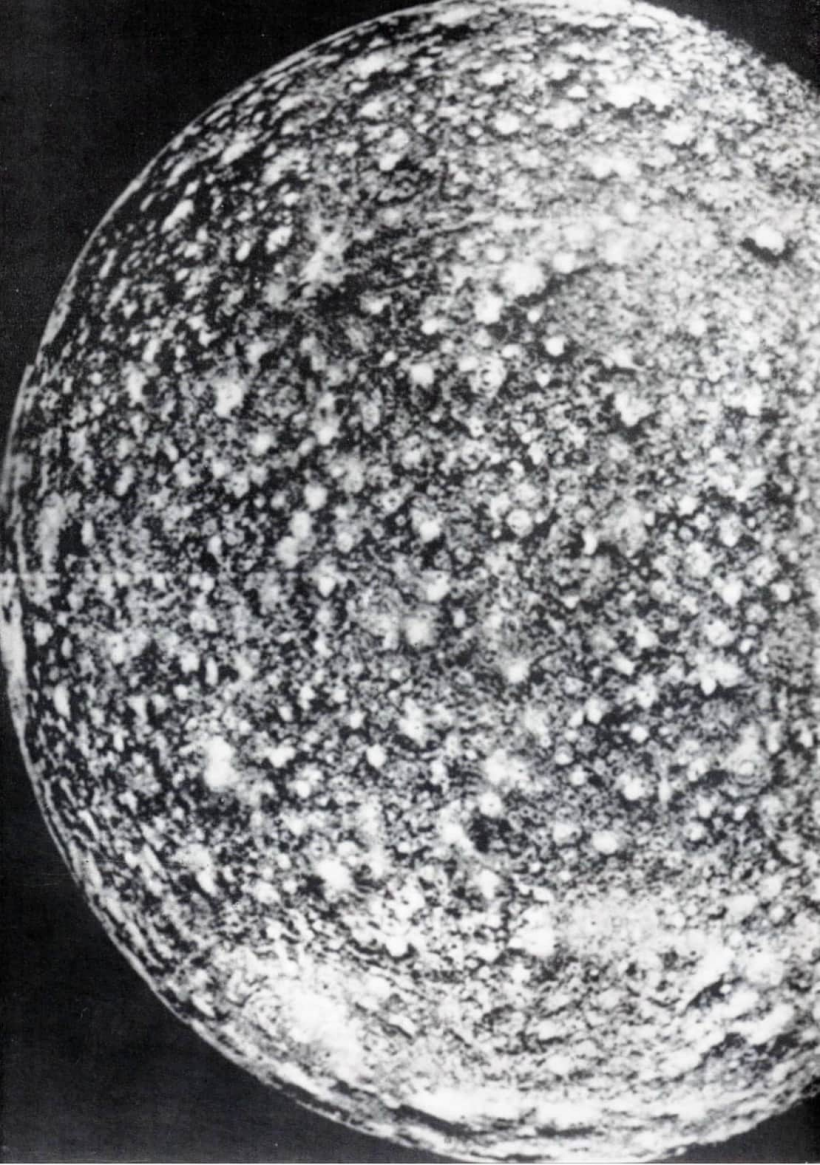
Astronomie

in der Schule

VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

1
1980

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 1 **17. Jahrgang 1980**

Tagung zur Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts 2
K.-H. SCHMIDT
Kosmische Entfernungsbestimmungen 3
F. GEHLHAR
Erkenntnisfindung und Beweis 6
M. SCHUKOWSKI
Stoffliche Schwerpunkte zum Lehrplanabschnitt „Das Milchstraßensystem und extragalaktische Systeme" 10
H. BIENIOSCHEK; K. LINDNER
Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Die Sterne" (V) . . . 12
A. MÜSSIGGANG
Möglichkeiten der Nutzung des Kalenders für Sternfreunde im Astronomieunterricht und in Arbeitsgemeinschaften Astronomie/Raumfahrt 14
H. D. BELASCHKI
Tätigkeit der AGR „Astronomie und Raumfahrt" 15
Unser Forum 17
Aus Wissenschaft und Unterricht 19
Wir stellen vor 22
Rezensionen 22
Anekdoten 23
Unsere Bilder 23
Wir beobachten 24
Karteikarte: Der Erdmond (J. STIER)

Содержание

Совещание обусовершенствовании преподавания астрономии 2
К.-Х. ШМИДТ
Определение расстояний в космосе 3
Ф. ГЕЛХАР
Поиски познания и доказательство 6
М. ШУКОВСКИЙ
Тезисы по теме учебного плана «Галактика и внегалактические системы 10
Х. БИНИОШЕК / К. ЛИНДНЕР
Методические помощи по теме «Звёзды» (V) 12
А. МЮССИГГАНГ
Как пользоваться Календарём для любителей звёзд при преподавании астрономии и в кружках по астрономии/космонавтике 14
Х. Д. БЕЛАШКИ
Деятельность кружков по астрономии и космонавтике 15
Картотечная карта: Луна (И. ШТИР)

CONTENTS

Conference about the Further Development of Astronomy Instruction 2
K.-H. SCHMIDT
Space Distance Calculations 3
F. GEHLHAR
Findings and Arguments 6
M. SCHUKOWSKI
Thesisses for the Curriculum Topic "The Galaxy and Extragalactical Systems" 10
H. BIENIOSCHEK; K. LINDNER
Methodical Aids for the Topic "The Stars" (V) 12
A. MÜSSIGGANG
How to Use the Calendar for Star Friends in Astronomy Instruction and Clubs for Astronomy and Astronautics 14
H. D. BELASCHKI
Activities of the Clubs for Astronomy/Astronautics 15
Register Card: The Moon (J. STIER)

Redaktionsschluß: 20. Dezember 1979

Beilage: Jahresinhaltsverzeichnis 1979

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.

Tagung zur Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts

Zum dritten Mal veranstalteten die Forschungsgemeinschaft „Methodik des Astronomieunterrichts" der APW der DDR und das Redaktionskollegium der Zeitschrift „Astronomie in der Schule" einen Erfahrungsaustausch zu theoretischen und praktischen Fragen der Bildung und Erziehung im Fach Astronomie. Die Tagung fand vom 16. bis 18. 10. 1979 im Zeichen des 30. Jahrestages der DDR, des 20. Jahres Astronomieunterricht in unserer zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule und des 15. Jahrgangs unserer Fachzeitschrift statt. Crimmitschau war als Tagungsort gewählt worden, weil die heutige Pionier- und Jugendsternwarte „Johannes Kepler" ihr 50jähriges Jubiläum feierte. Der Leiter der Forschungsgemeinschaft, Doz. Dr.-Ing. habil. K.-G. STEINERT, konnte zu Beginn außer den 80 Teilnehmern aus allen Bezirken der Republik auch Vertreter aus der ČSSR und aus der VR Polen sowie den Schulrat des Kreises Werdau, StR FISCHER, begrüßen. Der Kreisschulrat betonte in seiner Begrüßungsadresse die Rolle der Sternwarte Crimmitschau bei der Entwicklung des Astronomieunterrichts und die in der Wahl des Veranstaltungsortes zum Ausdruck kommende Wertschätzung der Arbeit des gesamten Sternwartenkollektivs.

In seinem Vortrag „30 Jahre Deutsche Demokratische Republik – 20 Jahre Astronomieunterricht" erinnerte Prof. Dr. sc. M. SCHUKOWSKI noch einmal an die Arbeit und die Mühe, aber vor allem auch an die Begeisterung und die Erfolge auf dem zurückgelegten Weg. Er würdigte den Einsatz und das Bemühen der in der ersten Stunde des neuen Faches aktiven Lehrer, Funktionäre und Wissenschaftler. An zahlreichen Details erläuterte der Redner den Teilnehmern, die zum Teil als junge Nachwuchskader erstmalig an einer derartigen Veranstaltung teilnahmen, den Weg des Astronomieunterrichts im Zeitraum von 1959 bis 1979. Der Werdegang des Astronomieunterrichts wurde mit dem Stolz auf die von der Arbeiterklasse und ihrer Partei erzielten Erfolge in der Schulpolitik unseres Staates dargestellt. Besonders hob der Vortragende die unverwechselbare Rolle des Astronomieunterrichts im Rahmen der naturwissenschaftlichen Bildung und der damit verbundenen Aufgaben bei der Persönlichkeitsentwicklung hervor.

Auf der Tagung wurden 17 Vorträge gehalten, die theoretische Fragen der Bildung und Erziehung sowie eine Vielzahl von Erfahrungen aus der Schulpraxis behandelten. An die Vorträge schloß sich jeweils ein interessanter Meinungsaustausch an.

Da ein großer Teil der Beiträge in der Fachzeitschrift veröffentlicht wird, braucht an dieser Stelle auf Einzelheiten nicht eingegangen zu werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, daß viele Astronomielehrer durch die Tagungsteilnehmer, unter denen zahlreiche Fachberater waren, Informationen über die diskutierten Probleme erhalten. Einige der dargebotenen Beiträge sollen zu Pädagogischen Lesungen weiterentwickelt werden. Alle behandelten Themen basierten auf dem wesentlichen Anliegen des VIII. Pädagogischen Kongresses, das effektive Lehren und Lernen im Unterricht und in den Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogramm weiter zu erhöhen. Als Hauptgegenstände der Vorträge und Diskussionen sind zu nennen:

- Erzielung von dauerhaftem Wissen und Können bei unseren Schülern;
- Beobachtung und Experiment als Bestandteile des Astronomieunterrichts;
- Einbeziehung neuer Erkenntnisse der Fachwissenschaft in den Astronomieunterricht;
- Begründung des methodischen Vorgehens im Astronomieunterricht mit Hilfe der marxistisch-leninistischen Erkenntnistheorie;
- Rationelle Nutzung der Unterrichtsmittel;
- Tätigkeit in den Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogramm.

Aufmerksam verfolgten die Konferenzteilnehmer Ausführungen über die Vermittlung astronomischen Wissens und Könnens in unseren sozialistischen Nachbarländern. In vielen Beiträgen wurden Erfahrungen mitgeteilt, wie das Interesse der Schüler an der Astronomie geweckt und stimuliert werden kann. Erfahrene Lehrer nutzen dazu vor allem die Wechselwirkung zwischen den vorgenannten Hauptgegenständen der Beratung. So müssen z. B. die Beobachtungen organisch in den Erkenntnisprozeß der Schüler einbezogen werden. Die Frage, ob eine Beobachtung vor oder nach der theoretischen Behandlung eines Problems erfolgen soll, muß vom Lehrer unter Beachtung der jeweiligen Bedingungen entschieden werden. Die hierbei gesammelten Erfahrungen sind weitgehend subjektiv. Unsere Lehrer erwarten deshalb dazu von der Wissenschaft noch mehr Hilfen. Auch die Aufnahme von Teilnehmern in die AGR „Astronomie und Raumfahrt" wird von den Leitern unterschiedlich gehandhabt. Erfahrungen zeigen z. B. daß Schüler durch Erfolgserlebnisse in

der Arbeitsgemeinschaft erzieherisch positiv beeinflußt wurden. Das Planetarium hat sich als hervorragendes Mittel zur Schulung des räumlichen Vorstellungsvermögens erwiesen. Problematisch ist jedoch das Fehlen der direkten Kommunikation zwischen Lehrer und Schüler, besonders in großen Planetarien.

Bei der Nutzung von Unterrichtsmitteln soll nicht alles, was möglich ist, eingesetzt werden, sondern das, was der Aneignung des Wesentlichen dient. Einhellig wurde gefordert, die ständige Qualifizierung der Astronomielehrer auf hohem Niveau weiterzuführen. Dabei ist der Ausbildung von Astronomielehrern besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

In seinem Schlußwort nannte der Chefredakteur von „Astronomie in der Schule", StR Dr. H. BERNHARD, Aufgaben, die sich aus dem VIII. Pädagogischen Kongreß und dem Interview der Zeitschrift mit dem Stellvertreter des Ministers für Volksbildung, OStR K. DIETZEL, für die Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts ergeben und worauf sich in den nächsten Jahren die Arbeit der Veranstalter und die Tätigkeit der zukünftigen Arbeitsgruppe „Methodik des Astronomieunterrichts" an der Friedrich-Schiller-Universität Jena konzentrieren sollten. Dazu gehören:

1. *Die Vervollkommnung des Unterrichtsprozesses, d. h. die Suche nach methodischen Wegen zur effektiven Unterrichtsgestaltung und die Umsetzung gesammelter Erfahrungen und Erkenntnisse in konkrete Hilfen für Lehrer und Schüler;*
2. *Die Weiterentwicklung der Lehrplaninhalte, d. h. die Analyse und Prüfung dessen, was auf Grund gesellschaftlicher Erfordernisse — ausgehend von Entwicklungen in der astronomischen Wissenschaft und Erkenntnissen, die in der pädagogischen Praxis und Theorie gewonnen wurden — im Astronomieunterricht zu verändern, zu korrigieren und weiterzuentwickeln ist, um die Ergebnisse der Bildung und Erziehung ständig zu erhöhen.*

In die Lösung der genannten Aufgaben ist der große Erfahrungsschatz der Schulpraktiker auf vielfältige Art und Weise einzubeziehen.

KARL-HEINZ SCHMIDT

Kosmische Entfernungsbestimmungen

Ziel der Ermittlung von Entfernungen im Weltall ist es, den eigenen Standort im Kosmos und die räumliche Struktur der Nachbarschaft zu erfassen. Dazu gehören die Erkundung des Aufbaus des Sonnensystems, der Struktur des Milchstraßensystems und des Baus des Weltalls als Ganzes. Die einfachste Methode zur Bestimmung der Entfernungen von Himmelskörpern ist das trigonometrische Verfahren. Dabei ist es erforderlich, das Objekt, dessen Entfernung man gewinnen will, von zwei möglichst weit auseinander liegenden Beobachtungsorten aus anzuvisieren und dessen Position relativ zum Hintergrund — realisiert durch weit entfernte Objekte — festzulegen. Wir sind jedoch als Erdbewohner an unseren Planeten gebunden. Daher ist es nur zu natürlich, wenn man sich der Bewegungen unseres Planeten bedient. Einmal kann man die Rotation der Erde um ihre eigene Achse ausnützen, zum anderen bietet die Bewegung der Erde um die Sonne eine Möglichkeit, den ständig wechselnden Beobachtungsstandort für unsere Zwecke zu verwenden. Schließlich kann man die Bewegung der Sonne mit ihren Planeten im Raum für die Entfernungsmessung von Sternen ausnutzen.

Die tägliche Parallaxe

Betrachten wir zunächst den Beobachter auf der rotierenden Erde. Er verändert infolge der täglichen Umdrehung unseres Planeten ständig seinen Standort, so daß ein relativ nahes Objekt — etwa der Mond — sich unter den Fixsternen zu verschiedenen Zeiten auf unterschiedliche Orte projiziert, wobei natürlich zusätzlich die Bahnbewegung des Mondes zu berücksichtigen ist. Die Größe dieser Winkelverschiebung — die parallaktische Bewegung — ist um so größer, je näher uns das Gestirn und je größer die Ortsverlagerung des Beobachters ist. Die im Winkelmaß angegebene Verschiebung des Gestirns am Himmel ist dabei gleich dem Winkel zwischen den Verbindungslinien — vom Gestirn aus betrachtet — zu den beiden Beobachtungsorten. Er entspricht also der Parallaxe des Gestirns hinsichtlich der durch die beiden Beobachtungsorte gegebenen Basis. Bei der Ausnützung der Rotation der Erde ist die größtmögliche Basis der Erddurchmesser, nämlich dann, wenn sich der Beobachter am Äquator befindet. Man bezeichnet als tägliche Parallaxe den Winkel, unter dem vom betrachteten Gestirn aus die Verbindungslinie Erdmittelpunkt—Beobach-

tungsort erscheint. Infolge der täglichen Bewegung des Beobachters um die Erdachse variiert die tägliche Parallaxe für einen Himmelskörper zwischen einem größten Wert, wenn er im Horizont steht (Horizontal-Parallaxe) und einem kleinsten Wert, wenn sich das Gestirn im Meridian befindet. Da die Abmessungen der Erde gegenüber den Entfernungen der Himmelskörper von uns gering sind, sind auch die Parallaxenwinkel der Himmelskörper relativ klein, so daß sich nach dieser Methode unter Berücksichtigung des Erddurchmessers nur die Abstände der Himmelskörper im Planetensystem messen lassen. So beträgt die mittlere Horizontalparallaxe der Sonne nur rund 8,8″, während der größte Wert der Mondparallaxe – die sogenannte Äquatorialhorizontalparallaxe – mehr als 3400″ ausmacht. Sie ergibt sich für einen Ort am Erdäquator, wenn der Mond am Horizont steht.

Die jährliche Parallaxe

Eine wesentlich größere Basis für die Messung der Entfernungen von Gestirnen bietet sich an, wenn man die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne berücksichtigt. Ein Stern wird im Laufe eines Jahres von verschiedenen Punkten der Erdbahn aus auf unterschiedliche Orte des Himmelshintergrundes projiziert. Betrachten wir ein Gestirn, das sich senkrecht über der Erdbahnebene befindet, so ist die von diesem Objekt im Laufe eines Jahres beschriebene Ellipse derjenigen der Erdbahn ähnlich. Für solche Sterne, die sich in der Erdbahnebene befinden, entartet diese Ellipse zu einem Geradenstück. Alle dazwischen liegenden Sterne beschreiben Ellipsen mit größerer Exzentrizität als die des Sterns im Pol der Ekliptik. Die Länge der großen Halbachse wird als jährliche Parallaxe bezeichnet, da sich diese Bewegung durch den jährlichen Umlauf der Erde um die Sonne ergibt. Dieser Winkel ist gleich dem Winkel, unter dem vom Stern aus gesehen die mittlere Entfernung zwischen Erde und Sonne – die Astronomische Einheit[1] – erscheint. Dieser Winkel nimmt mit wachsender Entfernung der Sterne von uns ab. Berücksichtigt man den Betrag der Astronomischen Einheit (Abkürzung AE) von $149{,}6 \cdot 10^6$ km, so beträgt der Abstand eines Sterns, dessen jährliche Parallaxe eine Bogensekunde beträgt, $3{,}086 \cdot 10^{13}$ km. Diese Entfernung wird als Maßeinheit verwendet und trägt die Bezeichnung Parsek (Abkürzung pc). Der uns nächste Fixstern – Proxima Centauri – ist 1.31 pc entfernt. Seine Parallaxe beträgt 0,762″. Mit Hilfe dieser trigonometrischen Methode unter Ausnutzung des jährlichen Umlaufs der Erde um die Sonne lassen sich die Abstände von Sternen bis in Entfernungen von etwa 50 pc ermitteln. Weiter entfernt stehende Objekte haben jährliche Parallaxen von weniger als 0,02″, was von der gleichen Größenordnung wie die Genauigkeit ist, mit der sich heute Parallaxen messen lassen. Für diese Sterne müssen andere Verfahren zur Entfernungsbestimmung genutzt werden.

Die Suche nach der jährlichen parallaktischen Bewegung der Sterne erstreckte sich über mehrere Jahrhunderte. Erst in den Jahren 1838 bis 1840 gelang unabhängig voneinander an drei Observatorien der Nachweis der Parallaxe der Sterne 61 Cygni, α Centauri und Wega durch BESSEL in Königsberg, HENDERSON in Kapstadt und STRUVE in Dorpat. Die Urfache für die lange vergebliche Suche liegt in den großen Abständen der Fixsterne von uns im Verhältnis zur Länge der Astronomischen Einheit und in der damals nicht ausreichenden Meßgenauigkeit.

Säkulare Parallaxen

Die dritte Methode der Entfernungsmessung, die auf trigonometrische Weise vorgenommen wird, macht sich die Bewegung der Sonne mit dem gesamten Planetensystem unter den anderen Sternen zunutze. Die Sonne bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 19,4 km/s in Richtung auf das Sternbild Herkules zu.

Dieser Geschwindigkeit entspricht ein jährlicher Ortswechsel von annähernd 4 AE. Bei dieser Bewegung der Sonne durch den Raum bleiben die Sterne zurück, ähnlich wie bei einer Fahrt mit dem Auto oder der Eisenbahn Bäume und andere Erscheinungen in der Landschaft vorübergleiten. Dabei ist die scheinbare, an die Himmelskugel projizierte Ortsveränderung um so größer, je näher der betreffende Gegenstand ist. Man kann also aus der Verschiebung der Sterne am Himmel auf Grund der Sonnenbewegung auf die Entfernung der Sterne schließen. Dabei ist der Betrag der Verlagerung nicht allein vom Abstand des betreffenden Sterns abhängig. Vielmehr spielt auch sein Standort relativ zur Bewegungsrichtung der Sonne eine Rolle. Die Widerspiegelung der Sonnenbewegung wird am stärksten für solche Objekte zu beobachten sein, die senkrecht zur Bewegungsrichtung am Himmel stehen, während diejenigen Sterne, die in Richtung zum Apex oder Antapex, wie man den Zielpunkt der Sonnenbewegung und den zugehörigen Gegenpunkt bezeichnet, von diesem Effekt nicht betroffen sind. Für die zuletzt erwähnten Sterne ist es daher nicht möglich, auf diese Weise eine Entfernungsangabe zu gewinnen.

[1] Die Astronomische Einheit ist jetzt als „Einheitsentfernung" AE = $1{,}49597870 \cdot 10^{11}$ m Bestandteil des SI.

Erschwert wird die Abschätzung von Sternentfernungen nach diesem Verfahren noch dadurch, daß die Sterne nicht still stehen wie im Vergleichsbeispiel die Bäume. Vielmehr besitzen die Sterne selbst Pekuliargeschwindigkeiten wie unsere Sonne, so daß man im erwähnten Beispiel die Bäume besser durch bewegte Gegenstände ersetzen muß. Da man die Geschwindigkeit eines individuellen Sterns nicht ohne weiteres kennt, kann man den von der Pekuliargeschwindigkeit herrührenden Anteil der Verlagerung des Sternes nur schwer von dem durch die Sonnenbewegung verursachten Anteil trennen. Aus diesem Grund sind diese sogenannten säkularen Parallaxen — sie tragen ihren Namen wegen der sich aufsummierenden Verschiebung — nur für gleichartige Sterne als Mittelwerte zu verwenden. Für den Einzelstern hat die Angabe einer auf diese Weise gewonnenen Entfernung lediglich statistischen Charakter.

Photometrische Parallaxen

Da die trigonometrischen Verfahren zur Bestimmung der Entfernung von Sternen entweder nicht weit in den Raum hinausreichen oder nur statistischen Wert besitzen, ist es erforderlich, nach anderen Wegen zu suchen. Im einfachsten Fall bietet sich dabei an, andere Merkmale von Sternen mit der Entfernung in Beziehung zu setzen. Aus der Physik ist uns bekannt, daß die Intensität einer Lichtquelle mit dem Quadrat der Entfernung von uns abnimmt. Wenn man die Strahlungsleistung eines Sternes kennt — worunter wir die vom Stern in der Zeiteinheit ausgesandte Strahlungsmenge verstehen — so läßt sich aus dieser Größe, die auch Leuchtkraft genannt wird, die Helligkeit eines Sterns angeben, die er im Abstand von 10 pc haben würde. Diese Helligkeit bezeichnet man als die absolute Helligkeit. Vergleicht man sie mit der beobachteten scheinbaren Helligkeit, so ist die Differenz beider Größen — der Entfernungsmodul — ein Maß für die Entfernung des Objekts. Aus bekannter absoluter Helligkeit und gemessener scheinbarer Helligkeit läßt sich die Entfernung eines Sterns berechnen. Die absolute Helligkeit kann man im einfachsten Fall aus dem Spektraltyp des Sterns gewinnen. Mit Hilfe der Entfernungen, die durch die trigonometrische Methode in der Sonnenumgebung ermittelt wurden, erhält man nämlich einen Zusammenhang zwischen der absoluten Helligkeit und dem Spektraltyp der Sterne. In einem Diagramm, in dem über dem Spektraltyp die absolute Helligkeit aufgetragen ist, ordnen sich die meisten Sterne längs einer Diagonalreihe an, die von großen Strahlungsleistungen und frühen Spektraltypen — d. h. hohen Oberflächentemperaturen — zu geringen Leuchtkräften und geringen Oberflächentemperaturen verläuft. Dieses Diagramm, das im ersten Jahrzehnt unseres Jahrhunderts gefunden wurde und nach seinen Entdeckern Hertzsprung-Russell-Diagramm (HRD) genannt wird, enthält neben der bereits erwähnten diagonalen Hauptreihe einige andere von den Sternen besetzte Bereiche. So liegt rechts oberhalb der Hauptreihe ein horizontal verlaufender Ast, der sogenannte Riesenzweig. Die Riesen tragen ihren Namen deshalb, weil sie im Vergleich zu Sternen gleichen Spektraltyps auf der Hauptreihe wesentlich größer sind, wodurch sich auch ihre größere Leuchtkraft gegenüber den entsprechenden Hauptreihensternen ergibt. Über dem Riesenast befinden sich (allerdings in geringerer Anzahl) die Überriesensterne. Links unterhalb der Hauptreihen liegen die wegen ihrer Farbe und außerordentlich geringen Größe als Weiße Zwerge bezeichneten Sterne. Das HRD ist als Entwicklungsdiagramm der Sterne aufzufassen; hier jedoch interessiert uns dieser Aspekt nicht. Wenn es auf Grund spektroskopischer Befunde möglich ist, einen Stern bekannten Spektraltyps eindeutig einem der genannten Bereiche des Hertzsprung-Russell-Diagramms zuzuordnen, so kann man daraus die absolute Helligkeit in Erfahrung bringen. Ein wesentliches Merkmal dafür ist die Schärfe bestimmter Absorptionslinien im Spektrum. Bei den Überriesensternen, die ausgedehnte Atmosphären besitzen, sind die Linien am schärfsten, da sich wegen der geringen Dichte in der äußeren Hülle des Sternes die Atome gegenseitig nur wenig beeinflussen. Bei den Hauptreihensternen und noch in viel stärkerem Maße bei den Weißen Zwergen ist die Dichte in den Atmosphären wesentlich größer, so daß es zu häufigen Zusammenstößen zwischen den Atomen und Ionen kommt. Die Folge davon ist eine Verbreiterung der Spektrallinien. Mit Hilfe dieses Kriteriums kann man einen Stern einem der Gebiete im HRD zuordnen, daraus die Leuchtkraft bzw. absolute Helligkeit entnehmen und mit Hilfe der gemessenen scheinbaren Helligkeit die Entfernung berechnen.

