierung (um 1785). Das Rohrende ist erhalten geblieben und befindet sich im Garten des Royal Greenwich Observatory (als Teil des National Maritime Museum/Großbritannien).

Die nebenstehende Strichzeichnung (nicht maßstäblich) stilisiert das von ihm entwickelte „Lamp-Micrometer" zur Distanzbestimmung von Doppelsternen. Zwei künstliche Sterne (Lampengehäuse s. o.) wurden vom Fernrohrbeobachter mechanisch und durch vergleichende Okularbeobachtungen in analoge relative Positionen gebracht. Dies geschah durch wechselnde Peilung vom Okular aus zu der auf der Beobachtungsplattform, etwa in Kartenständergröße stehenden Applikation durch Stangenführungen und Fadenzüge. Beide Lampen waren sowohl umeinander drehbar als auch gegeneinander verschiebbar.

Foto: Repro-Archiv Archenhold-Sternwarte,
Montage und Text: K. FRIEDRICH

WIR BEOBACHTEN

Das Sternbild **Pegasus** (Genetiv: Pegasi) nimmt am Himmel eine verhältnismäßig große Fläche ein und kann vor allem an Herbstabenden sehr gut beobachtet werden. Durch seine Position nördlich des Himmelsäquators bietet es bequeme Beobachtungsbedingungen. Der Pegasus kulminiert Mitte Oktober gegen 22h, Mitte November gegen 20h und Mitte Dezember bereits gegen 18h MEZ. Ausgehend von unserer drehbaren Sternkarte läßt sich das markante Sternviereck am Himmel leicht finden, wobei allerdings beachtet werden muß, daß der „linke obere Stern" bereits dem Sternbild der Andromeda angehört.

Der Pegasus, das „geflügelte Pferd", entstammt der griechischen Mythologie. Man sah in ihm den Sohn der Medusa und des Poseidon. So lehnen sich auch die arabischen Eigennamen für die helleren Sterne weitgehend an diese alte Sage an. Das Sternbild enthält eine Reihe von galaktischen und extragalaktischen Objekten, die unserem Schulfernrohr zugänglich sind, jedoch seien hier auch solche genannt, für deren Beobachtung größere Instrumente benötigt werden, wie sie in zahlreichen unserer schulastronomischen Einrichtungen vorhanden sind.

Markante Sterne

Der Hauptstern Alpha Pegasi (arabisch Markab = „Sattel"?) ist rund 100 Lichtjahre von uns entfernt. Seine scheinbare Helligkeit beträgt 2^m6, seine Oberflächentemperatur liegt bei 11 000 K. Beta Pegasi (arabisch Scheat = „Schulter"?) strahlt in deutlich rötlichem Licht. Er ist ein roter Riese und besitzt nach neueren Angaben bei einer Oberflächentemperatur von nur 3 500 K den 113fachen Durchmesser unserer Sonne. Seine unregelmäßige Veränderlichkeit bewirkt, daß die scheinbare Helligkeit zwischen 2^m4 und 2^m8 schwankt. Bei Beta Pegasi wurde eine verhältnismäßig große Eigenbewegung festgestellt, wobei der Stern im Zeitraum von 7 700 Jahren eine Strecke von 1° am Himmel zurücklegt. Die Entfernung von uns beträgt rund 160 Lichtjahre. Der Stern Gamma Pegasi (arabisch Algenib = „Flügel des Pferdes"?) ist 2^m8 hell und etwa 470 Lichtjahre von uns entfernt. Von dem 3^m6 hellen Stern Zeta Pegasi trennen uns 180 Lichtjahre.

Doppel- und Mehrfachsterne

Epsilon Pegasi (arabisch Enif = „Nase des Pferdes") ist ein Dreifachstern und mit einem Abstand von 800 Lichtjahren der am weitesten von uns entfernte der helleren Sterne dieses Sternbildes. Der 7^m8 helle Begleiter in etwas mehr als einer Bogenminute Distanz kann mit dem Schulfernrohr bequem gesehen werden, während der zweite Begleiter, der vom Hauptstern 82 Bogensekunden Abstand hat, mit seiner scheinbaren Helligkeit von 11^m nur in größeren Instrumenten sicher identifizierbar ist.

Beim Doppelstern 1 Pegasi haben die Komponenten scheinbare Helligkeiten von 4^m2 und 9^m3. Durch die verhältnismäßig große Distanz von 36,5 Bogensekunden ist das 190 Lichtjahre von uns entfernte Objekt mit dem Schulfernrohr bequem zu trennen. Bei der Verwendung lichtstärkerer Instrumente werden auch die unterschiedlichen Farben der Komponenten, orange und gelb, deutlich wahrnehmbar. Schließlich sei mit dem Doppelstern 37 Pegasi noch ein recht anspruchsvolles Objekt genannt, dessen 5^m7 und 7^m1 helle Komponenten bei einer Distanz von nur einer Bogensekunde mit unserem Schulfernrohr nicht mehr getrennt werden können. Für die Beobachtung dieses 150 Lichtjahre von uns entfernten Systems sind Öffnungen von mindestens 200 mm erforderlich.

Galaktische Objekte

Ein lohnendes Beobachtungsobjekt für unser Schulfernrohr ist der Kugelsternhaufen M 15 (NGC 7078), der im Jahre 1746 von JEAN-DOMINIQUE MARALDI (1709–1788) entdeckt und seitdem von zahlreichen Beobachtern eingehend beschrieben wurde. Dem scheinbaren Durchmesser des Haufens von 12 Bogenminuten entspricht ein wahrer Durchmesser von etwa 88 Lichtjahren. Die Entfernung des Haufens, der eine scheinbare Gesamthelligkeit von 6^m aufweist, liegt bei 49 000 Lichtjahren. Bei der eingehenden Untersuchung von M 15 wurden innerhalb des Haufens über 1 000 veränderliche Sterne nachgewiesen. Interessant ist auch, daß im Jahre 1957 ein im Haufen befindliches nebelartiges Objekt mit einem scheinbaren Durchmesser von nur einer Bogensekunde und einer Helligkeit von 13^m8 eindeutig als planetarischer Nebel erkannt werden konnte. Im Schulfernrohr ist M 15 leicht aufzufinden und im Sehfeld als kreisrundes, nebelartiges Objekt erkennbar. Zur Veranschaulichung der wahren Dimensionen sollte man den Schülern klarmachen, daß das Licht von einem zum anderen Ende des von ihnen gesehenen kreisrunden Objekts 88 Jahre unterwegs ist! In größeren Spiegelteleskopen (einige unserer Schulsternwarten verfügen über Cassegrain-Systeme bis zu 400 mm freier Öffnung!) bietet M 15 einen sehr reizvollen Anblick.

Extragalaktische Objekte

Der Spiralnebel NGC 7331 (Typ Sb) ist bei einer scheinbaren Gesamthelligkeit von 9^m7 und einer Ausdehnung von 10×2 Bogenminuten für das Schulfernrohr erreichbar und als diffuses, längliches Objekt zu erkennen. Voraussetzung ist, wie bei allen schwierigeren Objekten, ein sehr klarer, mondscheinloser Himmel. NGC 7331 ist rund 39 Millionen Lichtjahre von uns entfernt.

Für die Beobachtung der Objekte NGC 7448 (Spiralnebel vom Typ Sc) und NGC 7479 (Balkenspirale vom Typ SBb) sind größere Instrumente erforderlich. Das erstere hat eine scheinbare Gesamthelligkeit von 11^m2, eine Ausdehnung von 2×1 Bogenminuten und ist rund 86 Millionen Lichtjahre von uns entfernt. Bei NGC 7479 lauten die entsprechenden Werte 11^m6, 3,4×2,6 Bogenminuten und ebenfalls 86 Millionen Lichtjahre.

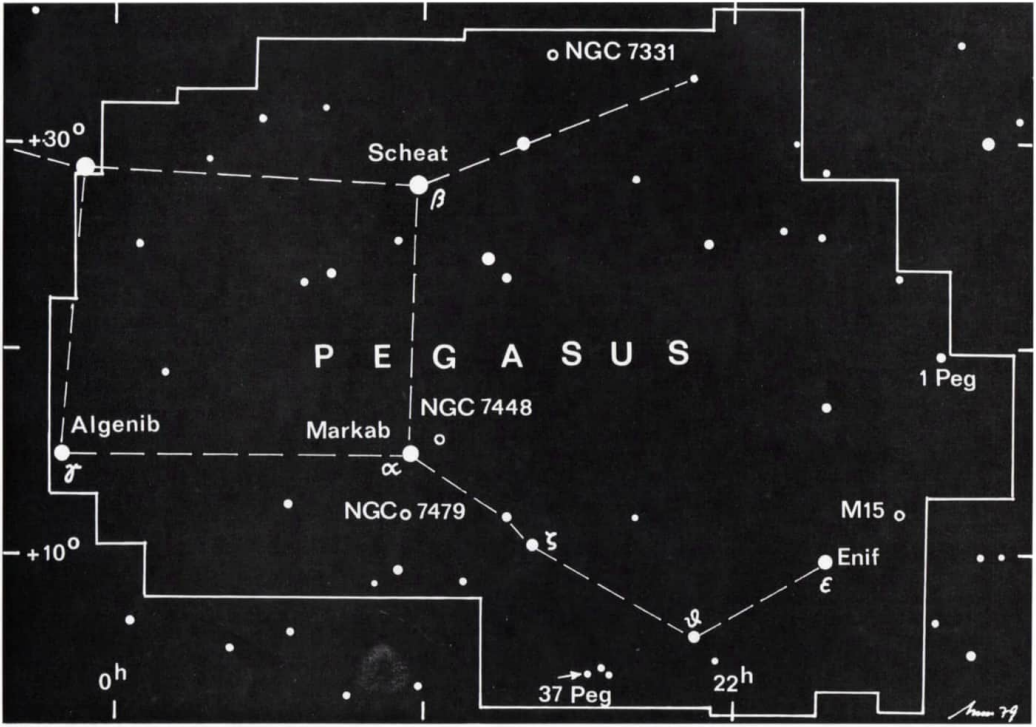
Daten zum Aufsuchen der schwierigeren Objekte mit Hilfe der Teilkreise (Epoche 1950.0)

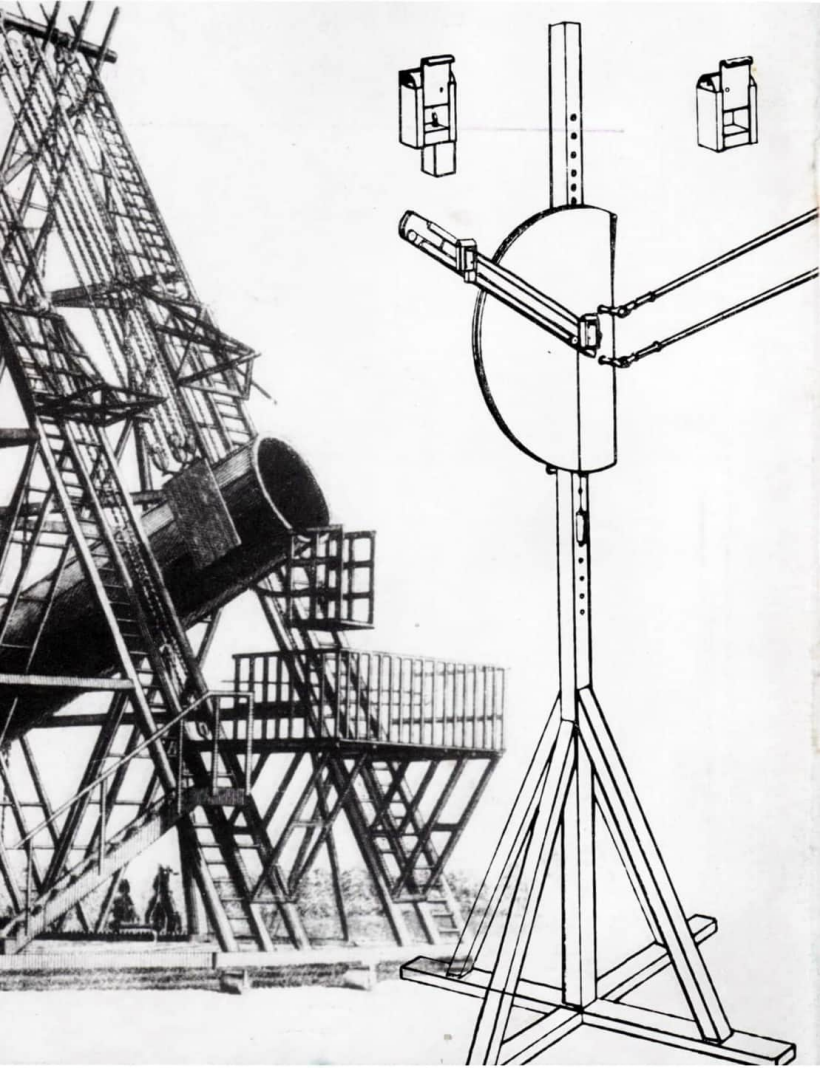
Bezeichnung	Rektaszension	Deklination
1 Peg	21^h19^m8	$+19°35'$
37 Peg	22^h27^m4	$+04°11'$
M 15	21^h27^m6	$+11°57'$
NGC 7448	22^h57^m6	$+15°43'$
NGC 7479	23^h02^m4	$+12°03'$
NGC 7331	22^h34^m8	$+34°10'$

H. J. NITSCHMANN

Wir gratulieren

Dr. rer. nat. habil. HELMUT ZIMMERMANN, Dozent an der Friedrich-Schiller-Universität Jena, wurde zum außerordentlichen Professor berufen. Prof. Dr. päd. MANFRED SCHUKOWSKI schloß seine Promotion B an der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock mit der Dissertation „Theoretische Untersuchungen zum Begriffssystem der Astronomie im Astronomieunterricht der zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule" erfolgreich ab. Am Tag des Lehrers 1979 wurde KLAUS ULLERICH zum Oberlehrer befördert.


NGC 7331
+30°
Scheat
β
PEGASUS
1 Peg
NGC 7448
Algenib
Markab
γ
α
NGC 7479
M15
ζ
Enif
ε
φ
+10°
0h
37 Peg
22h



Astronomie

in der Schule



VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

6
1979

INDEX 31053
PREIS 0,60 M



Astronomie

in der Schule

Zeitschrift für die Hand des Astronomielehrers

Herausgeber:
Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag Berlin, 108 Berlin 8, Krausenstraße 50, Am Spittelmarkt, Telefon 2 04 30, Postscheckkonto: Berlin 132 626

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

Redaktionskollegium:
Studienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Klaus Lindner (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Heinz Albert, Dr. paed. Horst Bienioschek, Dr. phil. Fritz Gehlhar, Dr. rer. nat. Dieter B. Herrmann, Prof. Dr. paed. Oskar Mader, Annelore Muster, Oberlehrer Hans Joachim Nitschmann, Prof. Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Oberlehrer Eva Maria Schober, Prof. Dr. sc. paed. Manfred Schukowski, Doz. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert, Oberlehrer Joachim Stier, Dr. sc. phil. Renate Wahsner, Prof. Dr. rer. nat. habil. Helmut Zimmermann

Dr. phil. Karl Kellner (Korrektor), Dr. sc. phil. Siegfried Michalk (Übersetzer), Helmut Rawolle (Grafiker), Ruth Reichel (redaktionelle Mitarbeiterin).

Anschrift der Redaktion:
86 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8, Postfach 440, Telefon 4 25 85

Gesamtherstellung:
Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen
AN (EDV 427)
III-4-9-4,5 Liz. 1488

ISSN 0004–6310

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 6 **16. Jahrgang 1979**

Seite

Dokumentation 122

F. GEHLHAR
Weltanschaulich-philosophische Fragen zur Erschließung des Kosmos (II) 123

H.-E. FRÖHLICH
Forschungsvorhaben der Röntgenastronomie 126

H. BIENIOSCHEK; K. LINDNER
Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Die Sterne" (IV) . . 130

E. OTTO
Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Künstliche Kleinkörper im Planetensystem" (II) 133

S. RASSL
Physikalische Experimente im Astronomieunterricht 136

Unser Forum 138

Aus Wissenschaft und Unterricht 139

Wir stellen vor 141

Rezensionen 142

Anekdoten 143

Unsere Bilder 143

Wir beobachten 144

Karteikarte: Orientierung am Sternhimmel (J. STIER)

Redaktionsschluß: 20. Oktober 1979

СОДЕРЖАНИЕ

Ф. ГЕЛХАР
Мировоззренческо-философские вопросы в связи с усвоением космоса . . 123

Х.-Э. ФРЕЛИХ
Исследовательские проекты рентгеновской астрономии 126

Х. БИНИОШЕК; К. ЛИНДНЕР
Методические помощи по теме «Звёзды» (IV) 130

Э. ОТТО
Методические помощи по теме «Искусственные малые тела в планетной системе» 133

С. РАССЛЬ
Физические опыты в уроках астрономии 136

Картотечная карта: Ориентировка по звездному небу

CONTENTS

Documentation 122

F. Gehlhar
Ideologico-Philosophical Questions in Connection with Space Exploration 123

H.-E. Fröhlich
Research in X-Ray Astronomy 126

H. Bienioschek; K. Lindner
Methodical Aids for the Topic "The Stars" (IV) 130

E. Otto
Methodical Aids for the Topic "Artificial Little Bodies in the Solar System" (II) 133

S. Rassl
Physical Experiments in Astronomy Instruction 136

Register Card: Orientation at the Sky

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. Unsere Zeitschrift kann außerhalb der DDR über den internationalen Buch- und Zeitschriftenhandel bezogen werden. Bei Bezugsschwierigkeiten im nichtsozialistischen Ausland wenden Sie sich bitte direkt an unseren Verlag oder an die Firma BUCHEXPORT, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 701 Leipzig, Leninstraße 16.

DOKUMENTATION

Astronomie in der Schule

Philosophie · Raumfahrt

GEHLHAR, FRITZ

Weltanschaulich-philosophische Fragen der Erschließung des Kosmos (I)

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979), 5, 99 bis 101; 6 Lit.

Im ersten Teil dieses zweiteiligen Beitrages befaßt sich der Autor mit philosophischen Problemen der Beziehung Mensch–Kosmos und der Kosmisierung der menschlichen Tätigkeit, insbesondere der Kosmisierung der Wissenschaft und der Produktion.

Astronomie in der Schule

Philosophie · Raumfahrt

GEHLHAR, FRITZ

Weltanschaulich-philosophische Fragen zur Erschließung des Kosmos (II)

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979) 6, 123 bis 126; 10 Lit.

In diesem Beitrag, der die Fortsetzung aus Heft 5 1979 darstellt, setzt sich der Autor mit den kosmischen Aspekten der Wechselwirkung von Mensch und Natur auseinander und geht abschließend auf die weltanschauliche Auseinandersetzung im Hinblick auf die Raumfahrt ein.

Astronomie in der Schule

Fachwissenschaft

FRÖHLICH, HANS-ERICH

Zu einem Forschungsvorhaben der Ultraviolettastronomie

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979) 5, 101 bis 104, 2 Lit.

Es wird beschrieben, wie durch die Kombination von zwei neuartigen technischen Verfahren, der Satellitenspektrophotometrie und der Intensitätsinterferometrie, die effektive Temperatur von Sternen mit hoher Oberflächentemperatur (Spektraltypen O bis F) direkt aus Beobachtungen abgeleitet werden kann.

Astronomie in der Schule

Fachwissenschaft

FRÖHLICH, HANS-ERICH

Forschungsvorhaben der Röntgenastronomie

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979) 6, 126 bis 129; 1 Abb., 2 Lit.

Nach einleitenden Bemerkungen über die Natur der Röntgenstrahlung und Ausführungen über Empfängermechanismen und Beobachtungsmethoden im Röntgenbereich gibt der Autor einen Überblick über die verschiedenen Röntgenquellen. Ausführlich geht er dann auf die Röntgenquellen ein, die als Doppelsterne identifiziert werden konnten.