Die Sternhaufen stellen Meilensteine im Kosmos dar. Bei ihnen befinden sich auf engem Raum sehr viele Sterne, die im HRD meist eine wohldefinierte Hauptreihe bilden. Im Gegensatz zur Sonnenumgebung, in der sich Sterne mit sehr unterschiedlichem Alter befinden, sind die Mitglieder eines Sternhaufens praktisch gleichaltrig, da sie gleichzeitig entstanden sind. Für die Erforschung der Struktur unseres Milchstraßensystems ist die Lage

insbesondere der offenen Sternhaufen, von denen die jüngeren Objekte sich vornehmlich in Spiralarmen aufhalten, von großer Bedeutung. Um die Positionen und den Verlauf der Spiralarme möglichst gut zu fixieren, ist es notwendig, die Entfernungen der offenen Sternhaufen recht genau zu ermitteln. Dazu ist die Kenntnis der Lage der Hauptreihe im HRD dieser Objekte eine unerläßliche Voraussetzung.

Die Sternstromparallaxe

Der uns nächste offene Sternhaufen sind die Hyaden im Sternbild Stier. Es empfiehlt sich, diesen Sternhaufen, der noch in der Reichweite trigonometrischer und verwandter Verfahren liegt, als Standardobjekt zu benutzen und an seine Hauptreihe diejenigen anderer Sternhaufen anzupassen, wodurch die Entfernungsangabe dieser Haufen möglich wird. Die Genauigkeit, mit der man die Abstände der weiter entfernten Sternhaufen angeben kann, hängt entscheidend von der Genauigkeit ab, mit der der Hyadenabstand ermittelt wurde. Daher ist man an der genauen Kenntnis der Hyadenentfernung außerordentlich interessiert. Neben der bereits beschriebenen trigonometrischen Methode ist für die Ermittlung des Abstands dieser Sterne von uns das Verfahren der Sternstromparallaxe angewendet worden. Diese Methode beruht darauf, daß die Mitglieder eines Haufens sich gemeinsam durch den Raum bewegen. Spaltet man die räumliche Bewegung der Mitglieder in zwei Komponenten auf, und zwar in die in der Sichtlinie liegende Komponente, die man als Radialgeschwindigkeit mißt, und in die auf die Himmelskugel projizierte Bewegungskomponente, die Eigenbewegung, so streben die Mitglieder einem Zielpunkt am Himmel, dem Vertex, zu. Diesen Zielpunkt erhält man, indem man die Richtungen der Eigenbewegungen verlängert bis zum gemeinsamen Schnittpunkt. Für einen (sehr weit entfernten) Sternhaufen, der sich genau auf uns zu bewegt, sind die Eigenbewegungen der Mitglieder EB = 0, den Zielpunkt der Bewegungen stellen wir dar. Die Geschwindigkeit der Raumbewegung ist dann gleich der Radialgeschwindigkeit. Das entgegengesetzte Beispiel ist ein Sternhaufen, der sich senkrecht zum Visionsradius bewegt, so daß seine Mitglieder die Radialgeschwindigkeit RG = 0 aufweisen. Der Vertex des Haufens befindet sich dann im Unendlichen. Viel wahrscheinlicher sind aber zwischen den beiden Extremen liegende Fälle. Aus den Eigenbewegungen ergibt sich der Winkelabstand des Zielpunktes vom Haufen und damit das Verhältnis der beiden Bewegungskomponenten zueinander. Wenn von wenigstens einem Mitgliedstern die Radialgeschwindigkeit gemessen ist, lassen sich die Raumgeschwindigkeit und ihre Komponenten in Kilometer pro Sekunde berechnen. Andererseits ist die Eigenbewegung in Bogensekunden pro Jahr bekannt. Durch Vergleich beider Größen ergibt sich die Entfernung des Haufens, die bei den Hyaden 44 $\pm$ 3 pc beträgt.

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. rer. nat. habil. KARL-HEINZ SCHMIDT
69 Jena, Sektion Physik,
Universitätssternwarte, Schillergäßchen 2

FRITZ GEHLHAR

Erkenntnisfindung und Beweis[1]

Bestandteil des Astronomieunterrichts sind Aufforderungen an den Schüler, die Wahrheit dieser oder jener Aussage zu beweisen. In Befolgung derartiger Aufgabenstellungen wie auch anderer Formen der Leistungsaufforderung — z. B. zur Erklärung, Begründung, Interpretation (vgl. [1]) — reproduziert oder realisiert der Schüler unter unterrichtsspezifischen Bedingungen Prozesse, wie sie dem Wesen nach bei allen Erkenntnisvorgängen stattfinden. Die folgenden Ausführungen sollen einen Beitrag zum besseren Verständnis der erkenntnistheoretischen Aspekte dieser Vorgänge leisten.

Der **Beweis** ist „im allgemeinsten Sinne jedes Verfahren, mit dessen Hilfe die Wahrheit einer Aussage begründet wird" [2; 222]. Um die Wahrheit einer Aussage (oder Theorie) nachweisen zu können, muß man die Aussage zunächst einmal gefunden haben. **Erkenntnisfindung** und Wahrheitsbeweis sind also nicht identisch; beide sind aber sehr eng miteinander verbunden. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit der Untersuchung ihres Zusammenhanges im Erkenntnisprozeß.

In [1] wird das Wesen der Leistungsaufforderung Beweisen wie folgt charakterisiert: *„Decken Sie den Wahrheitsgehalt der Aussage auf der Grundlage logischer Beziehungen und Schlußfolgerungen auf, oder nutzen Sie Beweisgründe, die letztlich aus der Praxis gewonnen wurden!"* Die beiden hier genannten

[1] Kurzfassung eines Vortrags auf der Tagung „Inhaltliche und pädagogische Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts und der AGR ‚Astronomie und Raumfahrt'" vom 16. bis 18. Oktober 1979 in Crimmitschau.

Verfahren für den Wahrheitsnachweis stehen in einer ganz bestimmten Beziehung, deren Nichterkennen geschichtlich zu zwei gegensätzlichen Grundkonzeptionen von Erkenntnisfindung und Beweis geführt hat, nämlich zu Empirismus und Rationalismus. Überreste empiristischen und rationalistischen Vorgehens sind hier und da noch vorhanden und erweisen sich als Hemmnisse im Erkenntnisprozeß.

Zur Rolle der Erfahrung im Erkenntnisprozeß
Um wahres Wissen über die Wirklichkeit zu erlangen, müssen wir uns Informationen über sie besorgen. Dies kann nur dadurch geschehen, daß wir über praktische Tätigkeit (in der Wissenschaft: Beobachtung und Experiment) in direkten Kontakt mit der Wirklichkeit treten. Jede menschliche Erkenntnis hat ihre Grundlage in dem durch die Praxis vermittelten Erfahrungswissen. Hiermit ist eine Grundaussage der wissenschaftlichen Erkenntnistheorie formuliert. Sie verlangt allerdings im Zusammenhang mit den folgenden (und anderen) Fragen und in der Auseinandersetzung mit dem Empirismus nach einer Präzisierung. Die Fragen lauten: *Wie entsteht zuverlässige theoretische Erkenntnis aus empirischem Wissen? Worin besteht das Wesen von Verallgemeinerungen? Gibt es reines empirisches Wissen? Wie erhält man empirische Gesetze?*
Der **Empirismus** in seiner extremen Variante des **Induktionismus** behauptet, daß theoretische Erkenntnis allein durch Verallgemeinerung von Erfahrungen über Einzelsachverhalte (*Induktion*) zustande kommt. Diese Konzeption ist streng nicht durchführbar. Dafür gibt es u. a. folgende Gründe:
(1) Wissenschaftliche Erkenntnis ist vor allem Gesetzeserkenntnis. *Allein durch Verallgemeinerung erhielte man nur Aussagen, die den Gesetzesaussagen zwar ähnlich sind, jedoch noch keine Gesetzesformulierungen darstellen.* Ein Gesetz ist ein für bestimmte Bedingungen allgemeiner, wesentlicher und notwendiger Zusammenhang. Man kann das auch so formulieren: Immer wenn das und das der Fall ist, existiert der und der Zusammenhang. Die Verallgemeinerung von Einzelerfahrungen hat nun eine ähnliche Form: Immer wenn das und das der Fall war, ist das und das passiert (wurde das und das beobachtet oder gemessen). Jedoch die Übereinstimmung ist nur scheinbar. Bei der „einfachen" Verallgemeinerung ist es nicht klar, ob alle festgehaltenen Umstände wesentlich für den beobachteten Zusammenhang sind. Sie können auch zufällige Begleitumstände darstellen.
(2) *Es gibt im strengen Sinne keine reine Verallgemeinerung.* Eine *Verallgemeinerung* ist immer auch eine Auslese (Weglassen des als unwesentlich Betrachteten) und eine Ergänzung, Korrektur oder Idealisierung der Erfahrungsdaten. Da keine Erfahrung absolut reproduzierbar ist, muß man bei der Verallgemeinerung eigentlich ungleiche Erfahrungen „über einen Kamm scheren".
(3) Gemäß der Erkenntniskonzeption des Induktionismus geht man von den „reinen Tatsachen" aus und erhält dann durch deren Vergleich allgemeine Aussagen, die unsere theoretische Erkenntnis darstellen sollen. *Es gibt jedoch auch keine reine Einzelerfahrung.* Das wird für die astronomische Beobachtung in [3; 100] nachgewiesen. H. LAMBRECHT hebt hervor, daß Beobachtungen „auch in ihrer primitivsten Form keineswegs voraussetzungslos (hypothesenfrei)" sind.
Das Gesagte soll durch die Diskussion des Problems der sogenannten **empirischen Gesetze** vertieft werden. Unter „empirischen Gesetzen" versteht man durch Verallgemeinerung von Einzelerfahrungen gewonnene Gesetzesaussagen. Wir wissen jedoch, daß allein über die Verallgemeinerung keine Gesetzesaussagen gewonnen werden können. Wie also erhält man empirische Gesetze?
Oft geschieht das so, daß man für die im Experiment oder bei Beobachtungen erhaltenen Werte bestimmter Größen auf graphischem Wege einen mathematischen Zusammenhang ermittelt. Ist dieser Zusammenhang unter als wesentlich gleich angesehenen Bedingungen reproduzierbar, dann kann man annehmen, daß man ein empirisches Gesetz gefunden hat. POINCARÉ schreibt zu diesem Verfahren und seinen Voraussetzungen: „Ich will ein experimentelles Gesetz bestimmen; wenn ich dieses Gesetz kennen würde, so wäre es durch eine Kurve dargestellt; ich mache eine bestimmte Anzahl von isolierten Beobachtungen; jede von ihnen wird durch einen Punkt dargestellt. Wenn ich diese verschiedenen Punkte erhalten habe, so lasse ich eine Kurve zwischen diesen Punkten hindurchgehen, indem ich mich bemühe, mich möglichst wenig von den Punkten zu entfernen und dennoch meiner Kurve eine regelmäßige Form zu bewahren, d. h. eine Form ohne Ecken, ohne zu starke Biegungen, ohne plötzliche Änderung des Krümmungsradius. Diese Kurve stellt mir das wahrscheinlichste Gesetz dar, und ich nehme nicht nur an, daß sie mich diejenigen Werte der Funktion kennen lehrt, welche zwischen den beobachteten liegen, sondern daß sie mir die beobachteten Werte selbst genauer als die direkte Beobach-

tung darstellt ..." [4; 205 f.]. Ergänzend sei hervorgehoben, daß neben den von POINCARÉ genannten Voraussetzungen, die man bei der Findung empirischer Gesetze machen muß, selbstverständlich die Kenntnis mathematischer Funktionen in das theoretische Voraussetzungswissen eingeht.

Nicht immer kann man empirische Gesetze dadurch entdecken, daß man Beobachtungen oder Experimente graphisch auswertet. Das Datenmaterial ist oft so umfangreich und kompliziert, daß man die entsprechenden Funktionen nur über langwierige Rechnungen erhält. Zu dieser rechnerischen Bestimmung empirischer Gesetze gibt es eine verbreitete falsche Vorstellung. So findet man oft in der Literatur Formulierungen folgender Art: „KEPLER berechnete aus den Beobachtungsdaten TYCHO BRAHES die Gesetze der Planetenbewegung." Solche Formulierungen sind im Grunde genommen falsch. Man kann nicht irgendwelche Beobachtungsdaten oder Meßergebnisse hernehmen und daraus etwas berechnen. Um etwas berechnen zu können, braucht man eine Formel.

Der wirkliche Gang des Auffindens empirischer Gesetze besteht darin, durch Probieren eine Funktion zu finden, der die Erfahrungswerte genügen (und die natürlich weitere Erfahrungswerte vorauszusagen gestattet). Am Beispiel der Keplerschen Gesetze soll das kurz demonstriert werden (vgl. [5; 135—139]). KEPLER berechnete zunächst die Planetenbahnen gemäß den verschiedenen Hypothesen (PTOLEMÄUS, COPERNICUS, TYCHO BRAHE) und verglich die so sich ergebenden Werte mit den Beobachtungsdaten TYCHO BRAHES. Dabei stellte er die Forderung, daß für das richtige Gesetz die Abweichungen zwischen den theoretisch ermittelten Werten und den Daten TYCHOS innerhalb der Meßungenauigkeit besagter Daten (für den Mars mit 2′ gegeben) liegen müssen. Die vorliegenden Hypothesen genügten dieser Anforderung nicht. KEPLER mußte eine eigene Hypothese finden. Bei der Suche nach dieser ging er von einer Reihe von Voraussetzungen aus, die ihm als heuristische Hilfsmittel den Zugang zu seiner Hypothese ermöglichten, z. B. von dem Prinzip: „Die Natur gebraucht die geringsten Mittel, die möglich sind"; von Annahmen über den Ort der Quelle der Bewegung und über die physikalischen Ursachen derselben; von der Überzeugung der prinzipiellen Richtigkeit des heliozentrischen Systems. Schließlich war die Überwindung des seit der Antike herrschenden Kreisdogmas eine der entscheidenden Voraussetzungen für das Auffinden (*Erraten!*) derjenigen Hypothese, die sich als richtig erweisen sollte.

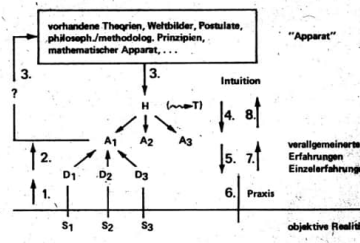
Es zeigt sich also, daß man sogar die *empirischen* Gesetze nicht durch einfache Induktion, d. h. durch Vergleich einzelner Daten und das Weglassen derjenigen Merkmale, die nicht in allen Daten enthalten sind, erhält. Eine „reine" Verallgemeinerung ist — wie auch theoretisch voraussetzungsloses Beobachten oder Experimentieren — nicht möglich. Dies muß man beachten, wenn man die Erfahrung als Grundlage der theoretischen Erkenntnis charakterisiert.

Zur Rolle des theoretischen Denkens im Erkenntnisprozeß

„Eine wissenschaftliche Theorie.... muß in der Lage sein, sowohl die Sachverhalte ihres Objektbereiches zu erklären als auch neue, bis dahin unbekannte Sachverhalte vorauszusagen." Dabei stützt sich die Theorie in erster Linie auf die in ihr formulierten Gesetzesaussagen [2; 1220].

Der **Rationalismus** als das andere Extrem in der Deutung des Erkenntnisprozesses berücksichtigt — im Gegensatz zum Empirismus (Induktionismus) — die theoretischen Voraussetzungen der Erkenntnis. Zugleich verabsolutiert er sie aber. Nach ihm kann „nur das Denken (die Vernunft) die Wahrheit finden. Das Kriterium der Wahrheit sucht der Rationalismus ebenfalls nur im Denken ..." [2; 1010].

Die wissenschaftliche Auffassung vom Erkenntnisprozeß vereinigt die rationellen Elemente von Empirismus und Rationalismus, erfaßt Empirisches und Theoretisches in deren wechselseitigem Zusammenhang. Sie soll anhand des folgenden Schemas erläutert werden.



Die Sachverhalte S der objektiven Realität werden über die praktische Tätigkeit des Forschers (Beobachtung, Experiment) in Gestalt von empirischen Daten D widergespiegelt.

Durch unvollständige Verallgemeinerung der Daten erhält man allgemeine Aussagen A (im Schema: = A_1). Eine richtige wissenschaftliche Theorie T muß es gestatten, diese allgemeinen Aussagen A (oft in präzisierender Weise) aus ihren Grundgesetzen abzuleiten (*Erklärung!*). Der Weg zur Theorie geht über das Suchen nach geeigneten Hypothesen H. Zu diesen führt kein direkter oder logischer Zugang (EINSTEIN). Hypothesen müssen *erraten* werden. Hierin liegt der entscheidende schöpferische Akt des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses. Die Fragestellung für die Hypothesen ergibt sich aus den allgemeinen Aussagen A (A_1), denn das ist die Mindestanforderung an die Hypothese, daß sie eine Ableitung dieser Aussagen ermöglicht. Das Auffinden entsprechender Hypothesen wird durch den Einsatz des zur Verfügung stehenden „Apparates" ermöglicht. Indem man mit dem „Apparat" arbeitet, erhält man Hypothesen auf einem Wege, der „nichtlogischer Natur" ist, d. h. es gibt keine Rezepte oder Ableitungsregeln zur Gewinnung von brauchbaren Hypothesen. Eine wesentliche Rolle spielt hier die Intuition.

Soll die Hypothese zur Grundaussage einer Theorie werden, dann muß man aus ihr, neben der ursprünglichen allgemeinen Aussage A_1 auch weitere Aussagen A_2, A_3, ... ableiten können. Hat man genügend viele, qualitativ unterschiedliche Aussagen A_i über Beobachtung oder Experiment anhand von entsprechenden Einzelaussagen vom Typ D überprüft hat man außerdem kein A_i aus H abgeleitet, das durch die Praxis widerlegt worden wäre, dann kann man sagen, daß H den Charakter einer Hypothese verloren hat und ein Bestandteil der theoretischen Erkenntnis ist.

Beweisverfahren — Deduktion und Reduktion

Unter logischen Gesichtspunkten unterscheidet man bei den Verfahren zur Gewinnung von wahren Aussagen aus anderen wahren Aussagen die Deduktion und die Reduktion. Die **Deduktion** ist ein logisch zwingender Schluß von wahren Aussagen auf andere. Mit einer **Reduktion** haben wir es dagegen zu tun, wenn sich die Wahrheit einer Aussage nicht notwendig, sondern nur „mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit" aus den vorausgesetzten wahren Aussagen ergibt. Welche Beweisverfahren liegen nun den verschiedenen Schritten im Erkenntnisprozeß zugrunde?

1. S. - - → D: Aussagen D über Sachverhalte S werden durch einzelne Beobachtungen (Experimente) gewonnen. Dafür sind die Begriffe der Deduktion oder Reduktion nicht anwendbar, da nicht Aussagen aus Aussagen gewonnen werden, sondern der Übergang von der objektiven Realität zu einer „Bewußtseinstatsache" erfolgt.
2. D - - → A: Durch Verallgemeinerung verschiedener D_i erhält man die Aussage A (A_1). Wir haben es mit der unvollständigen Induktion zu tun. Diese ist nach obiger Bestimmung ein reduktiver Schluß. (Allerdings nicht im streng logischen Sinne, denn die bei der Verallgemeinerung verwandten Auslese- oder Bewertungskriterien werden nicht insgesamt bewußt angewandt.)
3. A - - → H: Dies ist kein logischer Weg. Er führt über den „Apparat" und ist mit Intuition verbunden. Außerdem geht es hier nicht um das Beweisen, sondern zunächst um das Finden einer Idee (Hypothese), die dann bewiesen werden muß.
4. H - - → A: Hier wird im strengen Sinne die Deduktion angewandt.
5. A - - → D: Wir haben es mit der Konkretisierung von A für den konkreten Fall zu tun. Es handelt sich im Prinzip um eine Deduktion, die jedoch in der Regel nicht in reiner Form auftritt. Es werden Idealisierungen rückgängig gemacht, die bei der Verallgemeinerung zustande kamen, usf.
6. D - - → S: Überprüfung (nicht logisch, vgl. 1.).
7. D - - → A: reduktiver Schluß [vgl. 5].
8. A - - → H: Es erfolgt das Rückschließen von der über unvollständige Induktion (Reduktion) überprüften Aussage A auf die Hypothese. Dies ist eine Reduktion im streng logischen Sinne, — im Gegensatz zu Schritt (3), wo es um das Erraten der Hypothese ging.

8 a. Ist dagegen durch Überprüfung in der Praxis die Falschheit einer Aussage A, die aus H abgeleitet wurde, nachgewiesen worden, dann ergibt sich logisch zwingend die Falschheit von H. Auch hier spricht man von einem „deduktiven Schluß".

Oft wird unter „Beweis in engerem Sinn" die deduktive Ableitung einer wahren Aussage aus einer anderen wahren Aussage (Theorie), also der erste in [1] unter „Beweisen" genannte Fall, verstanden. Wie wir sahen, ist dieser Fall ein bestimmter Schritt des „Beweisens im allgemeinen Sinne" (2. Fall in [1]), denn die Richtigkeit einer Theorie, die einen bestimmten Bereich der Wirklichkeit zum Gegenstand hat, kann nur durch den gesamten hier beschriebenen Gang von 4. bis 8. begründet werden. *Insgesamt* ist somit *der Beweis* für eine Theorie *immer reduktiv*. Daher ist für eine ausreichende Sicherheit, daß die betreffende Theorie wahr ist, die Überprüfung anhand einer Vielzahl qualitativ unter-

schiedlicher Schlußfolgerungen aus dieser Theorie (oder zunächst: Hypothese) notwendig. Einzelne Beispiele können niemals eine Theorie beweisen. Ein Beispiel ist lediglich Bestandteil des Beweismaterials für eine Theorie. In diesem Sinne spricht man davon, daß eine Theorie durch (weitere) Beispiele *bestätigt* wird.

Literatur:

[1] STIER, J.: **Karteikarte von Astronomie in der Schule, 16 (1979) 4.**

[2] KLAUS, G.; BUHR, M. (Herausg.): **Philosophisches Wörterbuch.** Leipzig 1974.

[3] LAMBRECHT, H.: **Zur Rolle von Beobachtung und Theorie in der Astronomie.** In: Astronomie in der Schule, 15 (1978) 8.

[4] POINCARÉ, H.: **Wissenschaft und Hypothese.** Leipzig 1914.

[5] GÜNTHER, O.: **Die Weiterentwicklung des Copernicanischen Weltbildes und seine Stellung in den Auseinandersetzungen am Ende des 16. Jahrhunderts. Johannes Kepler, Galileo Galilei und René Descartes.** In: Nicolaus Copernicus, Berlin 1973.

Anschrift des Verfassers:
Dr. FRITZ GEHLHAR
8020 Dresden, Rubensweg 5

MANFRED SCHUKOWSKI

Stoffliche Schwerpunkte zum Lehrplanabschnitt „Das Milchstraßensystem und extragalaktische Systeme"

1. Einordnung in den Astronomielehrplan

Der Lehrplanabschnitt 2.3. „Das Milchstraßensystem und extragalaktische Systeme" wird als 24. und 25. Stunde des Astronomieunterrichts nach dem Abschnitt „Die Sterne" behandelt. Vor den beiden Systematisierungsstunden am Ende des Astronomieunterrichts sind dies die beiden letzten Unterrichtsstunden, in denen neuer Stoff vermittelt wird.

In der ersten der beiden Stunden dieses Abschnitts sind

- Erscheinungsformen der interstellaren Wolken
- Sternentwicklung

zu behandeln. In der zweiten ist ein Überblick über

- die Struktur des Milchstraßensystems einschließlich der Sternhaufen
- extragalaktische Systeme

zu vermitteln.