Astronomie in der Schule

Methodik AU · Künstliche Kleinkörper

OTTO, EDGAR

Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Künstliche Kleinkörper im Planetensystem" (I)

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979) 5, 107 bis 110, 4 Lit.

Empfehlungen zur Gestaltung der Unterrichtseinheit 1.4.4. „Künstliche Kleinkörper im Planetensystem". Der erste Teil enthält die Ziele und inhaltlichen Schwerpunkte der Unterrichtseinheit und eine ausführliche Darstellung des Verlaufs der 1. Stunde „Die Entwicklung der Raumfahrt".

Astronomie in der Schule

Methodik AU · Sterne

BIENIOSCHEK, HORST LINDNER, KLAUS

Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Die Sterne" (III und IV)

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979) 5, 104 bis 107 und 130–133; 5 Tafelbilder

Fortsetzung der Beiträge aus Heft 2 1979 und Heft 3 1979 mit Ausführungen zur methodischen Gestaltung der 2. und 3. Stunde „Absolute Helligkeit und Oberflächentemperatur von Sternen" und „Das Hertzsprung-Russell-Diagramm".

Astronomie in der Schule

Methodik AU · Erdmond

ZENKERT, ARNOLD

Kombinierte Darstellung der Entstehung und Sichtbarkeit der Mondphasen

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979) 5, 111 bis 112; 1 Abb.

Vorschlag für eine kombinierte zeichnerische Darstellung der Entstehung der Mondphasen (außerirdischer Standpunkt) und der Erscheinung an der Himmelssphäre.

Astronomie in der Schule

Methodik AU · Künstliche Kleinkörper

OTTO, EDGAR

Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Künstliche Kleinkörper im Planetensystem" (II)

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979) 6, 133 bis 136; 1 Tab., 2 Lit.

Es werden die Ziele und der Verlauf der 2. Stunde „Die Raumfahrt als politisches und ökonomisches Problem" erläutert. Der Beitrag enthält eine Fülle von Anregungen, diese schwierige Unterrichtseinheit lehrplangerecht, aktuell und erziehungswirksam zu gestalten.

Astronomie in der Schule

Methodik AU · Unterrichtsmittel

KLEE, HANS-WERNER

Ein kinematisches Planetenmodell für den Polylux

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979) 5, 113 bis 114; 1 Abb., 2 Lit.

Anleitung zum Selbstbau eines Planetenmodells für den Polylux, das die Darstellung verschiedener Bewegungsvorgänge im Planetensystem erlaubt. Der Beitrag endet mit Hinweisen für Einsatzmöglichkeiten im Unterricht.

Astronomie in der Schule

Methodik AU · Experimente

RASSL, SIEGFRIED

Physikalische Experimente im Astronomieunterricht

Astronomie in der Schule, Berlin **16** (1979) 6, 136 bis 138; 7 Lit.

Autorreferat einer 1979 von der Gewerkschaft Unterricht und Erziehung ausgezeichneten Pädagogischen Lesung.

Autor stellt dar, daß die Durchführung von Experimenten, die Anwendung der experimentellen Methode und die Arbeit mit Modellen zur Erhöhung von Wissenschaftlichkeit, Anschaulichkeit und Faßlichkeit des AU beitragen können.

Weltanschaulich-philosophische Fragen zur Erschließung des Kosmos (II)[1]

3. Kosmische Aspekte der Wechselwirkung von Mensch und Natur

„Indem ... für den sozialistischen Menschen die ganze sogenannte Weltgeschichte nichts anderes ist als die Erzeugung des Menschen durch die menschliche Arbeit, als das Werden der Natur für den Menschen, so hat er also den anschaulichen, unwiderstehlichen Beweis von seiner Geburt durch sich, von seinem Entstehungsprozeß." (KARL MARX, [1, 139])

MARX und ENGELS haben den Selbsterzeugungsprozeß des Menschen, die Tätigkeit, in der der Mensch in der Wechselwirkung mit der Natur seine eigenen Existenzbedingungen produziert und reproduziert, als das Wesen des Menschen erkannt. Sie formulierten damit die philosophische Ausgangsposition für die wissenschaftliche Beantwortung aller Fragen nach den Möglichkeiten des Menschen in der Welt, also der weltanschaulichen Grundfragen (vgl. [2; 126–128]). Wenn nun das Verhältnis Mensch—Natur so entscheidend für die Existenz des Menschen, für sein Wesen ist, dann ist es auch klar, daß die durch die praktische Raumfahrt erfolgte Ausweitung desjenigen Bereiches der Natur, der direkter Gegenstand der menschlichen Tätigkeit ist, eine Reihe von weltanschaulich relevanten Fragen aufwirft bzw. bekannte Fragen in neuem Lichte sehen läßt. Zu den Fragen, mit denen wir in diesem Zusammenhang konfrontiert sind, gehören u. a.

- *das ökologische Problem bzw. die Fragen nach den Möglichkeiten „kosmischer Ökologie",*
- *die kosmische Perspektive der Menschheit,*
- *die Frage der Überwindung des Geozentrismus bzw. von jeglichem Zentrismus,*
- *die Frage des Zusammenhanges zwischen Gesellschaftsordnung und Weltraumfahrt.*

Das ökologische Problem besteht darin, daß durch die immer stärkere Einwirkung des Menschen auf die Natur die Gefahr wächst, daß einmal irreparable Veränderungen in der natürlichen Umwelt entstehen und zum anderen sich die irdischen Rohstoff- und Energieressourcen erschöpfen. Beides bedeutet also eine Bedrohung der natürlichen Bedingungen menschlicher Existenz. Mit der Raumfahrt ergibt sich nun die Möglichkeit, Produktionen mit sehr schädlichen Abfallprodukten in den kosmischen Raum zu verlagern. Weiterhin eröffnet sich die Perspektive, die unerschöpflichen Vorräte an Rohstoffen und Energie im Weltall zu nutzen. Wir haben es hier mit einem Perspektivproblem der Menschheit zu tun. Natürlich gibt es zu seiner Lösung und auch zur Frage seiner Schärfe sehr unterschiedliche Meinungen. Die einen glauben, daß die ökologischen Fragen allein mit irdischen Mitteln lösbar sind, indem man die Umweltschutzmaßnahmen erheblich verstärkt und insbesondere abfallfreie Produktionsprozesse („geschlossene Kreisläufe") entwickelt. Andere halten diese Kreisprozesse für nicht oder zumindest äußerst schwer realisierbar und sehen den einzigen Ausweg aus einer sich anbahnenden ökologischen Krise in der genannten „kosmischen Lösung" [3]. Gewiß ist keiner der genannten extremen Standpunkte der richtige. Zur Lösung des ökologischen Problems wird man beide Wege in effektiver Weise verbinden müssen. Man muß zugleich berücksichtigen, daß die Problematik komplexer Natur ist. Sie läßt sich beispielsweise nicht von der Existenz der Gesellschaftsordnungen und der Auseinandersetzung zwischen ihnen trennen. So müssen die sozialistischen Staaten große Mittel für ihre Verteidigung ausgeben, von denen sie zumindest einen beträchtlichen Teil für den Umweltschutz verwenden könnten. Oder man denke daran, daß die bewußte Zerstörung der Umwelt zum Arsenal heutiger imperialistischer Kriegsführung und -planung, zu den „Errungenschaften" der sogenannten „postatomaren" Waffen gehört.

Das ökologische Problem wird oft übertrieben, oft auch verharmlost. Gewiß gehört es aber zu denjenigen Problemen, die die Menschheit in absehbarer Zeit lösen muß, um ihre Zukunft zu sichern. Mit der Raumfahrt ist jedoch die Zukunftsproblematik der menschlichen Gesellschaft in noch umfassenderen Sinne verbunden. Durch sie wurden erneut die **Fragen der kosmischen Zukunft der Menschheit** in die Diskussion gebracht. Im vorigen Jahrhundert bestand das verbreitete wissenschaftliche Herangehen an dieses Problem in der Auffassung, daß mit dem angenommenen Erkalten der Sonne die Bedingungen für irdisches Leben, damit auch für die irdische Zivilisation einst erlöschen werden. Auch F. ENGELS hat sich prononciert in dieser Richtung geäußert [4, 327]. (Allerdings ließen MARX und ENGELS auch die andere Möglichkeit, die des unendlichen Progresses der Menschheit offen (vgl.

[1] s. Astronomie in der Schule 16 (1979) 5, S. 99 bis 101.

[5])). Die heutigen Errungenschaften von Wissenschaft und Technik in Gestalt der Raumfahrt lassen uns diese Problematik mit anderen Augen sehen. Es eröffnet sich die Möglichkeit, daß die Menschheit der Verschlechterung ihrer Existenzbedingungen durch Umsiedlung in andere Gegenden des Kosmos ausweicht.

In diesem Zusammenhang wird heftig diskutiert, ob sich hiermit prinzipiell die Möglichkeit einer ewigen Existenz der Menschheit ergibt. Bei derartigen Diskussionen wird oft die Frage gestellt, ob nicht aus der materialistischen Dialektik folge, daß jede konkrete Erscheinung der Materie, somit auch die menschliche Gesellschaft entstehe und vergehe, also immer endlicher Natur sei. Der Autor möchte sich dem in der sowjetischen Literatur von URSUL, RACHMATULLIN u. a. geäußerten Standpunkt anschließen. Danach ist die Lösung dieser Frage keine ausschließlich philosophische, sondern eine sehr komplexe, an der verschiedene Wissenschaftsdisziplinen mitarbeiten müssen. Die Philosophie vermag nur bestimmte Aspekte aufzuklären; keinesfalls aber kann aus der materialistischen Dialektik deduziert werden, daß die Menschheit nur eine endliche Zeit existieren könne oder ihre Existenz von ewiger Dauer sei.

Die Überwindung des Geozentrismus als Aufgabe wird durch die Raumfahrt auf neue Weise gestellt. Mit der erwähnten Frage der Umsiedlung der Menschheit in andere kosmische Regionen ist eine hochentwickelte Form antigeozentrischen Denkens benannt worden. Ist es möglich, das geozentrische oder, allgemeiner, das zentristische Denken grundsätzlich zu überwinden? Wir wissen aus der Geschichte astronomischer Weltbilder, daß zunächst das geozentrische Weltbild durch das heliozentrische abgelöst wurde. Später wurden dann Weltbilder entworfen, nach denen unsere Galaxis das Zentrum des Weltalls sein sollte. Die moderne Kosmologie lehrt uns jedoch, daß es keinen bevorzugten Punkt im Weltall, kein Zentrum desselben gibt. Wenn es um die Frage der Überwindung zentristischen Denkens geht, muß man sich jedoch Rechenschaft darüber geben, in welchem Sinne hier „zentristisch" gemeint ist. Der Zentrumsgedanke kann im Sinne eines zentristischen astronomischen Weltbildes verstanden werden, er kann aber auch in einer umfassenderen, direkt philosophisch-weltanschaulichen Bedeutung gefaßt werden. In diesem Zusammenhang schreibt F. ENGELS: „Der *geozentrische* Standpunkt in der Astronomie borniert und mit Recht beseitigt. Aber sowie wir weitergehn in der Forschung, tritt er mehr und mehr in sein Recht. Sonne etc. *dienen* der Erde... Etwas anderes als geozentrische Physik, Chemie, Biologie, Meteorologie etc. für uns unmöglich, und sie verliert nichts durch die Phrase, daß dies nur für die Erde gelte und daher relativ sei. Nimmt man das ernsthaft und verlangt eine zentrumslose Wissenschaft, so stoppt man *alle* Wissenschaft. (Es genügt) uns zu wissen, daß unter gleichen Umständen überall das Gleiche *erfolgen muß*, 1000 Bill(ionen) Sonnenweiten rechts oder links von uns." [4; 506] Wenn es auch kein astronomisches Zentrum des Weltalls gibt, so sind doch die Erde oder diejenige kosmische Region, in der die menschliche Gesellschaft lebt und forscht, das Zentrum, der Ausgangspunkt und die Basis menschlichen Forschens und der Darstellung der Forschungsresultate; und diese Forschung wird im Lebensinteresse der in dieser Region des Kosmos lebenden Zivilisation betrieben. Wir können unsere Erkenntnisse über die Welt immer nur in einer Weise darstellen, die durch unsere spezifischen Existenz- und Erkenntnisbedingungen gebrochen ist. Dies spricht keinesfalls gegen die objektive Wahrheit dieser Erkenntnisse, insofern sie Einsichten in Zusammenhänge enthalten, nach denen „unter gleichen Umständen überall das Gleiche" erfolgt.

Wenn also im Zusammenhang mit der Raumfahrt gesagt wird, daß der Mensch durch sie den geozentrischen Standpunkt überwindet, dann ist dies in dem erwähnten, umfassenderen Sinne gemeint, im Sinne einer Orientierung der menschlichen Tätigkeit auf die Erde (Geozentrismus) bzw. der Überwindung dieser Orientierung. Für letztere hat man die Termini „kosmischer Standpunkt" bzw. „Kosmismus" eingeführt. Gemäß dem Gesagten ist auch der kosmische Standpunkt nicht ohne Orientierung auf ein Zentrum. Für alle unsere Betrachtungen stehen der Mensch, die menschliche Gesellschaft im Mittelpunkt. Daher spricht man hinsichtlich der sich für die ferne Zukunft herausbildenden Orientierung der menschlichen Tätigkeit vom „Anthropokosmismus". Für absehbare Zeit bleibt natürlich die Erde der Ausgangspunkt menschlichen Handelns. Für die daraus resultierende Orientierung hat man das Wortungetüm „Anthropogeokosmismus" erfunden, oder man spricht vom „geokosmischen Charakter der Wechselwirkung von Natur und Gesellschaft" [6].

Ein weltanschaulich sehr trächtiges Gebiet moderner Kosmosforschung ist das **Problem der Existenz außerirdischer Zivilisationen** bzw.

des außerirdischen Lebens überhaupt. Der Gedanke der „Vielheit der Welten" und ihrer Belebtheit entstand bereits in der Antike. Heute ist er — natürlich in neuer Form — aus dem Bereich der Spekulationen in den der wissenschaftlichen Forschung übergegangen. Der gegenwärtige Stand dieser Forschung wirft eine Reihe von erkenntnistheoretischen und methodologischen Fragen auf [7], auf die hier nicht eingegangen werden kann. Sicher würde eine Kontaktaufnahme mit anderen Zivilisationen mächtige Impulse für die Entwicklung unserer irdischen Zivilisationen geben. Allerdings gibt es zu diesem Problemkreis, obwohl er jetzt ein Gebiet der wissenschaftlichen Forschung ist, noch mehr Unklarheiten als alles andere. Bedeutsam erscheint dem Autor aber die auf dem Copernicus-Symposium im Dezember 1972 in Moskau getroffene Feststellung, daß die Diskussionen um andere Zivilisationen im Kosmos für uns in erster Linie eine Frage der Selbstverständigung der irdischen Zivilisation darstellt [8].

4. Die Raumfahrt in der weltanschaulichen Auseinandersetzung

Auf den Beginn der praktischen Raumfahrt, ihre ersten Ergebnisse und die von ihr aufgeworfenen Fragen gab es auch in der bürgerlichen Literatur vielfältige Reaktionen. Unter den zahlreichen philosophischen Standpunkten haben sich zwei einander extrem gegenüberstehende als die dominierenden herauskristallisiert, nämlich die Position des „astronautischen Optimismus" und die des „kosmischen Pessimismus" (ausführlich in [9] und [6, Kap. IV]).

Nach **der Konzeption des „astronautischen Optimismus"** bringt die Raumfahrt die Lösung aller irdischen Probleme. So soll nur sie die ökologische Krise verhindern können; die Fragen der weltweiten Klassenauseinandersetzungen würden ihre Bedeutung verlieren. „Viele Vertreter des astronautischen Optimismus übersehen oder ignorieren die negativen Wirkungen, die die Raumfahrttechnik in den kapitalistischen Ländern bereits gebracht hat: die primär militärische Zielstellung vieler künstlicher Erdsatelliten, ihren Mißbrauch zur ideologischen Diversion usw." [9, S. 291]. In das andere Extrem fallen die Gegner der Raumfahrt, die Vertreter der **Konzeption des „kosmischen Pessimismus"**. Sie argumentieren etwa so: „Vor der Menschheit stehen zahlreiche ungelöste Probleme, z. B. Hunger, Krankheiten, Umweltverschmutzung, Energie- und Rohstoffkrise. Die Kosmonautik stehe diesen Problemen sehr fern, sie löst sie in keiner Weise; eher umgekehrt: Sie lenkt die Menschen von ihrer Lösung ab, indem sie eine ungesunde Atmosphäre der Sensation schafft ..." [ebenda]. Eine genauere Analyse bürgerlicher philosophischer Auffassungen zur Raumfahrt, zur Erschließung des Kosmos zeigt, daß diese Konzeptionen in dieser oder jener Weise, bewußt oder unbeabsichtigt eine Projektion der Probleme der spätbürgerlichen Gesellschaftsordnung auf die Entwicklung der Menschheit als Ganzes, eine Verschleierung der heutigen sozialen Gegensätze und der Gegensätze zwischen den Gesellschaftsordnungen oder schließlich eine Verteidigung der kaptitalistischen Ordnung beinhalten. Diese Unfähigkeit bürgerlicher Philosophie, der Raumfahrt die richtige Rolle in der Entwicklung der Menschheit zuzuschreiben, bestätigt ein übriges Mal unseren Standpunkt, daß es nur auf der Basis der wissenschaftlichen Philosophie der Arbeiterklasse möglich ist, die bei der Erschließung des Kosmos sich auftuenden weltanschaulichen Probleme zu lösen.

Abschließend sei zustimmend aus einer Stellungnahme eines Philosophen der DDR zu dem erörterten Problemen zitiert: „Wir befinden uns erst am Anfang der konsequenten Einordnung der Weltraumfahrt ... in unser Weltbild ... Die Weltraumfahrt hat eine entscheidende neue Situation herbeigeführt ... was das wirklich bedeutet, ist heute schwerlich einzuschätzen. Aber die Bewußtheit über diese Situation ist durchaus möglich. Entscheidend ist vermutlich gar nicht die Sicht aufs immer Fernere, so interessant und bedeutsam auch die Frage nach der Existenz beispielsweise anderer Zivilisationen sein mag. — Wichtig ist der Blick zurück auf uns selbst, die konsequente Nutzung der erweiterten Möglichkeiten, uns bisher verborgen gebliebene Gesetzmäßigkeiten, Strukturen und Prozesse von Natur und Gesellschaft zu erkennen ..." [10, S. 25].

Literatur:

[1] MARX, K.: **Zur Kritik der Nationalökonomie.** Ökonomisch-philosophische Manuskripte. In: F. ENGELS; K. MARX, Kleine ökonomische Schriften, Berlin 1955.

[2] HORZ, H.; GEHLHAR, F.: **Materialistische Dialektik und Astronomie.** In: Astronomie in der Schule 14 (1977) 6.

[3] SCHKLOWSKI, I. S.: **Über die mögliche Einmaligkeit vernunftbegabten Lebens im Weltall.** Sowjetwissenschaft — Gesellschaftswissenschaftliche Beiträge 30 (1977) 9.

[4] ENGELS, F.: **Dialektik der Natur.** In: MARX/ ENGELS, Werke, Bd. 20.

[5] FADDEJEW, E. T.: **Die Idee der Unsterblichkeit bei K. E. ZIOLKOWSKI.** In: Filosofskije nauki 12/ 1975.

[6] URSUL, A. D.: **Menschheit, Erde, Weltall.** Moskau 1977 (russ.).

[7] FESSENKOWA, L. W.: **Methodologische Aspekte der Erforschung des Lebens im Kosmos.** Moskau 1976 (russ.); Rezension hierzu von A. G. MASSEWITSCH. In: Sowjetwissenschaft — Gesellschaftswissenschaftliche Beiträge 31 (1978) 10.

KARDASCHOW, N. S.: **Zur Strategie der Suche**

nach außerirdischen Zivilisationen. In: Sowjetwissenschaft – Gesellschaftswissenschaftliche Beiträge 31 (1978) 10.
[8] KASJUTINSKI, W. W.: **COPERNICUS und die moderne Astronomie.** Symposiumbericht. In: Woprosy filosofii 6/1973.
[9] URSUL, A. D.: **Kosmonautik, Humanismus und Ethik.** In: Sowjetwissenschaft – Gesellschaftswissenschaftliche Beiträge 31 (1978) 3.
[10] WESSEL, K.-F.: **Weltanschauliche Fragen der Kosmosforschung.** In: Wissenschaft im Kosmos – Wissenschaft für die Erde. Bearbeitete Materialien der Konferenz des Urania-präsidiums am 29. November 1978 in Berlin.

Anschrift des Verfassers:
Dr. FRITZ GEHLHAR
8020 Dresden, Rubensweg 5

HANS-ERICH FRÖHLICH

Forschungsvorhaben der Röntgenastronomie

Nachdem im letzten Heft ein Forschungsvorhaben der Ultravio-lettastronomie vorgestellt wurde, befassen sich die folgenden Ausführungen mit einigen Vorhaben und Erkenntnissen der *Röntgenastronomie* [1].

Physikalisch gesehen besteht ein kontinuierlicher Übergang von der UV-Strahlung zu den noch kürzerwelligen Röntgenquanten. Die Begriffsbildung Röntgenquant deutet darauf hin, daß die korpuskulare Natur der Strahlung in den Vordergrund tritt. Aus diesem Grund werden auch die Röntgenquanten üblicherweise durch die Energie, die sie transportieren, charakterisiert. Daß sich von seiten der Beobachtung scharf zwischen den Bereichen der Ultraviolett- und Röntgenastronomie eine Trennungslinie ziehen läßt, hängt damit zusammen, daß der gaserfüllte interstellare Raum im Bereich des Lyman-Kontinuums, von 13,6 eV (91,2 nm) bis ungefähr 100 eV (1 eV = 1,6 · 10^{-12} erg), faktisch undurchlässig ist. Selbst bei 1 keV beträgt die mittlere freie Weglänge eines Röntgenquants nur etwa 1 kpc.

Der Übergang zum Bereich der Gammastrahlen ist fließend. Eine charakteristische Schranke dürfte die 511-keV-Marke, das Energieäquivalent der Ruhemasse eines Elektrons, darstellen, oberhalb derer Umwandlungsprozesse von Elementarteilchen eine Rolle spielen.

Das hellste Objekt am Röntgenhimmel ist unsere Sonne. Allerdings ist der Anteil der Röntgenstrahlung – gemessen an der verschwenderischen Lichtfülle unseres Zentralgestirns – äußerst gering. Bereits in 1000 AE Entfernung läge die Röntgenstrahlung der „ruhigen" Sonne unterhalb der Empfindlichkeitsgrenze heutiger Detektoren. Die solare Röntgenstrahlung ist thermischen Ursprungs. Sie kommt aus der mehrere Millionen Grad heißen Korona. Das WIENsche Verschiebungsgesetz belehrt uns darüber, daß bei derartigen Temperaturen das Strahlungsmaximum bei einem Kiloelektronenvolt liegt. Als Pendant zu den photosphärischen Sonnenflecken, die sich durch ihre niedrigere Temperatur von der ungestörten Photosphäre abheben, können die *koronalen Löcher* angesehen werden, ausgedehnte kühlere Gebiete innerhalb der Sonnenkorona, die sich durch eine beträchtlich reduzierte Röntgenemission bemerkbar machen. Die Koronalöcher kommen als Quellen für den Sonnenwind in Frage, da in diesen Gebieten die magnetischen Feldlinien divergieren und infolgedessen heißes Plasma von der Sonne entweichen kann.

Bei erhöhter Sonnenaktivität steigt zuweilen die Röntgenemission drastisch an. Innerhalb weniger Sekunden verzehntausendfacht sich die Intensität der Strahlung. Die Sonne hält damit, wenngleich nur im Röntgenlicht, dem Vergleich mit einer Zwergnova stand. Eruptives Verhalten ist auch für die meisten der anderen Röntgenquellen charakteristisch und verleiht dem Röntgenhimmel eine chaotische Unstetheit, die im Gegensatz zu der sprichwörtlichen Ruhe des Himmels unseres Augenscheins steht. Der Ursprung der für Flare-Erscheinungen typischen harten Röntgenstrahlung ist vermutlich in magnetischen Vorgängen zu suchen. Feldlinien entgegengesetzter Richtung können sich durch Neuverknüpfung neutralisieren. Die dabei plötzlich freiwerdende magnetische Feldenergie wird zur Beschleunigung elektrisch geladener Teilchen verwandt, die in einem anschließenden Synchrotronprozeß einen Teil ihrer gewonnenen Energie in die erwähnte harte Röntgenstrahlung umwandeln.

Eine Quelle kosmischer Röntgenstrahlung, 14 Größenklassen schwächer als die „ruhige" Röntgensonne, das entspricht ziemlich genau dem optischen Intensitätsverhältnis zwischen Sonne und Vollmond, wurde 1962 bei einem Raketenaufstieg im Sternbild Skorpion gefunden. Wenig später gelang bereits die Identifizierung dieser Quelle mit einem seltsamen Stern 13. Größe, dessen Helligkeit unregelmäßig schwankt. Erstmalig bekamen es die Wissenschaftler mit einem richtigen „Röntgenstern" zu tun, übertrifft doch die Röntgenleuchtkraft von Sco X-1, wie diese Röntgenquelle abkürzend bezeichnet wird, die optische Ausstrahlung um das 1500fache.

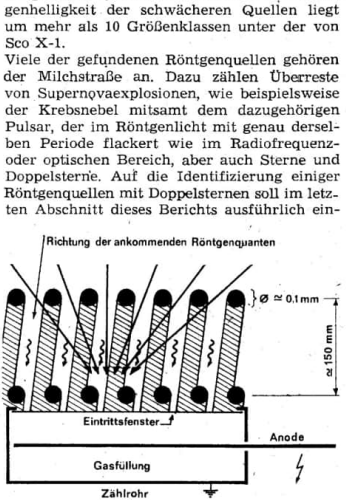
An dieser Stelle seien einige technische Details der Beobachtung von Röntgenquellen ein-

geschoben, da sich die Geräte zum Nachweis der Röntgenstrahlung von den in der optischen Astronomie üblichen Instrumenten wesentlich unterscheiden. Weder Linsen noch herkömmliche Spiegelteleskope sind in der Lage, den Röntgenhimmel abzubilden. Zum Registrieren der Röntgenstrahlung dienen vielmehr sogenannte Proportionalzählrohre. Jedes im Zählrohr absorbierte Röntgenquant erzeugt am Zählerausgang einen Stromimpuls, der der Energie des eingefallenen Quants proportional ist. Das Zählrohr zählt also nicht nur die Anzahl der pro Zeiteinheit ankommenden Röntgenquanten, sondern bestimmt auch gleichzeitig die spektrale Zusammensetzung des Röntgenlichts. Da die Flüsse selbst starker Quellen recht bescheiden sind – bei Sco X-1 nur etwa 100 Quanten $cm^{-2}\ s^{-1}$ – sind große Empfängerflächen bzw. lange Integrationszeiten erforderlich, um die statistischen Schwankungen des Teilchenstromes klein zu halten. Als weitere Schwierigkeit kommt hinzu, daß die wenigen Röntgenquanten in dem durch die kosmische Partikelstrahlung verursachten Rauschhintergrund fast untergehen. Zur Unterdrückung dieser Rauschquelle können mehrere Zähler in Antikoinzidenz betrieben werden; sprechen mehr als ein Zähler gleichzeitig an, kann es sich nur um eine Partikel der kosmischen Strahlung gehandelt haben; das entsprechende Ereignis wird dann *nicht* gezählt. Eine andere Möglichkeit, zwischen Teilchen der kosmischen Strahlung und Röntgenquanten zu unterscheiden, bietet die Impulsformanalyse. Ein Röntgenquant ionisiert genau ein Atom des Füllgases. Die dadurch ausgelöste Elektronenlawine erzeugt am Zählerausgang einen schnell ansteigenden Impuls. Partikel der kosmischen Strahlung hingegen ionisieren längs ihres gesamten Weges durch das Zählrohr Atome, so daß der resultierende Stromstoß *allmählich* bis zum Sättigungswert anwächst.

Um die Position einer Röntgenquelle am Himmel zu bestimmen, versieht man die Zählrohre mit Kollimatoren, die die Gesichtsfelder begrenzen. Hier seien nur die Modulationskollimatoren erwähnt, die aus zwei hintereinander angebrachten Drahtgittern (Abbildung) bestehen. Die in gleichen Abständen angeordneten dünnen Drähte lassen nur Strahlung aus ganz bestimmten Richtungen auf den Detektor fallen; Strahlung aus dazwischenliegenden Richtungen hingegen wird absorbiert. Die Vieldeutigkeit der Richtcharakteristik wird umgangen, indem der Satellit rotiert. Die Röntgenquelle wird dann periodisch durch das Drahtsystem des Kollimators abgeschattet, wobei die Frequenz, mit der dies geschieht, von der Position der Röntgenqelle am Himmel abhängt. Das Auflösungsvermögen derartiger Kollimatoren beträgt bestenfalls eine halbe Bogenminute. Geplant ist der Bau großer abbildender Röntgenteleskope, die den Effekt der Totalreflexion von Röntgenstrahlung bei streifendem Einfall zur Bilderzeugung ausnutzen und noch Details von wenigen Bogensekunden auflösen sollen. Kleinere Teleskope dieser Art haben bereits ihre Bewährung bestanden.

1970 war ein bedeutsames Jahr für die junge Röntgenastronomie. Bereits nach wenigen Operationstagen hatte der speziell für die Belange der Röntgendurchmusterung des Himmels konstruierte Satéllit Uhuru mehr als 100 „weiche" Röntgenquellen im Energiebereich von 1 keV bis 20 keV entdeckt. Allein die Uhuru-Kataloge zählen inzwischen 339 Objekte auf. Gegenwärtig sind noch eine Reihe anderer Röntgensatelliten – SAS 3, Ariel 5, HEAO 2, um nur einige zu nennen – in Betrieb, so daß bereits in naher Zukunft mit 1000 und mehr katalogisierten Quellen zu rechnen ist. Die Röntgenhelligkeit der schwächeren Quellen liegt um mehr als 10 Größenklassen unter der von Sco X-1.

Viele der gefundenen Röntgenquellen gehören der Milchstraße an. Dazu zählen Überreste von Supernovaexplosionen, wie beispielsweise der Krebsnebel mitsamt dem dazugehörigen Pulsar, der im Röntgenlicht mit genau derselben Periode flackert wie im Radiofrequenz- oder optischen Bereich, aber auch Sterne und Doppelsterne. Auf die Identifizierung einiger Röntgenquellen mit Doppelsternen soll im letzten Abschnitt dieses Berichts ausführlich ein-



Prinzipskizze einer Kollimator-Zählrohr-Kombination. Die Abschattung der Röntgenstrahlung durch die Drähte ist durch schraffierte Flächen angedeutet. Die stark ausgezogenen Pfeile geben die Richtungen maximaler Empfindlichkeit der Kollimatoranordnung an.

gegangen werden. Zu den Sternen, die im Röntgenbereich aufgefunden wurden, gehören einige nähere Fixsterne (z. B. Capella, Sirius), deren Koronastrahlung gerade noch registriert werden kann, und einige sogenannte Flare-Sterne (z. B. UV Ceti), die im Optischen durch plötzliche Helligkeitsausbrüche auffallen.
In hohen galaktischen Breiten begegnen wir Kugelsternhaufen, aber auch vielen extragalaktischen Objekten, die Röntgenstrahlung aussenden. Beim Andromedanebel und den Magellanschen Wolken übersteigt die Röntgenleuchtkraft kaum einige 0,01 % der optischen Leuchtkraft dieser Sternsysteme und kann voll und ganz Supernovaüberresten und Röntgensternen zugeschrieben werden. Aus riesigen Entfernungen erreicht uns die Röntgenstrahlung von aktiven Galaxien, Radiogalaxien und von 3 „nahen" Quasaren. Unerwartet war die Entdeckung einiger prominenter Nebelhaufen als Röntgenstrahler. Darüber hat K.-H. SCHMIDT im Heft 4/78 dieser Zeitschrift ausführlich berichtet. Der interessierte Leser sei deshalb auf diesen Artikel verwiesen [2].
Neben lokalisierbaren Röntgenquellen scheint aber auch ein diffuser Röntgenhintergrund zu existieren, der, falls er das Vorhandensein eines heißen intergalaktischen Mediums signalisiert, ernstliche kosmologische Konsequenzen nach sich zöge. Dieses 10^8 K heiße Gas, das sich dem optischen Nachweis entzieht und mit Sicherheit bisher nur in den bereits erwähnten Röntgenhaufen vorkommt, könnte merklich zur mittleren kosmischen Materiedichte beitragen und eventuell sogar unser Universum „schließen". Die in Galaxien und Nebelhaufen sichtbar angehäufte Materie reicht dazu nach bisherigen Schätzungen längst nicht aus.

Aufsehen erregte die Entdeckung von Röntgensternen, die sich bei genauerem Hinsehen als enge Doppelsterne entpuppten. Die 1971 identifizierte Röntenquelle Cyg X-1 ist mit dem heißen Überriesen HDE 226868 identisch, einem spektroskopischen Doppelstern mit einer Periode von 5,6 Tagen. Noch im gleichen Jahr konnte bei Cen X-3 ein Bedeckungslichtwechsel im Röntgenbereich nachgewiesen werden. Genauer sollen die Verhältnisse anhand der beststudierten Röntgenquellen Her X-1 = HZ Her illustriert werden. 1941 war C. HOFFMEISTER auf den optischen Lichtwechsel dieses Stern aufmerksam geworden. Die Röntgenstrahlung von Her X-1 setzt alle 1,7 Tage für mehrere Stunden aus. Ein solches periodisches Abschalten weist auf einen Bedekkungslichtwechsel hin. Die Quelle selbst flakkert im Röntgenlicht mit einer Periode von 1,24 Sekunden. Die Periode ist jedoch nicht streng konstant, sondern schwankt, die Doppelsternnatur des Systems eindrucksvoll bestätigend, während eines Bahnumlaufes systematisch um den angegebenen Mittelwert. Aus der Variation der Ankunftszeiten der Röntgenpulse können die linearen Dimensionen des Systems und damit die Massen der beiden Sterne mit hoher Genauigkeit ermittelt werden. Die Röntgenkomponente hat demnach eine Masse von 1,3 Sonnenmassen und umkreist in 4,5 Sonnenradien Abstand den Hauptstern, einen 2-Sonnenmassen-Stern, der mit 3,8 Sonnenradien Halbmesser seine ROCHEsche Grenzfläche völlig ausfüllt. Nach heutigem Kenntnisstand kann es sich bei der Röntgenkomponente nur um einen Neutronensternhandeln, ein weißer Zwerg ist nach astrophysikalischen Erwägungen auszuschließen.
Ein solches Modell vermag auch den optischen Lichtwechsel des Veränderlichen zu erklären. Die Röntgenkomponente heizt mit ihrer Strahlung die ihr zugewandte Seite des Hauptsterns auf, so daß diese heller ist als die anderen Partien des Sterns. Der Veränderliche ist immer gerade dann am hellsten, wenn sich die Röntgenquelle vom Beobachter aus gesehen vor ihm befindet. Wie kommt es zum Entstehen der Röntgenemission und der Pulsation? Offenbar verliert der Hauptstern, der sich bis an die Grenzen seiner gravitativen Einflußsphäre, der ROCHEschen Grenzfläche, aufgebläht hat, kontinuierlich Materie, die zu dem begleitenden Neutronenstern überströmt. Das überfließende Gas, das immer schneller werdend auf den kompakten Neutronenstern zufällt, sammelt sich schließlich aus Gründen der Drehimpulserhaltung in einer hochgradig turbulenten Gasscheibe, die sehr rasch um den Neutronenstern rotiert. Die während des freien Falls gewonnene kinetische Energie wird in diesem Gasstrudel thermalisiert, d. h. in Wärme umgewandelt. Das derart auf 10 bis 100 Millionen Grad erhitzte Gas ist die Quelle der weit im Röntgenbereich liegenden thermischen Strahlung. Abschätzungen ergeben typische Röntgenleuchtkräfte von 10^{37} erg/s bei einem angenommenen Masseverlust des Hauptsterns von jährlich 10^{-9} Sonnenmassen oder einer tausendstel Erdmasse. Bei stärkerem Massezustrom erhöht sich die Röntgenleuchtkraft entsprechend. Allerdings dürfte bei $3 \cdot 10^{38}$ erg/s eine obere Leuchtkraftgrenze für Röntgensterne erreicht sein, da dann bereits viele der emittierten Röntgenquanten von dem einfallenden Gas absorbiert werden, die Röntgenquelle, bildlich gesprochen, in dem stärker werdenden Materiestrom schließlich „ertrinkt".

Im Falle von Her X-1 dürfte der für die Röntgenemission maßgebliche Masseverlust des Hauptsterns einfach eine Folge der Entwicklung des Hauptsterns zum Riesenstadium sein. Der Stern hatte sich so lange aufgebläht, bis er seine ROCHEsche Grenze erreicht hat und eine weitere Ausdehnung unmöglich wurde. Nun wird er solange Masse an den kompakten Begleiter verlieren, bis er innerhalb der ihm vorgegebenen Grenze wieder einen stabilen Zustand einnimmt.

Während in dem Doppelsternsystem von Her X-1 ein bereits entwickelter Stern für den Massenachschub verantwortlich gemacht werden kann, sind auch Röntgenquellen bekannt, in denen ein junger, massereicher Stern durch einen intensiven *Sternenwind* einen ihn umkreisenden kompakten Begleiter zur Röntgenquelle anfacht. Diese massereichen Röntgensterne, zu denen beispielsweise Cyg X-1 gehört, sind in den Spiralarmen unserer Galaxis zu finden, unterscheiden sich also auch hinsichtlich ihrer Populationszugehörigkeit von den alten Röntgensternen der galaktischen Scheibe (Her X-1, Sco X-1).

Über die Entstehung der Röntgenpulse können zur Zeit nur Vermutungen angestellt werden, eine ausgearbeitete Theorie des Strahlungsmechanismus fehlt bisher. Einigkeit besteht lediglich darüber, daß die beobachtete Periodizität der Röntgenstrahlung die Rotationsbewegung des nur wenige Kilometer großen Neutronensterns widerspiegelt. In diesem Zusammenhang sei daran erinnert, daß auch die Pulsare mit schnell rotierenden Neutronensternen in Verbindung gebracht werden. Für die Entstehung der Strahlung sind sicherlich die enormen magnetischen Feldstärken in der Umgebung eines magnetischen Neutronensterns von ausschlaggebender Bedeutung. In der Röntgenquelle Her X-1 konnte kürzlich die magnetische Feldstärke zu 10^{12} Gauß bestimmt werden.