Damit wird deutlich, daß die Überschrift dieses Lehrplanabschnittes nicht treffend formuliert ist, denn sie erfaßt eigentlich nur das Anliegen des zweiten der beiden Unterabschnitte. Schwerwiegender als dieser formale Mangel erscheint uns der Hinweis erfahrener Astronomielehrer, daß es für die Logik des Erkenntnisprozesses ungünstig sei, daß die Sternentstehung nach der Sternentwicklung (23. Stunde des Astronomieunterrichts) behandelt wird. Es ist mit dem Ziel und dem Anliegen des Astronomielehrplans vereinbar und methodisch realisierbar, wenn die Unterrichtsstunde „Interstellare Wolken und Sternentstehung" unmittelbar nach dem Lehrplanabschnitt „Ausgewählte Zustandsgrößen der Sterne" vor dem Abschnitt „Die Sternentwicklung" behandelt wird.

An den stofflichen Schwerpunkten der Lehrplanabschnitte 2.3.1. und 2.3.2., wie sie nachstehend dargestellt werden, würde sich durch eine solche Umstellung in der Stoffabfolge des Lehrplans nichts ändern. Diese beiden Abschnitte würden nur nicht mehr in unmittelbarer Aufeinanderfolge behandelt, sondern zwischen ihnen stünde dann der Abschnitt „Sternentwicklung".

Bei der methodischen Gestaltung der beiden Unterrichtsstunden des Lehrplanabschnitts „Das Milchstraßensystem und extragalaktische Systeme" ist im Unterschied zu früheren Stunden des Astronomieunterrichts zu beachten: Während die Behandlung der vorangehenden Lehrplanabschnitte in starkem Maße begründenden Charakter trägt und die methodische Gestaltung auf die Darstellung des Wesens kosmischer Objekte und Prozesse gerichtet ist, herrscht bei der Behandlung des Abschnitts 2.3. die beschreibende, fast ausschließlich auf die Erscheinung beschränkte Darstellung vor. Mathematische Behandlungen und tiefergehende physikalische Begründungen dieser Stoffe würden den Rahmen der Allgemeinbildung übersteigen.

2. Stoffliche Schwerpunkte

Als Ergebnis der Behandlung dieses Lehrplanabschnitts sollen die Schüler zu folgenden *grundlegenden Erkenntnissen* gelangen:

(1.) **Unter der Wirkung der Gravitation entstehen aus interstellarem Gas und Staub Sterne. Dieser Prozeß vollzieht sich auch gegenwärtig.**

(2.) **Das Milchstraßensystem ist ein großes Sternsystem, zu dem auch unser Sonnensystem gehört. Im Weltall gibt es sehr viele ähnliche Sternsysteme.**

Der Astronomielehrer muß an dieser Stelle des Astronomieunterrichts auch entscheiden, wann die durch den gesamten bisherigen Astronomieunterricht vorbereiteten allgemeingültigen und weltanschaulich relevanten Einsichten

(3.) **Die Astronomie bestätigt, daß der Mensch in der Lage ist, die komplizierten Strukturen und Prozesse im Kosmos, die sich in großen Entfernungen und langen Zeiträumen vollziehen, immer umfassender zu erkennen.**

(4.) **Die kosmischen Objekte befinden sich in ständiger Bewegung und Veränderung.**

explizit formuliert werden sollen. Das kann im Zusammenhang mit den Themen dieses Lehrplanabschnittes oder auch in den abschließenden Systematisierungsstunden geschehen. Nur vergessen werden darf es nicht.

Die Formulierung der genannten grundlegenden Erkenntnisse (1) und (2) dieses Abschnitts macht auch die Wichtung der Stoffe deutlich: Der Schwerpunkt des Abschnitts 2.3.1. liegt eindeutig auf der *Sternentstehung*. Die Behandlung der interstellaren Wolken ist diesem Schwerpunkt ein- und untergeordnet; sie hat ein doppeltes Ziel: 1. Sie macht die Schüler mit einer weiteren Erscheinungsform kosmischer Objekte bekannt. 2. Sie schafft Voraussetzungen im Wissen für das Verständnis des Prozesses der Sternentstehung.

Im Abschnitt 2.3.2. liegt der Schwerpunkt bei der Darstellung der *Struktur des Milchstraßensystems*. Der Vergleich mit extragalaktischen Systemen stellt die Anwendung, den Ausblick dar, erweitert die räumlichen, aber kaum noch die strukturellen Dimensionen astronomischer Erkenntnisse.

Um zu den genannten grundlegenden Erkenntnissen zu gelangen, sind *weitere Erkenntnisse wesentlich:*

1.1. *Im Weltraum gibt es interstellares Gas und interstellaren Staub, die als leuchtende Nebel oder als Dunkelwolken in Erscheinung treten.*

1.2. *Sterne entstehen meist in Gruppen (Sternhaufen) durch Kontraktion von interstellaren Wolken unter der Wirkung der eigenen Gravitation. Dabei heizen sie sich bis zum Einsetzen von Kernreaktionen auf.*

2.1. *Das Milchstraßensystem besteht aus dem Kern und der Scheibe mit den Spiralarmen. Es hat einen Durchmesser von etwa 50 000 pc und enthält einige 100 Milliarden Sterne.*

2.2. *In den Spiralarmen entstehen die Sterne.*

2.3. *Extragalaktische Systeme sind große Sternsysteme von ähnlicher Größenordnung und teilweise auch ähnlicher Struktur wie die Galaxis.*

Aus diesen wesentlichen Erkenntnissen leitet sich ab, daß die in Abbildung 1 dargestellten Begriffe in diesem Stoffgebiet wichtig sind.

Die wesentlichen Stoffe sind eingebettet in

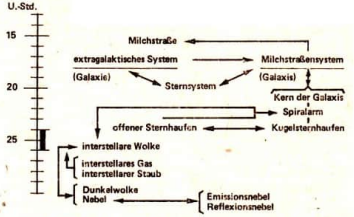


Abb. 1: **Wichtige Begriffe zum Lehrplanabschnitt 2.3.** Die Skala der Unterrichtsstunden (links) zeigt den Zeitpunkt ihrer unterrichtlichen Behandlung an. Die angedeuteten Relationen zwischen den Begriffen enthalten latent auch methodische Hinweise. (Die Reihenfolge der unterrichtlichen Behandlung ergibt sich aus dem Lehrplan, nicht aus der Reihenfolge in dieser graphischen Darstellung.)

weitere, die der Erläuterung, Ergänzung und Unterstützung der wesentlichen astronomischen Erkenntnisse dienen, die das Verständnis für wichtige Zusammenhänge vertiefen sollen, die Hilfsdienste im Erkenntnisprozeß leisten, ohne dabei selbst in den Vordergrund zu treten. Bei der Beschreibung leuchtender Nebel z. B. wird auf die Leuchtanregung durch 0- bzw. B-Sterne oder die Reflexion des Lichts an Staubteilchen eingegangen, um eine hier gegebene Möglichkeit der Heranführung der Schüler an das Wesen dieser Prozesse zu nutzen. Bei der Behandlung der Struktur des Milchstraßensystems wird auf die Bewegung der Sterne in der Galaxis und die differentielle Rotation im Gesamtsystem eingegangen. Damit verfeinert sich das Bild von der Galaxis, auch wenn dieser Stoff vom Schüler nicht behalten zu werden braucht.

Zu diesen sonstigen Stoffen dieses Lehrplanabschnitts gehören Begriffe wie differentielle Rotation, Galaxienhaufen, Quasar, Sternassoziation, . . ., die im Unterricht wohl benötigt und benutzt werden, die aber nicht zum reproduzierbaren Wissen der Schüler zu werden brauchen.

Aufgefordert durch wiederholte Fragen von Astronomielehrern möchten wir unseren Standpunkt zur Behandlung der Sternentstehung in der Schule äußern.

Wir sehen gegenwärtig keinen Grund, im Astronomieunterricht von der Kontraktionstheorie der Sternentstehung, wie sie der Lehrplan fordert, abzugehen. Diese Theorie ist wissenschaftlich gut begründet und steht mit den Beobachtungsbefunden in guter Übereinstimmung.

Das soll nicht ausschließen, daß wir — z. B. bei sehr großen und sehr dichten Massen — nicht

auch Sternentstehungsprozesse durch explosive Expansionen für möglich halten. Für problematisch jedoch halten wir die Extrapolation dieser Hypothese auf beliebige Massen und ihre Verabsolutierung.

In diesem Sinne sollten wir unseren Schülern antworten, wenn sie – durch Presseveröffentlichungen angeregt – nach der Expansionshypothese fragen. Die weitere astronomische Forschung muß Aufschluß geben, welche der Auffassungen sich als Widerspiegelung der objektiven Realität erweist, oder ob nicht vielleicht beide Prozesse unter bestimmten unterschiedlichen physikalischen Bedingungen nebeneinander existieren.

Eine abschließende Bemerkung: Alle Feststellungen und Vorschläge dieses Artikels setzen aber voraus, daß der Lehrplanabschnitt 2.3. im Astronomieunterricht auch wirklich behandelt wird, daß er nicht zum Schluß des Schuljahres „unter den Hammer" kommt, weil keine Zeit mehr für seine Behandlung bleibt. Das aber kann um so sicherer vermieden werden, je besser dem Astronomielehrer auch bei allen früheren Lehrplanstoffen die Konzentration auf das Wesentliche gelungen ist und er Zeit und Stoff in Übereinstimmung zu bringen verstand.

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. sc. MANFRED SCHUKOWSKI
252 Rostock 22, Helsinkier Straße 79

HORST BIENIOSCHEK; KLAUS LINDNER

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

4. Stunde

Thema: Doppelsternsysteme; mittlere Dichte von Sternen

Ziele: Die Schüler sollen
- erkennen, daß bei Doppelsternen aus der beobachteten Bewegung die Bestimmung der Massen und der Radien möglich ist,
- die mittlere Dichte eines Sterns berechnen.

Stundengliederung:

1. Erarbeiten von Grundlagen der Radienbestimmung bei Bedeckungssternen
2. Berechnen der mittleren Dichte von Sternen

Variante des Stundenverlaufs
zu 1.

Anhand der Anschauungstafel „HRD" werden zum Beginn der Stunde die in der 3. Stunde erworbenen Kenntnisse überprüft und wiederholt. Folgende Fragen können den Schülern gestellt werden:
- Woraus schließen Sie, daß Sterne, die im HRD als Riesen (weiße Zwerge) bezeichnet werden, tatsächlich größere (kleinere) Radien als die Hauptreihensterne gleicher Temperatur haben?
- Mit Hilfe welcher Gesetzmäßigkeit können Näherungswerte für die Radien und (bei Hauptreihensternen) für die Massen von Sternen ermittelt werden?

Anschließend wird nochmals darauf eingegangen, daß die Verfahren der Radien- und Massenbestimmung mit dem HRD nur zu Näherungswerten führen und daß mit anderen Methoden die entsprechenden Größen von „Eichsternen" bestimmt werden müssen. Ansätze für ein solches Verfahren zur Bestimmung von Sternradien sind der Inhalt des nächsten Stundenabschnitts. Zunächst werden die Schüler aufgefordert, die bei der Beobachtung eines Doppelsternsystems (Beobachtungsaufgabe A 9 des Lehrbuches) gewonnenen Erkenntnisse darzustellen. Die Skizze einer Doppelsternbahn (Tafel XI) bildet eine Ergänzung. Der Begriff Doppelsternsystem wird definiert.

Mit Hilfe eines Freihandmodells (Modell 1) erläutert der Lehrer nun, daß die Bahnebenen der Doppelsternsysteme mit der Blickrichtung des Beobachters sehr unterschiedliche Winkel einschließen können. Er zeigt dabei auch, daß bei einer bestimmten Lage der Bahnebene für den Beobachter eine periodische gegenseitige Bedeckung der beiden Sterne erfolgt.

Die Schüler sollen überlegen, in welcher Weise ein solches System auch dann von der Erde aus als Doppelsternsystem erkennbar ist, wenn infolge zu großer Entfernung die beiden Sterne selbst in einem Fernrohr nicht mehr getrennt gesehen werden können, sondern zu einem Lichtpunkt verschmelzen.

Der Begriff Bedeckungsstern ist anhand des Lehrbuches zu erarbeiten. Durch Auswertung der Lehrbuchabbildung 81/1 gewinnen die Schüler einen Überblick über einzelne Phasen des Helligkeitswechsels. Der Helligkeitswechsel kann auch mit einem Demonstrationsexperiment veranschaulicht werden (Experiment 6). Anschließend wird erarbeitet, daß die Dauer der Helligkeitsphasen u. a. von der Größe der Sternradien abhängt und deshalb

[1] s. „Astronomie in der Schule" 16 (1979) 2, 35 ff.; 3, 59 ff.; 5, 104 ff.; 6, 120 ff.

deren Bestimmung durch Beobachtungen der Helligkeitsschwankungen möglich ist.
Die Schüler lernen einige Sternradien kennen. (Tafel XII). Sie erhalten auch einen Hinweis darauf, daß die Bahn der Doppelsterne durch die Gravitationswirkung bestimmt ist. Da diese wiederum von den Sternmassen abhängt, kann aus der beobachteten Doppelsternbahn auf die Massen der Sterne geschlossen werden.
Zum Abschluß dieses Stundenabschnitts sollen die Schüler im Unterrichtsgespräch folgende Kenntnisse über die Bestimmung zweier Zustandsgrößen der Sterne wiederholen und vertiefen:

- Massen und Radien der Sterne können genähert aus dem HRD ermittelt werden (Massen nur für Hauptreihensterne), wenn für die betreffenden Sterne Bildpunkte im Diagramm vorhanden sind. Voraussetzung für die Eintragung eines Sterns in das HRD ist die Kenntnis seiner Temperatur und seiner Leuchtkraft. Beide Größen lassen sich aus dem Spektrum des Sternlichts ermitteln: Temperatur — Farbanteile im Spektrum; Leuchtkraft — Breite der Spektrallinien.
- Massen und Radien bestimmter Sterne können auch auf einem davon unabhängigen Wege bestimmt werden. Diese Werte dienen zur „Eichung" des HRD.
- Die Massen lassen sich bei Doppelsternen aus der beobachteten Bahnkurve errechnen.
- Die Radien ergeben sich bei Bedeckungssternen aus der Helligkeitskurve.

zu 2.
Als letzte der in der Schule zu erörternden Zustandsgrößen der Sterne nennt der Lehrer die mittlere Dichte. Die Schüler sollen zunächst begründen, weshalb man nur von einem Mittelwert, nicht aber von „der" Dichte des Sterns sprechen kann. Der Lehrer fordert auf, zur Beantwortung dieser Frage die in der Unterrichtseinheit „Die Sonne" erworbenen Kenntnisse über den inneren Aufbau der Sonne heranzuziehen. Die Schüler begründen:

- *Sterne sind Gaskugeln mit starker Konzentration der Masse im Zentralgebiet.*
- *Die Dichte eines Sterns ist im Zentrum weit höher als in den äußeren Bereichen.*
- *Sterne haben keine einheitliche Dichte; deshalb kann man nur einen Mittelwert angeben.*

Im Unterrichtsgespräch wird die Gleichung für die Berechnung der mittleren Dichte eines Sterns wiederholt:

$$\bar{\varrho} = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{4}{3}\pi \cdot R^3$$

$$\bar{\varrho} = \frac{3\,m}{4\pi \cdot R^3} \qquad (R = \text{Sternradius})$$

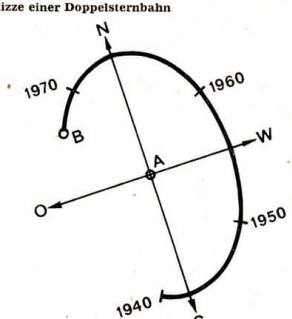
In 3 Gruppen berechnen die Schüler die mittleren Dichten eines Riesen, eines Hauptreihensterns und eines weißen Zwerges (Aufgabe 3). Charakteristische mittlere Sterndichten werden mit Tafel XIII vorgestellt.

Aufgaben:

1. *Warum kann aus der beobachteten Bahnkurve von Doppelsternsystemen auf die Massen dieser Sterne geschlossen werden?* (Bahnkurve ist Folge der Gravitationswirkung; Gravitation ist massenabhängig.)
2. *Beschreiben Sie, wie sich die Umlaufsbewegung der Sterne in einem Bedeckungssternsystem für einen irdischen Beobachter auswirkt!* (Helligkeitswechsel durch Bedeckungseffekt; Zustandekommen einer Helligkeitskurve.)
3. *Berechnen Sie die mittlere Dichte eines der folgenden Sterne* (s. Tabelle unten):

Tafelbilder/Folien

Tafel XI
Skizze einer Doppelsternbahn



zur 3. Aufgabe

Name	Masse in kg	Radius in m	(Lösungen: Dichte in kg · m⁻³	in g · cm⁻³)
Sirius A	$6{,}4 \cdot 10^{30}$	$1{,}18 \cdot 10^{9}$	930	0,93
Sirius B	$1{,}2 \cdot 10^{30}$	$1{,}39 \cdot 10^{7}$	$1{,}07 \cdot 10^{6}$	$1{,}07 \cdot 10^{5}$
Beteigeuze	$3 \cdot 10^{31}$	$5{,}08 \cdot 10^{11}$	$5{,}46 \cdot 10^{-5}$	$5{,}46 \cdot 10^{-8}$

Tafel XIII

Charakteristische mittlere Sterndichten		
Überriese	10^{-3} . . .	10^{-8} g · cm^{-3}
Riese	10^{-3} . . .	10^{-6} g · cm^{-3}
Hauptreihenstern hoher Temperatur	10^{-2}	g · cm^{-3}
Hauptreihenstern geringer Temperatur	5	g · cm^{-3}
Weißer Zwerg	10^{5} . . .	10^{6} g · cm^{-3}

Tafel XII

Radien einiger Sterne

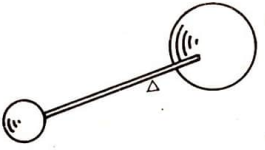
Name	**Radius in Sonnenradien**
Beteigeuze	730
Rigel	120
Pollux	24
Wega	2,9
Sirius A	1,7
Sirius B	0,020
Prokyon B	0,016

Experimente

Experiment 6:
Helligkeitskurven bei Bedeckungssternen
Zwei 21-W-Lampen (12 V) werden mit Zylindern aus Pergamentpapier abgedeckt. Wird eine Lampe um die andere bewegt, so sind bei der Helligkeitsmessung (entsprechend Experiment 1) zwei Veränderungen der Anzeige dann deutlich, wenn der Photowiderstand mit den beiden Lampen eine Gerade bildet.

Modelle

Modell 1
Doppelsternsystem



2 Kugeln,
durch Stab miteinander verbunden

(wird fortgesetzt)

ALFRED MÜSSIGGANG

Möglichkeiten der Nutzung des Kalenders für Sternfreunde im Astronomieunterricht und in Arbeitsgemeinschaften Astronomie/Raumfahrt

Dem folgenden Autorreferat liegt die Pädagogische Lesung Nr. 4745 mit dem obengenannten Titel zugrunde, die 1978 vom Zentralvorstand der Gewerkschaft Unterricht und Erziehung ausgezeichnet wurde. Der Verfasser ist stellvertretender Leiter des Raumflugplanetariums „Juri Gagarin" in Cottbus.

Von zahlreichen Kollegen wird der Kalender für Sternfreunde nur durchgesehen, die Artikel über neuere astronomische Entdeckungen werden gelesen, die Bilder des Anhangs betrachtet und dann liegt er das ganze Jahr fast ungenutzt unter anderen Büchern. Er bietet jedoch zahlreiche Möglichkeiten zur interessanten und aktuellen Gestaltung des Astronomielehrgangs in der Schule. Er gibt Hilfen bei der Planung und Durchführung von Beobachtungsstunden, und er enthält Material, das für die Organisierung von Übungen, für schöpferische Selbsttätigkeit und selbständigen Wissenserwerb der Schüler im Lernprozeß genutzt werden kann. Damit vermag er der Erfüllung der Bildungs- und Erziehungsaufgaben im Astronomieunterricht und in Arbeitsgemeinschaften Astronomie und Raumfahrt zu dienen. Einige dieser Möglichkeiten zu nennen und zu erläutern, so daß sie auch von weniger erfahrenen Astronomielehrern genutzt werden können, ist das Ziel dieser Pädagogischen Lesung.

Nutzung des Kalenders zur Aktualisierung des Unterrichts

Die Tabellen der geozentrischen Koordinaten von Sonne, Mond und Planeten in Verbindung mit dem Arbeitsblatt bzw. der haftbaren Schiefertuchtafel der Tierkreiszone gestatten die Verfolgung der Bewegungen dieser Himmelskörper über das ganze Schuljahr. Diese Tätigkeit kann zunächst der Vorbereitung der Behandlung genannter Thematik im Unterricht und danach einer immanenten Übung und Festigung der erworbenen Kenntnisse durch die Schüler dienen. Eine zweckmäßige Einbeziehung in den ersten Beobachtungsabend und im weiteren Verlauf des Schuljahres in den Unterricht gibt den Schülern Anregung zu selbständiger Beobachtung der Erscheinungen.

Ähnliche Möglichkeiten ergeben sich in Verbindung mit der drehbaren Schülersternkarte. Dabei sind differenzierte Aufgabenstellungen

möglich. Der Wert eines solchen Vorgehens liegt in der Aktualität und der daraus entstehenden Beziehung zur eigenen Beobachtung. Die Tabellen der heliozentrischen Koordinaten der Planeten gestatten eine Verfolgung der Planetenbewegung um die Sonne. Diese Tätigkeit bietet sich für Arbeitsgemeinschaften an.

Eine Zeichnung der heliozentrischen Planetenbahnen leistet gute Dienste bei der Verfolgung aktueller Raumflugunternehmungen zu anderen Planeten, besonders zu den Nachbarplaneten Mars und Venus. Aus den Tabellen der heliozentrischen Koordinaten lassen sich die aktuellen Positionen der Planeten entnehmen. Die Konstellation Erde—Zielplanet zum Zeitpunkt des Starts und ihre Veränderung während des Fluges der Planetensonde kann auf diese Weise anschaulich dargestellt werden.

Ähnliche aktuelle Betrachtungen können am Planetenschleifengerät durchgeführt werden, das für diese Zwecke durch eine selbstgefertigte Winkelteilung der heliozentrischen Länge zu ergänzen ist. In allen aufgeführten Beispielen liefert der Sternkalender dem Lehrer die benötigten aktuellen Daten.

Nutzung des Kalenders für die Vorbereitung und Durchführung von Beobachtungen

Die zahlreichen Tabellen des Kalenders ermöglichen eine langfristige Planung der Beobachtungstermine. Die Sichtbarkeit zu beobachtender Planeten, die Mondphase, der Sonnenuntergang bzw. das Ende der Dämmerung für die zeitliche Festlegung können ihnen entnommen werden. Ebenso sind Daten für weitergehende Beobachtungen von Planetoiden, Veränderlichen, Sternbedeckungen u. a. im Rahmen von Arbeitsgemeinschaften im Kalender enthalten.

Die Ausstattung unserer Schulen mit dem Fernrohr „Telementor" und mit Zusatzgeräten gestattet es, im Klassenverband eine Sonnenbeobachtung durchzuführen. Die Möglichkeit, das Projektionsverfahren anzuwenden, ermöglicht darüber hinaus in der AGR die Nutzung der physischen Ephemeriden der Sonne. Ohne große Mühe kann vom Lehrer oder auch von interessierten Schülern eine Projektionsunterlage angefertigt werden, die mit richtigem Positionswinkel der Achse mittels Manipermplättchen auf dem Projektionsschirm befestigt wird. Die Schüler gelangen so zu besseren Vorstellungen über die Sonne, und das im Unterricht erworbene Wissen wird durch eigene Beobachtung gefestigt.

Für Jupiterbeobachtungen gibt der Kalender Auskunft über die Positionen der vier großen Monde, ihre Verfinsterungen und Durchgänge vor der Planetenscheibe. Wählt man den Beobachtungstermin so, daß ein solches Ereignis in die Beobachtungszeit fällt, erhöht dies den Erlebnisgehalt der Beobachtung für die Schüler und steigert gleichzeitig das Interesse am Fach.

Die Beispiele zur Nutzung des Sternkalenders im Astronomieunterricht liegen im Rahmen der Lehrplanforderungen. Sie beziehen sich hauptsächlich auf die Kapitel 1.2., 1.3. und 1.4. des Lehrplans. Die stärkere Einbeziehung aktueller Erscheinungen in den Unterricht regt viele Schüler zu eigener Himmelsbeobachtung an, steigert das Interesse am Fach, führt zu dauerhafteren Kenntnissen und besseren Bildungsergebnissen im Fach Astronomie.

Anschrift des Verfassers:
Oberlehrer ALFRED MÜSSIGGANG
75 Cottbus, Raumflugplanetarium „Juri Gagarin"

HANS DIETER BELASCHKI

Tätigkeit der AGR „Astronomie und Raumfahrt"[1]

Mit den im vorliegenden Rahmenprogramm, gültig seit September 1978, getroffenen Festlegungen zur Durchführung des Lehrgangs sind günstige Bedingungen für eine effektive und entsprechend den schulischen bzw. örtlichen Möglichkeiten differenzierte Aufstellung eines Arbeitsprogramms geschaffen worden. Die im Vorwort des Rahmenprogramms gestellten Forderungen, daß die Beobachtungen im Vordergrund stehen und eine Vielfalt von Schülertätigkeiten erreicht werden soll, müssen dabei beachtet werden. Das Rahmenprogramm fordert die Behandlung der Themen des Grundkurses als verbindlich. Es ermöglicht die Entscheidung für einen von drei Wahlkursen; jedoch sind auch Kombinationen aus allen Wahlkursen möglich, wobei ein logischer Aufbau beachtet werden muß.

Zur Behandlung der Inhalte des Grundkurses

Die im Programm aufgeführte Themenfolge ist nicht bindend. So sind zum Beispiel die Orientierung am Himmel und der sichere Umgang mit der drehbaren Schülersternkarte

[1] Kurzfassung eines Vortrags auf der Tagung „Inhaltliche und pädagogische Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts und der AGR ‚Astronomie und Raumfahrt'" vom 16. bis 18. Oktober 1979 in Crimmitschau.

nach meinen Erfahrungen der Beobachtung bestimmter Objekte und der Lösung der damit verbundenen Aufgaben voranzustellen. Das bedeutet jedoch nicht, daß auf eine einführende Beobachtung, die zur Motivierung für die AG-Teilnehmer zu nutzen ist und bei der möglichst viele verschiedene Objekte vorgestellt werden sollten, verzichtet werden darf. Weiterhin scheint es vorteilhaft, einige Punkte parallel abzuhandeln und Aufgabenstellungen des Wahlkurses mit denen des Grundkurses zu verknüpfen. Als Beispiel sei hier angeführt, daß beim Pkt. 4, Orientierung am Sternhimmel, Aufgaben aus dem Wahlkurs, Pkt. 1, der die gleiche Zielstellung hat, jedoch detailliertere Aufgaben enthält, mit behandelt werden können. Andererseits kann auch die historische Entwicklung der Astronomie mit der Behandlung einzelner Himmelsobjekte verbunden werden. Die Arbeit mit dem Sternkalender wird ebenfalls in die Thematik der Grundkurse einzuplanen sein.

Zur Festlegung des Wahlkurses

Da möglichst viele Erkenntnisse der AG-Teilnehmer aus Beobachtungen und Experimenten gewonnen werden sollen, müssen bei der Auswahl der Aufgaben die jeweiligen schulischen Bedingungen beachtet und genutzt werden. Während an astronomischen Zentren und Schulsternwarten bezüglich der Instrumente kaum Probleme auftreten, steht den meisten Schulen nur der Telementor zur Verfügung. Damit die Arbeit rationeller wird, ist es zweckmäßig, entsprechend der Anzahl der vorhandenen Fernrohre auf dem ausgewählten Beobachtungsplatz einige Fernrohrsäulen fest anzubringen. Der Abschnitt Astrofotografie findet bei den Schülern reges Interesse. Es sollten deshalb Möglichkeiten geschaffen werden, um einfache Aufgaben zu lösen. Die Beschaffung einer Kamera und die Einrichtung eines kleinen Labors sind in Verbindung mit anderen AG an den Schulen sicher in vielen Fällen möglich. Welche Aufgaben aus dem AGR-Programm ausgewählt werden, wird neben den bereits genannten Voraussetzungen vor allem von den Fähigkeiten des AG-Leiters abhängen. Dabei wird der „Anfänger" sein Programm so gestalten, daß es ihm möglich ist, durch die Arbeit mit der AG eine immer bessere Beobachtungspraxis zu erlangen. Bei der Zusammenstellung des Arbeitsprogramms sollten die Schüler mit herangezogen werden.

Zur Aufstellung des Arbeitsprogramms

Neben den im Rahmenprogramm geforderten Inhalten sind die Beachtung aktueller astronomischer und astronautischer Ereignisse, der Besuch von Ausstellungen, Filmen, Planetarien und Sternwarten als Höhepunkte in der AG-Arbeit wichtig. Die Pflege der Geräte und des Beobachtungsgeländes und die Arbeit im Rahmen der MMM-Bewegung sollten ebenfalls Beachtung finden. Ferner sollten Ersatzveranstaltungen geplant werden, wenn (wetterbedingt) Beobachtungen ausfallen müssen. Möglich sind hier z. B. Arbeiten im Fotolabor oder Mitschnitte von Schulfunksendungen.

Gestaltung der Zusammenkünfte

Zu Beginn des Lehrgangs ist es wichtig, daß den AG-Teilnehmern die zur weiteren Arbeit benötigten Grundkenntnisse vermittelt werden. Der Umgang mit den zur Verfügung stehenden Beobachtungsgeräten ist zu üben. Den Mitgliedern werden als Arbeitsmittel das Astronomielehrbuch, die drehbare Schülersternkarte sowie die Arbeitsblätter „Nördlicher Sternhimmel" und „Tierkreiszone" zur Verfügung gestellt. In der Folgezeit sollten die Mitglieder der AG differenzierte Aufgaben erhalten. Dabei hat sich die Arbeit in kleinen Gruppen als günstig erwiesen, besonders bei Beobachtungen.

Zu Beginn werden einfache Aufgaben zur Mondbewegung – tägliche scheinbare Bewegung, Umlauf, Mondphasen – gestellt; daran schließen sich Aufgaben zur Planetenbewegung an und danach werden die obligatorischen Aufgaben des Astronomieunterrichts an die Gruppe vergeben. Hierbei sollte auf regelmäßiges Beobachten geachtet werden; einzelne Aufträge sind auch als Hausbeobachtungen zu erteilen. Auf diese Weise werden die AG-Mitglieder zu exakter, selbständiger Arbeit befähigt, wobei darauf geachtet werden sollte, daß die Ergebnisse anderen Mitgliedern vorgestellt und mit ihnen diskutiert werden. Dabei müssen die Aufgaben den Fähigkeiten der Schüler entsprechen und abrechenbar sein. Auf der Basis dieser Arbeitsorganisation wird das Anlegen von Sammlungen (Material aus Zeitschriften), die Anfertigung von Unterrichtsmitteln (z. B. Pendelquadranten oder Sternspuraufnahmen) und auch die Beschäftigung mit der Literatur durchgeführt. Aus Mitteln der Schule für die Arbeitsgemeinschaften kann eine kleine Bibliothek angelegt werden, die den AG-Teilnehmern zur Verfügung steht. Die AG-Veranstaltungen werden ebenfalls dazu genutzt, um einige Exponate für die Schul-MMM anzufertigen, einen Schaukasten zu gestalten, in dem die Mitschüler auf aktuelle Ereignisse hingewiesen oder Ergebnisse der Arbeit der AG-Mitglieder vorgestellt werden.

Es ist erstrebenswert, daß während der Beobachtungen den Schülern ein Raum zur Verfügung steht, der zum Vorbereiten, Protokollieren, aber auch zum Erwärmen genutzt werden kann. Diese Möglichkeit wird in den meisten Fällen jedoch nur gegeben sein, wenn der Beobachtungsstandort in unmittelbarer Nähe der Schule ist und dort ein Zimmer genutzt werden kann.

Wechselwirkung zwischen Arbeitsgemeinschaftstätigkeit und Unterricht

Obwohl wir die AG-Arbeit nicht als Vorbereitung oder Fortsetzung des Unterrichts der zehnten Klasse betrachten dürfen, bestehen Beziehungen, die aus den Inhalten des Lehrplans bzw. Programms der AGR erkennbar sind. Dabei werden Vorgriffe auf den Unterricht gemacht. Es hat sich aber nicht als Nachteil im Unterricht gezeigt, wenn die Schüler sich mit schon bekannten Sachverhalten beschäftigen, im Gegenteil. Im Unterricht sind bestimmte Forderungen konkreter, jeder Schüler wird zur Darlegung seiner Kenntnisse gezwungen, seine Leistungen werden gewertet und benotet. Andererseits ist die Behandlung der Probleme nicht so umfassend wie in der Arbeitsgemeinschaft. Besonders die leistungsschwachen AG-Mitglieder befinden sich hier in einer Situation, durch die ihre Position im Klassenkollektiv aufgewertet wird. Es ist ihnen möglich, andere Schüler zu unterstützen, z. B. im Abschnitt Orientierung, wo von den Schülern großes Abstraktionsvermögen gefordert wird, bei Übungen mit der drehbaren Schülersternkarte und anderen Abschnitten des Lehrplans. Besonders vorteilhaft für Lehrer und Schüler ist die Unterstützung bei den obligatorischen Beobachtungsaufgaben. Hier betreuen die AG-Mitglieder die Schülergruppen an den einzelnen Stationen, geben Hilfe und Anleitung, achten auf die Sicherheit beim Umgang mit den Beobachtungsgeräten. Gerade die Wechselwirkung zwischen AG und Unterricht ist für die Persönlichkeitsentwicklung der AG-Teilnehmer wertvoll. Ordnung, Disziplin, Ausdauer, Genauigkeit und Verantwortungsbewußtsein werden hier weiterentwickelt. Damit steigt das Selbstbewußtsein der Schüler und das Kollektiv der AG wird gefestigt. Die Tätigkeit der AG trägt auf diese Weise mit dazu bei, den Schülern Elemente der Moral und Ideologie der Arbeiterklasse nahezubringen und sie auf das Leben und ihre Aufgaben in unserer Gesellschaft vorzubereiten.

Anschrift des Verfassers:
HANS DIETER BELASCHKI
7205 Kitzscher, Nordstraße 40

UNSER FORUM

HILFEN FÜR DEN UNTERRICHT

KLAUS LINDNER, stellvertretender Chefredakteur

Unsere Zeitschrift beginnt mit dem Forum „HILFEN FÜR DEN UNTERRICHT" einen öffentlichen Meinungsaustausch über ein sehr wichtiges Thema. Seit 1971 arbeiten wir mit den **Unterrichtshilfen Astronomie** (weiterhin UH genannt). Sie entstanden im Rahmen der in den Jahren 1966 bis 1971 entwickelten methodischen Literatur und hatten bei ihrem Erscheinen vor allem die Funktion, die Einführung des damals (1971) neuen Astronomielehrplans zu unterstützen und den Astronomielehrern eine methodische Hilfe zur Bewältigung der neuen Aufgaben von der ersten Unterrichtsstunden an zu bieten. Dieses Ziel wurde erreicht; die UH haben sich in der Praxis bewährt.

Unsere UH Astronomie entstanden noch während der Gültigkeit des ersten Astronomielehrplans, die Arbeiten am Manuskript der UH wurden 1970 abgeschlossen. Damit ist gesagt, daß die Autoren kaum Möglichkeiten hatten, in ihrem eigenen Unterricht vorher das vom neuen Lehrplan geforderte methodische Konzept zu erproben.

Seit dem Erscheinen der ersten Auflage der UH Astronomie konnten wir bei ihrem Einsatz viele Erfahrungen sammeln. Wir haben gelernt, mit dem vom Lehrplan vorgegebenen Material umzugehen und optimale methodische Wege zu finden. Es ist verständlich, daß diese Wege nicht immer den in den UH empfohlenen entsprachen. Neue Empfehlungen stellten sich den UH zur Seite, so z. B. die Serie der Karteikarten zum Unterrichtsprozeß in unserer Zeitschrift und entsprechenden Einzelbeiträge und Artikelserien.

In den kommenden Jahren werden erste Überlegungen für die Überarbeitung der UH Astronomie angestellt. Die UH sollen den heutigen und den künftigen Anforderungen angepaßt und dadurch optimiert werden. Dabei geht es vor allem um bessere Wege zur Ver-

mittlung sicheren, systematischen, anwendungsbereiten und erweiterungsfähigen Wissens und Könnens unter Beachtung der Stoff-Zeit-Relation. Neben der Neuvermittlung müssen insbesondere die Festigung des Wissens, des Könnens und der Überzeugungen künftig in angemessener Weise berücksichtigt werden; aber auch die Kontrolle und die Bewertung der Unterrichtsergebnisse dürfen nicht aus den methodischen Darlegungen ausgespart bleiben. Die UH müssen die Lehrer wohl auch mehr als bisher auf das Wesentliche orientieren und ihnen zeigen, wie sie diese „Knotenpunkte" in ihrem Unterricht herausarbeiten sollen. Die spezifischen Aufgaben des Faches Astronomie bei der kommunistischen Erziehung der Schüler müssen sich zukünftig konkreter in den einzelnen Stundenentwürfen widerspiegeln.

Auch für die unterrichtstechnischen Aspekte unseres Faches haben sich seit Erscheinen der 1. Auflage der UH neue Akzente ergeben. Das betrifft sowohl neuentwickelte Unterrichtsmittel als auch den Einsatz bisher im Astronomieunterricht noch wenig erprobter methodischer Mittel (z. B. Demonstrationsexperimente). Allerdings muß gewährleistet sein, daß sie eine echte Rationalisierung bewirken; nur dann dürfen sie Aufnahme in die überarbeiteten UH finden.

Für die Durchführung der obligatorischen astronomischen Beobachtungen der Schüler wurden in den vergangenen 9 Jahren zahlreiche methodische und organisatorische Varianten veröffentlicht. Auch in Zukunft ist sicher nicht nur ein einziger Weg gangbar und empfehlenswert; die UH sollten das berücksichtigen. Aber auch die inneren Beziehungen zwischen den Beobachtungen und dem Unterricht im Klassenraum, die bisher in der methodischen Literatur unseres Faches nur eine sehr untergeordnete Rolle gespielt haben, müssen deutlicher ausgewiesen werden.

Die Überarbeitung der UH Astronomie stellt sich, überblickt man all diese Forderungen, als ein sehr komplexes Unternehmen dar. Es kann nicht erfolgreich sein, wenn nicht Erfahrungen, Meinungen, Kritiken, Impulse und Vorschläge aus dem großen Kreis der heutigen und der künftigen Nutzer dieses Werkes in die Arbeit Eingang finden, wobei neben den Astronomielehrern und Arbeitsgemeinschaftsleitern auch Lehrerbildner und Lehrerstudenten der Fachkombination Physik/Astronomie das Wort ergreifen sollten. Sicher wird auch in zukünftigen, überarbeiteten UH Astronomie nicht jeder Detailwunsch erfüllbar sein. Es gibt verbindliche Vorgaben für alle UH, die im Hinblick auf eine möglichst einheitliche Gestaltungskonzeption einzuhalten sind; dies betrifft z. B. die Gliederung des Buches und die Darstellungsprinzipien für die einzelnen Stundenentwürfe. Aber die Erfüllbarkeit eines Stundenzieles, die Wirkung einer Motivation, die Effektivität einer Stundenkonzeption, die Brauchbarkeit eines methodischen Gedankens — all das kann heute aus vielfacher Erfahrung beurteilt werden. Dazu soll unser Forum „HILFEN FÜR DEN UNTERRICHT" dienen; es wird eine der Grundlagen für die Arbeit an den künftigen UH sein. In diesem Sinne fordern wir unsere Leser auf, ihre Erfahrungen und Erkenntnisse in unserer Zeitschrift zur Diskussion zu stellen.

KLAUS ULLERICH, Burg

Die „Unterrichtshilfen Astronomie" (UH) konnten nur die Erfahrungen der Unterrichtsarbeit mit dem alten Lehrplan und dem alten Lehrbuch so gut wie möglich auf die neuen Materialien zu übertragen versuchen. Das ist den Autoren in hohem Maße erfolgreich gelungen. Nach nun achtjähriger Arbeit mit dem Lehrplan und seinen Nachfolgematerialien schälen sich aber zunehmend auch solche Aspekte und Teile der UH heraus, die nicht mehr dem Entwicklungsstand unseres Astronomieunterrichts entsprechen.

Dazu gehört meines Erachtens u. a. die Berücksichtigung des didaktischen Prinzips der ständigen Sicherung der Lernergebnisse im Unterricht. Die Festigung von Wissen und Können der Schüler ist gerade im Astronomieunterricht mit seiner geringen Stundenzahl ein Problem, zu dessen Lösung vor allem wenig erfahrene Lehrer Hilfe benötigen und erwarten.

Wie gelingt es den UH, auf diesem Gebiet ihrem Namen gerecht zu werden?

Eine Untersuchung des zweiten Teils der UH (Stoffeinheit Astrophysik und Stellarastronomie) in bezug auf die Hilfen, die dem Lehrer für die Festigung von Wissen und Können gegeben werden, führt zu folgendem Ergebnis:

- Für die 12 vom Lehrplan für diese Stoffeinheit ausgewiesenen Unterrichtsstunden werden insgesamt 45 Hinweise zur Festigung gegeben. Der überwiegende Teil dieser Hinweise betrifft die Unterrichtseinheiten 2.2. und 2.4.; sie sind also nicht gleichmäßig über die Stunden verteilt.
- In den meisten Fällen handelt es sich um Hinweise zur Wiederholung; andere Festigungsformen wie Übung, Anwendung usw. treten stark in den Hintergrund.
- Drei Viertel aller Hinweise betreffen die Festigung von Wissen (und dabei fast aus-

schließlich von Kenntnissen), Hinweise zur Festigung des Könnens der Schüler kommen selten vor; nur an zwei Stellen wird darauf hingewiesen, wie Überzeugungen gefestigt werden können.

- Etwa die Hälfte der Hinweise gibt dem Lehrer Unterstützung bei der Suche nach geeigneten Methoden zur Realisierung der Festigungsmaßnahmen; allerdings sind die Angaben dazu nicht immer eindeutig formuliert.
- Sehr selten werden Vorschläge für die zeitliche Dauer der Festigungsmaßnahmen gemacht, so daß das zeitliche Verhältnis Erstaneignung — Festigung unklar bleibt.

Die UH werden also m. E. ihrer Aufgabe in bezug auf die Hilfen für die Festigung von Wissen und Können zwar mit einer ausreichenden Zahl von Hinweisen gerecht, die Analyse der qualitativen Seite dieser Hilfen weist dagegen eine Reihe von Mängeln aus. Sie liegen vor allem in der Überbetonung der Festigung des Faktenwissens und in der völlig unzureichenden Hilfe für die methodische Seite der Festigung.

Eine geplante, kontinuierliche Festigung des Wissens und Könnens kostet natürlich auch Zeit, und gerade diese ist im Astronomieunterricht außerordentlich knapp. Sie kann nur dadurch gewonnen werden, daß sich der Lehrer bei der Neuvermittlung des Stoffes streng auf das Wesentliche des Bildungsgutes konzentriert. Dieses Wesentliche zu bestimmen ist nicht immer leicht: Deshalb ist eine Hilfestellung eine wichtige Voraussetzung für die Bemühungen des Lehrers um sichere und dauerhafte Kenntnisse der Schüler. Sie sollte die UH in Zukunft stärker berücksichtigen.

(wird fortgesetzt)

AUS WISSENSCHAFT UND UNTERRICHT

● ALSEP-Stationen stellten Tätigkeit ein

Am 30. September 1977 stellten die fünf Forschungsstationen auf dem Mond, die unter der Bezeichnung ALSEP (Apollo Lunar Surface Experiment Package) bekannt sind, ihre Tätigkeit ein. Sie waren von 1969 bis 1972 von den Besatzungen der Mondfähren von Apollo 12 und 14–17 eingerichtet worden. Ihre vorgesehene Lebensdauer betrug ein Jahr bzw. – bei der von den Apollo-17-Astronauten errichteten Station – zwei Jahre.

Am längsten war die im November 1969 von der Apollo-12-Besatzung eingerichtete Station in Betrieb, insgesamt 2 873 Tage (knapp acht Jahre).

Zu den automatischen Mondstationen gehören 14 verschiedene Instrumente. Einige davon sind in mehreren Stationen vertreten. Im Rahmen des Apollo-Programms wurden insgesamt 33 einzelne Forschungsgeräte aufgestellt.

153 000 Kommandosignale gelangten von der Erde zu den Stationen, empfangen wurden 10^{12} bit wissenschaftliche und telemetrische Informationen. Die verlängerte Lebensdauer der Stationen bot die Möglichkeit, globale Beobachtungen zu machen; sie trug dazu bei, das Wissen über eine Reihe von Erscheinungen zu präzisieren. So war z. B. ein Netz von 4 passiven Seismometern 5 Jahre in Betrieb. Es wurden etwa 10 000 seismische Erschütterungen und etwa 2 000 Meteoriteneinschläge registriert.

Jährlich kostete der Betrieb der ALSEP-Stationen 2 Mill. Dollar. Die Gesamtkosten des Projekts einschließlich Entwicklung, Datenempfang und -bearbeitung betrugen – grob gerechnet – 200 Mill. Dollar.

Der Grund für die Einstellung der Tätigkeit der ALSEP-Stationen besteht nach einer Mitteilung der NASA darin, daß diese ihre wissenschaftliche Aufgabe erfüllt haben. Weitere Informationen, die sie zu senden in der Lage wären, stünden in keinem vernünftigen Verhältnis zum notwendigen Kostenaufwand.

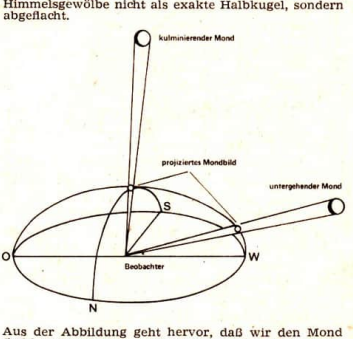
(Říše hvězd 1978/6, S. 127)

Übersetzt und bearbeitet von **SIEGFRIED MICHALK**

● Die scheinbare Größe des Mondes – ein optisches Phänomen

Wie bekannt, erscheint uns der Mond in Horizontnähe größer als in der Kulmination. Diese Erscheinung, die wir übrigens bei der Sonne und den Sternbildern ebenfalls wahrnehmen können, beruht auf einer Täuschung. In Wirklichkeit messen wir für den Durchmesser des Mondes im Verlaufe eines Tages immer den gleichen Winkel (abgesehen von einem unbedeutenden Einfluß, der von der Änderung der topozentrischen Entfernung herrührt). Wie kommt es zu der scheinbaren Größenänderung des Mondes innerhalb eines Tages?

Blicken wir in horizontaler Richtung, so stellen sich unserem Auge eine große Zahl verschiedener Fixpunkte in den Weg: Häuser, Türme, Schornsteine, Bäume und ähnliches. Das ist beim Blick steil nach oben nicht der Fall; deshalb schätzen wir die Entfernungen in horizontaler Richtung bedeutend größer als in vertikaler Richtung. Dadurch erscheint uns das Himmelsgewölbe nicht als exakte Halbkugel, sondern abgeflacht.



Aus der Abbildung geht hervor, daß wir den Mond (bei konstantem Winkeldurchmesser) in fast horizontaler Richtung auf eine weiter entfernte „Projektionsfläche" projizieren, als wenn er hoch am Himmel steht. So kommt es zu der erwähnten Täuschung.

Während eines Tageslaufes des Mondes ist die Entfernung von der Erde annähernd konstant, der Mond ist uns sogar bei der Kulmination um etwa einen Erdradius näher als beim Auf- oder Untergang. Es han-

delt sich bei dem täglichen Mondumlauf nicht um die Bewegung des Mondes allein, sondern um die der Erde und des Mondes. Der Mond umrundet die Erde auf einer elliptischen Bahn, deren große Halbachse 384 400 km und deren Exzentrizität 0,0549 beträgt. Dadurch schwankt der Abstand Erde–Mond zwischen 356 400 km und 406 700 km und der scheinbare Durchmesser des Mondes zwischen 33'30" und 29'21". Diese Schwankungen verteilen sich aber über einen Monat, genau genommen über 27 d 13 h 18 min 33,2 s (anomalistische Umlaufzeit). Daher kommt uns diese Größenänderung überhaupt nicht zum Bewußtsein. Entgegen einer weitverbreiteten Meinung hat die Strahlenbrechung in der Atmosphäre auf die scheinbare Größenänderung des Mondes während eines Tages keinen Einfluß. Die Refraktion ruft jedoch in großen Zenitdistanzen einen meßbaren Achsenunterschied der Mondscheibe hervor. Damit ist für eine Zenitdistanz von 88° eine Verkleinerung des vertikalen Monddurchmessers um rund 10 Prozent seines Wertes verbunden. Dieser Effekt ist in der gleichen Weise auch bei der Sonne zu beobachten.

FRIEDRICH HERTZSCH

● **Demonstrationsexperimente zur Spektralanalyse**

Eine besondere Bedeutung kommt den Demonstrationen dann zu, wenn Sachverhalte besprochen werden, die für die Schüler völlig neu sind. Dies trifft z. B. für die Spektralanalyse zu.

Um das Stoff-Zeit-Problem nicht weiter zu verschärfen, müssen derartige Experimente folgenden Bedingungen genügen:

- Die Experimente sollten in der Vorbereitung und Durchführung wenig Zeit beanspruchen und sicher vorführbar sein.
- Die Ergebnisse müssen instruktiv und ohne Herleitungen oder Folgerungen die Problemstellung erläutern.
- Es sollten möglichst nur solche Geräte zum Einsatz kommen, die in den Sammlungen der Schule enthalten sind.

Die folgenden Demonstrationsexperimente zur Spektralanalyse entsprechen diesen Forderungen.

Kontinuierliches Spektrum

Die Demonstration kann mit Hilfe eines Bildwerfers mit Spaltdia und des Schulreflexionsgitters erfolgen. Das Strahlenbündel des Bildwerfers wird möglichst parallel eingestellt, das Gitter in den Strahlengang gebracht. Das Spektrum kann an der Zimmerdecke betrachtet werden.

Linienspektrum

Befinden sich in einiger Entfernung Quecksilberhochdruckdampflampen (Straßenlampen), so kann mit einem Geradsichtprisma das Linienspektrum des Quecksilbers gesehen werden. Je weiter diese Lampen entfernt sind, um so besser sind die Linien zu erkennen.