Außergewöhnliche Konsequenzen scheint der Fall des Röntgensterns Cyg X-1 nach sich zu ziehen. Optisch handelt es sich um einen spektroskopischen Doppelstern. Der Hauptstern, ein B0-Überriese, hat eine Masse von ungefähr 30 Sonnenmassen. Die Röntgenkomponente, eine von etwa 6 Sonnenmassen, kann nicht viel größer als 300 km im Durchmesser sein, da die beobachteten quasiperiodischen Helligkeitsschwankungen bis herunter zu einer Millisekunde ein größeres Objekt ausschließen. Falls die Masseangabe für den kompakten Begleiter korrekt ist, kann es sich nicht um einen Neutronenstern handeln, weil nach der Theorie derart massereiche Neutronensterne verboten sind. Sind wir damit zum erstenmal einem „Schwarzen Loch" in der Natur auf die Spur gekommen? Viele Forscher glauben, diese Frage bejahen zu können. Schwarze Löcher, sollten sie tatsächlich existieren, stellen in einem doppelten Sinn einmalige Materieballungen im Kosmos dar. Als eine mögliche Konsequenz der EINSTEINschen Feldgleichungen erregen sie seit Jahren das Interesse der Gelehrten und Laien gleichermaßen. Ausgangspunkt für die Diskussion bildet die sogenannte SCHWARZSCHILDlösung dieser Gleichungen, die bereits 1916 von dem genialen deutschen Astrophysiker K. SCHWARZSCHILD gefunden worden ist. Der Zugang zu diesen wahrhaft exotischen Objekten ist am einfachsten über die klassische Mechanik zu gewinnen. Die Entweichgeschwindigkeit v eines Probekörpers aus dem Anziehungsbereich eines Himmelskörpers vom Radius r und der Masse m errechnet sich für dessen Oberfläche nach der bekannten Formel $v = \sqrt{2 \cdot G \cdot m/r}$, mit $G = 6{,}67 \cdot 10^{-8}$ dyn cm^2/g^2. Bei Umkehrung der Lesart dieser Formel kann unter Vorgabe der größtmöglichen in der Natur vorkommenden Geschwindigkeit, der Lichtgeschwindigkeit c, ein ausgezeichneter Radius $r_G = 2 \cdot G \cdot m/c^2$ definiert werden. Dieser Gravitations- oder sogenannte SCHWARZSCHILDradius beträgt für einen Himmelskörper von der Masse der Sonne 3 Kilometer. Ein physikalisches Gebilde, das seinen eigenen SCHWARZSCHILDradius unterschreitet, schnürt sich von der Außenwelt völlig ab, da kein noch so energiereiches Teilchen mehr nach außen dringen kann. Informationen über das Innere eines solchen Schwarzen Lochs gewinnen zu wollen, erfordern einigen Wagemut und sind prinzipiell nur zu erreichen, indem sich der wißbegierige Forscher selbst in das Schwarze Loch hineinfallen läßt. Eine Rückkehr ist allerdings aus den oben genannten Gründen ausgeschlossen. Entdeckt werden können die Schwarzen Löcher aufgrund ihrer Gravitationswirkung.

Literatur:

[1] FRÖHLICH, H.-E.: **Zu einem Forschungsvorhaben der Ultravioletta̲stronomie.** In: Astronomie in der Schule 16 (1979) 5.

[2] SCHMIDT, K.-H.: **Galaxienhaufen und Röntgenstrahlung.** In: Astronomie in der Schule 15 (1978) 4.

Anschrift des Verfassers:
Dipl. Phys. H.-E. FRÖHLICH
Zentralinstitut für Astrophysik der AdW der DDR
1502 Potsdam-Babelsberg
Rosa-Luxemburg-Straße 17 a

HORST BIENIOSCHEK; KLAUS LINDNER

Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Die Sterne" (IV)[1]

3. Stunde

Thema: Das Hertzsprung-Russell-Diagramm

Ziele: Die Schüler sollen
- den Zusammenhang von Sterntemperatur und Leuchtkraft mit Hilfe des HRD beschreiben,
- erkennen, wie die Radien und (bei Hauptreihensternen) Massen mit Hilfe des HRD größenordnungsmäßig ermittelt werden können.

Stundengliederung:
1. Darstellen des Zusammenhangs von Temperatur und Leuchtkraft der Sterne
2. Anwenden des HRD zum Ermitteln von Sternradien
3. Darstellen der Masse-Leuchtkraft-Beziehung und Bestimmen von Massen für Hauptreihensterne mit dem HRD

Variante des Stundenverlaufs

Zu 1.

Die Stunde beginnt mit einer Wiederholung (Leistungskontrolle oder Unterrichtsgespräch) des in der 2. Stunde erworbenen Wissens. Danach wird das Demonstrationsexperiment 4 wiederholt und festgestellt, daß der Glühdraht um so heller wird, je höher seine Temperatur ist. Anhand der Tabelle (Tafel VI – vorbereitete Tafelbilder, Folie oder Arbeitsblatt) sollen nun die Schüler entscheiden, ob der beobachtete Zusammenhang „Je heißer, desto heller" auch bei den Sternen gilt.

Den Schüler könnten folgende Hilfen gegeben werden:

Vergleichen Sie die Sterntemperatur und Leuchtkraft jedes Sterns mit den entsprechenden Größen der Sonne!

- Ist die Oberflächentemperatur des Sterns höher als die der Sonne, dann ist auch seine Leuchtkraft größer.
- Ist die Oberflächentemperatur des Sterns niedriger als die der Sonne, dann ist auch seine Leuchtkraft kleiner.

Die Schüler stellen nun fest, daß für die meisten der angeführten Sterne tatsächlich ein derartiger Zusammenhang gilt. Es werden danach die Sterne benannt, für die der Zusammenhang nicht gilt. Der Lehrer erläutert nunmehr, daß durch eine graphische Darstellung das Zuordnen der Sterne zu den beiden Gruppen (Zusammenhang besteht bzw. besteht nicht) sehr erleichtert wird und zeigt das Temperatur-Leuchtkraft-Diagramm der in der Tabelle aufgeführten Sterne (Tafel VII). Er weist die Schüler darauf hin, daß das Diagramm aus historischen Gründen mit nach *links* zunehmenden Temperaturen gezeichnet wird und die Achsen *nicht linear* (nicht in gleichen Abständen) geteilt sind. Die Schüler betrachten anschließend die Anschauungstafel (HRD) und erhalten die Aufgabe, Gemeinsamkeiten und Unterschiede (Tafel VII) anzugeben. Sie finden:

Gemeinsamkeiten:	**Unterschiede:**
– gleiche Achsenanordnung – gleiche Achsenteilung	– Anzahl der Sterne – Konzentration von Sternen in einer Diagonalen – zusätzliche Achsen für die absolute Helligkeit und die Spektralklasse

Der Lehrer erläutert, daß in der Astronomie häufig statt der Leuchtkraft eines Sterns seine absolute Helligkeit und anstelle der Temperatur eines Sterns eine gleichbedeutende, sein Spektrum charakterisierende Angabe benutzt werden. Er erinnert die Schüler daran, daß zwischen Leuchtkraft und absoluter Helligkeit von Sternen sehr enge Beziehungen bestehen (vgl. Tafel V) und teilt mit, daß das eingeführte Diagramm zu Ehren der beiden Astronommen, die es erstmals anwandten, als *Hertzsprung-Russell-Diagramm* bezeichnet wird. Dabei stellt er in Aussicht, daß die auf der Anschauungstafel enthaltenen Bezeichnungen der Besetzungsgebiete sogleich erläutert werden.

Zur Vertiefung der Kenntnisse über das HRD werden den Schülern noch folgende Aufgaben gestellt:

- *An welcher Stelle des HRD sind die Sterne zu finden, für die der Zusammenhang „Je heißer, desto heller" gilt?*
- *Ordnen sie folgende Sterne in das HRD* (Tafel VII – Klappfolie oder Anschauungstafel) *ein!*

Stern	Oberflächentemperatur in K	Leuchtkraft in Ls
(a) Barnards Stern	3 500	0,002
(b) Polarstern	6 000	5 000
(c) Rigel	12 000	130 000
(d_1) Sirius B	6 000	0,002
(d_2) Prokyon B	5 000	0,0006

Bei der Einordnung dieser Sterne sollen die Schüler jeweils Aussagen über Temperatur und Leuchtkraft formulieren (z. B. bei c: *sehr* hohe Temperatur und *sehr* hohe Leuchtkraft). Bei der Lösung dieser Aufgaben erarbeiten und vertiefen die Schüler folgende Kenntnisse:

[1] s. Astronomie in der Schule 16 (1979) 2, S. 35 bis 37; 3, S. 59 bis 61; 5, S. 104 bis 107.

– Für die Mehrzahl der Sterne gilt der Zusammenhang „Je heißer, desto heller". Dieser Zusammenhang läßt sich im Temperatur-Leuchtkraft-Diagramm als annähernd diagonal verlaufende Menge von Bildpunkten darstellen. Das Gebiet wird als „Hauptreihe" bezeichnet.
– Die anderen Besetzungsgebiete im HRD werden wie folgt bezeichnet und sind durch folgende Zusammenhänge von Temperatur und Leuchtkraft charakterisiert:

Riesen:	Hohe Leuchtkraft, trotz relativ niedriger Temperatur
Überriesen:	Sehr hohe Leuchtkraft, gleichzeitig relativ hohe Temperatur
Weiße Zwerge:	Geringe Leuchtkraft, trotz relativ hoher Temperatur

Zu 2.

In diesem Stundenabschnitt sollen die Schüler ihr Wissen über das HRD anwenden, um zu erkennen, wie Aussagen über die Größe der Sternradien erhalten werden können. Der Lehrer teilt mit, daß die Sterne, deren Bildpunkt in der Anschauungstafel „HRD" als „Riesen" und „Weiße Zwerge" bezeichnet werden, tatsächlich wesentliche Unterschiede in ihren Abmessungen aufweisen. Diese Aussage soll anhand des Diagramms bestätigt werden. Zuvor jedoch sollen die Schüler zwei Fragen beantworten:

– *Wie erscheinen Sterne bei der Beobachtung im Fernrohr?*
– *Kann man aus dem Fernrohrbild eines Sterns seinen Radius ermitteln?*

Aus der Beantwortung der ersten Frage

– Sterne erscheinen im Fernrohr (im Gegensatz zu Planeten) stets als Lichtpunkte,

kann eine verneinende Antwort auf die zweite Frage gefunden werden. Dadurch verstehen die Schüler, daß eine Ermittlung der wahren Radien der Sterne nur auf „indirektem" Wege möglich ist.

Der Lehrer erläutert nun, daß durch die Oberflächentemperatur eines Sterns festgelegt ist, welche Strahlungsleistung pro Quadratmeter von der Sternoberfläche abgegeben wird. Zwei Sterne mit gleicher Temperatur strahlen also von jedem Quadratmeter Oberfläche die gleiche Leistung ab (bei der Sonne und bei allen Sternen mit gleicher Temperatur 64 MW/m²). Anschließend werden die Schüler aufgefordert, zu begründen, wodurch der Unterschied in der Gesamtstrahlungsleistung (Leuchtkraft) zweier Sterne mit gleicher Temperatur bewirkt wird. Die Schüler sollen folgende Aussagen machen:

– Von zwei Sternen mit gleicher Temperatur hat derjenige mit der größeren Oberfläche die größere Leuchtkraft
– Der Stern mit der höheren Leuchtkraft besitzt folglich einen größeren Radius und damit auch ein größeres Volumen.

Zur Unterstützung des Erkenntnisweges kann Tafel VIII projiziert werden. Den Schülern sind in diesem Zusammenhang folgende Aufgaben/Fragen zu stellen:

– *Vergleichen Sie die Temperaturen beider Sterne!*
– *Vergleichen Sie die Strahlungsleistungen, die von jedem Quadratmeter Oberfläche der beiden Sterne abgestrahlt werden!*
– *Vergleichen Sie die Leuchtkraft beider Sterne!*
– *Wie ist zu begründen, daß Stern 1 eine größere Leuchtkraft als Stern 2 hat?*

Darüber hinaus kann die Abhängigkeit der Strahlungsleistung von Temperatur und „Größe" (Oberfläche, Radius) am Beispiel Heizkörper für Raumheizung/Bügeleisen verdeutlicht werden. Folgende Fragen sollen die Schüler beantworten:

– *Warum erwärmen Heizkörper einen Raum stärker als Bügeleisen, obwohl letztere eine höhere Temperatur haben?*
– *Wie kann man erreichen, daß ein Heizkörper eine größere Leistung abstrahlt?*
– *Wovon hängt also die Strahlungsleistung von Heizkörpern ab?*

Folgende Sterne werden nun nach der Größe ihrer Radien geordnet:

Castor, Sirius A, Wega; Atair, Prokyon A; Sonne, Sirius B; Regulus, Rigel.

Dazu wird Tafel VII – Klappfolie verwendet. Die Schüler gewinnen und festigen folgende Erkenntnisse:

– Aus der Lage des Diagrammpunktes für einen Stern im HRD kann auf den Radius des Sterns geschlossen werden.
– Wenn sich zwei Sterne gleicher Temperatur in ihren Leuchtkräften unterscheiden, so ist der Radius des Sterns mit höherer Leuchtkraft größer als der des Sterns mit geringerer Leuchtkraft.
– Die Bezeichnung „Überriesen", „Riesen" und „Weiße Zwerge" im HRD drücken tatsächlich Unterschiede in den äußeren Abmessungen (Radius, Volumen) der Sterne aus.
– Die Radien einiger Sterne müssen auf andere Art bestimmt werden, um sie als „Eichsterne" für die besprochene Art der Radienbestimmung verwenden zu können. (Verweis auf folgende Stunde)

Zum Schluß des Stundenabschnittes teilt der Lehrer mit, daß der Radius eines durchschnittlichen

Überriesen	40	Sonnenradien
Riesen	10	Sonnenradien
Weißen Zwerges	0,01	Sonnenradien

beträgt und daß innerhalb der Hauptreihe die Radien von 15 Sonnenradien bei den heißesten bis auf 0,5 Sonnenradien bei den kühlsten der dargestellten Sterne abnehmen. Diese Aussagen können durch ein Lichtbild und Tafel IX unterstützt werden.

Zu 3.

In diesem Stundenabschnitt soll ein Verfahren zur Bestimmung der Zustandsgröße *Masse* erläutert werden. Der Lehrer stellt den Schülern dazu ein HRD zur Verfügung (Folie, Tafelbild oder Arbeitsblatt), in dessen Hauptreihe die Massen einzelner Sterne angegeben sind (Tafel X). Er fordert die Schüler auf,

- eine Aussage über die Verteilung der Sternmassen in der Hauptreihe zu formulieren,
- den Zusammenhang von Masse und Leuchtkraft (bzw. Temperatur) für Hauptreihensterne anzugeben.

Nun wird die Aufgabe gestellt, den Zusammenhang von Sternmasse und Leuchtkraft anzuwenden, um die unbekannten Massen von Hauptreihensternen mit bekannter Leuchtkraft zu ermitteln. Anhand der Tafeln VI und X bestimmen die Schüler Näherungswerte für die Massen folgender Sterne: Prokyon, Atair, Sirius A, Wega, Regulus. An dieser Stelle ist der Hinweis angebracht, daß aus Stabilitätsgründen die Sternmassen unter etwa 60 Sonnenmassen liegen. Abschließend betont der Lehrer nochmals, daß der angewandte Zusammenhang von Leuchtkraft und Masse nur für Hauptreihensterne gilt.

Aufgaben:

1. *Beschreiben und skizzieren Sie das HRD und seine wichtigsten Besetzungsgebiete!* (T-L-Diagramm; nicht gleichmäßig mit Bildpunkten besetzt; Hauptreihe – für diese Sterne gilt: je höher die Temperatur, desto größer die Leuchtkraft – genähert als Diagonale; Riesen und Überriesen in Bereichen großer/sehr großer Leuchtkräfte; Weiße Zwerge in Bereichen geringer Leuchtkraft.)
2. *Wie können Näherungswerte für Sterndurchmesser aus dem HRD ermittelt werden?*

   (Sterne gleicher Temperaturen aber unterschiedlicher Leuchtkräfte haben unterschiedliche Oberflächen. Sterne mit größerer Leuchtkraft haben größere Oberflächen und damit größere Durchmesser.)
3. *Wie können Näherungswerte für Sternmassen aus dem HRD ermittelt werden? Auf welche Sterne ist dieses Verfahren anwendbar?*

   (Die Masse kann aus der Leuchtkraft bzw. der Temperatur, also aus der Stellung des Sterns in der Hauptreihe des HRD ermittelt werden. Das Verfahren ist nur für Hauptreihensterne anwendbar.)

Tafelbilder/Folien:

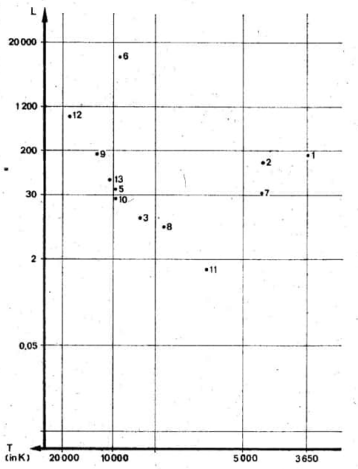
Tafel VI

Temperaturen und Leuchtkräfte von Sternen

Nr.	Name	Oberflächentemperatur in K	Leuchtkraft in Sonnenleuchtkräften
1	Aldebaran	3 600	165
2	Arktur	4 000	200
3	Atair	8 000	10
4	Beteigeuze	2 800	28 000
5	Castor	10 400	41
6	Deneb	9 500	9 400
7	Pollux	4 000	35
8	Prokyon A	7 000	8
9	Regulus	12 000	135
10	Sirius A	10 400	24
11	Sonne	5 800	1
12	Spica	20 000	800
13	Wega	10 500	50

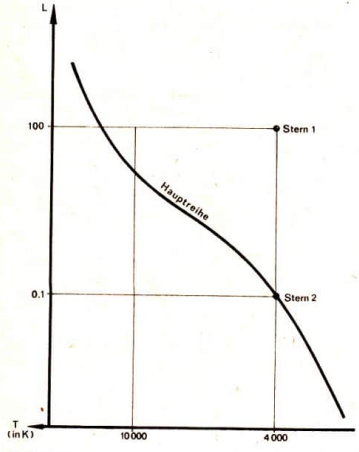
Tafel VII

Temperatur-Leuchtkraft-Diagramm
in Sonnenleuchtkräften



Tafel VIII

Temperatur-Leuchtkraft-Diagramm
in Sonnenleuchtkräften



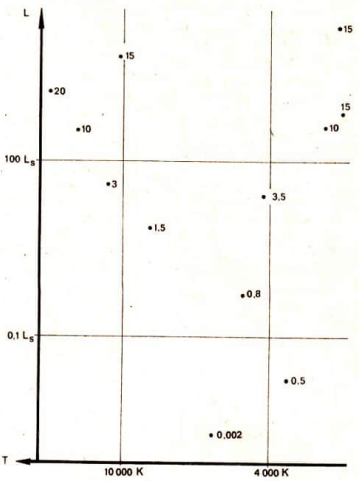
Tafel IX

Durchschnittliche Sternradien

Überriesen	40	Sonnenradien
Riesen	10	Sonnenradien
Oberes Ende der Hauptreihe	15	Sonnenradien
Unteres Ende der Hauptreihe	0,5	Sonnenradien
Weiße Zwerge	0,01	Sonnenradien

Tafel X

Temperatur-Leuchtkraft-Diagramm mit Sternmassen
in Sonnenmassen



(wird fortgesetzt)

EDGAR OTTO

Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Künstliche Kleinkörper im Planetensystem" (II)[1]

2. Stunde

Thema: Die Raumfahrt als politisches und ökonomisches Problem

Ziele: Die Schüler sollen

- aus den gegebenen natürlichen Bedingungen auf einer Erdumlaufbahn die vielfältigen Möglichkeiten zur Nutzung durch die Raumfahrt ableiten,
- die große praktische Bedeutung der Raumfahrt für die Menschheit und die Notwendigkeit des Kampfes gegen jeden Mißbrauch dieser Errungenschaften erkennen,
- einen Einblick in die erfolgreiche Zusammenarbeit der sozialistischen Staaten im „Interkosmos-Programm" gewinnen.

Diese Teilziele werden in den entsprechenden Stundenabschnitten realisiert.

Stundengliederung:

1. Erarbeitung des Zusammenhanges von physikalischen Bedingungen auf der Erdumlaufbahn und den Möglichkeiten zur wissenschaftlichen und praktischen Nutzung durch die Raumfahrt
2. Darstellung der umfassenden Bedeutung der Raumfahrt für die Menschheit und der Notwendigkeit ihrer ausschließlich friedlichen Nutzung
3. Schülervortrag zur Kooperation sozialistischer Staaten im Weltall im Rahmen des „Interkosmos"-Programms

[1] s. Astronomie in der Schule 16 (1979) 5, S. 107 bis 110.

Variante des Stundenverlaufs:

Zu 1.

Der Lehrer erläutert die Zielstellung der Stunde, die von der Problemfrage ausgehen kann: Ist der Nutzen der Raumfahrt so groß, daß die hohen Kosten volkswirtschaftlich vertretbar sind? Zuerst wird untersucht, worin die besonderen Möglichkeiten der Raumfahrt bestehen und wie sie zu nutzen sind. Ausgangspunkt dafür sind die physikalischen Bedingungen auf einer Erdumlaufbahn, die im Unterrichtsgespräch zusammengetragen werden. Daraus entsteht an der Tafel die erste Spalte der nachfolgenden Tabelle. Im weiteren Unterrichtsgespräch werden durch die Schüler die Vor- und Nachteile dieser Bedingungen für die Raumfahrt und vielfältige Anwendungsgebiete der Raumfahrt, die sich aus diesen Bedingungen ergeben, erarbeitet. Dabei ist es dem Lehrer überlassen, in welcher Reihenfolge Eintragungen vorgenommen werden. Auch soll keine Lückenlosigkeit angestrebt werden. Die hier veröffentlichte (stark vereinfachte) Tabelle zeigt ein Beispiel für den Inhalt. Dabei ist auf die zwischen Flughöhe, Atmosphärendichte und geringer Strahlungsabsorption bestehenden engen Beziehungen hinzuweisen. Daraus können sich für einige Angaben auch andere Plazierungen in der Tabelle ergeben (z. B. Untersuchungen des Zustandes der Hochatmosphäre als Folge der großen Flughöhe).

Besondere physikalische Bedingungen auf einer Erdumlaufbahn	Schwerelosigkeit	große Flughöhe über der Erdoberfläche	sehr geringe Atmosphärendichte (fast „luftleerer" Raum)	fast keine Absorption der Strahlung aus dem Weltall
Möglichkeiten zur Nutzung dieser Bedingungen (Vorteile)	Medizinisch-biologische Untersuchungen, Materialexperimente, Startbasis für weiterreichende Raumflüge zu Mond und Planeten	weitreichende Übersicht (Großformen) große Funkreichweite	Untersuchung des Zustandes der Hochatmosphäre, beste Laborbedingungen vorhanden, lange Flugdauer ohne Antrieb	Beobachtung neuer Wellenbereiche außerhalb der Erde
Anwendungs- bzw. Forschungsbereich	Raumfahrtmedizin und -biologie, Materialwissenschaft, Astronomie	Erdfernerkundung, Wetterforschung, Nachrichtentechnik	Atmosphärenforschung, Raumfahrttechnik	Extraterrestrische Astronomie
Nachteile	ungewohnte Lebensbedingungen, begrenzte Flugdauer	geringe Auflösung für kleine Objekte	Raketen als einzige Antriebsmöglichkeit, künstliche Atmosphäre zum Leben erforderlich	Strahlungsschutz für Lebewesen ist erforderlich

Entscheidend für diese Arbeit ist die Erkenntnis der Schüler, daß

- die Raumfahrt unter ihren besonderen Bedingungen außerordentliche Möglichkeiten für viele Bereiche bietet, die Natur immer besser zu erkennen,
- wir in der Anfangsphase dieser Entwicklung stehen und damit begonnen haben, die Raumfahrt vor allem für die Erde und die Menschheit zu nutzen.

Es erscheint durchaus denkbar, die Tabelle mit der vom Lehrer vorgegebenen Kopf- und Zeilenbezeichnung auch als *vorbereitende Hausaufgabe* ausfüllen zu lassen, wobei verbleibende wesentliche Lücken in der Stunde zu schließen sind. Hier haben interessierte und gut informierte Schüler ein reiches Betätigungsfeld. Die Erteilung derartiger Schüleraufträge bedarf spätestens in der vorangehenden Stunde einer kurzen Erarbeitung der ersten Zeile der Tabelle (Besondere physikalische Bedingungen auf einer Erdumlaufbahn).

Als Zusammenfassung bietet der Lehrer *im Tafelbild* (Folie!) folgende Übersicht einiger

Anwendungsgebiete der Raumfahrt:

- *Erdfernerkundung*
  (Bodenschätze, Land- und Forstwirtschaft, Meeresflächen, Umweltschutz u. a.)
- *Erforschung des erdnahen Raumes*
  (Magnetfeld der Erde, Hochatmosphäre, Beziehungen zwischen Sonne und Erde)
- *Materialwissenschaft*
  (Werkstoffe unter Weltraumbedingungen, technologische Verfahren)
- *Globale Wetterbeobachtung und Nachrichtenübermittlung*
- *Weltraummedizin und -biologie*
- *Erprobung technischer Systeme für künftige Raumfahrtunternehmen*
- *Erforschung anderer Himmelskörper und Objekte im Weltall.*

Diese Tabelle sollte von den Schülern abgeschrieben werden, da das gegenwärtige Lehrbuch nur einen kleinen Teil der Angaben ent-

hält. In Verbindung mit dem aktuellen Raumfahrtgeschehen (bes. mit dem Orbitalkomplex Salut-Sojus-Progreß) soll der Lehrer deutlich machen, daß diese Aufgaben systematisch durch die Sowjetunion und die sozialistischen Staaten realisiert werden.

Dabei werden durch den Lehrer hervorgehoben:

- Langzeitflüge mit Salutstationen und bemannten und unbemannten Transportraumschiffen (vergleiche „Salut 6");
- Mitarbeit internationaler Gastbesatzungen;
- Vorbereitungen für größere Außenstationen auf Erdumlaufbahnen;
- Fortsetzung spezieller Aufgaben mit unbemannten Forschungssatelliten.

Zu 2.

Dieser Stundenabschnitt wird überwiegend im Lehrervortrag gestaltet, der sich auf folgende inhaltliche Schwerpunkte konzentriert:

1. Die Raumfahrtentwicklung nimmt auf viele Fachgebiete und Wissenschaftsbereiche einen stark beschleunigenden Einfluß. Als wichtiger Bestandteil der wissenschaftlich-technischen Revolution dient sie dem ureigenen Bestreben des Menschen, seine nähere und weitere Umgebung immer besser zu erkennen. Dabei dienen viele dieser Erkenntnisse bereits heute dazu, das Leben auf der Erde zu verändern und zu bereichern. Die Nutzung neuer Ressourcen für die wachsende Bevölkerungszahl auf der Erde, der Schutz der Umwelt bei zunehmender Industrialisierung und die Verbesserung der materiellen und kulturellen Lebensbedingungen der Menschen sind Beweise für diese großen Möglichkeiten.
2. Es fehlt nicht an Plänen und Versuchen imperialistischer Kräfte, auch die Raumfahrt in ihre menschheitsgefährdenden Pläne einzubeziehen. Das wird u. a. deutlich durch
   - den Mißbrauch von kosmischen Nachrichtenverbindungen bei aggressiven Kampfhandlungen, z. B. durch die USA im Vietnamkrieg,
   - Spionage zu militärischen und ökonomischen Zwecken mit Hilfe der Erkundung der Erdoberfläche fremder Staaten,
   - Pläne zur Bekämpfung fremder Erdsatelliten durch eigene „Killersatelliten", über deren Realisierung offen geschrieben wird,
   - Drohungen, mit atomaren Kampfsatelliten, die jedes beliebige Land treffen können,
   - die Nutzung vieler Neuentwicklungen einschließlich der Raumfähre „Space Shuttle" bis zu 50 % für militärische Projekte.
3. Auch in der Raumfahrt widerspiegeln sich die entgegengesetzten Tendenzen von Sozialismus/Kommunismus und Imperialismus:
   Unter sozialistischen Bedingungen ist die Raumfahrt in die gesamtgesellschaftlichen Interessen eingefügt. Sie ist Bestandteil planmäßiger Erschließung und Nutzung wissenschaftlicher und technischer Potenzen zur Lösung der gesellschaftlichen Hauptaufgabe [1]. Die immer höhere Entwicklung von Wissenschaft und Technik und die wachsenden Potenzen der politischen und militärischen Systeme lassen erkennen, daß es unumgänglich ist, derartige Machtmittel den Händen privat- und monopolkapitalistischer Gruppierungen zu entziehen. Das ist jedoch nur auf der Grundlage der sozialistisch-kommunistischen Gesellschaftsordnung zu realisieren. Bis zu einer derartigen Veränderung der Weltsituation bedarf es auch im Bereiche der Raumfahrt Maßnahmen der friedlichen Koexistenz, d. h. des Verbotes der Anwendung ihrer Mittel zur Vernichtung von Menschen, und der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Erforschung der Erde und des Weltalls (vgl. Sojus-Apollo-Unternehmen!).
4. Die Sowjetunion führt seit 1957 einen konsequenten Kampf zur ausschließlich friedlichen Nutzung des Weltraumes und der Raumfahrt. Einige der wichtigsten internationalen Dokumente, die durch sowjetische Initiative bzw. Unterstützung zustande kamen, sind:
   - Moskauer Abkommen von 1963 „Über das Verbot von Kernwaffenversuchen in der Atmosphäre, im Weltraum und unter Wasser";
   - Vertrag vom 27. Januar 1967 „Über die der Tätigkeit von Staaten bei der Erforschung und Nutzung des Weltraums, einschließlich des Mondes u. a. Himmelskörper, zugrunde liegenden Prinzipien";
   - „Abkommen über die Bergung von notgelandeten Raumfahrern";
   - „Konvention über die Regelung der Verantwortung für durch rückkehrende Raumflugkörper oder deren Reste angerichtete Schäden".

Zu 3.

Die Behandlung des Stoffgebietes 1.4.4. wird durch einen Schülervortrag abgeschlossen. Bei der langfristigen Vorbereitung des Vortrages

wird der Schüler vom Lehrer zur Verwendung von [2] und anderer Veröffentlichungen vom Herbst 1978 aufgefordert. Der Lehrer orientiert den Schüler bereits bei Erteilung der Aufgabe über folgende Fakten:

1. Die Raumfahrt-Kooperation sozialistischer Staaten ist heute weit bekannt. Sie findet in den bisher erfolgten und den künftigen gemeinsamen Flügen von „Interkosmos"-Besatzungen ihren derzeitigen Höhepunkt (Einordnung und Würdigung des Fluges des 1. DDR-Kosmonauten SIGMUND JÄHN)
2. Die Zusammenarbeit auf den meisten Gebieten der Weltraumforschung (Kosmische Physik, Meteorologie, Nachrichtenverbindungen, Biologie und Medizin, Fernerkundung der Erde) ist schon seit mehr als 10 Jahren Praxis. Die DDR leistete von Anfang an wesentliche Beiträge zu dieser Gemeinschaftsarbeit. Sie war an der Ausrüstung für 10 „Interkosmos"-Satelliten beteiligt (Stand vom 31. 7. 1978) und lieferte Ausrüstungen für 5 bemannte sojwetische Raumkörper. Durch ihre weitere Mitwirkung bei der Ausrüstung von 30 Höhenraketen wurden insgesamt 106 Geräte bzw. -komplexe sowie weitere 150 Geräte für den Bodeneinsatz gebaut.
3. In der "Interkosmos"-Kooperation und der Zusammenarbeit mit anderen Staaten widerspiegelt sich der Grundsatz der sowjetischen Weltraumforschung: *Der Kosmos gehört allen. Er muß seinem Grundwesen nach zur Arena des Friedens und der Zusammenarbeit werden.* In den sozialistischen Ländern gibt es darüber keine Zweifel. Die Sowjetunion strebte immer, gemäß ihrer internationalistischen Pflicht, die Entwicklung der breitesten internationalen Kooperation in den Forschungen und in der friedlichen Nutzung des Weltraums an. Wir sind stolz darauf, daß auch die DDR einen nützlichen Beitrag für diese edle Aufgabe leistet.

Aufgaben:

1. *Nennen Sie wichtige Anwendungsgebiete der Raumfahrt, abgeleitet aus den physikalischen Bedingungen auf der Erdumlaufbahn!* (Die Antworten entsprechen etwa der im Unterricht erarbeiteten Tabelle)
2. *Welche Bedeutung hat die „Interkosmos"-Kooperation der sozialistischen Staaten für die Gemeinschaft und für die einzelnen Staaten?*
   (Vereinigung aller Kapazitäten zu einheitlichen Zielen, Entwicklung spezieller nationaler Forschungsaufgaben, evtl. Beispiele für DDR-Anteil)

Unterrichtsmittel

Die vorhandenen Unterrichtsmittel (z. B. TR 53) erfassen die Ergebnisse der Raumfahrt aus den letzten Jahren noch nicht. Bis zur Veröffentlichung von neuen Unterrichtsmitteln stehen dem Lehrer auch wertvolle Dia-Serien von der Urania-Gesellschaft und der Gesellschaft für Deutsch-Sowjetische Freundschaft zur Verfügung. Dieses umfangreiche Material kann bei den Kreisvorständen ausgeliehen werden. Es ist auch sehr gut für die außerunterrichtliche Arbeit geeignet.

Literatur:
[1] Autorenkollektiv: **Methodik Astronomieunterricht.** Berlin 1977.
[2] Wissenschaftlerkollektiv: **Der Beitrag der DDR zum „Interkosmos"-Programm der sozialistischen Länder.** In: Astronomie und Raumfahrt (1978) 6. (Auch verwendbar: ROSE, J.: **Der Beitrag der DDR zum „Interkosmos"-Programm.** In: Die Sterne **54** [1978] 4.)

Anschrift des Verfassers:
SIR EDGAR OTTO
728 Eilenburg, Sternwarte „Juri Gagarin"

SIEGFRIED RASSL

Physikalische Experimente im Astronomieunterricht

Dem folgenden Autorreferat liegt die Pädagogische Lesung 4928 mit dem obengenannten Titel zugrunde, die 1979 vom Zentralvorstand der Gewerkschaft Unterricht und Erziehung ausgezeichnet wurde. Der Verfasser ist Fachlehrer für Physik/Astronomie an der POS Neumark/Sa., Fachberater für Physik und Mitglied der Fachkommission Astronomie im Kreis Reichenbach.

1. Die Funktion des Experiments im Astronomieunterricht

Es soll keinesfalls Aufgabe dieser Arbeit sein, Bedeutung und Funktion des Experiments im naturwissenschaftlichen Unterricht zu interpretieren, da hierzu umfassende Veröffentlichungen zum neuesten Stand der Theorie und Beiträge über Erfahrungen bei der Umsetzung in der Praxis vorliegen. Ein Studium der Beiträge von HASPAS (1), MANTHEI (2), HÖRZ (3), PARTHEY, WAHL (4) und ROSSA (5) ist dem am Problem interessierten Astronomielehrer zu empfehlen. Der Wert des Experiments wird auch dadurch deutlich, daß es „entweder Ausgangspunkt für die Erforschung einer Naturerscheinung und ihrer Gesetzmäßigkeiten oder Endpunkt der Erkenntnis, Bestätigung in der Praxis ist. Aus philosophischer Sicht ist es als Teil der Praxis Kriterium für den Wahrheitsgehalt einer wissenschaftlichen Aussage" [6]. Diese keinesfalls vollständigen Überlegungen lassen jedoch erkennen, daß eine Übertragung auf das Fach Astronomie möglich ist und das Experiment

seine berechtigte Stellung im Astronomieunterricht einnehmen muß. Um die Funktion der Experimente im Astronomieunterricht richtig zu erfassen, ist es notwendig, eine Klassifizierung nach ihrem Informationsgehalt vorzunehmen.

1.1. Klassifizierung der im Astronomieunterricht einsetzbaren Experimente

Der Vorteil des Experiments im Astronomieunterricht liegt hauptsächlich darin, daß es im Gegensatz zu den meisten Beobachtungen direkt in den Unterricht einbezogen werden kann und für die Demonstration Geräte und technische Hilfsmittel der Physik zur Verfügung stehen. Experimente werden entsprechend ihrem Informationsgehalt eingesetzt

- *bei der Erklärung astronomischer Sachverhalte mit Hilfe physikalischer Kenntnisse*, z. B. bei der Erklärung der Finsternisse durch Anwendung der Gesetzmäßigkeiten der Lichtausbreitung und Schattenbildung,
- *bei der Darstellung von Arbeitsmethoden und -techniken der astronomischen Forschung*, die physikalische Verfahren, Instrumente bzw. Effekte nutzen, so z. B. beim Einsatz der Spektralanalyse zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung von Objekten und ihrer Atmosphären,
- *bei der Demonstration von Aufbau und Funktion astronomischer Instrumente*, zum Beispiel des astronomischen Fernrohrs.

Es dürfte hier schon deutlich werden, daß damit dem Astronomielehrer Möglichkeiten gegeben sind, die zur Erhöhung der Qualität des Unterrichtes in vieler Hinsicht beitragen.

1.2. Didaktisch-methodische Funktionen des Experiments im Astronomieunterricht

Auf Grund des Informationsgehaltes haben Experimente im Unterricht bestimmte didaktisch-methodische Funktionen. Durch den bewußten und geplanten Einsatz wird die *Wissenschaftlichkeit* des Unterrichts erhöht. Die Schüler erhalten durch die Experimente anschauliche Belege für die dialektisch-materialistischen Aussagen über die Erkennbarkeit der Welt und das Wirken von Gesetzen im Weltall. Sie werden zu Einsichten geführt, die ihre Grundeinstellung im Sinne der Weltanschauung der Arbeiterklasse festigen. Bei der Durchführung der Experimente werden den Schülern *anschaulich und faßlich* Kenntnisse vermittelt, und durch eindrucksvolle Gestaltung von Aufbau und Durchführung wird neben der sinnlichen Wahrnehmung und dem damit verbundenen rationalen Erfassen auch das Emotionale bei der Bewußtseinsbildung wirksam.

Es erscheint notwendig, darauf zu verweisen, daß physikalische Experimente im Astronomieunterricht hauptsächlich bei der *Arbeit am neuen Stoff* eingesetzt werden. Gleichzeitig wirken sich dabei Funktionen der *Wiederholung, Festigung und Anwendung* aus.

2. Experimentelle Methode und Arbeit mit Modellen im Astronomieunterricht

„Es war richtig und notwendig, in unseren Lehrplänen und Lehrmaterialien auf die Vermittlung elementarer Methoden wissenschaftlichem Denkens und Arbeitens, auf die Befähigung zum selbständigen Wissenserwerb zu orientieren“ [7]. Es ist Aufgabe aller Fächer, neben der Vermittlung fachspezifischen Wissens, die Schüler mit Methoden der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung vertraut zu machen und sie an die Nutzung dieser Methoden bei ihrer Arbeit zu gewöhnen. Für die naturwissenschaftlichen Fächer sind experimentelle Methode und Arbeit mit Modellen typisch. Ein Erfolg bei der Entwicklung der Fähigkeit der Schüler, diese Methoden bei der selbständigen Arbeit zu nutzen, wird durch ein einheitliches Vorgehen in allen artverwandten Fächern gesichert. Deshalb ist es notwendig, daß auch der Astronomieunterricht dieser Aufgabenstellung Rechnung trägt. So muß der Astronomielehrer die Schritte der experimentellen Methode kennen, sie im Unterricht gegebenenfalls beim Einsatz des Experiments nachvollziehen können. Wenn die experimentelle Methode angewandt wird, sollen die Schüler das Vorgehen nach diesen Schritten erkennen. Keinesfalls bedeutet das, daß der Astronomielehrer die Abfolge des Vorgehens bei der experimentellen Methode von den Schülern wiederholen läßt, sondern daß das Vorgehen bei der Erarbeitung dieser Schritte widerspiegelt. Natürlich kann nicht bei jedem Experiment im Astronomieunterricht die experimentelle Methode angewandt werden. Weil astronomische Objekte nicht direkt zugängig sind, kann den Schülern überzeugend die Bedeutung des Arbeitens mit Modellen vermittelt werden. So werden im Astronomieunterricht experimentelle Anordnungen als vergegenständlichte Modelle astronomischer Vorgänge und Erscheinungen eingesetzt. Die Notwendigkeit einer Bestätigung der am Modell erarbeiteten Kenntnisse an astronomischen Realobjekten ist ständig hervorzuheben. Der Einsatz dieser wissenschaftlichen Methoden der Erkenntnisgewinnung steht im engen Zusammenhang mit der problemhaften Unterrichtsgestaltung. Problemhafter Unterricht, experimentelle Methode und Arbeit mit Modellen bedingen sich gegenseitig;

ihre Anwendung im Astronomieunterricht wird zur Methodenvielfalt und zu einem wissenschaftlichen und erkenntnisprozeßgerechten Unterricht beitragen.