Eine Quecksilberspektrallampe leistet ähnliches, vorausgesetzt, das Licht wird durch ein Rohr abgeschirmt und nur ein etwa 0,5 mm breiter Spalt gelassen. Mit Zunahme des Abstands sind auch hier die Linien des Spektrums besser zu erkennen. Nachteilig ist bei dieser Demonstration, daß die Schüler das Spektrum nur nacheinander betrachten können.

Prinzip des Absorptionsspektrums

Fällt das Licht einer Natriumspektraldampflampe auf einen Schirm und bringt man zwischen Schirm und Spektrallampe einen Spiritus- oder Bunsenbrenner, dessen Flamme mit einer natriumhaltigen Substanz, z. B. mit „Spee", gefärbt wurde, so kann die Absorption des Lichts der Spektrallampe deutlich erkannt werden. Die Flamme ist als Schatten auf dem Schirm sichtbar.

Für die AG(R) „Astronomie und Raumfahrt" ist folgendes Experiment sehr eindrucksvoll:

Mit Hilfe einer Quecksilberhochdruckdampflampe (sie ist jedoch in der Regel nicht in den Sammlungen unserer Schulen enthalten) kann die Verbreiterung der Spektrallinien bei steigendem Druck gezeigt werden. Dieses Phänomen wird anhand der grünen Spektrallinie des Quecksilbers sichtbar gemacht. Nach dem Zünden der Lampe wird eine schmale Spektrallinie sichtbar, die sich mit Zunahme des Dampfdrucks in der Lampe verbreitert. Schmale, scharfe Spektrallinien entsprechen den Zuständen in den Atmosphären der Riesen. Die größere Dichte in den Atmosphären der Hauptreihensterne wird in der „normalen" Breite der Linien deutlich. Breite, verwaschene Linien treten bei den Zwergsternen wegen der großen Dichte in den Atmosphären auf.

Mit diesen Überlegungen folgen wir den Arbeiten von A. C. MAURY und A. J. CANNON, die die Sterne nach der Form der Spektrallinien in drei „divisions" a, b und c unterteilten. HERTZSPRUNG und RUSSELL bauten diese Arbeit zu dem nach ihnen benannten Diagramm aus.

HANS-HERMANN LENZ

● **Gruppenhospitationen im Astronomieunterricht – eine Form der Weiterbildung im Prozeß der Arbeit**

Von vielen Kollegen wird nicht nur die kritische Hospitation des Fachberaters als helfend empfunden, sie sind auch an gegenseitigen Besuchen ihrer Unterrichtsstunden interessiert.

So haben wir, die Astronomielehrer des Kreises Wittenberg, uns schon seit langer Zeit zur Aufgabe gemacht, aus den gemeinsam durchgeführten Gruppen-

EDGAR OTTO (sen.) 1896–1979

Die zwanzigjährige Geschichte der Schulastronomie in der DDR weist eine Reihe gewichtiger Namen auf, die mit der Entstehung und Entwicklung unseres Faches eng verknüpft sind. Nicht alle, die den Astronomieunterricht mit schufen und tatkräftig und sachkundig förderten, standen im Schuldienst. Auch Amateurastronomen haben sich als berufene Pädagogen ihres Spezialgebietes dabei bedeutende Verdienste erworben. Zu ihnen zählte EDGAR OTTO (sen.). Er ist am 28. 11. 1979 in Eilenburg verstorben.

EDGAR OTTO war Amateurastronom und Volksbildner im besten Sinne des Wortes. In der von ihm gegründeten und geleiteten Urania-Sternwarte, der späteren Schul- und Volkssternwarte „Juri Gagarin" in Eilenburg, haben zahllose Besucher aller Altersklassen gelernt, was Astronomie ist und welche Erkenntnisse und Überzeugungen sie vermittelt. Hier bewährte sich pädagogisches Engagement und astronomische Sachkenntnis. Mit großem Nachdruck hat sich EDGAR OTTO (sen.) auch in seiner Funktion als Vorsitzender des Zentralen Fachausschusses Astronomie des Kulturbundes (1955 bis 1962) für die Einführung des Faches Astronomie eingesetzt und späterhin für die Beratung der Astronomielehrer seines engeren und weiteren Wirkungsbereiches zur Verfügung gestellt. Sein Wirken wird unvergessen bleiben.

hospitationen zu lernen. Dabei geht es uns vornehmlich um die Verbesserung der methodischen Gestaltung der Astronomiestunden mit dem Ziel, den Lehrplan in noch höherer Qualität zu erfüllen und unseren Beitrag zur Herausbildung der sozialistischen Schülerpersönlichkeit zu leisten. Wir achten auch auf den Anteil eines guten Lehrer-Schüler-Verhältnisses, auf die Lernbereitschaft der Schüler, auf die Gestaltung eines aussagekräftigen Tafelbildes und diskutieren die Bewertung und Zensierung wie deren Auswirkungen auf die Entwicklung der Schüler. Einen Schwerpunkt bilden die geschickte Zielorientierung und die anregende Motivation.

Nach der Diskussion in der Fachkommission wurde im September festgelegt, welche Unterrichtseinheit im laufenden Schuljahr Gegenstand einer Gruppenhospitation sein sollte, und welcher Kollege dafür am geeignetsten ist. Nach einer Hospitation stimmte der Fachberater den betreffenden Kollegen auf die Gruppenhospitation ein und erörterte mit ihm gemeinsam das methodische Vorgehen. Selbstverständlich wurden die Situation an der Schule, die Bedingungen in der Klasse und das methodische Können des Lehrers weitgehend berücksichtigt. Durch eine Rücksprache mit dem Direktor der Schule wurde erreicht, daß die Klasse nachmittags noch einmal bestellt werden konnte. Die meisten Direktoren ließen es sich nicht nehmen, mitzuhospitieren. So lernten sie ihren Kollegen nicht nur in der besonderen Unterrichtssituation kennen, sie erhielten auch Hinweise auf die Leistungsanforderungen im Fach Astronomie.

Aus dem gemeinsamen Auswertungsgespräch ergab sich, welche Tätigkeiten vom Lehrer und von den Schülern zur Erreichung des Lehrplanzieles wesentlich beigetragen haben, und wo die Reserven liegen. Besonders wichtig waren die Schlußfolgerungen, die aus der gemeinsamen Hospitation für alle Lehrer gezogen wurden. Da in der Regel mehr als 50 Prozent aller Astronomielehrer des Kreises an den Gruppenhospitationen teilnahmen, ist die Wirkung, die von diesen Stunden ausgeht, nicht zu übersehen. Vielfach stellte der Fachberater bei späteren Hospitationen fest, daß die Kollegen Elemente des positiven Beispiels in den eigenen Unterricht integriert haben und somit die Qualität ihrer Unterrichtsgestaltung erhöhten.

Durch die Gruppenhospitationen entwickelte sich ein Vertrauensverhältnis zwischen den Astronomielehrern unseres Kreises; es bewirkte, daß die Kollegen zunehmend gegenseitig hospitierten und auch die Hospitationsmöglichkeiten beim Fachberater nutzten, um noch besser ihrem gesellschaftlichen Auftrag gerecht werden zu können. **WOLFGANG SEVERIN**

● Aus der Tätigkeit meiner Arbeitsgemeinschaft an der POS Sandersdorf (Kreis Bitterfeld)

Seit dem Schuljahr 1976/77 leite ich eine AGR „Astronomie und Raumfahrt". Zunächst standen uns das Schulfernrohr und zwei Diareihen der Schule zur Verfügung. In den letzten drei Jahren entstanden zwei Dia-Ton-Serien, eine maßstabgetreue Darstellung des Planetensystems sowie eine Sammlung von Klappfolien. Außerdem bauten Schüler nach einem Entwurf der Zeitschrift „practic" ein Kleinplanetarium für den Polyskop. Diese Hilfsmittel lassen sich auch im Astronomieunterricht einsetzen. Gegenwärtig arbeiten wir an einem Forschungsauftrag des Kreisschulrates. Die Arbeitsgemeinschaft hat die Aufgabe, eine „Dokumentation über den Vorschlag der Errichtung einer astronomischen Beobachtungsstation (mit Kleinplanetarium) in Sandersdorf zu erarbeiten. Das Ziel der Arbeit ist, in einem der Kreise mit großer Luftverschmutzung – ein Meßergebnis des Fluges von Sojus 22 – bessere Bedingungen für die Erteilung des Astronomieunterrichts und für außerunterrichtliche Veranstaltungen auf diesem Gebiet zu schaffen. Mit hoher Einsatzbereitschaft erfüllen die Schüler diesen Auftrag.

Die Teilnehmer an der AGR haben auch Interesse an dem Besuch von populärwissenschaftlichen Veranstaltungen. Ihr dort erworbenes Wissen geben sie an Klassen und Schülergruppen weiter. Oft begleiten mich die Schüler bei Vorträgen für die URANIA, wobei sie in den Veranstaltungen mitwirken.

Ein wesentliches Merkmal ist das kollektive Auftreten der Mitglieder unserer Arbeitsgemeinschaft. Das Zusammenwachsen des Kollektivs war schwierig, weil die Schüler nur einmal in der Woche für zwei Stunden gemeinsam tätig sind, sonst aber verschiedenen Klassen angehören. Zur Erhöhung der Kollektivität tragen gemeinsame Erlebnisse bei. So gehört es zur Gepflogenheit, daß wir in den Sommerferien Fahrten unternehmen, wobei auch astronomische Einrichtungen in der DDR besucht werden.

Freude löste die Ankunft eines Briefes vom Fliegerkosmonauten Oberst SIGMUND JÄHN an unsere Arbeitsgemeinschaft aus. Wir hatten ihm zu seinem erfolgreichen Raumflug gratuliert und als Ziel den Kampf um seinen Namen für unser Kollektiv gestellt. **REINHARD MÜLLER**

● Direktstudium für Diplomlehrer der Fachkombination Physik/Astronomie

Bis vor einem Jahr erfolgte die Aus- und Weiterbildung der im Fach Astronomie unterrichtenden Lehrer ausschließlich auf externem Weg. Eine große Anzahl von Kollegen hat sich auf diese Weise die erforderlichen Kenntnisse angeeignet und erteilt einen auf hohem Niveau stehenden Astronomieunterricht. Eine neue Qualität stellt die mit dem Beginn des Studienjahres 1978/79 erfolgte Einführung des vierjährigen Direktstudiums für Diplomlehrer der Kombination Physik/Astronomie an der Friedrich-Schiller-Universität Jena dar, worin auch eine Anerkennung der Wichtigkeit des Faches Astronomie an den Schulen der DDR zum Ausdruck kommt. Die ersten 25 Studenten dieser Fachkombination nahmen im September 1978 das Studium auf, eine gleiche Anzahl folgte im Jahr darauf. Die Studenten kommen nach der Beschäftigung mit den Grundlagenfächern dann vom zweiten Studienjahr an mit der Astronomie in Berührung. In Vorlesungen, Übungen und Praktika wird ihnen das Rüstzeug für ihren späteren Beruf vermittelt.

In jedem Jahr werden 25 Studenten für die Lehrerkombination Physik/Astronomie immatrikuliert. Interessenten, denen die Astronomie am Herzen liegt, sollten sich bei der Friedrich-Schiller-Universität Jena bewerben.

Prof. Dr. KARL-HEINZ SCHMIDT,
Sektion Physik,
Leiter des Wissenschaftsbereiches Astrophysik,
Friedrich-Schiller-Universität Jena

● Entwicklung der Schülerzahl im Unterrichtsfach Astronomie

Mit dem Aufbau der zehnklassigen polytechnischen Oberschule wurde erstmals in der deutschen Geschichte die Oberschulbildung für alle Kinder des Volkes konzipiert und schrittweise verwirklicht.

Für das Unterrichtsfach Astronomie hatte somit die Arbeit der Astronomielehrer neben der qualitativen Seite auch eine quantitative: Mit jedem Schuljahr erwarben mehr Schüler den vollen Abschluß der Oberschulbildung; jährlich erhielten mehr Schüler Astronomieunterricht.

Die Entwicklung der Schülerzahl in den Klassen 10 der allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule belegt eindrucksvoll diese Feststellung [1]:

Jahr	Zahl der Schüler in Klasse 10
1968	164 700
1969	173 600
1970	184 800
1971	190 900
1972	194 400
1973	197 100
1974	207 800
1975	226 400
1976	237 000
1977	241 200
1978	244 200
1979	245 000
1968–1979	2 507 100

(14,7 Prozent der Bevölkerung der DDR)

Rechnet man die Schuljahre 1959 bis 1967 hinzu, so ergibt sich, daß das wissenschaftliche Weltbild durch den Astronomieunterricht bereits bei jedem fünften Bürger unserer Republik durch systematische Kenntnisse und Einsichten auf astronomischem Gebiet bereichert worden ist.

[1] **Statistisches Jahrbuch der Deutschen Demokratischen Republik.** Bände 1969 bis 1979. Staatsverlag der DDR, Berlin. **MANFRED SCHUKOWSKI**

● **Neuer unterrichtsergänzender Vortrag in der Archenhold-Sternwarte**

Mit dem Ende des Schuljahres 1978/79 gelangte an der Archenhold-Sternwarte Berlin-Treptow ein weiterer unterrichtsergänzender Vortrag zum Lehrplanabschnitt „Astrophysik und Stellarastronomie" zum Einsatz. Unter dem Thema „Biographie eines Sterns" gehört er wie sein Vorgänger „Daten aus dem Sternenlicht" nunmehr zum ständigen schulastronomischen Vortragsrepertoire der Einrichtung. Hauptinhalte der Darlegungen bilden Erörterungen von Zustandsgrößen im HRD sowie anhand von Filmtricks, Lichtbildern und Multivisionseffekten verdeutlichte Entwicklungswege von Modellsternen (1 und 7 Sonnenmassen). Im Mittelpunkt steht ein eigens dafür produzierter 35-mm-Color-Zeitraffertrickfilm mit optischen Aussagen zur Änderung von Radius, Farbe (und absoluter Helligkeit). Der Vortrag wird schwerpunktmäßig in den Monaten April, Mai und Juni angeboten. Wiederum werden auch Anmeldungen auswärtiger Besuchergruppen angenommen.

KLAUS FRIEDRICH

● **Hinweis**

Durch ein Versehen der Druckerei fehlt im Heft 6/1979 unter der Information „10 Jahre Astronomieolympiade im Kreis Wittenberg" (S. 140) der Name des Autors. Er lautet: WOLFGANG SEVERIN.

WIR STELLEN VOR

ARNOLD ZENKERT

Spricht man mit Astronomielehrern über vorhandene, mögliche oder notwendige Unterrichtsmittel, dann spielt der Name des Mannes eine Rolle, der seit fast zwanzig Jahren in der Expertenkommission für Unterrichtsmittel solche Angelegenheiten für uns mit regelt. ARNOLD ZENKERT finden wir als Autorenangabe auch auf vielen uns vertrauten Anschauungsgegenständen des Astronomieunterrichts (drehbare Schülersternkarte, Wandkarte „Nördlicher Sternhimmel", Anschauungstafel „Spektralklassen der Fixsterne" u. a. m.). Auf dieser Linie intensiver Bemühungen um die Veranschaulichung in unserem Fach liegt letztlich auch der Aufbau eines Zeiss-Kleinplanetarium in Potsdam, einer Bildungsstätte, deren hohe Besucherzahlen von seiner Aktivität Zeugnis ablegen. Das liegt nicht zuletzt daran, daß er in dieser Einrichtung mit Liebe und Geschick an immer neuen Formen der astronomischen Unterrichtung im Planetarium arbeitet. Seine pädagogische Lösung über den Einsatz dieses Gerätes in der Unterstufe ist richtungweisend für einen bislang wenig beachteten Teil der Planetariumsarbeit. Lange Zeit konnte sich ARNOLD ZENKERT in seiner 33jährigen pädagogischen Tätigkeit der Astronomie nur „nebenher" widmen. Er gehörte zu den ersten Lehrern unseres neuen Bildungssystems, erwarb sich als schon Lehrender die Qualifikation eines Fachlehrers, war Schulleiter, schließlich wissenschaftlicher Assistent an der größten Lehrer-Ausbildungsstätte unserer Republik in Potsdam. Seit 1973 kann er hauptamtlich in der Astronomie aufgehen.

Mit dem Astronomischen Zentrum Potsdam (zu dem auch das Planetarium gehört) hat ARNOLD ZENKERT eine hervorragende astronomische Bildungsstätte geschaffen. Über 80 10. Klassen der Potsdamer Schulen und etwa 70 aus anderen Kreisen des Bezirkes Potsdam erhalten hier jährlich Unterricht zur Orientierung am Sternenhimmel. Im außerunterrichtlichen Bereich finden Jugendstunden regen Zuspruch und Schülergruppen aus dem Bezirk Potsdam besuchen gern mit ihren Lehrern das Planetarium. Diese Einrichtung dient auch zur Weiterbildung der Astronomielehrer, deren externe Ausbildung an der Pädagogischen Hochschule „Karl Liebknecht" in Potsdam er schon seit 1963 verantwortlich leitet. Hier im Astronomischen Zentrum hat auch die Bürgel-Erbepflege mit ihrer Gedenkstätte einen würdigen Platz gefunden.

ARNOLD ZENKERT gehört seit 1968 dem Zentralen Fachausschuß Astronomie, dem Leitungsgremium der Amateurastronomen im Kulturbund der DDR an; er leitet eine Sektion, die sich speziell mit den Sonnenuhren in der DDR beschäftigt. Die Zeitschrift „Astronomie und Raumfahrt" zählt ihn zu ihren Redaktionsmitgliedern und schätzt ihn als Verfasser zahlreicher Beiträge; auch in „Astronomie in der Schule" sowie in den Zeitschriften „Die Sterne", „practic" und „Frösi" erschienen Artikel von ihm.

Durch seine engen Verbindungen zu Amateurastronomen in der CSSR und in Ungarn hat er mit dazu beigetragen, die Schul- und die Amateurastronomie der DDR in diesen Ländern bekanntzumachen.

OStR Dipl.-Päd. WALTER DIECKE,
Stadtschulrat, Rat der Stadt Potsdam,
Abteilung Volksbildung

REZENSIONEN

E. A. NOWIKOW: **„Erde – Planet der Rätsel"**, Gemeinschaftsausgabe des Verlages MIR, Moskau und des URANIA-Verlages Leipzig, Jena, Berlin. 1. Deutsche Auflage 1978; 350 Seiten mit Graphiken im Text und 19 Schwarzweißfotos; DDR, 9,80 Mark.

Dieses Buch, 1974 in Leningrad original erschienen, 1978 ins Deutsche übersetzt, ist ein Beweis dafür, daß man über die Erde und die Sterne genauso fesselnd und interessant schreiben kann, wie etwa über Botanik und Zoologie. Der Autor versteht es, in kurzen Aufsätzen von jeweils 1 bis 3 Druckseiten anekdotenartig zu berichten. Im ersten Teil geht es um Kosmogonie, Entstehung und inneren Bau der Erde, um Erdmagnetismus und Altersbestimmung. Hier erfährt der Lehrer in populärwissenschaftlicher Darstellung mancherlei über Erde und Mond, was er sich sonst aus neueren Fachbüchern mühsam zusammensuchen müßte.

NOWIKOWS Buch reiht sich würdig ein in die Serie der bei uns nun schon zum Begriff gewordenen Gemeinschaftsarbeiten der Verlage MIR und URANIA. Es besticht durch eine Vielzahl von Fakten, die sich gut im Fachunterricht für Physik, Geographie und Astronomie verwenden lassen, da es aktuelle Ergänzungen zu Lehrbüchern in diesen Fächern enthält. Der zweite und dritte Teil widmet sich der Erkundung von Lagerstätten, dem Einfluß des Menschen auf unsere natürliche Umwelt, der Nutzung von Rohstoffquellen und geologischen Forschungsvorhaben.

Wenn es im Titel heißt „Erde – Planet der Rätsel", so werden aber gerade durch dieses gut ausgestattete, in Leinen gebundene Bändchen die Lösungen vieler Rätsel angebahnt. Es ist eine leicht lesbare Lektüre und bietet doch viel Stoff zum Nachdenken über unseren eigenen Planeten.

WOLFGANG KÖNIG

W. P. BURDAKOW; F. J. SIGEL (H. OLEAK, Herausgeber des Titels in deutscher Sprache): **Raumfahrt und Weltraumforschung, Grundlagen und Aspekte.** Akademie-Verlag, Berlin 1979, 220 Seiten, 90 Abbildungen und 17 Tabellen; DDR 25,– Mark.
Diese Schrift ging aus Vorlesungen an sowjetischen Fliegerschulen hervor. Es wird auf notwendiges Wissen über die physikalischen Eigenschaften des kosmischen Raumes, ihren Einfluß auf die Konstruktion von Raumflugkörpern, auf die Dynamik des Raumfluges und auf Prinzipien der Steuerung und Orientierung im Weltraum eingegangen. Das einleitende Kapitel befaßt sich mit Zielen, Aufgaben und Methoden der Weltraumforschung. Ein spezieller Abschnitt ist den gegenwärtigen Erkenntnissen über die Physik des Sonnensystems gewidmet (etwa 55 Seiten). Die Veröffentlichung gibt in gedrängter und übersichtlicher Form eine zusammenfassende Darstellung der wichtigsten physikalischen Grundlagen der Raumfahrt und nennt Aspekte, die mit dieser Thematik verbunden sind.

HELMUT BERNHARD

RN Dr. I. ZAJONC; P. RAGAS: **„Atlas sühvezdí"** erschienen bei Slovenské ústredie amatérskej astronómie Hurbanovo
Vor kurzem hat die Zentrale der slowakischen Amateurastronomie in Hurbanovo eine zweckbezogene Druckschrift mit dem Titel „Atlas sühvezdí" = (Sternbildatlas) herausgegeben. Der Atlas enthält außer den Sternbildkarten einen Katalog interessanter Himmelsobjekte, die für den Amateur zugänglich sind. Die Schrift ist vor allem für Mitglieder astronomischer Zirkel und deren Leiter, aber auch für Lehrer und Schüler der Grundschulen gedacht. Es ist eine geschickte Kombination einzelner Sternbildkarten mit einem einfachen Katalog interessanter Himmelsobjekte.
Dem Werk liegen bekannte Atlanten, wie der Atlas Coell 1950.0 von A. BECVÁR oder der in der DDR erschienene Foliensternatlas von S. MARX und W. PFAU, sowie auch die russischen Ausgaben des JAN HEVELIUS „Atlas des Sternhimmels" zugrunde, aus dem auch die Titelseite stammt.
Die Einleitung enthält eine Zeichenerklärung und das Verzeichnis der wichtigsten Sternbilder mit slowakischen und lateinischen Bezeichnungen und den gebräuchlichen Abkürzungen.
Sicher ist dieser Atlas eine wertvolle Hilfe für die Astronomieliebhaber. Er ist zum Verkauf über den Buchhandel zwar nicht freigegeben, jedoch haben ihn einige Schul- und Volkssternwarten in der DDR als methodisches Material erhalten.

MATTHIAS SCHMÖGNER

EDGAR RAUSCH: **Selbständige geistige Tätigkeit im Unterricht.** Didaktische Untersuchungen zur Entwicklung von Ziel- und Verlaufsqualitäten der geistigen Tätigkeit, insbesondere der Selbständigkeit. Reihe „Beiträge zur Pädagogik", Band 14 Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1978, 248 Seiten, DDR 9,60 Mark; Ausland 12,90 Mark Bestell-Nr. 607 310 0 Kurzwort: 20 40 07 Selbst. Taetigkeit.
Ausgehend davon, daß sich Ziel- und Verlaufsqualitäten der geistigen Tätigkeit im Unterricht nicht automatisch vollziehen und auch nicht Angelegenheit einzelner oder besonderer unterrichtlicher Verfahren, etwa des problemhaften Unterrichts, sind, untersucht der Autor dieses Bandes die Reihe „Beiträge zur Pädagogik" die didaktischen Möglichkeiten und Bedingungen für die Intensivierung der geistigen Tätigkeit, besonders der Selbständigkeit.
In dieser für Didaktiker, aber auch für praktisch tätige Lehrer sehr interessanten Arbeit weist der Verfasser nach, daß die Entwicklung der geistigen Tätigkeit vom Lehrer besondere didaktisch-methodische Überlegungen und Maßnahmen sowie den überlegten Einsatz verschiedener Unterrichtsmethoden erfordern.

HANNELORE BÜNDIG

ANEKDOTEN

● Der berühmte Astronom JAMES BRADLEY war „Astronomer-Royal", d. h. Direktor der Königlichen Sternwarte zu Greenwich. Eines Tages beehrte die englische Königin das Observatorium mit ihrem Besuch, und als sie im Gespräch mit BRADLEY auf ihre Frage hörte, wie niedrig dessen Gehalt war, versprach sie, für eine Erhöhung zu sorgen. BRADLEY aber bat: „Möchten Ew. Majestät diesen Vorsatz lieber nicht ausführen! Denn, wenn die Stelle des ‚Astronomer-Royal' etwas einbringt, werden es nicht mehr Astronomen sein, die sie erhalten."

● ROBERT BUNSEN, der zusammen mit G. KIRCHHOFF die Spektralanalyse begründete, soll angeblich jedes Werkzeug oder Hilfsmittel, mochte es noch so einfach sein, als „Maschine" bezeichnet haben. Einst war, so wird erzählt, HELMHOLTZ bei ihm im Laboratorium, und BUNSEN wollte dem großen Physiker ein Experiment vorführen. Er mußte zu dem Zweck eine Flamme anzünden und wies daher, zu einem Assistenten gewandt, auf eine Streichholzschachtel mit der Bitte, ihm diese „Maschine" herüberzureichen. Selbst der förmliche HELMHOLTZ konnte sich nicht enthalten, zu bemerken: „Sie haben aber s e h r einfache Maschinen."
Nach: Gelehrten-Anekdoten, hg. von W. AHRENS, Berlin 1911. Herausgesucht und zusammengestellt von **JÜRGEN HAMEL.**

UNSERE BILDER

Titelseite – Beobachtungen für Schüler der 10. Klasse in der Schulsternwarte Schleusingen.
Foto: FRÜHAUF, Schleusingen

2. Umschlagseite – Porträt des Jupitermondes „Kallisto". Diese Ansicht von „Kallisto", einem der größten Jupitermonde, setzt sich aus mehreren Teilfotos zusammen, die am 7. 7. 1979 von den Kameras der amerikanischen Raumsonde VOYAGER II aus einer Entfernung von rund 400 000 km aufgenommen wurden. Kallisto präsentierte sich als „narbenbedeckter" Himmelskörper – Vulkan reiht sich an Vulkan.
Foto: ADN-ZB/AP-Tele.

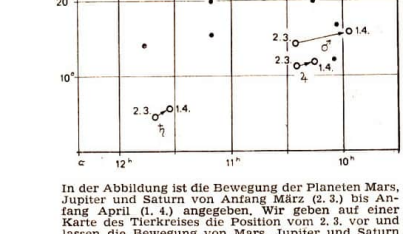
3. Umschlagseite – Relative Lagen von Erde und Sonne gegenüber der Ringebene und die Ringbreite des Planeten Saturn. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „WIR BEOBACHTEN" auf Seite 24.
Grafik: RAWOLLE

4. Umschlagseite – Das aus der Werkstatt von J. FRAUNHOFER (1787–1826) stammende, nach Berechnungen von F. W. BESSEL (1784–1846) hergestellte und für dessen Sternwarte in Königsberg (heute Kaliningrad) im Jahre 1829 gelieferte Heliometer mit einem Objektiv 158 2600 mm. Der Instrumentenkopf ist auf dem Bild vergrößert, das Objektiv unter perspektivischem Blick von oben her dargestellt.
Eigentlich für Bestimmungen des scheinbaren Sonnendurchmessers konzipiert (Heliometer = Sonnenmesser), gelang BESSEL 1837/38 unter Verwendung dieses Instrumentes der sichere parallaktische Nachweis für den Stern 61 Cygni zu 0,3136 Bogensekunden, entsprechend 10,3 Lichtjahren Entfernung. Mit der von F. G. W. STRUVE (1793–1864) am Stern Wega vorgenommenen Parallaxenbestimmung handelte es sich um die ersten Bestimmungen von Sternentfernungen überhaupt.
Die erhöhte Meßgenauigkeit kleinster Winkel zwischen Sternörtern (also auch von Positionsänderungen) fußte auf der wohldefinierten gegenseitigen Verschiebung zweier Objektivhälften („zersägte" Optik!). Erzeugen beide vereinigten Hälften e i n Bild von Feldsternen, so entstehen bei Objektivverschiebungen alle Bildpunkte in gleichen Abständen doppelt, da jede Objektivhälfte wie ein Einzelobjektiv wirkt. Durch Drehung und Positionskorrektur des Objektives können benachbarte Sterne optisch zur Deckung gebracht werden. Aus dem Betrag der Verschiebung wurden bei bekannter Brennweite des Instrumentes kleinste Distanzen bestimmbar. Das Instrument BESSELs gestattete die Festlegung von Winkeln bis 1 Grad und 32 Bogenminuten und funktionierte bis 0,05 Bogensekunden Genauigkeit.
Text und Bildmontage: K. FRIEDRICH, Archenhold-Sternwarte

WIR BEOBACHTEN

Planeten und Planetoiden im Blickpunkt (I)

Wenn wir von den Helligkeitsbedingungen ausgehen, so ist das Winterhalbjahr ohnehin für Schülerbeobachtungen lohnend. In diesem Jahr, da drei auffallende Planeten verhältnismäßig nahe beieinanderstehen, sollten in j e d e r 10. Klasse interessierte Schüler oder Schülergruppen angehalten werden, einmal Planeten als „Wandelsterne", wie sie unsere Vorfahren unter den „Fixsternen" verfolgt haben, zu beobachten. (Verbindliche Aufgaben für die gesamte Klasse verführen zum Abschreiben.) Nutzen wir also bewußt ein Anschauungsmittel, das uns bei günstigem Wetter kostenlos zur Verfügung steht! Die folgende Aufgabe kann von Kollegen, bei denen Astronomie nicht als dominierendes Fach im Vordergrund steht, für differenzierte Aufträge übernommen werden.



In der Abbildung ist die Bewegung der Planeten Mars, Jupiter und Saturn von Anfang März (2. 3.) bis Anfang April (1. 4.) angegeben. Wir geben auf einer Karte des Tierkreises die Position vom 2. 3. vor und lassen die Bewegung von Mars, Jupiter und Saturn bis Anfang April verfolgen, indem die hellen Sterne des Sternbildes Löwe, besonders Regulus, als Positionsorientierung genutzt werden und an drei Abenden drei weitere Positionen hinzugefügt werden.

In einem Zeitraum von sechs Wochen kann deutlich die Rückläufigkeit von Mars, aber auch von Jupiter und Saturn erkannt werden, wenn eine vorgegebene Ausgangsposition zur Verfügung steht und der Schüler mit Hilfe einer drehbaren Sternkarte das Sternbild Löwe aufsucht. (Die Verfolgung einer Schleife verlangt etwas mehr Genauigkeit; vgl. den Beitrag im nächsten Heft.) Dem **Ringsystem des Saturn 1979/1980** ist der Hauptteil des vorliegenden Beitrages gewidmet.

Der Ring des Saturn befindet sich in der Äquatorebene des Planeten. Diese Äquatorebene ist gegen die Ebene der Saturnbahn um den Winkel $i_S = 26° 45'$ geneigt. Während des Umlaufs des Planeten um die Sonne bleibt die Äquatorebene bezüglich der Fixsterne unverändert. Das hat zur Folge, daß wir von der Erde aus während eines Umlaufs in 29,46 Jahren normalerweise zweimal genau auf die Ringkante sehen. Das geschieht dann, wenn die Erde in ihrer Bahnbewegung die Ebene des Saturnäquators passiert. Der Durchtritt der Erde durch die Äquatorebene des Saturn erscheint uns als komplizierter Vorgang, besonders dann, wenn wir ihn in der Nähe der Opposition des Planeten beobachten. Die scheinbare Bewegung des Planeten in der Oppositionsschleife führt dazu, daß die Erde dreimal in die Ringebene kommt und wir in relativ kurzer Zeit dreimal den Ring von der Kante sehen. Um die Opposition des Jahres 1980 ist das zu den Daten

1. Durchtritt 27. 10. 1979 5ʰ MEZ
2. Durchtritt 12. 3. 1980 18ʰ MEZ
3. Durchtritt 23. 6. 1980 5ʰ MEZ

der Fall, wobei der zweite Durchtritt in unmittelbarer zeitlicher Nähe der Opposition erfolgt (Oppositionstag: 14. 3. 1980).

Da die Saturnbahn gegenüber der Ekliptik geneigt ist, ist die geozentrische Kantenstellung nicht identisch mit der heliozentrischen. Der Durchtritt der Sonne durch die Ringebene erfolgt am 3. 3. 1980 5ʰ MEZ. Die Stellung der Sonne gegenüber der Ringebene ist für die Beleuchtung der Ringe und damit für ihre Sichtbarkeit von der Erde aus wichtig.

Vor dem 27. 10. 1979 befanden sich Erde und Sonne südlich der Ringebene. Wir konnten einen schmalen beleuchteten Ring beobachten.

Zwischen dem 27. 10. 1979 und dem 3. 3. 1980 befinden sich Erde und Sonne auf verschiedenen Seiten der Ringebene. Die Sonne beleuchtet die Ringe von „unten", wir sehen aber von „oben" auf die unbeleuchteten Ringe. Da sich die Erde in diesem Zeitraum bis zu 2° über die Ringebene erhebt (das erfolgt etwa zur Zeit des ersten Stillstandes in der Oppositionsschleife am 8. 1. 1980), erreichen die unbeleuchteten Ringe eine Breite von 2,4″ und machen sich als schwarzer Schatten auf der Saturnscheibe deutlich bemerkbar.

Am 3. 3. 1980 passiert die Ringebene die Ebene der Ekliptik und die Sonne beleuchtet von da an die nördliche Ringseite. Die Ringbreite beträgt zu diesem Zeitpunkt immer noch 0,6″.

Am 12. 3. 1980 durchläuft die Erde erneut die Ringebene; **im Zeitraum von 12. 3. 1980 bis zum 23. 7. 1980** befindet sich die Erde südlich der Ringebene, während die Sonne die nördliche Ringfläche beleuchtet. Die unsichtbaren Ringe erreichen zur Zeit des zweiten Stillstandes am 23. 5. 1980 wieder ihre größte Breite von 2,2″ und markieren sich deutlich als Schatten auf der Saturnscheibe.

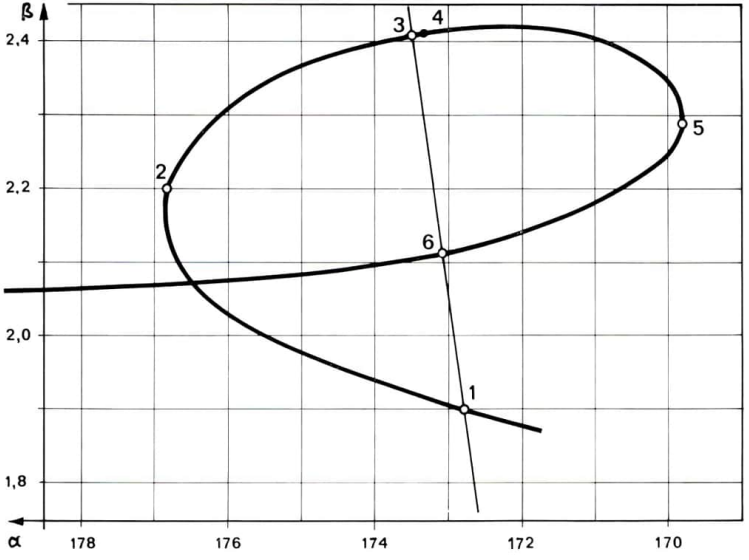
Am 23. 7. 1980 passiert die Erde zum dritten Mal die Ringebene und bleibt für einen halben Saturnumlauf mit der Sonne gemeinsam nördlich der Ringebene.

In der grafischen Darstellung sind die relativen Lagen von Erde und Sonne gegenüber der Ringebene und die Ringbreite nach den Angaben aus dem „Kalender für Sternfreunde" zur Veranschaulichung aufgetragen (s. III. Umschlagseite).

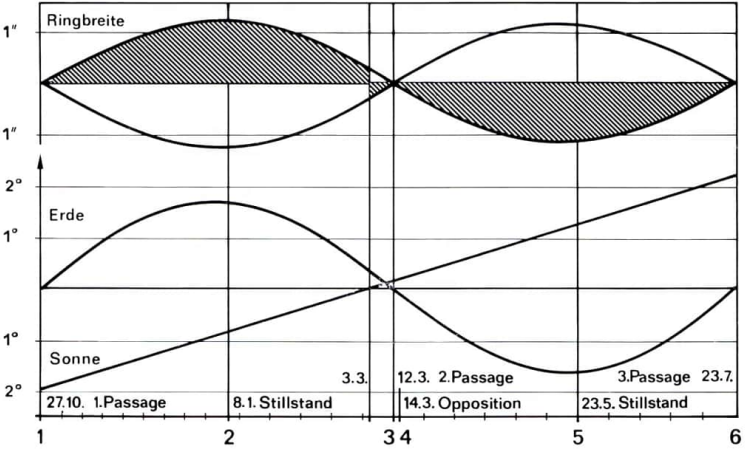
Für die Beobachtung ist der Durchgang der Erde durch die Ringebene von besonderer Bedeutung. Der fehlende Ring erlaubt günstige Beobachtungen der Planetenoberfläche und naher Monde des Saturn. Zur letzten Kantenstellung des Ringes im Jahre 1966 wurden der 10. Saturnmond Janus und noch ein weiterer 11. Mond entdeckt. Da die Bahnelemente der Saturnmonde nicht so genau bekannt sind, wie die der Jupitermonde, sind Positionsbeobachtungen der Saturnmonde von großer Bedeutung. Zur Zeit der Kantenstellung kommt es zu ähnlichen Erscheinungen wie im System der Jupitermonde (Bedeckungen, Durchgänge, Schattenvorübergänge und Verfinsterungen). Zur Beobachtung dieser Ereignisse ist aber ein Teleskop von mindestens 100 mm Öffnung erforderlich. In größeren Teleskopen zeigt der schmale Ring Verformungen, die auf Störungen durch die Saturnmonde hindeuten. Auf den Zeichnungen des Saturn im „Kalender für Sternfreunde 1980" sind solche Verformungen zu erkennen.

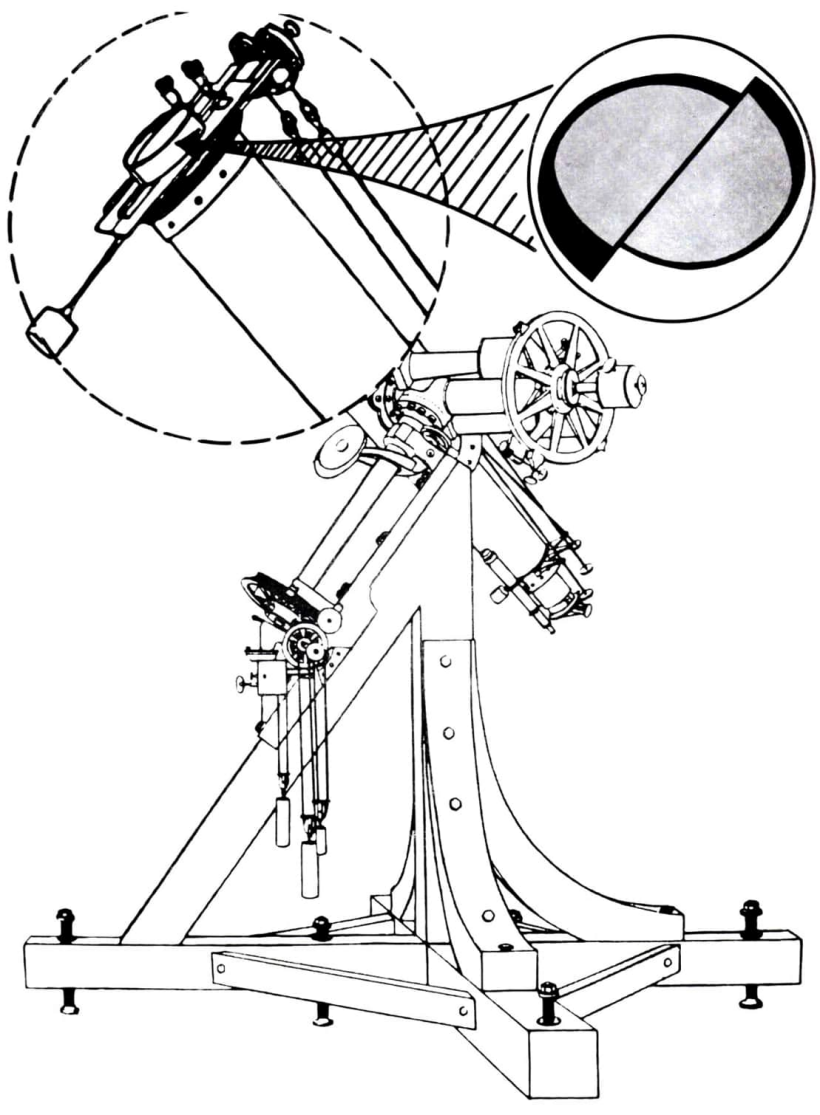
Die relative Seltenheit des Ereignisses einer Kantenstellung des Saturnringes sollte uns veranlassen, die Gelegenheit zu nutzen und den Saturn fleißig zu beobachten. Wenn wir auch nicht mit Neuentdeckungen von Saturnmonden rechnen können, so ist es doch sehr reizvoll, einmal den Ringplaneten Saturn „ohne Ring" zu sehen und vielleicht den Schatten des Saturnmondes Titan auf der Planetenscheibe zu entdecken.

LOTHAR EHRENBERG; GÜNTER WOLF



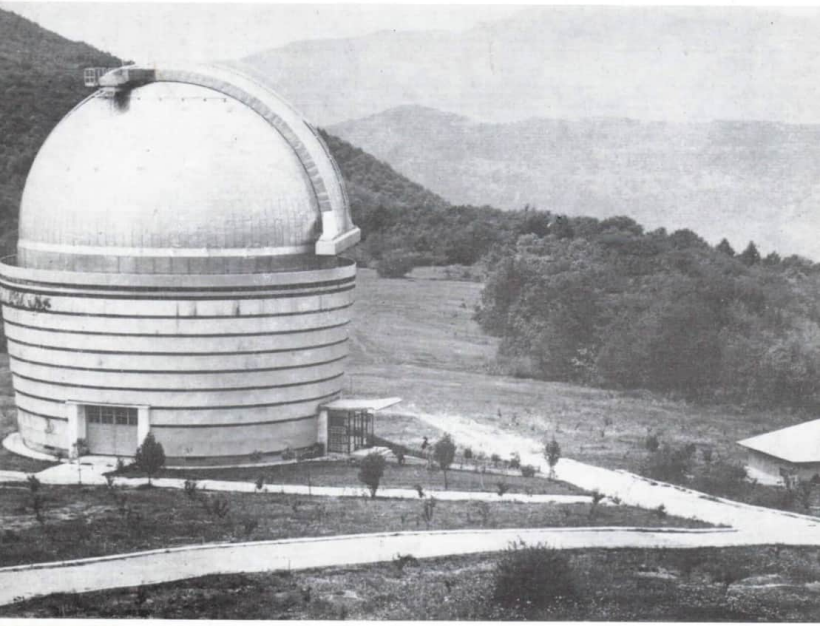
Saturnschleife im Ekliptiksystem 1979/80





Astronomie

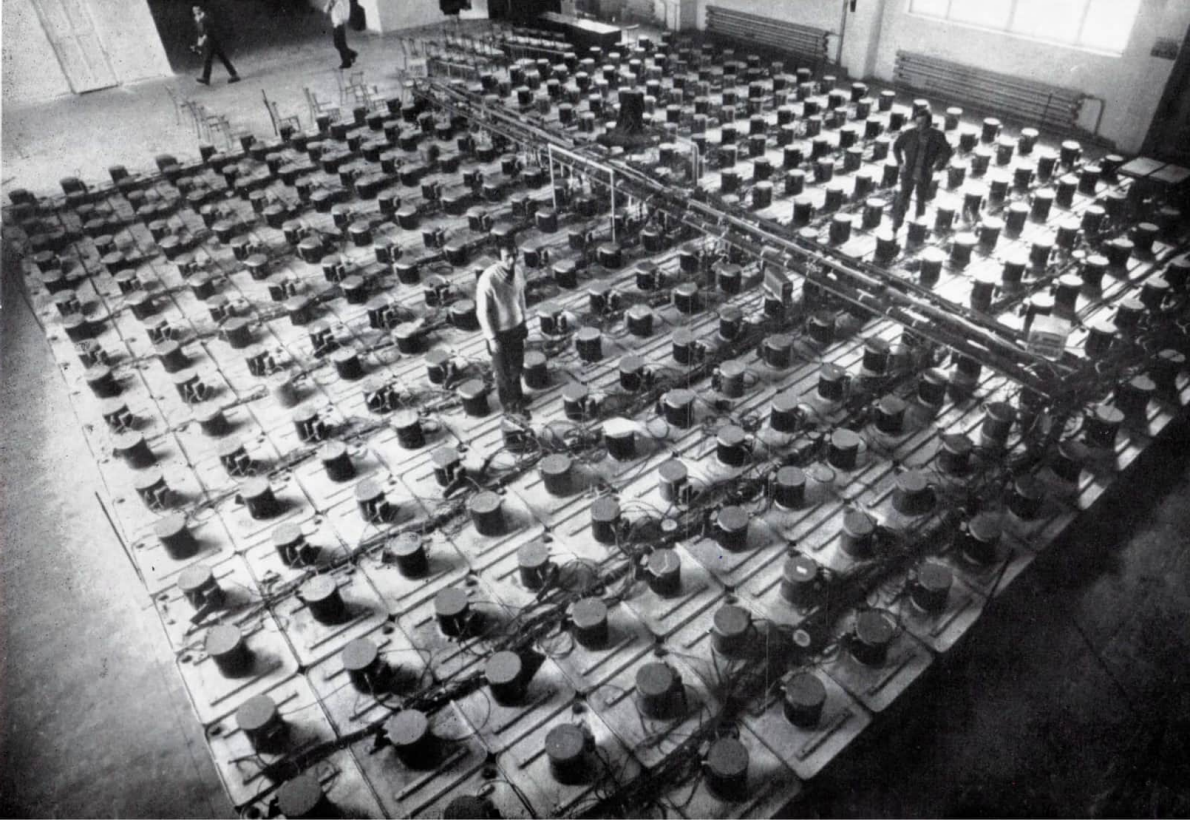
in der Schule



VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

2
1980

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 2 **17. Jahrgang 1980**

Seite

Dokumentation 26
H. OLEAK
Zusammenarbeit zwischen UdSSR und DDR in der extragalaktischen Astrophysik 27
H.-J. HAUBOLD; R. W. JOHN
Neutrinoastronomie 29
K.-G. STEINERT
Zur Integration von Sonnenbeobachtungen in den Unterricht . . 33
H. BIENIOSCHEK; K. LINDNER
Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Die Sterne" (V) . . . 35
T. REUTHER
Erarbeitung von Vorstellungen und Begriffen in der Unterrichtseinheit 2.3. 38
Unser Forum 40
Aus Wissenschaft und Unterricht 42
Wir stellen vor 46
Rezensionen 46
Unsere Bilder 47
Wir beobachten 48
Anekdoten 48
Karteikarte: Die Sterne [1] (J. STIER)

СОДЕРЖАНИЕ

Документация 26
Х. ОЛЕАК
Сотрудничество между СССР и ГДР в области внегалактической астрофизики 27
Х.-Й. ХАУБОЛЬД / Р. В. ЙОН
Нейтринная астрономия 29
К.-Г. ШТАЙНЭРТ
Интеграция в учебный процесс наблюдений солнца 33
Х. БИНИОШЕК / К. ЛИНДНЭР
Методические помощи для учебной единицы «Звёзды» (V) 35
Т. РОЙТЭР
Развитие представлений и понятий в рамках учебной единицы 2.3. 38
Карточечная карта: Звёзды (I) Й. ШТИР

CONTENTS

Documentation 26
H. OLEAK
Cooperation between USSR and GDR in Extragalactical Astrophysics 27
H.-J. HAUBOLD; R. W. JOHN
Neutrino Astronomy 29
K.-G. STEINERT
Integration of Solar Observation into Astronomy Instruction . . 33
H. BIENIOSCHEK; K. LINDNER
Methodical Aids for the Instructional Unit "The Stars" (V) . . 35
T. REUTHER
Development of Conceptions and Terms for the Instructional Unit 2.3. 38
Register Card: The Stars [I] (J. STIER)

Redaktionsschluß: 20. Februar 1980

Ein Nachdruck der in „Astronomie in der Schule" veröffentlichten Beiträge ist nur mit Zustimmung der Redaktion gestattet.

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

SCHMIDT, KARL-HEINZ

Kosmische Entfernungsbestimmungen

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 1, 3–6.

Beschreibung verschiedener Methoden der Entfernungsbestimmung im Kosmos (trigonometrische, säkulare und Sternstromparallaxen, photometrische Parallaxen).

Astronomie in der Schule

Fachwissenschaft

OLEAK, HANS

Zusammenarbeit zwischen UdSSR und DDR in der extragalaktischen Astrophysik

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 2, 27–29.

Der Verfasser beschreibt in lebendiger und eindrucksvoller Weise die enge Zusammenarbeit von Astrophysikern der UdSSR und unserer Republik bei der Erforschung extragalaktischer Objekte mit Hilfe der Großteleskope in Selentschuk und Tautenburg.

Astronomie in der Schule

Philosophie

GEHLHAR, FRITZ

Erkenntnisfindung und Beweis

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 1, 6–10; 5 Lit.

Autor setzt sich zunächst mit verschiedenen erkenntnistheoretischen Richtungen (Empirismus, Rationalismus) auseinander, um dann die wissenschaftliche Auffassung vom Erkenntnisprozeß darzulegen. Abschließend werden die Beweisverfahren Deduktion und Reduktion beschrieben.

Astronomie in der Schule

Fachwissenschaft

HAUBOLD, HANS JOACHIM/JOHN, REINER W.

Neutrinoastronomie

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 2, 29–33; 3 Tab., 9 Lit.