3. Anforderungen an die im Astronomieunterricht einzusetzenden Experimente

Bei der Auswahl der Experimente sollte man von folgenden Überlegungen ausgehen:

- die Experimente dienen der Klärung astronomischer Sachverhalte;
- die Stoff-Zeit-Relation ist bei der Auswahl der Experimente zu beachten.

Daraus ergeben sich folgende Anforderungen:

- Die Experimente müssen in ihrer Aussage eindeutig sein, sich auf Wesentliches beschränken, eine direkte Beziehung zu astronomischen Sachverhalten aufweisen.
- **Die Durchführung im Unterricht darf keinen großen Zeitaufwand herbeiführen.**
- Experimente sollten bereits vor der Unterrichtsstunde aufgebaut werden und während der Demonstration keine komplizierten und zeitaufwendigen Umbauten erfordern.
- Umfangreiche Erläuterungen über Aufbau, Durchführung und Art der Auswertung der Experimente dürfen nicht notwendig sein.
- Die Experimente dürfen keinen Verstoß gegen Spezifik, Systematik und Wissenschaftlichkeit anderer Fächer darstellen.
- Die Experimente müssen den Bedingungen des Fachunterrichtsraumes angepaßt sein.
- Die Richtlinien des Arbeits- und Brandschutzes im naturwissenschaftlichen Unterricht sind bei Durchführung von Experimenten zu beachten.

Es muß nochmals darauf hingewiesen werden, daß das Zeitproblem von besonderer Bedeutung ist. Werden die Experimente gut ausgewählt, intensiv vorbereitet – dazu gehört auch, daß sich der im Experimentieren wenig erfahrene Lehrer in der Vorbereitung durch Übung Sicherheit aneignet – im Unterrichtsprozeß richtig geplant und wirkungsvoll durchgeführt, so kann dadurch ein Zeitgewinn erzielt und die Effektivität des Unterrichts erhöht werden.

4. Schlußbemerkung

Mit diesem Beitrag soll auf das Problem des Einsatzes physikalischer Experimente im Astronomieunterricht orientiert werden. Es sei erneut betont, daß damit **eine,** aber nicht die einzige Möglichkeit zur weiteren Erhöhung der Qualität des Astronomieunterrichts Gegenstand der Betrachtung ist. Die Methodenvielfalt, die Erhöhung von Wissenschaftlichkeit, Anschaulichkeit und Faßlichkeit lassen die Bedeutung des Experiments für den Astronomieunterricht erkennen und weitere Untersuchungen und Diskussionen hierzu wertvoll erscheinen. Eine interessante Frage ist z. B. die, ob durch den Einsatz von Experimenten im Astronomieunterricht die Stoff-Zeit-Relation belastet oder günstiger beeinflußt wird.

(Anmerkung der Redaktion: Wir erbitten weitere Meinungen zur Rolle und zum Einsatz des Experimentes im Astronomieunterricht.)

Literatur:

[1] HASPAS, K.: **Zu einigen aktuellen Fragen der Erkenntnistheorie im Physikunterricht.** Methodische Beiträge zum Unterricht im Fach Physik, Heft 7, 6–23.

[2] MANTHEI, W.: **Möglichkeiten zur intensiveren und rationaleren Gestaltung des experimentellen Physikunterrichts.** Methodische Beiträge zum Unterricht im Fach Physik, Heft 7, 112–126.

[3] HÖRIZ, H.: **Experiment und experimentelle Tätigkeit im naturwissenschaftlichen Unterricht.** Physik in der Schule 13 (1975) 10, 417–427.

[4] PARTHEY, H.; WAHL, D.: **Die experimentelle Methode in Natur- und Gesellschaftswissenschaften.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1966.

[5] ROSSA, E.: **Experiment – experimentelle Methode – Persönlichkeitsentwicklung.** Physik in der Schule 14 (1976) 11, 461–471.

[6] Autorenkollektiv: **Physikunterricht, Methodisches Handbuch für den Lehrer.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1961, 32.

[7] HONECKER, M.: **Der gesellschaftliche Auftrag unserer Schule.** Referat auf dem VIII. Pädagogischen Kongreß, Deutsche Lehrerzeitung 43/1978, Beilage, 17.

Anschrift des Verfassers:
OL SIEGFRIED RASSL
9805 Neumark/Sa., Dr.-Wilhelm-Külz-Straße 2a

UNSER FORUM

Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Die Sonne"[1]

Angeregt durch die Vorstellung einer weiteren Variante zu den Unterrichtshilfen und die Veröffentlichung von Standpunkten einer Fachkommission zur Arbeit mit diesem Material haben sich Lehrer mit ihren Erfahrungen und Erkenntnissen zu diesem Thema zu Wort gemeldet[2]. Wir veröffentlichen auszugsweise einige Stellungnahmen.

[1] s. Astronomie in der Schule 15 (1978) 2, 3, 4, 5.
s. Astronomie in der Schule 16 (1979), 2, 37–39.

LUISE GRÄFE, Dresden

Die meisten der 30 Astronomielehrer unseres Stadtbezirkes begrüßten derartige Hilfen in der Fachzeitschrift. Sie erleichtern die Vorbereitung des Unterrichts, das Festlegen von stofflichen Schwerpunkten die Überlegungen zur Durchführung notwendiger Schülertätigkeiten und den erkenntnisprozeßgerechten Einsatz von Unterrichtsmitteln. Es sind konkrete Hilfen für die Planung, Vorbereitung und Gestaltung des Unterrichts. Bei der Arbeit mit dem Material entstanden Fragen und Erkenntnisse, die wir mitteilen möchten. Die Aufteilung der Stunden in Inter-

pretationsteil, Verlaufsteil und Materialteil ist gut, sollte aber im Verlaufsteil zum Zwecke rascher Information durch tabellarische Übersichten ergänzt werden. Der Interpretationsteil müßte stichwortartig darstellen, was zum grundlegenden Wissen und Können gehört und was fachübergreifende Aspekte sind. Dazu gehört auch eine Übersicht über Unterrichtsmittel. Gut sind die Zielorientierung und die Abrechnungskriterien für alle Stunden. Es sollte darauf hingewiesen werden, diese Fragen nicht wörtlich zu übernehmen, sondern stets die konkrete Situation zu beachten.
In guter Absicht versuchte man im Verlaufsteil den Prozeß im Detail vorauszuplanen, Jedoch ist die Realisierung des veröffentlichten Vorschlages nur im Idealfall möglich. Einige Kollegen kamen bei der Arbeit mit diesem Teil in Zeitschwierigkeiten. Es müßte stärker herausgestellt werden, welche inhaltlichen Schwerpunkte unbedingt zu realisieren und wo unter Umständen Abstriche möglich sind.
Auf die Erziehungswirksamkeit des Unterrichts müßte stärker eingegangen werden. Wo gibt es konkrete Möglichkeiten, erzieherisch auf die Schüler einzuwirken? In welcher Art und Weise soll das geschehen?

EVA-MARIA SCHOBER, Pirna

Die Kollegen des Kreises Pirna betrachten die Artikelserie als gute Anleitung zur unterrichtlichen Erörterung des Stoffgebietes „Die Sonne". Sie hilft bei der Interpretation des Lehrplans und enthält Anregungen für das **Wie.** Natürlich gibt es besonders zum Verlaufsteil unterschiedliche Auffassungen. Wesentliche Erkenntnisse wollen wir mitteilen. Bei straffer Unterrichtsführung, entsprechender Lernhaltung aller Schüler und der Reaktivierung notwendiger Vorkenntnisse ist der vorgeschlagene Unterrichtsweg zu schaffen. Trotzdem muß der Lehrer bei Einschätzung der örtlichen Situation entscheiden, was möglich ist, worauf er verzichten muß. Uns erscheint die Einleitungsfrage in der ersten Stunde zu banal. Was ist die Sonne? Häufige Schülerantwort war: Ein Stern. Wie weiter? Wäre es nicht sinnvoller, die Frage so zu formulieren: Wodurch unterscheidet sich die Sonne von uns bekannten Himmelskörpern? Formulieren Sie besondere Merkmale!
Im Verlaufsteil wird das **Wie** erzieherischer Absichten nicht genügend konkret erörtert. An welchem Knotenpunkt mit welchem methodischen Aufwand sind die angegebenen Erziehungsziele zu realisieren? Der Materialteil geht teilweise über das Stundenziel hinaus, sollte aber als Hinweis für Möglichkeiten betrachtet werden.
Insgesamt begrüßen wir die Initiative der Zeitschrift und erbitten weitere Hilfen dieser Art.

KLAUS RAABE, Leipzig

Eine Reihe Lehrer unseres Stadtbezirkes haben nach diesen Hilfen bzw. in Anlehnung an sie gearbeitet. Der Interpretationsteil ist ausgezeichnet gelungen. Er gibt gute Anregungen zur beabsichtigten Überarbeitung der vorhandenen Unterrichtshilfen. Der Verlaufsteil löste unterschiedliche Reaktionen aus. Gewünscht werden mehr Hinweise auf mögliche Übersichten, Zusammenstellungen und Vergleiche. Die Darstellungen sind oft zu abstrakt und zu wenig auf die Erfahrungswelt der Schüler abgestimmt. Warum gibt es keine Veranschaulichung zu Zahlenwerten? Wie bei allen bisher veröffentlichten methodischen Hilfen werden Maximalforderungen gestellt. Keiner unserer an der Erprobung beteiligten Lehrer konnte den vorgeschlagenen Unterrichtsweg in der zur Verfügung stehenden Zeit bewältigen. Im Verlaufsteil müßte stärker differenziert werden. Das muß unbedingt gebracht werden! So wird es nach unserer Meinung richtig gemacht! Das kann man noch bringen (je nach Klassensituation)! Das ist im Unterricht nicht möglich bzw. nötig! Solche Überlegungen sollte man zukünftig in die Betrachtungen einbeziehen. Insgesamt wird eine straffere Darstellung der Verlaufsvariante gewünscht.

AUS WISSENSCHAFT UND UNTERRICHT

● **Neues über den Vulkanismus auf Jupitermond I (Io)**

Anfang Juli 1979 passierte die Raumsonde Voyager II Jupiter und seine Monde – rund 4 Monate nach dem Vorbeiflug von Voyager I. Die Bilder von Voyager I zeigten auf dem Jupitermond I (Io) aktiven Vulkanismus. Es war das erste Mal, daß Vulkanismus auf einem Körper im Weltraum nachgewiesen werden konnte.
Die Kameras von Voyager II beobachteten Io, mit Unterbrechungen, 5 Tage lang. Etwa 7 Stunden, um die größte Annäherung herum, wurde am 9. Juli ununterbrochen beobachtet. Die Auflösungen lagen zwischen etwa 100 und 20 km. Von den 8 tätigen Vulkanen, die Voyager I feststellte, waren 6 immer noch aktiv; einer, der größte, war zweifelsfrei ruhig und ein weiterer konnte nicht auf seinen Aktivitätszustand hin untersucht werden. Die meisten Kegel und Wolken hatten die gleiche Größe wie auf den Voyager I-Aufnahmen, aber der gegenwärtig aktivste Krater war von etwa 100 km auf 150 km Höhe angewachsen, und dies nur in vier Monaten! Es wurden zwar keine neuen Eruptionsstellen entdeckt, aber nach vorläufigen Untersuchungen scheinen sich ziemlich großräumige Veränderungen in der Gestaltung der Oberfläche, soweit sie mit Auflösungen von 40 bis 50 km erfaßt werden können, abgespielt zu haben; diese Veränderungen geschahen sowohl bei Aktivitätszentren als auch in anderen Gebieten.
Aus „Der Sternenbote" (Wien) 22 (1979) 9.

● **Zur Arbeit mit dem neuen Rahmenprogramm**

Seit September 1978 arbeiten an den 27 Oberschulen des Stadtbezirkes Berlin-Treptow 10 AGR „Astronomie und Raumfahrt". Acht Arbeitsgemeinschaften kamen das ganze Schuljahr regelmäßig zusammen. Zwei führten ihre Tätigkeit nur sporadisch durch. An den Arbeitsgemeinschaften nahmen 116 Schüler teil. Neun AGR betreuten Lehrer, die mehrere Jahre in Astronomie unterrichten. Sechs davon schlossen ihr Zusatzstaatsexamen im Fach Astronomie ab. Eine Arbeitsgemeinschaft führt ein Amateurastronom.
Im April 1978 wurde den Leitern der Arbeitsgemeinschaften in der Fachkommission Astronomie das neue Rahmenprogramm erläutert. Es zeigte sich, daß vor allem der Wahlkurs hohe Anforderungen an die Leiter stellt. Welcher Wahlkurs absolviert wird, hängt von den Kenntnissen des Leiters ab. In größeren Städten, wo Beobachtungen schwieriger sind, ist es nicht ratsam, den Wahlkurs „Methoden zur Erforschung von Himmelskörpern" zu wählen. Die Fachkommission empfahl, bei der Festlegung des Wahlkurses auch Neigungen und Interessen der Schüler zu berücksichtigen. Den Leitern wurde vorgeschlagen, in ihrer Tätigkeit folgende Schwerpunkte zu beachten:
– Durchführung von Beobachtungen mit dem Schulfernrohr und Interpretation ermittelter Daten,
– Besuch einiger Veranstaltungen in der Archenhold-Sternwarte (thematische Vorträge, Führungen, Beobachtungsabende),
– Herstellung von Anschauungsmaterial für den Fachunterrichtsraum.

Bei meinen Hospitationen in den Arbeitsgemeinschaften prüfte ich als Fachberater, wie diese Aufgaben verwirklicht wurden. Im Laufe des Schuljahres erhielten die Leiter der AGR ständig Anleitung für ihre Tätigkeit. So wurden u. a. fachliche Überblicke zu bestimmten Teilbereichen der Astronomie (z. B. Radioastronomie) gegeben. Am Ende des vergangenen Schuljahres schätzten wir erste Ergebnisse der Arbeit mit dem neuen Rahmenprogramm ein. In allen AGR finden regelmäßig Beobachtungen mit dem Schulfernrohr statt und monatlich einmal bzw. alle zwei Monate wird die Sternwarte besucht. Die Teilnehmer der AGR zeigen im Astronomieunter-

richt sehr gute Leistungen und helfen bei den obligatorischen Beobachtungsabenden. Sie sind in der Lage, das Schulfernrohr aufzubauen, ein Objekt einzustellen und fertigen gewissenhaft Beobachtungsprotokolle an. Die Schüler besitzen Fertigkeiten im Umgang mit der drehbaren Sternkarte, beteiligten sich aktiv an Materialzusammenstellungen, an der Gestaltung von Anschauungsmaterial und Sammlung von astronomisch-kosmonautischen Informationen aus der Tagespresse. Die meisten Arbeitsgemeinschaften zeigten Exponate ihrer Tätigkeit zur MMM der Schule. Drei Anschauungstafeln wurden auf der Kreismesse und eine auf der Bezirksmesse ausgestellt. In Gesprächen mit Teilnehmern der AGR erfuhr ich, daß sie die Zusammenkünfte gern besuchen. Einige Schüler mit „Strohfeuer" schieden schon nach den ersten zwei Monaten aus. Die Arbeitsgemeinschaftsleiter nannten auch Probleme bei der Verwirklichung des neuen Rahmenprogramms. Sie suchen nach Wegen einer interessanten Gestaltung der Tätigkeit und möchten konkret wissen, in welchem Umfang der geforderte Stoff zu behandeln ist. Ihnen ist teilweise der Unterschied zwischen dem obligatorischen und fakultativen Unterricht nicht klar. Viele AG-Leiter haben bei Beginn des Grundkurses wenig Vorstellung über die Auswahl des Wahlkurses. Bei der Führungstätigkeit widmen Direktoren teilweise den Arbeitsgemeinschaften zu wenig Aufmerksamkeit. Es gibt Schwierigkeiten bei der Beschaffung der vorgegebenen Literatur. Die im Rahmenprogramm genannten 36 Buchtitel sind größtenteils vergriffen. Die Vorbereitung der Leiter auf die Zusammenkünfte ist mit erheblichen Zeitaufwand verbunden. Man erwartet die Herausgabe von Hilfen für die Gestaltung der Tätigkeit in der AGR. Wir haben uns die Aufgabe gestellt, auch in diesem Schuljahr die Tätigkeit der vorhandenen Arbeitsgemeinschaften zielstrebig und niveauvoll weiterzuführen. In einigen Schulen werden neue AGR gebildet. Bei der Auswahl der Wahlkurse ist größere Hilfe des Fachberaters erforderlich. Der Fachzirkel muß den Leitern der AGR mehr inhaltliche und methodische Hilfen geben.

ILSE KRÖSCHE

● 10 Jahre Astronomieolympiade im Kreis Wittenberg

Mit Abschluß des Schuljahres 1978/79 kann die Fachkommission Astronomie des Kreises Wittenberg auf eine 10jährige Erfahrung mit Astronomieolympiaden zurückblicken. Diese Leistungsvergleiche der besten Schüler unseres Faches gehen auf sowjetische und polnische Anregungen zurück, die uns veranlaßten, dieses Mittel des geistigen Wettbewerbes auch in unserem Kreis zu erproben und erfolgreich weiterzuführen. Die erste Olympiade, als ein Experiment gedacht, rief große Resonanz hervor, so daß wir uns entschlossen, diese Form des Leistungsvergleichs beizubehalten. Wir knüpften Kontakte mit MARIA PANKOW, VR Polen, und tauschten unsere Erfahrungen miteinander aus, da Olympiaden ähnlicher Art in unserer Republik damals noch nicht durchgeführt wurden.

Weil das Wissen über grundlegende Fakten, Begriffe, Gesetze, Methoden und Verfahren der Naturwissenschaft unerläßlich für ein wissenschaftliches Weltbild unserer Schüler ist, erarbeiteten wir in den 10 Jahren ein umfangreiches Angebot an Fragen, Aufgaben und Handlungsaufforderungen. Es war nicht nur darauf gerichtet, Wissen abzufragen, sondern auch das Können der Olympioniken zu ermitteln. So wurden z. B. die Kenntnisse im Umgang mit der drehbaren Schülersternkarte nicht nur im Klassenraum überprüft; die Schüler mußten auch nachweisen, daß sie unter nächtlichen Bedingungen imstande waren, die Sternkarte bei der Durchführung von Beobachtungen richtig zu handhaben. Auch die Betrachtung der Sonne am Tage mittels Chromfilter und Sonnenprojektionsschirm war einige Male Gegenstand unseres Leistungsvergleichs. Die Schüler stellten die Randverdunkelung fest und zeichneten die Lage der Sonnenflecken auf. Obwohl dieser Auftrag nicht zu den verbindlichen Beobachtungsaufgaben gehört, beeindruckte sie diese Tätigkeit nachhaltig und erbrachte recht gute Ergebnisse. Die Fähigkeit, die lehrplanverbindlichen Berechnungen durchzuführen, wie die Anwendung des 3. KEPLERschen Gesetzes zur Berechnung der Entfernung eines Planeten und das Errechnen der Strahlungsleistung der Sonne, stellten die Schüler ebenfalls unter Beweis. Wir betrachten hohe naturwissenschaftliche Bildung, die Aneignung grundlegender Gesetze der Natur als unentbehrlich, damit die Jugend lernt, was der Mensch vermag, wenn er die Gesetze der Natur beherrscht. Aber auch politisch-ideologische Aussagen zu aktuellen Fragen der sowjetischen Kosmonautik waren gefordert. Dabei ging es nicht nur um die Aufzählung sowjetischer Pionierleistungen bei der Erkundung des Erdmonds und um das Können der sowjetischen Kosmonauten bei der Erforschung der Erde, sondern auch um die Integration sozialistischer Staaten bei der Weltraumforschung und um die gesellschaftliche Verantwortung der Raumfahrtnationen vor der gesamten Menschheit.

Ein besonderer Höhepunkt waren die Olympiaden, die das Wissen und Können der Teilnehmer bei abendlichen Beobachtungen prüften. Da es immer noch Schulen gibt, an denen verbindliche Beobachtungsaufgaben nicht im erforderlichen Umfang und in ausreichender Qualität durchgeführt werden, wirkten sich diese Olympiaden außerordentlich stimulierend auf den Astronomieunterricht aus. Unsere Erfahrungen erbrachten, daß die Teilnehmerzahl bei dieser praxisbezogenen Tätigkeit besonders hoch war und sehr gute Ergebnisse zustande kamen. Dabei wurden Überzeugungen vom objektiven Charakter der Naturgesetze und ihrer Erkennbarkeit gefestigt, Gewohnheiten des exakten disziplinierten Arbeitens gestärkt und Fähigkeiten der schöpferischen Tätigkeit weiterentwickelt. Die Beobachtungen, die in den Jahren 1974 und 1976 bei günstiger Witterung gelangen, mußten aber leider auf dem Schulhof einer Stadtschule absolviert werden, da der Kreis Wittenberg keine Beobachtungsstation besitzt. Einen bedeutenden Anteil an der sachgerechten Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Olympiaden hatte die Fachkommission Astronomie, zu der sechs erfahrene Astronomielehrer gehören. Sie bewältigten mit viel Interesse und großem Fleiß die dabei anfallende Arbeit. Diese gemeinsame Tätigkeit trug somit auch zur Festigung des kleinen Kollektivs bei. Immer mehr Astronomielehrer und Direktoren erkannten die Bedeutung dieser Art des Leistungsvergleiches der besten Astronomieschüler. Sie machten die regelmäßigen Ergebnisanalysen und Hinweise des Fachberaters auch zum Gegenstand der Erörterungen des Standes des Wissens und Könnens ihrer Schüler am Ende eines Schuljahres und bei der Aufstellung eines Maßnahmekataloges zur weiteren Verbesserung der Leistungen. Ebenfalls stieg die Zahl der teilnehmenden Schüler in diesen Jahren von 17 im Jahr 1970 bis auf 43 an. Die jährlichen Auszeichnungen der Olympioniken mit Urkunden und Buchpreisen wurden an den Schulen bei gesellschaftlichen Höhepunkten vorgenommen und trugen wie die Olympiaden selbst zur Erhöhung des Ansehens des Faches Astronomie beträchtlich bei. Inzwischen sind auch andere Fachkommissionen im Bezirk Halle dem Wittenberger Beispiel gefolgt.

● Weiterbildung in den Sommerferien 1980 in Bautzen

Der zentrale Spezialkurs Astronomie 1980 (3.1. „Methoden und Ergebnisse der Erforschung des Sonnensystems") findet in der Zeit vom 7. bis 11. Juli 1980 in Bautzen/Kleinwelka statt. Anmeldungen bitten wir auf den Vordrucken 51270 (Rückantwortkarte bitte frankieren!) mit der Bestätigung durch den Direktor über das zuständige Pädagogische Kreiskabinett an die Sternwarte Bautzen, 86 Bautzen 1, Postschließfach 326 (Telefon 4 71 26) zu senden. Wir bitten, auf den Anmeldekarten unbedingt die Privatanschrift sowie die Anschrift der Schule einzutragen. Anmeldeschluß ist der **29. Februar 1980** (Poststempel).

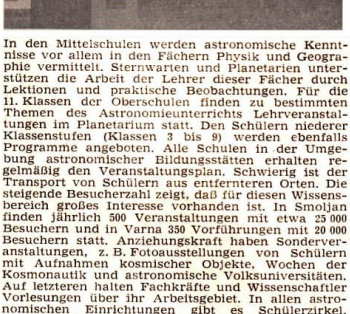
● In eigener Sache

OL HANS-JOACHIM NITSCHMANN wurde auf eigenen Wunsch ab 1. November 1979 von der Funktion des stellvertretenden Chefredakteurs unserer Zeitschrift entbunden. Für seine 15jährige verantwortungsbewußte Tätigkeit wird ihm Dank und Anerkennung ausgesprochen. Zum stellvertretenden Chefredakteur wurde OL Dr. päd. KLAUS LINDNER berufen.

WIR STELLEN VOR

Volkssternwarten und Planetarien in der Volksrepublik Bulgarien

Die Volksrepublik Bulgarien besitzt sieben größere Volkssternwarten, von denen fünf ein Planetarium haben. 1962 eröffnete das erste Kleinplanetarium in Dimitroffgrad (s. Abbildung) seine Pforten. In der Zwischenzeit wurden in Varna, Jambol, Stara Sagora und Smoljan (s. Titelbild) weitere Geräte dieser Art aufgestellt. In Sofia, Smoljan und anderen Orten nahmen neue Sternwarten ihre Tätigkeit auf. Der Bau weiterer volksbildender Observatorien ist vorgesehen. Die Bildungseinrichtungen sind mit Instrumenten und Geräten vor allem aus der UdSSR und DDR ausgerüstet. Sie unterstehen den Bezirksdirektoren für Volksbildung und haben den gesellschaftlichen Auftrag, Erwachsenen und Jugendlichen wissenschaftliche Kenntnisse über das Weltall zu vermitteln und in diesem Zusammenhang die wissenschaftliche Weltanschauung ausprägen zu helfen. An erster Stelle steht die Arbeit mit der Jugend. Regelmäßig finden Führungen, Lektionen, Beobachtungen und Foren mit Wissenschaftlern statt.



In den Mittelschulen werden astronomische Kenntnisse vor allem in den Fächern Physik und Geographie vermittelt. Sternwarten und Planetarien unterstützen die Arbeit der Lehrer dieser Fächer durch Lektionen und praktische Beobachtungen. Für die 11. Klassen der Oberschulen finden zu bestimmten Themen des Astronomieunterrichts Lehrveranstaltungen im Planetarium statt. Den Schülern niederer Klassenstufen (Klassen 3 bis 9) werden ebenfalls Programme angeboten. Alle Schulen in der Umgebung astronomischer Bildungsstätten erhalten regelmäßig den Veranstaltungsplan. Schwierig ist der Transport von Schülern aus entfernteren Orten. Die steigende Besucherzahl zeigt, daß für diesen Wissensbereich großes Interesse vorhanden ist. In Smoljan finden jährlich 500 Veranstaltungen mit etwa 25 000 Besuchern und in Varna 350 Vorführungen mit 20 000 Besuchern statt. Anziehungskraft haben Sonderveranstaltungen, z. B. Fotoausstellungen von Schülern mit Aufnahmen kosmischer Objekte, Wochen der Kosmonautik und astronomische Volksuniversitäten. Auf letzteren halten Fachkräfte und Wissenschaftler Vorlesungen über ihr Arbeitsgebiet. In allen astronomischen Einrichtungen gibt es Schülerzirkel. Schüler der Klassen 7 und 8 arbeiten nach einem dreijährigen Programm. Sie erhalten Grundkenntnisse der Astronomie, eine gründliche praktische Ausbildung und Anleitung zum Selbstbau einfacher Instrumente. Diese jungen Amateure beteiligen sich auch an wissenschaftlichen Aufgaben, z. B. an Sonnenbeobachtungen, Beobachtungen künstlicher Satelliten usw. In der Zirkelarbeit erwerben die Schüler Fähigkeiten zum Beobachten und zum Interpretieren ermittelter Daten. Bei ihnen wächst das Bedürfnis, selbständig zu forschen. Außerdem werden solche Eigenschaften wie Beharrlichkeit, Beständigkeit und Schöpfertum ausgeprägt. Viele Zirkelteilnehmer wählen einen naturwissenschaftlichen oder technischen Beruf.

Mit den genannten und anderen Aufgaben haben die Sternwarten und Planetarien in der Volksrepublik Bulgarien einen wichtigen Platz im geistig-kulturellen Leben des Landes und nehmen mit ihren Mitteln aktiven Anteil an der Formung des sozialistischen Bewußtseins vor allem bei jungen Menschen.

T. NATSCHEWA-SBIRKOWA
Leiterin der Sternwarte und des Planetariums in Smoljan

Astronomisches Zentrum Schkeuditz[1]

Das Astronomische Zentrum Schkeuditz wurde im Oktober 1978 eröffnet. Es ist eine ideale Anlage für die praxisverbundene Vermittlung von Kenntnissen über das Weltall. Ein zentral gelegener Unterrichtsraum wird von einem Observatorium und einem Planetarium eingeschlossen. Das Hauptinstrument ist ein Coudé-Refraktor (150/2250), der in einem 5-m-Turm unter einer 3-m-Kuppel steht. Der größere Turmdurchmesser im Vergleich zur Kuppel erweist sich bei Gruppenbeobachtungen als sehr vorteilhaft, ebenso bietet die Fläche des Daches über dem Unterrichtsraum gute Beobachtungsbedingungen mit kleineren Geräten. Der abendliche Besucher wird feststellen, daß die Nachteile für die Beobachtung im Großstadtgebiet durch die Wahl des Standortes aufs bestmöglichste verringert wurden. Außerdem liegen in 200 m Entfernung die EOS „Leibniz", die POS „Lessing". – aber auch die Straßenbahnhaltestelle. Unter der 8-m-Kuppel des Planetariums befindet sich ein leistungsfähiges ZKP 2 mit allen Zusatzprojektoren des Raumflugplanetariums. Eine Klimaanlage sorgt zu jeder Jahreszeit für konstante Temperatur.

Mit dem Planetariumsgerät lassen sich die wesentlichen Darstellungselemente des Großplanetariums ausführen: der kleinere Rahmen – 60 Plätze – läßt eine individuellere Gestaltung zu, die bei günstigen Sichtbedingungen mit einer abschließenden Beobachtung verbunden werden kann. Optimale Bedingungen bestehen für die sieben Klassen der Nachbarschulen, die donnerstags und freitags den Astronomieunterricht im Zentrum erhalten. Ideal ist die Kombination des Sonnensystemprojektors mit der Jahresbewegung des ZKP 2, denn damit lassen sich auch Stundenthemen wie „Die Bewegung des Erdmondes" oder „Die Bewegung der Planeten" im Planetarium leicht verständlich gestalten. Deshalb werden ausgewählte Stunden für alle Schulen des Kreises im Zentrum durchgeführt, die selbstverständlich auch von vielen Schulen der Stadt Leipzig genutzt werden. Im Oktober 1979 zählte nach einjähriger Tätigkeit das Planetarium 12 500 Besucher.

Im Wochenablauf hat sich folgende Gliederung ergeben: – Der Montagabend ist der obligatorischen Schülerbeobachtung vorbehalten; sechs Schulen der näheren Umgebung werden damit verbindlich erfaßt, weitere Schulen oder „Gast-AG" nach Absprache. – Interessierte Jugendliche und Erwachsene treffen sich am Dienstagabend im Arbeitskreis zur aktiven, vornehmlich fotografischen Beobachtung, eine Dunkelkammer wurde eingerichtet. Der Mittwochnachmittag mit den frühen Abendstunden gehört den drei Arbeitsgemeinschaften. „Komm' doch mal ins Zentrum", mit diesem Motto sprechen wir am Donnerstagnachmittag einzelne Schüler der 10. Klasse an, die bei uns ihr Wissen vertiefen (vielfältige Literatur liegt aus). Anhand von Fragen zum Unterrichtsstoff, die der Fachberater mit Antworten ausgearbeitet hat, kontrollieren oder erweitern die Schüler bei kleinen Übungen ihr Wissen. Gastgeber sind jeweils einige Mitglieder der AG.

Jugendstunden speziell zum Thema „Wir erkennen die Welt – wir verändern die Welt" oder eine Stunde für den Heimatkundeunterricht der 3. Klassen zum Tagbogen der Sonne werden nach vorheriger Anmeldung häufig genutzt.

Unerwartet hoch liegt das Interesse der Öffentlichkeit für diese astronomische Einrichtung. Monatlich melden sich bis zu zehn Arbeitskollektive aus dem Leipziger Raum für eine Führung im Zentrum an; am letzten Sonnabend und Sonntag des Monats sind jeweils zwei öffentliche Veranstaltungen im Planetarium. Aktuelle Aussagen zu Fragen der Astronomie und Raumfahrt lassen sich mit dem Erlebnis einer Führung im Planetarium oder einer abendlichen Beobachtung gut verbinden.

GÜNTER WOLF

[1] s. Titelbild Heft 4/1979

REZENSIONEN

ALBERT EINSTEIN in Berlin 1913 bis 1933. Bearbeitet von H.-J. TREDER und CH. KIRSTEN, Akademie-Verlag, Berlin 1979. Teil 1: Darstellung und Dokumente, 287 S., Leinen, 42,– Mark; Teil 2: Spezialinventar, 295 S., Leinen, 38,– Mark.

Zum 100. Geburtstag ALBERT EINSTEINS, des überragenden Physikers und Humanisten, hat die Akademie der Wissenschaften der DDR eine beachtenswerte und wichtige Sammlung von Dokumenten zu EINSTEIN aus dessen Berliner Jahren ausgesucht, kommentiert und herausgegeben. Der 2. Band der vorliegenden Sammlung enthält das gesamte Spezialinventar der in den Archiven der DDR und teilweise in Privatbesitz befindlichen Dokumente. H.-J. TREDER hat sich der Aufgabe unterzogen, diese überraschende Vielfalt und Menge an Dokumenten zusammen mit CH. KIRSTEN zu sichten und zu werten. Der 1. Band enthält deshalb eine ausführliche Schilderung des EINSTEINschen Wirkens in Berlin, wobei die für diese Schilderung entscheidenden Dokumente im Wortlaut nachlesbar sind. Die Dokumente sind gegliedert in die Fragenkreise um EINSTEINS Aufnahme in die Akademie und seine Mitgliedschaft, um EINSTEINS Mitarbeit in Gremien und seine persönlichen Beziehungen zu ihren Mitgliedern, um EINSTEINS Tätigkeit am Kaiser-Wilhelm-Institut und an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, um EINSTEINS Beziehungen zur Astronomie und zu den Potsdamer astronomischen Einrichtungen, um EINSTEINS politische Wirksamkeit und schließlich die Vorgänge um den Austritt EINSTEINS aus der Akademie.

Mit Hilfe der Dokumente macht H.-J. TREDER deutlich, daß EINSTEINS Wahl in die Akademie ein Stück wohlüberlegter Wissenschaftspolitik war und daß gerade die Berliner Akademiemitglieder und Physiker an EINSTEINS berühmten Arbeiten von 1905 erkannt hatten, daß die Zuwahl EINSTEINS einen bedeutenden Gewinn für die Akademie darstellte. Dies geht aus dem Wahlvorschlag für EINSTEIN, der als erstes Dokument wiedergegeben wird, klar hervor. EINSTEINS Berliner Zeit beginnt mit der endgültigen Ausarbeitung der Allgemeinen Relativitätstheorie, der Entdeckung der statistischen Gesetzmäßigkeiten bei der Emission und Absorption des Lichtes und dem zusammen mit W. de HAAS durchgeführten Versuch zum Nachweis der Proportionalität der Änderungen von Drehimpuls und magnetischem Moment. Die Arbeit zur Allgemeinen Relativitätstheorie, darunter die Untersuchung der durch sie ermöglichten kosmologischen Fragestellungen, die Frage der Verschärfung angenäherter Lösungen zu exakten Lösungen (die das Bewegungsproblem und das Problem der Existenz von Gravitationswellen impliziert), die Untersuchung der Bedeutung der Gravitation für die Grundlagenfragen der Quantentheorie STEINS an der Akademie dar. TREDER hat dies in und die Versuche zur Fortsetzung des Programms der Allgemeinen Relativitätstheorie, stellt den berühmtesten und bekanntesten Teil der Arbeiten EINder Einleitung gewürdigt und dargelegt.

Nicht so bekannt, aber – wie die zitierten Dokumente zeigen – von der Intensität her ganz erstaunlich sind EINSTEINS Arbeiten zur Quantentheorie. Gerade an diesem Teil des Wirkens ALBERT EINSTEINS zeigt es sich, welchen großen Einfluß die ständige Diskussion der wissenschaftlichen Probleme mit kongenialen Fachkollegen auf die hinreichende Verschärfung und schließlich die Lösung der anstehenden Fragen hatte. Besonders interessant und wichtig ist die Tatsache, daß EINSTEIN nicht nur ein tiefdringender Theoretiker war, sondern daß er auch und gerade deshalb in der Diskussion um Experimente und ihre Planung wichtige und zukunftweisende Beiträge geleistet hat. Das bereits zitierte Experiment zusammen mit de HAAS und seine frühere Tätigkeit am Patentamt in Bern bestimmten EINSTEIN an der Akademie als Experten für technische Fragen. EINSTEINS Tätigkeit im Zusammenhang mit dem Kaiser-Wilhelm-Institut und der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt sind durch Dokumente belegt. Eine versteckte Besonderheit ist die im Dokument Nr. 87 zitierte Protokollnotiz, in der EINSTEIN auf die Notwendigkeit hinweist, die Supraleitungseigenschaft der Verbindungsstelle zwischen zwei Supraleitern zu untersuchen – eine Aufgabe, die erst in jüngster Zeit gelöst worden ist.

EINSTEINS Einsatz an der Akademie galt darüber hinaus nicht nur den unmittelbar wissenschaftlichen Fragen, sondern er bestimmte zusammen mit PLANCK, v. LAUE und den anderen Physikern an der Akademie die Planung in der Physik auf personellem und finanziellem Gebiet. In diesem Zusammenhang ist das Dokument Nr. 79, der Antrag des Kaiser-Wilhelm-Instituts auf Errichtung eines Instituts für Theoretische Physik, in seinen Grundgedanken auch noch von aktuellem Interesse.

Während EINSTEINS wissenschaftliche Tätigkeit in ihrem Hauptteil in den einschlägigen wissenschaftlichen Zeitschriften und den Lehrbüchern über Physik verfolgt werden kann, ist die Darstellung von EINSTEINS politischer Tätigkeit sine ira et studio an Hand ausführlicher Dokumente besonders verdienstvoll, war es doch gerade die Berliner Zeit, in der EINSTEINS Persönlichkeit politisch reifte. Ein gutes Drittel der Dokumente, die im 1. Band abgedruckt sind, beziehen sich auf diesen Teil seines Wirkens. Dabei wird deutlich, daß EINSTEINS gesellschaftliche Wirksamkeit eng mit dem Erfolg seiner wissenschaftlichen Arbeit zusammenhing.

Etwas unerwartet ist vielleicht schon das Dokument Nr. 118, eine schwarze Liste aus dem letzten Jahr des Weltkrieges, die EINSTEINS Namen enthält. Jedoch ganz folgerichtig entwickelt sich das politische Bild EINSTEINS, wobei der unbestrittene Höhepunkt das Dokument Nr. 146 ist, ein offener Brief, den ALBERT EINSTEIN, KÄTHE KOLLWITZ und HEINRICH MANN an die Vorsitzenden der KPD, der SPD und der Gewerkschaft mit der Aufforderung gesandt haben, sich zu einer gemeinsamen Aktion, speziell einer gemeinsamen Kandidatenliste, gegen den Faschismus zusammenzufinden. Lesenswert sind auch die Gesandtschaftsberichte über EINSTEINS Auslandsreisen und sei es darum, daß man aus ihnen die Vorsicht diplomatischer Formulierungen lernen kann. Der Dokumententeil schließt mit einer ausführlichen Wiedergabe des Auffindbaren zum Austritt EINSTEINS aus der Akademie.