Nach einem kurzen Überblick über die Entdekkungsgeschichte der Neutrinos wenden sich die Autoren den kosmischen Neutrinos zu. Ausführlich werden die theoretischen Vorstellungen über die Neutrinos verschiedenen kosmischen Ursprungs dargelegt. Der Beitrag endet mit Bemerkungen über Neutrinoteleskope, die dem experimentellen Nachweis der kosmischen Neutrinoflüsse dienen.

Astronomie in der Schule

Methodik AU · Galaxis/extragalaktische Systeme

SCHUKOWSKI, MANFRED

Stoffliche Schwerpunkte zum Lehrplanabschnitt „Das Milchstraßensystem und extragalaktische Systeme"

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 1, 10–12; 1 Abb.

Autor begründet, zu welchen grundlegenden und weiteren wesentlichen Erkenntnissen die Schüler bei der Behandlung dieses Lehrplanabschnittes geführt werden sollen und nennt die zu behandelnden wichtigen Begriffe.

Astronomie in der Schule

Methodik AU · Beobachtungen

STEINERT, KLAUS-GÜNTER

Zur Integration von Sonnenbeobachtungen in den Unterricht

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 2, 33–35; 3 Lit.

Der Verfasser schlägt vor, Meßreihen mit Hilfe eines senkrechten Schattenstabes von Schülern durchführen zu lassen, die dann in vielfältiger Weise im Unterricht und den AGR ausgewertet werden können.

Astronomie in der Schule

Methodik AU

MÜSSIGGANG, ALFRED

Möglichkeiten der Nutzung des Kalenders für Sternfreunde im Astronomieunterricht und in Arbeitsgemeinschaften Astronomie/Raumfahrt

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 1, 14–15.

Autorreferat einer 1978 ausgezeichneten Pädagogischen Lesung. Es werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie mit Hilfe des Kalenders für Sternfreunde sowohl der AU als auch die Arbeit in den AGR aktualisiert werden kann und welche Hilfen der Kalender bei der Vorbereitung und Durchführung von Beobachtungen bietet.

Astronomie in der Schule

Methodik AU · Sterne

LINDNER, KLAUS/BIENIOSCHEK, HORST

Methodische Hilfen zur Unterrichtseinheit „Die Sterne" (V und VI)

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 1 und 2, 12–14 und 35–37; 6 Tafelbilder.

Fortsetzung der Beiträge aus den Heften 2, 3, 5 und 6/1979 mit Ausführungen zur methodischen Gestaltung der 4. und 5. Stunde „Doppelsterne; mittlere Dichte von Sternen" und „Entstehung und Entwicklung von Sternen".

Astronomie in der Schule

Arbeitsgemeinschaft (R)

BELASCHKI, HANS DIETER

Tätigkeit der AGR „Astronomie und Raumfahrt"

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 1, 15–17.

Erfahrungsbericht über die Arbeit einer AGR „Astronomie und Raumfahrt", der allen Arbeitsgemeinschaftsleitern Anregungen für ihre Tätigkeit gibt.

Astronomie in der Schule

Methodik AU · Galaxis/extragalaktische Systeme

REUTHER, THOMAS

Zur Erarbeitung von Vorstellungen und Begriffen in der Unterrichtseinheit 2.3.

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 2, 38–40; 11 Lit.

Erfahrungsbericht über die Durchführung der 25. und 26. Stunde „Interstellare Materie und Sternentstehung" und „Unsere Milchstraße und extragalaktische Systeme".

HANS OLEAK

Zusammenarbeit zwischen UdSSR und DDR in der extragalaktischen Astrophysik

Die folgenden Gedanken sind dem 35. Jahrestag der Befreiung unseres Volkes vom Hitlerfaschismus durch die Rote Armee gewidmet. Sie zeigen am Beispiel der extragalaktischen Astrophysik, wie sich die gemeinsame Tätigkeit von Wissenschaftlern der UdSSR und der DDR entwickelt hat. Bereits 1974 gab Prof. RUBEN, stellvertretender Direktor des Zentralinstituts für Astrophysik, in dieser Zeitschrift einen Bericht über die Zusammenarbeit zwischen der UdSSR und der DDR auf dem Gebiet der Astrophysik (s. **11** [1974] 4). Die Entwicklung der Zusammenarbeit hat inzwischen eine derart große Vertiefung erfahren, daß es angebracht erscheint, einen einzelnen speziellen Themenkomplex herauszunehmen.

Die extragalaktische Astrophysik war in ihrer Forschungsrichtung von vornherein auf Beobachtungsmöglichkeiten an Großteleskopen konzipiert. Innerhalb der DDR stand hierfür das 2-m-Universalteleskop des Karl-Schwarzschild-Observatoriums Tautenburg vorwiegend in der Schmidtvariante zur Verfügung. Die Ergänzung durch ein Objektivprisma ermöglichte die Untersuchung größerer Felder hinsichtlich *pekuliarer extragalaktischer Objekte*, wie Markarjan-Galaxien, Seyfert-Galaxien und Quasaren. Auf die Bedeutung solcher aktiver Galaxien für die kosmogonischen Prozesse in Sternsystemen und im Kosmos überhaupt hat bereits Ende der 50er Jahre Prof. V. AMBARZUMJAN, Direktor des Observatoriums Bjurakan, wiederholt hingewiesen. Damals waren erst wenige Beobachtungstatsachen bekannt. Er war es, der auf die Möglichkeiten des Tautenburger Schmidt-Teleskops zur Suche nach solchen Galaxien hinwies und bereits kurz nach Inbetriebnahme des Teleskops jüngere Mitarbeiter von Bjurakan zu Studienaufenthalten nach Tautenburg entsandte (Dr. SAAKJAN, Dr. KALLOGLJAN, Dr. CHATSCHIKJAN). Die Kontakte zwischen den Wissenschaftlern aus dem Zentralinstitut für Astrophysik und dem Observatorium Bjurakan waren sehr fruchtbar und haben nicht nur die wissenschaftliche Zusammenarbeit, sondern auch die persönlichen Beziehungen stark gefördert.

Die ersten Arbeiten im Rahmen dieser bilateralen Zusammenarbeit umfaßten die Suche nach sogenannten blauen Objekten, unter denen man eine hohe Zahl von Quasaren vermutete. Die Ergebnisse wurden in Katalogen zusammengestellt; eine Photometrie mit genaueren Helligkeitsangaben erforderte oft sehr langwierige Meßarbeiten.

Inzwischen wurde in Bjurakan eine weitere Gruppe von besonderen Galaxien und Galaxienhaufen entdeckt, über deren kosmische Verteilung man zunächst wenig wußte. Unser Institut beteiligte sich daher an einer systematischen Suche nach diesen Objekten. Gemeint sind die *kompakten Haufen von kompakten Galaxien*. Es handelt sich hierbei um Sternsysteme, die auf den Aufnahmen so konzentriert erscheinen, daß sie von Sternen unseres Milchstraßensystems kaum zu unterscheiden sind. Häufig treten diese kompakten Galaxien auch in sehr konzentrierten Haufen auf. In Arbeitsteilung mit dem Observatorium Bjurakan wurde der gesamte Nordhimmel nach diesen Systemen abgesucht. Auch hier sind die Ergebnisse in mehreren Katalogen, erschienen in der Zeitschrift „Astrofizika"; zusammengefaßt.

Diese Durchmusterungsarbeiten dienten zunächst der Suche nach Objekten, von denen man annehmen mußte, daß dort noch unbekannte physikalische Prozesse ablaufen, die Einblick in die Entstehung und Entwicklung der Galaxien geben können. Es ist unerläßlich, diese physikalischen Prozesse im Detail aufzuklären, indem Einzelobjekte einer eingehenden Untersuchung unterzogen werden. Diese umfaßt neben der photometrischen Überwachung auch eine spektroskopische Beobachtung, da nur Spektren Einblick in die physikalischen Verhältnisse geben können. Auch hierfür ist in der extragalaktischen Forschung ein Großteleskop erforderlich, weil die Objekte meist sehr lichtschwach sind.

Die bis dahin durchgeführten gemeinsamen Untersuchungen anhand des Plattenmaterials vom Schmidt-Teleskop in Tautenburg hatten ein derart reichhaltiges Material für gezielte Einzeluntersuchungen an interessanten Objekten erbracht, daß die Wissenschaftler aus der UdSSR und der DDR der Inbetriebnahme des 6-m-Teleskops des Speziellen Astrophysikalischen Observatoriums Selentschuk im nördlichen Kaukasus mit großen Erwartungen entgegensahen. Mit dem Direktor dieses Observatoriums, Prof. KOPYLOW, und dem Leiter des Bereiches extragalaktische Astrophysik, Dr. KARATSCHENZEW, war für die gemeinsame Forschung bereits ein detaillierter bilateraler Arbeitsplan für die künftigen Beobachtungen ausgearbeitet worden. So waren die DDR-Astronomen die ersten Ausländer, die in Selentschuk im Frühjahr 1978 in vier Beobachtungsnächten Spektren von schwachen pekuliaren Objekten erhielten. Die Ausbeute an

interessanten Objekten war sehr groß. Die gründliche Vorarbeit bei der Durchmusterung hatte sich gelohnt. Seither sind *DDR-Astronomen* mit einer Ausnahme zu jeder Frühjahrs- und Herbstsaison am *6-m-Teleskop* tätig und beobachten Quasare, Radiogalaxien und andere aktive Galaxien. Das Beobachtungsmaterial ist so reichhaltig, daß man Wochen oder Monate braucht, um es auszuwerten. Mehrere gemeinsame Arbeiten mit den sowjetischen Kollegen über die Ergebnisse dieser Beobachtungen sind inzwischen in den „Astronomischen Nachrichten" erschienen oder befinden sich im Druck.

Diese fruchtbare Zusammenarbeit war nur möglich auf der Grundlage langfristig angelegter Arbeitspläne, die die prognostische Entwicklung der extragalaktischen Astrophysik berücksichtigen. Kernpunkte der seit 1973 jeweils für zwei Jahre abgefaßten Arbeitspläne sind u. a.:

- Suche nach pekuliaren extragalaktischen Objekten in den Feldern des Tautenburger 2-m-Teleskops.
- Weitreichende Spektroskopie von aktiven Galaxien und Quasaren am 6-m-Teleskop, die als verdächtige Objekte bei den Durchmusterungsarbeiten am Zentralinstitut für Astrophysik gefunden wurden.
- Photometrische Untersuchung von Galaxienhaufen und Ableitung der Anzahl-Dichte-Verteilung in mehreren Farben.
- Gegenseitiger Erfahrungsaustausch über den Einsatz von Bildverstärkern in der Spektroskopie.

Neben den vereinbarten Arbeitsplänen waren gegenseitige Arbeitsaufenthalte in den Partnerinstituten Grundlage der erzielten Arbeitsergebnisse. Beim Erfahrungsaustausch über die Entwicklung geeigneter Bildverstärkereinrichtungen wurden z. B. bereits vor Inbetriebnahme des 6-m-Teleskops gemeinsame spektroskopische Beobachtungen von Doppelgalaxien am 2-m-Teleskop Tautenburg durchgeführt.

In der Zusammenarbeit mit den sowjetischen Observatorien Bjurakan und Selentschuk spielt die *Flächenphotometrie von Galaxien* zur Ableitung von Gesamthelligkeit, Helligkeitsverteilung und Farben eine bedeutende Rolle. Die jahrelange Entwicklung einer den Schmidtaufnahmen vom 2-m-Teleskop Tautenburg angepaßten Auswertemaschine hat das Zentralinstitut für Astrophysik in die Lage versetzt, flächenphotometrische Messungen mit einem hohen Automatisierungsgrad rationell durchzuführen. Auf dem automatischen Flächenphotometer wird die Platte zeilenweise im Abstand von 1″ bis 2″ abgetastet, und die Meßwerte werden im on-line-Betrieb nach einem speziellen mathematischen Verfahren soweit verdichtet, daß nur die. Objekte und ihre Schwärzungswerte erfaßt werden. Dieses Verfahren wurde von Dr. G. M. RICHTER vom ZIAP in Zusammenarbeit mit Astronomen und Mathematikern soweit entwickelt, daß es im internationalen Maßstab große Anerkennung gefunden hat. Die bisher mühsame Photometrie an Galaxienhaufen zur Ableitung der Leuchtkraftfunktion kann nun automatisch mit einem wesentlich geringeren Zeitaufwand vorgenommen werden. In dieser Hinsicht ergänzen sich wiederum die Möglichkeiten der extragalaktischen Forschung in der UdSSR und in der DDR. So werden Platten, die mit dem 6-m-Teleskop gewonnen wurden, oder Aufnahmen von anderen sowjetischen Observatorien (z. B. Bjurakan, Abastumani) am Zentralinstitut für Astrophysik ausgemessen und gemeinsam mit den sowjetischen Kollegen ausgewertet. Im Jahre 1979 hielten sich als Gäste für diese Arbeiten — jeweils mehrere Monate — folgende Kollegen aus der UdSSR am ZIAP auf:

Dr. KURTANIDZE vom Observatorium Abastumani, Dr. VENIG vom Observatorium Tartu, Dr. PETROSJAN und Dr. KALLOGLJAN vom Observatorium Bjurakan.

Alle bisherigen und zukünftig vorgesehenen gemeinsamen Arbeiten zwischen den Astronomen aus der UdSSR und der DDR in der extragalaktischen Astrophysik haben folgende Zielstellungen:

- Erkundung physikalischer Prozesse in den aktiven Galaxien und Quasaren; Ableitung der physikalischen Zustandsgrößen der Emissionsgebiete.
- Bestimmung der räumlichen Häufigkeit der aktiven Galaxien und Quasare und Ableitung der Entwicklungsfolge. Dieser Punkt berührt Fragen der Kosmologie, d. h. des Aufbaus der Metagalaxis.
- Untersuchung von Galaxienhaufen durch eine Photometrie der Einzelgalaxien und Bestimmung der Verteilung der Galaxien im Haufen sowie des dynamischen Verhaltens durch Messung der Radialgeschwindigkeiten.
- Allseitige Untersuchung ausgewählter Felder (photographisch, spektroskopisch und radioastronomisch) zur Ableitung der räumlichen Verteilung und Geschwindigkeitsverteilung aller Galaxien bis zur Grenzreichweite des 6-m-Teleskops.

Besonders der letzte Problemkreis erfordert eine abgestimmte Zusammenarbeit mehrerer Observatorien. Vor wenigen Jahren ging von einem Kollegen des Observatoriums Bjurakan (Dr. ARAKELJAN) die Anregung aus, unsere Metagalaxis in zwei unterschiedlichen Rich-

tungen bis zur Grenzreichweite des größten Teleskops der Welt, des 6-m-Spiegels, vollständig auszuloten. Das bedeutet, in diesen Feldern sämtliche extragalaktischen Objekte zu erfassen, ihre Helligkeit und ihre Entfernung zu bestimmen. Dabei sollte sich zeigen, wieviel Einzelgalaxien vorhanden sind und wie sich die Materie im Kosmos verteilt. Zur Entfernungsbestimmung dienen spektroskopische Aufnahmen, aus denen aus der Rotverschiebung über den Hubble-Effekt die Entfernung berechnet werden kann. Außer diesen optischen Untersuchungen ist es auch sinnvoll, die Felder radioastronomisch abzutasten, um Radiogalaxien und Quasare zu finden. Für die Bewältigung der Zielstellung ist es nötig, ein umfangreiches Beobachtungsmaterial zusammenzutragen. Deshalb sind an dieser Forschungsaufgabe die Observatorien Bjurakan, Selentschuk, Krim und das Zentralinstitut für Astrophysik beteiligt. Die radioastronomischen Beobachtungen erfolgen mit dem RATAN 600 in Selentschuk, die photometrischen Beobachtungen mit dem 2-m-Teleskop Tautenburg und dem automatischen Flächenphotometer des ZIAP. Das Programm wird mehrere Jahre laufen müssen, bis alle erforderlichen Beobachtungsdaten vollständig erfaßt sind. Jedes Institut hat eine hohe Verpflichtung übernommen, um zum Gelingen des Gesamtprojekts beizutragen.

Die enge Kooperation zwischen den Astronomen aus der UdSSR und der DDR ermöglicht es, zu neuen Erkenntnissen in der Astrophysik zu gelangen und ist auch ein Beitrag für die Vertiefung der freundschaftlichen Beziehungen zwischen beiden Staaten.

Anschrift des Verfassers:

Dr. sc. HANS OLEAK
Akademie der Wissenschaften der DDR
Zentralinstitut für Astrophysik
Sternwarte Babelsberg
1502 Potsdam-Babelsberg

HANS JOACHIM HAUBOLD; REINER W. JOHN

Neutrinoastronomie

Neben der Radiostrahlung, dem infraroten, sichtbaren und ultravioletten Licht sowie der Röntgen- und Gammastrahlung, rückt die Neutrinostrahlung aus dem Weltall immer stärker in den Mittelpunkt der modernen Astronomie.

PAULIS Neutrinohypothese

Nachdem es Anfang der zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts auf der Grundlage der Arbeiten der Mathematikerin E. NOETHER gelungen war, die Erhaltungssätze der klassischen Physik auf Transformationseigenschaften der Grundgleichungen zurückzuführen, zeigte man, daß die NOETHERschen Theoreme auch in der durch L. DE BROGLIE, W. HEISENBERG und E. SCHRÖDINGER begründeten Quantenmechanik wirksam sind. Einer Bewährungsprobe unterlagen die Erhaltungssätze für Energie und Impuls in der Erklärung der Vorgänge beim β-Zerfall, bei dem ein Atomkern spontan ein Elektron aussendet und dabei seine Kernladung um eine Einheit erhöht. Es wurde nun erwartet, daß das emittierte Elektron genau die Energiedifferenz zwischen dem ursprünglichen Atomkern und dem nach der Emission vorliegenden Atomkern besitzt. Die Meßergebnisse zeigten aber, daß das Elektron einen wesentlich kleineren Energiebetrag trägt, der etwa einem Drittel der berechneten Energiedifferenz entspricht. Hinzu kam, daß das Energiespektrum der Elektronen zwischen verschwindender kinetischer Energie und einem höchstmöglichen Wert kontinuierlich ist. Nach anfänglichen Zweifeln an der Gültigkeit der Erhaltungssätze der Physik in atomaren Dimensionen (auf N. BOHR zurückgehend), schlug 1930 der Physiker W. PAULI vor, die Erscheinungen des β-Zerfalls so zu erklären, daß mit dem negativ geladenen Elektron noch ein neutrales Teilchen, für das später E. FERMI den Namen Neutrino prägte, emittiert wird. Mit dieser Annahme kann der Energieerhaltungssatz befriedigt werden und das kontinuierliche Energiespektrum der emittierten Elektronen folgt daraus zwanglos, da das Neutrino einen beliebigen Energiebetrag im Kontinuum besitzen kann.

Außerdem ist auch der Drehimpulserhaltungssatz erfüllt, wenn dem Neutrino ein Drehimpuls (Spin) von einem halben PLANCKschen Wirkungsquantum ($S_\nu = \frac{1}{2}\hbar$) zugeordnet wird.

Aus dem Experiment ist bekannt, daß der das Elektron emittierende Atomkern seinen Drehimpuls um ein PLANCKsches Wirkungsquantum ändert.

1934 gelang es E. FERMI, mit Hilfe der PAULIschen Neutrinohypothese die Form des Energiespektrums für die emittierten Elektronen beim β-Zerfall theoretisch abzuleiten.

Der erste experimentelle Hinweis auf das Verhalten der Neutrinos beim β-Zerfall von Atomkernen gelang Ende der vierziger Jahre dem ungarischen Physiker A. SZALAY bei Nebelkammermessungen am He-6-Kern. Der nach der Emission des Elektrons zurückbleibende Li-6-Kern erleidet einen Rückstoß, der der

Bewegung des Elektrons nicht exakt entgegengerichtet ist. Die Bahnen des Elektrons und Lithiumkerns bilden einen von 180° verschiedenen Winkel. Die Erklärung dieses experimentellen Ergebnisses durch einen zusätzlichen Impulsträger, namentlich durch die Emission eines Neutrinos, liegt nahe. In derartigen Experimenten zum Nachweis des Neutrinos wurde auch deutlich, wie schwer das Neutrino auf Grund seiner schwachen Wechselwirkung mit der Materie (der Wirkungsquerschnitt liegt in der Größenordnung $\sigma_\nu \sim 10^{-44}$ $x^2\,cm^2$, wobei x den Neutrinoimpuls in MeV/c bezeichnet) aufzuhalten ist. Erst 1956 gelang es C. J. COWAN und F. REINES, Neutrinos, die in Kernreaktoren in großer Zahl freigesetzt werden, experimentell nachzuweisen.

Ergebnisse der theoretischen Elementarteilchenphysik legen nahe, daß die Neutrinos aus dem β-Zerfall und dem Zerfall von Pionen, bei dem ebenfalls Neutrinos freigesetzt werden, nicht identisch sind und daß jedem Neutrino ein Antineutrino zuzuordnen ist. Die Familie der Leptonen (in der Elementarteilchenphysik unterscheidet man weiterhin Photonen, Hadronen und Resonanzen), der die Neutrinos angehören und sich sowohl durch einen halbzahligen Spin (es sind somit Fermionen) als auch durch ihre schwache Wechselwirkung mit der Materie auszeichnen, ist in Tabelle 1 zusammengestellt. Bemerkenswert in diesem Zusammenhang ist, daß jedem Lepton ein Neutrino zugeordnet werden kann. Für die Massen der Neutrinos sind in Klammern die oberen experimentellen Grenzen angegeben. Allgemein wird aber angenommen, daß Neutrinos masselose Teilchen sind und sich mit Lichtgeschwindigkeit bewegen.

Teilchen	Masse	Lebensdauer	Antiteilchen
Elektron (e^-)	0,51 MeV	∞	Positron (e^+)
Elektronneutrino (ν_e)	0 MeV ($<$ 60 eV)	∞	Elektronantineutrino ($\bar{\nu}_e$)
Müon (μ^-)	106 MeV	$2{,}2 + 10^{-6}$ s	Antimüon (μ^+)
Müonneutrino (ν_μ)	0 MeV ($<$ 1,6 MeV)	∞	Müonantineutrino ($\bar{\nu}_\mu$)
Tau (τ^-)	1800 MeV	$5 + 10^{-12}$ s	Antitau (τ^+)
Tauneutrino (ν_τ)	0 MeV ($<$ 600 MeV)	∞	Tauantineutrino ($\bar{\nu}_\tau$)

Tabelle 1: Leptonen

Kosmische Neutrinos

Bereits 1941 wiesen G. GAMOW und M. SCHÖNBERG in ihren Arbeiten darauf hin, daß Neutrinos in der Entwicklung des Universums eine entscheidende Rolle spielen können, daß Neutrinos in frühen Phasen der Entwicklung des Universums freigesetzt wurden und daß sie in mehr oder weniger großer Zahl in allen Entwicklungsstadien der Sterne emittiert werden.

Neutrinoreliktstrahlung: In dem Modell eines ursprünglich heißen Kosmos, das durch die Entdeckung der isotropen 2.7 K-Hintergrundstrahlung in den sechziger Jahren eine Stütze fand, unterscheidet man in der thermischen Entwicklung des Kosmos Phasen, in denen zunächst die Hadronen annihilierten ($T \approx 2 \times 10^{12}$ K), danach die Leptonen annihilierten und die Neutrinos freigesetzt wurden ($T \approx 6 \times 10^9$ K), im weiteren die Strahlung dominierte ($T \approx 3 \times 10^3$ K) und sich letztendlich die Materie in den heute bekannten Galaxien und Sternen kondensierte. Die in der Phase der Leptonenannihilation entkoppelten Müonneutrinos (bei $T_{\nu_\mu} \approx 1.2 \times 10^{11}$ K) und Elektronneutrinos (bei $T_{\nu_e} \approx 1.8 \times 10^{10}$ K) kühlen in der weiteren Expansion des Kosmos adiabatisch ab. Aus diesen Modellvorstellungen folgen für die heutige Phase der Entwicklung des Kosmos (nach etwa 10^{10} Jahren) Neutrinotemperaturen von $T_{\nu_{e,\mu}} = 1.9$ K für nichtentartete Neutrinos (wenn das chemische Potential der Neutrinos verschwindet, d. h. Neutrinos und Antineutrinos in gleicher Anzahl entkoppelt werden) und $T_{\nu_{e,\mu}} = 140$ K für entartete Neutrinos (wenn das chemische Potential der Neutrinos verschieden von Null ist, d. h. entweder Neutrinos oder Antineutrinos überwiegen). Die entsprechenden Teilchendichten der Neutrinos (und Antineutrinos) sind im ersten Fall $N_{\nu_{e,\mu}} \approx 176$ cm^{-3} und im letzten Fall $N_{\nu_{e,\mu}} \approx 7 \times 10^5$ cm^{-3}. Obwohl die Neutrinos eine zu anderen Elementarteilchen vergleichsweise hohe Dichte aufweisen, kompensieren diese Werte nicht den geringen Wirkungsquerschnitt für entsprechende Reaktionen. Die zusätzlich extrem niedrige Energie der kosmologischen Neutrinos (für nichtentartete Neutrinos $E_\nu \approx 1.6 \times 10^{-4}$ eV und für entartete Neutrinos $E_\nu \approx 1.2 \times 10^{-2}$ eV)

macht ihren experimentellen Nachweis praktisch unmöglich.