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. sc. nat. DIERCK-EKKEHARD LIEBSCHER
Stellvertretender Direktor des Zentralinstituts
für Astrophysik der AdW der DDR
1502 Potsdam-Babelsberg

Wir gratulieren

Zum 30. Jahrestag der DDR erhielt Prof. Dr. OSKAR MADER die Ehrenplakette der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR. WERNER GOLM, Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Abteilungsleiter von Schulbuch Physik Astronomie, wurde zum Oberstudienrat befördert.

Dr. rer. nat. DIETER B. HERRMANN bekam die Berufung als Mitglied der Internationalen Astronomischen Union (IAU).

Albert Einstein, Akademie-Vorträge. Akademie-Verlag, Berlin 1979; 47 photomechanische Wiederabdrucke, DDR 75,– Mark.

Der Wiederabdruck von Akademie-Vorträgen Albert Einsteins ist ein bedeutender Beitrag der Akademie der Wissenschaften der DDR zur Würdigung des großen Physikers anläßlich seines 100. Geburtstages. Die geschmackvolle Kassette enthält 47 Vorträge Einsteins, die er in Sitzungen der Preußischen Akademie hielt. Es handelt sich u. a. um erste grundlegende Mitteilungen über die allgemeine Relativitätstheorie und um die Begründung der relativistischen Kosmologie. In weiteren Vorträgen sind zahlreiche Bemerkungen enthalten, die für die heutige Physik wegweisend sind. Der Wiederabdruck der Sitzungsberichte gibt Einblick in einen bedeutenden Abschnitt der historischen Entwicklung der Physik. Die Kassette enthält einmalige geschichtliche Dokumente großartigen physikalischen Denkens und Forschens.

HELMUT BERNHARD

Das Bildungswesen der DDR. Eine Gemeinschaftsarbeit der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR, des Zentralinstituts für Berufsbildung der DDR, des Instituts für Fachschulwesen, des Instituts für Hochschulbildung und der Humboldt-Universität zu Berlin. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1979, 204 Seiten; DDR 9,50 Mark, Ausland 12,30 Mark; Bestell-Nr. 707 338 1 Kurzwort: 20 40 03 Bildungswesen DDR.

Aus Anlaß des 30. Jahrestages der DDR hat ein Autorenkollektiv von Wissenschaftlern verschiedener Bildungsforschungseinrichtungen ein Gemeinschaftswerk über das einheitliche sozialistische Bildungssystem der DDR vorgelegt. Dieses Buch wendet sich an alle Bürger, die sich für Fragen der Bildung und Erziehung interessieren. Es ist keine historische Darstellung, enthält aber zu grundlegenden Problemen des Bildungswesens unserer Republik historische Rückblenden, um die erfolgreiche Entwicklung dieses wichtigen Teilgebietes der Gesellschaft zu erhellen.

Das Buch verdeutlicht durchgängig, daß unter der Führung von Partei und Arbeiterklasse in der DDR ein leistungsfähiges Bildungswesen entstanden ist, das aktiv und schöpferisch die Herausbildung und Festigung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft förderte und fördert. Es macht offensichtlich, daß in unserer Republik das Bildungsmonopol und die Bildungsprivilegien systematisch gebrochen und das Menschenrecht auf Bildung umfassend verwirklicht wurden.

An Hand vielfältiger Fakten, zahlreicher Abbildungen und Tabellen zu allen Bestandteilen des einheitlichen sozialistischen Bildungssystems ist erkennbar, wie in der DDR alles getan wurde, um das Kultur-, Bildungs- und Qualifikationsniveau der werktätigen Volksmassen in einem Maße zu erhöhen, wie es in der bisherigen deutschen Bildungsgeschichte ohne Beispiel ist. Für den Leser wird einsichtig, daß nur der Sozialismus in der Lage ist, auch die Bildungsprobleme im Sinne des Menschen zu lösen. Aus den Darlegungen ist ersichtlich, daß die umfassenden Bemühungen von Partei und Regierung unter aktiver Einbeziehung breitester Schichten des Volkes auf dem Gebiet des Bildungswesens in den letzten 30 Jahren eine hohe Investition für die Zukunft verkörpern, daß Bildungsfragen in der Auseinandersetzung zwischen Kapitalismus und Sozialismus an Gewicht zunehmen.

RUDI SCHULZ

Wir entbietcn unsern Lesern, Autoren und Mitarbeitern die herzlichsten Wünsche zum Jahreswechsel

ANEKDOTEN

In einer Gesellschaft, in der GUSTAV KIRCHHOFF zugegen war, wurde die Frage erörtert, ob die FRAUNHOFERschen Linien des Sonnenspektrums auch die Anwesenheit von Gold in der Sonne ergäben. KIRCHHOFFS Bankier bemerkte dazu: „Was nützt mir das Gold der Sonne, wenn ich es nicht herunter holen kann?" Später erhielt KIRCHHOFF dann für seine Entdeckung eine englische Medaille und deren Goldwert. Als er diesen dem Bankier brachte, sagte er: „Sehen Sie, da habe ich doch Gold von der Sonne geholt."

Nach: Gelehrten-Anekdoten, hg. von W. AHRENS, Berlin 1911. Herausgesucht und zusammengestellt von **J. HAMEL.**

UNSERE BILDER

Titelseite – Planetarium und Volkssternwarte in Smoljan (Volksrepublik Bulgarien). Lesen Sie dazu unseren Beitrag „WIR STELLEN VOR" Seite 141.

2. Umschlagseite – Jupitermond Europa, aufgenommen von der amerikanischen Raumsonde „Voyager II" am 9. Juli 1979 aus einer Entfernung von 250 000 km. Hervorstechende Oberflächenmerkmale dieses Mondes sind die an Bruchkanten oder Risse erinnernden Linien.

Foto: ADN-ZB/AP-Tele

3. Umschlagseite – Beobachtungskarte für die Marsschleife 1979/80. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „WIR BEOBACHTEN" auf Seite 144.

Grafik: NITSCHMANN

4. Umschlagseite – Mit den wirtschaftlich und militärisch aufstrebenden Nationalstaaten entstanden durch Handel, den Machtkampf um kolioniale Besitzungen und die Beherrschung der Seewege im 17. und 18. Jahrhundert neue Qualitätsanforderungen an die Navigation und Kartographie. Die Lösung des Problems mit den Mitteln der astronomischen Geographie qualifizierte in dieser Epoche „die Sternkunde zur Mutter der Geographie". So kennzeichnete der zu seinen Lebzeiten weithin bekannte Gothaische Astronom und Zeitschriftenherausgeber FRANZ XAVER von ZACH (1754 bis 1832) die besondere Bedeutung der Astronomie in dieser Zeit. Werkstätten in England, später in Frankreich und Deutschland gelangten durch Präzisionsinstrumente zu hohem Ansehen. Chronometer und Spiegelsextant, im Reisegepäck vieler Geographen, Navigatoren und Astronomen leicht verstaubar, bezeichnete ZACH als „transportable Sternkarte". Da alle Längenbestimmungen auf dem direkten Zusammenhang von Längenunterschied und Ortszeitdifferenzen fußten, war ihre Genauigkeit eine direkte Funktion der Ganggenauigkeit von Uhren. Mit dem Sextanten waren Winkel zwischen Gestirnen bzw. zu Fixpunkten (z. B. Horizont) meßbar u. a. die geographische Breite ableitbar.

Das Chronometer (Paris 1840) besitzt eine 0,2-Sekunden-Teilung während der Sextant (Berlin um 1900) über Nonius auf 2 Bogenminuten ablesbar ist.

Instrumente: Sammlung Archenhold-Sternwarte

Text und Foto: K. FRIEDRICH

Abonnementsbestellungen für Zeitschriften neu geregelt

Ab 1. April 1979 müssen Abonnementsbestellungen von Zeitschriften dem zuständigen Postzeitungsvertrieb beziehungsweise Zeitungsvertriebsamt bis zum 10. des Monats vor dem Inkassozeitraum, mit dem die Lieferung beginnen soll, aufgegeben werden. Wir bitten, diese Regelung auch bei der Bestellung von „Astronomie in der Schule" zu beachten.

Die Redaktion

WIR BEOBACHTEN

Marsschleife 1979/80 vor dem Sternbild Löwe

Die überwiegend von Westen nach Osten rechtläufig oder rektrograd verlaufenden scheinbaren Bewegungen der Planeten werden von Schleifen bzw. s-förmigen Kurvenstücken unterbrochen. In dieser Zeit ist die scheinbare Bewegung von Osten nach Westen gerichtet. Sie ist rückläufig oder retrograd. Unser Nachbarplanet Mars ist das geeignetste Beispiel für die Beobachtung dieser Bewegungserscheinungen. Auch bei Jupiter und Saturn sind die Schleifenbilder gut beobachtbar, obwohl ist die Winkelausdehnung der Schleifen an der Sphäre bedeutend geringer als bei Mars. Die Dauer der rückläufigen Bewegung beträgt je nach der Entfernung von der Sonne bei Mars 62 bis 81 Tage, bei Jupiter 120 Tage und bei Saturn 141 Tage.

Bei Merkur und Venus sind die Bahnschleifen, da sie jeweils vor und nach der unteren Konjunktion im sonnenhellen Bereich ablaufen, nicht zu beobachten.

Die scheinbare Bewegung des Planeten vom Standpunkt des Erdbeobachters aus ergibt sich durch die Subtraktion der Erdbewegung von der Planetenbewegung. Auf diese Weise kommt bei einem äußeren Planeten eine rückläufige Bewegung zustande, d. h. die Bahngeschwindigkeit der Erde ist größer, so daß sie ihn gleichsam überholt. Im Durchschnitt betragen die heliozentrischen täglichen Bewegungen von Erde 0,986° und von Mars 0,524°. Je nach deren Entfernung von der Sonne schwanken diese Werte, bei Mars immerhin bis zu 18 %. Die beobachtete, also geozentrische Winkelgeschwindigkeit in der rückläufigen Bewegung kann bei Mars bis zu 0,42° pro Tag erreichen.

Bei der Beobachtung einer Planetenschleife kommt es nicht nur auf die unterschiedlichen scheinbaren Planetenörter an der Sphäre an, sondern es kommen noch zwei weitere Gesichtspunkte hinzu:

1. Die unterschiedliche **Winkelgeschwindigkeit** – angefangen vom Stillstand bis zu relativ großen Werten vor bzw. nach dem sogenannten Doppelpunkt. Darunter versteht man das Überschneiden des zweiten rechtläufigen Bahnstückes mit dem ersten rechtläufigen Bahnstück bzw. mit dem rückläufigen. Bei der bevorstehenden Marsschleife tritt der Doppelpunkt unweit östlich von Regulus am 23. November 1979 und am 10. Mai 1980 ein. Dies bedeutet, daß wir den Planeten von der Erde aus an fast derselben Stelle der Sphäre sehen. Zur Zeit der Opposition wird jeweils die maximale rückläufige Winkelgeschwindigkeit erreicht. In unserem Falle beträgt sie 91,5″ pro Tag. Dieser Wert entspricht der rechtläufigen Winkelgeschwindigkeit am 28. November 1979 und am 28. Mai 1980.
2. Infolge der unterschiedlichen Entfernungen Erde – Planet schwankt dessen **Helligkeit** bzw. **Scheibendurchmesser.** Sie beträgt bei Mars von -0,8m bis -1,5m bzw. von 13,8″ bis 25″ je nach Apheloder Perihelopposition.

Die Ortsveränderungen eines Planeten an der Sphäre, die unterschiedlichen Winkelgeschwindigkeiten sowie das Schwanken seiner Helligkeit ergeben zusammengenommen das bunte, interessante Bild einer Planetenschleife, deren Beobachtung schon mit bloßem Auge mühelos möglich ist und unbedingt in das Programm der schulastronomischen Beobachtung gehört.

Besonderheiten der Marsschleife 1979/80

Das Bild der bevorstehenden Marsschleife ähnelt dem von 1962/63 (Opposition: 4. Februar 1963); auch damals volizog sich die Bewegung vor dem Sternbild Löwe. Um es vorwegzunehmen: Es handelt sich um eine Apheloppositión.

Der Abstand Mars ... Regulus verringert sich im November zusehends; am 17. November 1979 kömmt es 1°35′ nördlich zum Vorübergang. Im Januar 1980 ist die Ortsveränderung nur noch sehr gering; zum 1. Stillstand kommt es am 17. Januar 1980. Mars wird rückläufig. Dieser „Wendepunkt" befindet sich ungefähr 2,5° südlich Theta Leonis. Mit zunehmender Winkelgeschwindigkeit wird bei einer ekliptikalen Länge von 159,25° am 25. Februar 1980 um 18 Uhr die Oppositionsstellung eingenommen. Mit 155,7° ekliptikaler Länge befindet sich der Aphelpunkt nur wenige Grad davon entfernt. Der geringste Erdabstand mit 0,677 AE (101,3 Mill. km) wird am 26. Februar 1980 erreicht. Der geringe Scheibendurchmesser von 13,8″ bzw. die geringe Helligkeit von -0,8m entspricht – verglichen mit einer günstigen Perihelopposition – der Stellung etwa 2 Monate vor oder nach der Opposition. Aus diesem Vergleich wird deutlich, daß Fernrohrbeobachtungen diesmal nur mit größeren Instrumenten von Erfolg sein können.

Bis zum 7. April 1980 bleibt Mars rückläufig und hält sich von Mitte März bis Mitte Mai im „Vorderteil" des Löwentrapezes im Bereich der Sterne Alpha (Regulus), Eta und Gamma auf. Marsvorübergänge nördlich des Regulus ergeben sich am 18. März 1980 (rückläufig) sowie am 28. April 1980 (rechtläufig). Nach dem 2. Stillstand vergrößert sich die rechtläufige Winkelgeschwindigkeit zusehends, so daß der Planet im Mai/Juni durch den südlichen Teil des Löwen in Richtung Jungfrau wandert. Die Länge der Marsschleife beträgt 18° 45′, die maximale Breite nur 3°; für 81 Tage ist der Planet rückläufig.

Hinweise für die Beobachtung

Wie bereits erwähnt, kommt wegen des geringen Scheibendurchmessers eine lohnenswerte Beobachtung der Marsoberfläche mit dem Schulfernrohr nicht in Frage. Die Beobachtungen werden sich somit ausschließlich auf den Verlauf der Schleife sowie auf die vielfachen Begegnungen mit den Sternen und dem Planeten Jupiter konzentrieren.

Die früh einsetzende Dunkelheit ermöglicht eine längere Beobachtung als z. B. während der Sommermonate. Ferner kommt noch der günstige Umstand hinzu, daß von November bis Februar auch die Morgenstunden genutzt werden können. Mit etwas Geschick läßt sich somit der gesamte Verlauf der Marsschleife beobachten – bis zum 1. Stillstand in den Morgenstunden, danach in den Abendstunden.

Wenn auch die bevorstehende Opposition uns einen sehr fernen Mars beschert, so werden wir durch die recht eindrucksvollen Konjunktionen von Mars und Jupiter voll entschädigt. Jupiter zieht ebenfalls im Löwentrapez eine Oppositionsschleife und kommt fast gleichzeitig mit Mars am 24. Februar 1980 in Opposition. Mars zieht um die Jupiterschleife seine größere Schleife, und so kommt es zu einer dreimaligen Begegnung mt dem bedeutend helleren Planeten (-2,2m),

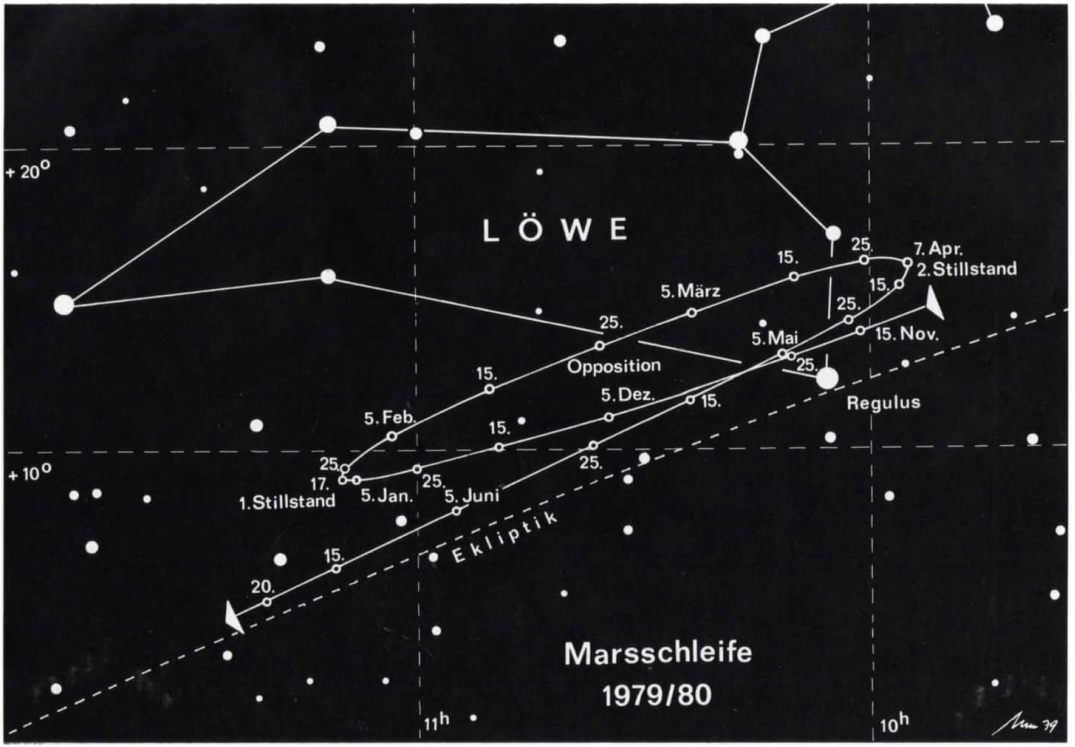
12. Dezember 1979 rechtläufig 1,7° nördl. Jupiter
2. März 1980 rückläufig 3° nördl. Jupiter
4. Mai 1980 rechtläufig 0,8° nördl. Jupiter

Die Begegnung mit Saturn am 25. Juni 1980 dürfte infolge der Sonnennähe nur noch unter schwierigen Bedingungen zu beobachten sein, wohl aber die Annäherung in der Zeit zuvor.

Für die Schülerbeobachtungen ergeben sich zahlreiche Möglichkeiten, die Ortsveränderungen zu den Sternen bzw. zu Jupiter zu beobachten und sie in der Arbeitskarte Tierkreiszone einzutragen. In der Zeit, in der sich Mars im westlichen Teil des Löwentrapezes aufhält, bildet er mit Gamma und Alpha zeitweise ein kleines Dreieck, dessen Gestalt sich laufend verändert.

So kann z. B. auch der dreimalige Zeitpunkt ermittelt werden, wenn Mars auf der Verbindungslinie Regulus – Gamma steht. Auch für das Messen von Gradabständen der Planeten untereinander bzw. zu den helleren Sternen im Löwen mit Hilfe des Meßkammes oder eines Lineals lassen sich viele Aufgaben stellen. Für das Schätzen der Marshelligkeit eignen sich einige Vergleichssterne, wie Regulus (+1,4m), Pollux (+1,2m) und Prokyon (+0,4m). Nicht zuletzt können auch die Mondvorübergänge an den Planeten Mars und Jupiter Anregungen für das Beobachten mit bloßem Auge sein.

ARNOLD ZENKERT


+ 20°
LÖWE
7. Apr.
2. Stillstand
15.
25.
5. März
15.
25.
5. Mai
15. Nov.
25.
Opposition
15.
5. Dez.
15.
Regulus
5. Feb.
15.
+ 10°
25.
17.
1. Stillstand
5. Jan.
25.
5. Juni
25.
15.
20.
Ekliptik
Marsschleife
1979/80
11h
10h