Neutrinos extragalaktischen Ursprungs:
Bei dem Stoß hochenergetischer Protonen (p) oder γ-Quanten mit Photonen der 2.7 K-Reliktstrahlung werden Pionen (π^+) oder Müonen ($\mu^\pm$) erzeugt. Im anschließenden Zerfall der Pionen und Müonen werden sowohl Müonneutrinos (und Müonantineutrinos) als auch Elektronneutrinos (und Elektronantineutrinos) erzeugt. Die ebenfalls in diesen hochenergetischen Teilchenwechselwirkungen erzeugten neutralen Pionen (π^0) zerfallen über den Prozeß $\pi^0 \longrightarrow \gamma + \gamma$ in γ-Quanten. Die Erzeugungsraten von extragalaktischen Neutrinos und γ-Quanten (die man in der Röntgenastronomie nachzuweisen versucht) stehen in gewisser Weise in Beziehung.

Neutrinos galaktischen Ursprungs:
Beim Stoß eines energiereichen Protons mit einem Teilchen oder Kern des interstellaren Gases wird ein hochgradig angeregter Protonenzustand erzeugt, der Pionen emittiert. Für eine kinetische Energie der Protonen $E_p \leq 1$ GeV wird Einfach-Pionenerzeugung eintreten; für kinetische Energien der Protonen $E_p > 1$ GeV wird Mehrfach-Pionenerzeugung erwartet. Auch in diesen hochenergetischen Wechselwirkungen werden neutrale Pionen (π^0) erzeugt, die unter Emission von γ-Quanten zerfallen.
Wie im Fall der Neutrinos extragalaktischen Ursprungs ist der Müonneutrino- und Müonantineutrinostrom in diesen Reaktionen um einen Faktor zwei größer als der Elektronneutrino- und Elektronantineutrinostrom. Die beim Zerfall der Pionen und Müonen entstehenden Neutrinos besitzen alle etwa die gleiche Energie. Der Neutrinofluß anderer Galaxien sollte ebenfalls in dieser Größenordnung liegen, wenn ihre Materiedichte und γ-Quanten-Leuchtkraft etwa der unserer Galaxis entsprechen.

Neutrinos, die in späten Stadien der Sternentwicklung und in Supernovae emittiert werden:
In späten Stadien der Sternentwicklung ($T_c > 10^8$ K, $\varrho_c > 10^3$ gcm^{-3}) wie Helium-, Kohlenstoff- und Sauerstoff-Brennen erfolgt die Energieabstrahlung hauptsächlich in Form von Neutrinoemission.
Sterne, deren Kernmasse kleiner als 1.4 $M_\odot$ ist (CHANDRASEKHARsche Grenzmasse), entwickeln sich im Endstadium zu einem weißen Zwerg. Neutrinoverluste werden in diesen Sternen für Temperaturen $T_c \geq 10^8$ K und Dichten $\varrho_c \sim 10^5$ gcm^{-3} effektiv und kühlen den Stern ab.
Im Gegensatz zu dem eben erwähnten möglichen Endstadium der Sternentwicklung für Sterne kleiner Masse können massereiche Sterne ($M \geq 7\,M_\odot$) am Ende der stationären Stadien nuklearen Brennens eine sogenannte „Zwiebelschalenstruktur" aufweisen. Ihr Fe-Ni-Kern ist umgeben von einer Si-, Mg-, O-, Ne-, He- und H-Schale. Da im Kern dieses Sterns keine Energie mehr durch thermonukleare Reaktionen freigesetzt werden kann (weil die Bindungsenergie der Nukleonen vom Element Fe ab wieder abnimmt), müssen andere Mechanismen zur Erklärung der weiteren Entwicklung herangezogen werden – etwa explosive Prozesse. Die Explosion dieser massereichen Sterne beginnt mit dem dynamischen Kollaps des Fe-Ni-Kerns, dessen Masse etwa 1.4 $M_\odot$ beträgt – der Stern zehrt von seiner Gravitationsenergie. Der Kollaps wird gestoppt, wenn die zentrale Dichte $\sim 10^{12}$ gcm^{-3} erreicht hat und eine Stoßwelle durch die aus der nächsten oberen Schale auf den Kern auffallende Materie angeregt wird. Die gegenwärtigen Vorstellungen erwarten eine Ejektion der Hülle des Sterns durch den Transport der Kollapsenergie mittels Neutrinos in die Hülle oder durch die Explosion des Brennstoffs, der in den über dem Kern liegenden Schalen vorhanden ist.

Während der Formation des Neutronensterns werden bevorzugt Neutrinos (durch die Neutronisation der Materie $e^- + p \longrightarrow \nu_e + n$), aber keine Antineutrinos freigesetzt. Die mittlere Energie dieser Neutrinos liegt bei 10 MeV. Erreicht die Temperatur bei der Herausbildung des Neutronensterns etwa 10^{11} K, beginnt eine Abkühlung des Sterns durch die Emission von Neutrinos. Beobachtungen von rotierenden Neutronensternen (Pulsaren) zeigen, daß starke Magnetfelder anwesend sind, die wiederum Neutrinoprozesse begünstigen können.

Solare Neutrinos: Die Energiequelle der Sonne (sie ist ein typischer Hauptreihenstern) sind thermonukleare Reaktionen der bekannten Proton-Proton-Kette und des Kohlenstoff-Stickstoff-Sauerstoff-Zyklus, in denen Wasserstoff zu Helium fusioniert wird ($4\,^1H \rightarrow {}^4He + 2e^+ + 2\nu_e + 26.7$ MeV). Während in den oben beschriebenen Reaktionen überwiegend Neutrinos ohne Beteiligung von Atomkernen freigesetzt wurden, stammen die von der Sonne emittierten Elektronneutrinos ausschließlich aus Kernreaktionen. Die vier in der Sonne ablaufenden neutrinoproduzierenden Kernreaktionen sind in Tabelle 2 aufgeführt. Um die Anzahl der in der Sonne erzeugten Neutrinos abzuschätzen, benötigt man kein detailliertes Sonnenmodell. Die pro Heliumkern erzeugten zwei Neutrinos besitzen eine Energie von

0.6 MeV; von den 26.7 MeV verbleiben daher nur $E = 26.1$ MeV in der Sonne. Die Anzahl der pro Sekunde in der Sonne erzeugten Neutrinos folgt mit $N_{\nu_e} = 2\,L_\odot/E \approx 2 \times 10^{38}\ s^{-1}$ ($L_\odot$ ist die Leuchtkraft der Sonne). Die Oberfläche der Erde treffen $N_{\nu_e}\, 4\pi\,(AE)^2 \approx 6.5 \times 10^{10}$ Neutrinos pro Sekunde und Quadratzentimeter (AE ist die Astronomische Einheit).

	Neutrinoprozesse
solare Neutrinos	$p + p \longrightarrow {}^2H + e^+ + \nu_e$ $\quad$ ${}^7Be + e^- \longrightarrow {}^7Li + \gamma + \nu_e$
	$p + e^- + p \longrightarrow {}^2H + \nu_e$ $\quad$ ${}^8B \longrightarrow {}^8Be + e^+ + \nu_e$
	Neutrinos der pp-Kette

Tabelle 2: Solare Neutrinos

Neutrinos aus der Erdatmosphäre: Die Atmosphäre der Erde wirkt wie ein Target für kosmische Strahlung und die Messungen des Spektrums der auf die Erdoberfläche auftreffenden extraterrestrischen Teilchen zeigen, daß die durch Teilchenwechselwirkungen gebildeten Neutrinos vor allem aus den Zerfällen von Pionen, Kaonen (K^+, K^-) und Müonen stammen. Die in der Erdatmosphäre entstehende Teilchenstrahlung bezeichnet man auch als sekundäre kosmische Strahlung.

Terrestrische Neutrinos: Während der Bildung der schweren Elemente der Erde herrschten Temperaturen von $\sim 10^9$ K. Sie erzeugten angeregte Zustände der Atomkerne, die seitdem langsam über ihre Radioaktivität zerfallen und geringfügig zur Erwärmung der Erde beitragen. Pro Gramm Materie der Kontinentalkruste wird ein Antielektronneutrino pro Sekunde freigesetzt, wobei die Hälfte dieser Antielektronneutrinos auf den Zerfall des Elements K^{40} zurückgeführt werden kann. Setzt man voraus, daß die Erde homogen ist, kann ein Neutrinofluß von $I_\nu \approx 3 \times 10^9$ Antielektronneutrinos pro Sekunde und pro Quadratzentimeter abgeschätzt werden. Dieses Ergebnis ist stark abhängig von der vorausgesetzten Verteilung der chemischen Elemente in der Erde.

Neutrinoteleskope

Es ist eine der faszinierenden Aufgaben der Elementarteilchen- und Kernphysik, die aus den theoretischen Vorstellungen der Astronomie über die Entwicklung des Universums folgenden Neutrinoflüsse experimentell nachzuweisen. Eine experimentelle „Neutrino-Spektroskopie" würde die Überprüfung von Aussagen der Kosmologie, den Nachweis von Teilchenprozessen in den Galaxien, den Einblick in das Sterninnere und die dort ablaufenden stationären und explosiven Vorgänge (etwa

Nachweis der (niederenergetischen) solaren Neutrinos:
Standorte der Detektoren: Baksan (Kaukasus, UdSSR)
Lead (Süd-Dakota, USA)

Nachweismethode: $\nu_e + {}^{71}Ga \rightarrow {}^{71}Ge + e^-$ (Halbwertszeit 11.1 Tage)
die Neutrinos müssen eine Energie $E_\nu > 0.233$ MeV besitzen
Targetmaterial $GaCl_3$
$\nu_e + {}^{37}Cl \rightarrow {}^{37}Ar + e^-$ (Halbwertszeit 35 Tage)
die Neutrinos müssen eine Energie $E_\nu > 0.814$ MeV besitzen
Targetmaterial C_2Cl_4

Das Neutrinoteleskop in Lead arbeitet seit 1955; nach jedem Lauf der Anlage (etwa 100 Tage) werden die Argonatome mit Hilfe von Helium vom Perchloräthylen getrennt und radiochemisch nachgewiesen; auf Grund der hohen Grenzenergie werden in der Reaktion mit Chlor die Neutrinos aus der pp-Reaktion nicht erfaßt; die bisherigen Meßergebnisse stehen im Widerspruch zum theoretisch berechneten Neutrinofluß aus Sonnenmodellen.

Nachweis der (hochenergetischen) extragalaktischen, galaktischen und atmosphärischen Neutrinos:
Standort des Detektors: Hawaii (USA)
Nachweismethode: In der Reaktion eines hochenergetischen Neutrinos mit einem Atomkern entsteht ein Schauer geladener Teilchen; diese Teilchen (etwa 10^7 Teilchen nach der Reaktion eines 10^6 TeV-Neutrinos) sind auf ein kleines Volumen konzentriert und stellen einen Sender akustischer Wellen dar; die akustischen Wellen werden von Hydrophonen registriert.
Als Target dienen 10^{10} Tonnen Meereswasser; die akustischen Detektoren werden in einer Wassertiefe von 3 ... 5 km angeordnet, um Geräusche der Oberflächenzone des Wassers abzuschirmen; auf einen Kubikkilometer Wasser entfallen 1000 Hydrophone; an der Reaktionsfolge der Hydrophone kann die Einfallsrichtung des Neutrinos erkannt werden.

Tabelle 3: Neutrinoteleskope

Kernfusionsreaktionen) erlauben. Gelänge der Nachweis der hochenergetischen Komponenten der kosmischen Neutrinostrahlung, könnten Experimente zur schwachen Wechselwirkung bei hohen Energien durchgeführt werden, die mit den gegenwärtig existierenden Teilchenbeschleunigern nicht erreichbar sind.

Diese Einsichten regten Wissenschaftler in der Sowjetunion und in den USA schon in den fünfziger Jahren an, die Möglichkeiten für den Nachweis kosmischer Neutrinos zu erforschen. Mittlerweile arbeiten in einer Reihe von Ländern (UdSSR, USA, Italien, Indien, Südafrika) Neutrinoobservatorien oder sie werden dort aufgebaut (s. Abbildung II. Umschlagseite). Tabelle 3 beschreibt charakteristische Experimente, die in den nächsten Jahren interessante Ergebnisse liefern werden.

Literatur:
BEREZINSKIJ, V. S., ZACEPIN, G. T.: **Uspechi Fisičeskich Nauk**, 122 (1977) 3–36.
BUGAEV, E. V., KOTOV, Ju. D., ROZENTAL, I. L.: **Kosmische Müonen und Neutrinos** (in russ. Sprache), Atomisdat, Moskau 1970.
DAUTCOURT, G.: **Relativistische Astrophysik**, Reihe Wissenschaftliche Taschenbücher, Nr. 86, Akademie-Verlag, Berlin 1972.
HAUBOLD, H. J., RUBEN, G.: **Das Sonnenmodell und der Nachweis der Sonnenneutrinos.** Die Sterne. 53 (1977) 65–74.
LANIUS, K.: **Elementarteilchen 1977.** Sitzungsberichte der AdW der DDR, Mathematik – Naturwissenschaften – Technik, 15 N (1978) Akademie-Verlag, Berlin 1978.
MEADOWS, A. J.: **Das Leben der Sterne** (Übers. a. d. Engl.), Chemie-Verlag, Weinheim 1972.
PONTECORVO, B.: In **„75 Jahre Quantentheorie"** (Herausgeber: W. BRAUER, H.-W. STREITWOLF, K. WERNER), Abhandlungen der AdW der DDR, N 7 (1977) S. 81–100, Akademie-Verlag, Berlin 1977.
TREDER, H.-J.: **Philosophische Probleme des physikalischen Raumes.** Akademie-Verlag, Berlin 1974.
TREDER, H.-J.: **Urania 53.** (1977) 6–9.

Anschrift der Verfasser:
Dipl.-Phys. H. J. HAUBOLD und
Dr. rer. nat. R. W. JOHN
Akademie der Wissenschaften der DDR
Zentralinstitut für Astrophysik
1500 Potsdam
Telegrafenberg

KLAUS-GÜNTER STEINERT

Zur Integration von Sonnenbeobachtungen in den Unterricht[1]

In den Unterrichtsfächern Physik und Chemie ist das *Experiment* als Methode der Erarbeitung von Erkenntnissen längst integriert und hat sich als wesentliches Element zur Erzielung dauerhafter, anwendungsbereiter und reproduzierbarer Kenntnisse und Fähigkeiten im Unterrichtsprozeß bewährt.

Zur Verbindung von Theorie und Praxis und zur Förderung des Erkenntnisfortschritts steht im Astronomieunterricht dem Lehrer – ähnlich wie dem Facharbeitsastronomen – die *Beobachtung* als Grundlage der Erkenntnis sowie als Kriterium für die Richtigkeit einer Aussage und für das Aufsteigen einer Hypothese zur Theorie zur Verfügung. Gewiß gibt es auch einige Ansätze, *Experimente* im Astronomieunterricht durchzuführen. Beispiele hierzu sind in „Astronomie in der Schule" mehrfach veröffentlicht worden. Schließlich besitzen ja das Tellurium, das Planetenschleifengerät und andere Arbeits- und Lehrmittel experimentellen Charakter. Jedoch ist und bleibt die Beobachtung eine wichtige Quelle der Erkenntnisgewinnung in der Schulastronomie wie in der astronomischen Forschung.

Im „Lehrplan für Astronomie Klasse 10" [1] sind die Beiträge genannt, die der Astronomieunterricht zur Unterstützung der geistigen Bildung und Erziehung der Schüler zu leisten hat. In allen sechs komplex aufgeführten Beiträgen spielt das Verständnis von Raumvorstellungen, das Erkennen von Strukturen und Bewegungsvorgängen im Kosmos eine tragende Rolle. Besonders das Verständnis der scheinbaren (beobachtbaren) und wahren Bewegungen, aus dem sich eine Raumvorstellung entwickeln kann, ist nur zu erreichen, wenn die theoretische Betrachtung sehr eng mit der praktischen Beobachtung verbunden ist. Deshalb darf der letzte der sechs Beiträge in [1], der sich auf die Beobachtungen bezieht, nicht isoliert betrachtet werden, sondern muß integrierter Bestandteil des Unterrichts sein.

Es ist aber andererseits klar, daß bleibende Kenntnisse über die Bewegungsvorgänge an der Himmelskugel als wichtigste Voraussetzung für die Entwicklung einer klaren Übersichtsvorstellung vom Kosmos nicht während der Beobachtungen an den beiden obligatorischen Beobachtungsabenden allein gewonnen werden können. Der Lehrer muß also Möglichkeiten für die Schüler finden, Beobachtungsreihen mit geringem Aufwand durchzuführen, deren Auswertung die oben genannten Zielstellungen unterstützt. Der Verfasser ist der Meinung, daß **Sonnenbeobachtungen am senkrechten Schattenstab** eine solche Möglichkeit darstellen.

Etwas vereinfacht dargestellt würde die Realisierung dieses Vorschlages bedeuten:

1. Die Erscheinungen am Sternhimmel, die

[1] Überarbeitete Fassung des Vortrags „Intensive Nutzung der Schülerbeobachtung und deren Integration in den Unterrichtsablauf", gehalten auf der Tagung zur „Inhaltlichen Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts und der AGR ‚Astronomie und Raumfahrt'" im Oktober 1979 in Crimmitschau.

durch die Drehung der Erde um ihre Achse und durch die Bewegung der Erde um die Sonne hervorgerufen werden, lassen sich durch Sonnenbeobachtungen um die Mittagszeit am senkrechten Schattenstab erfassen.

2. Während der obligatorischen Beobachtungsabende stehen neben Bewegungsbeobachtungen des Mondes und der Planeten (die aber von den Schülern weitgehend als selbständige Beobachtungen ohne Fernrohr zu Hause durchgeführt werden können), astrophysikalische Beobachtungen im Vordergrund (Mondformationen, Planeten, Farbe und Helligkeit der Sterne sowie ausgewählte Objekte des Sternsystems).

Im folgenden seien einige Hinweise für die Arbeit mit dem senkrechten Schattenstab gegeben, wobei bezüglich der Konstruktion und der Anwendung des senkrechten Schattenstabes auf [2] und [3] verwiesen wird.

Wenn der Lehrer eine geeignete Organisationsform für die Durchführung einer Beobachtungsreihe von etwa 8 Wochen (pro Woche genügen 1 bis 2 Beobachtungen) findet (Einzel- oder Gruppenbeobachtung zu Hause oder im Schulhof, Arbeitsgemeinschaften usw.), so kann er durch entsprechende Auswertung der Beobachtungsreihen den Schülern auf interessante Weise sehr viele Erkenntnisse vermitteln, die letzten Ende zum Kapitel „Koordinatensysteme" gehören und die ohne Zusammenhang mit der praktischen Beobachtung nur formal gelernt würden und in sehr kurzer Zeit zum Vergessen führen müßten.

Die vorgeschlagenen Beobachtungen enthalten für den Unterricht und die Tätigkeit in der Arbeitsgemeinschaft an **fachlichen Potenzen:**

- Unterstützung beim Verständnis der Notwendigkeit der Einführung von Koordinatensystemen an der Himmelskugel nicht nur zur Orientierung, sondern vor allem zum präzisen Nachweis von Bewegungen der Gestirne;
- Widerspiegelung der Erdrotation in der Bewegung und Länge des Schattens, den der senkrechte Stab im Sonnenlicht in Abhängigkeit von der Zeit wirft;
- Verdeutlichung der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne in einer zum Äquator geneigten Ebene durch Beobachtungen über längere Zeit;
- Verbindung zum Mathematikunterricht (Berechnung der Sonnenhöhe h aus Stab- und Schattenlänge, insbesondere der Kulminationshöhe h_{max});
- Erkenntnisse über Fragen des Zeitsystems (Abweichung des Kulminationszeitpunktes in MEZ vom Zeitpunkt wahre Zeit $wZ = 12^h$ im Moment des kürzesten Schattens, Zeitgleichung e, geographische Länge $\Delta\lambda$ gegenüber dem 15°-Meridian nach der Formel $\Delta\lambda = wZ - MEZ - e$);
- Bestimmung der geographischen Breite φ des Beobachtungsortes bei bekannter Sonnendeklination δ nach der Formel

$$\varphi = 90° + \delta - h_{max};$$

an erzieherischen Potenzen:

- Beiträge zur Wehrerziehung (Richtungs- und Ortsbestimmung);
- Erziehung zur Zuverlässigkeit, Exaktheit und Ausdauer bei der Arbeit (die Beobachtungsergebnisse sind vom Lehrer mit Hilfe des Sternkalenders kontrollierbar);
- Selbstbau einfacher wissenschaftlicher Beobachtungsgeräte.

Es ist selbstverständlich, daß die genannten fachlichen Aspekte teilweise erheblich über die Lehrplanforderungen hinausgehen. Sie geben aber Anregungen für Arbeitsgemeinschaften. Schließlich sollte sich der Lehrer auch der Verpflichtung bewußt sein, interessierte Schüler besonders zu fördern und zu fordern. Prinzipiell möchte der Verfasser so verstanden sein: Es ist kein zusätzlicher Aufwand mit Tagesbeobachtungen zu betreiben, sondern die oft sinnlosen Höhen- und Azimutsschätzungen, die die Schüler als Hausaufgaben am Abendhimmel ausführen, sollten durch Beobachtungen am Schattenstab ersetzt werden, wo sie als *präzise Messungen* möglich sind und Informationen bereitstellen, die auch in der außerunterrichtlichen Arbeit genutzt werden können.

Um zu wirklich präzisen Messungen zu gelangen, muß der senkrechte Schattenstab in seiner Aufstellung einige Forderungen erfüllen.

Es gilt der einfache Zusammenhang

$$\tan h = \frac{H}{s} \qquad (1)$$

worin H die Länge des Schattenstabes (in den Beispielen wird $H = 50$ cm gewählt) und s die Schattenlänge ist. Die folgenden drei Beispiele sind für eine geographische Breite $\varphi = 50°$ gerechnet. Bildet man im sphärischen Dreieck Pol-Zenit-Sonne durch partielle Differentiation eine Formel zur Abschätzung von Fehlereinflüssen, so erhält man

$$\Delta h = \cos a \, \Delta\varphi + \frac{\cos\varphi \cos\delta \sin t}{\cos h} \Delta t \qquad (2)$$

(a Azimut δ Deklination, t Stundenwinkel)

Die Diskussion einiger spezieller Fälle ergibt:

1. *Fehler in der Messung der Stablänge* ($\triangle H = 0{,}01$ m) und der Schattenlänge ($\triangle s$

= 0,01 m) führen zu folgenden Fehlern im Höhenwinkel $\triangle h$ während der Kulmination

$n°$ max	$\triangle h°$
20	0,51
40	1,04
60	1,35

In den Werten von h ist die Sonnendeklination enthalten.

2. *Ein Neigungsfehler des Schattenstabes* im Meridian von der Größe $\triangle \alpha = 5°$ führt zu einem Fehler in der Schattenlänge $\triangle s = 0{,}045$ m.
3. *Ein Neigungsfehler* $\triangle \beta = 5°$ *des Schattenstabes* in Ost-West-Richtung bewirkt einen Fehler $\triangle t$ in der Erfassung der Meridiandurchgangszeit. Für verschiedene Kulminationshöhen erhält man

$h°$ max	$\triangle t$/min
20	7,3
40	16,9
60	34,6

Zur Orientierung und als Richtwerte für die einzuhaltende Genauigkeit beim Bau eines Gnomons (senkrechter Schattenstab) genügen die in den drei Beispielen genannten Zahlenwerte. In allen drei Fällen ist eine horizontale Unterlage vorausgesetzt.

Fall 1 zeigt, daß die Längenmessungen mit Millimetergenauigkeit erfolgen müssen, wenn grobe Fehler vermieden werden sollen. Aus den Fällen 2 und 3 geht hervor, daß auch die Senkrechtstellung des Schattenstabes mit hoher Genauigkeit (Fehler $< 1°$) vorgenommen werden muß. Für die drei Fälle sind Formeln absichtlich nicht gegeben. Der Verfasser ist aber gern bereit, speziellen Interessenten auf Anfrage nähere Auskünfte zu erteilen.

Literatur:

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

[2] KÜTTNER, W.: **Die Sonne als Beobachtungsobjekt.** In: Astronomie in der Schule **15** (1978) 1, 11 bis 13

[3] Autorenkollektiv: **Astronomie, Lehrbuch für Klasse 10.** Volk und Wissen, Volkseigener Verlag Berlin 1972.

Anschrift des Verfassers:
Doz. Dr. habil. KLAUS-GÜNTER STEINERT
Technische Universität Dresden
Sektion Geodäsie und Kartographie
8027 Dresden, Mommsenstraße 13

HORST BIENIOSCHEK; KLAUS LINDNER

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

5. Stunde

Thema: Entstehung und Entwicklung von Sternen

Ziele: Die Schüler sollen
- die Entstehung und Entwicklung eines Sterns kennenlernen;
- das HRD als Entwicklungsdiagramm interpretieren;
- über Veränderliche Sterne und die Endstadien der Sternentwicklung informiert werden.

Stundengliederung:
1. Darstellen der Entstehung und Entwicklung eines Sterns
2. Erarbeiten des Entwicklungsweges eines Sterns im HRD
3. Darstellen der Endstadien der Sternentwicklung

Stundenverlauf; Variante A

zu 1.

Nach einer kurzen zusammenfassenden Wiederholung aller behandelten Zustandsgrößen der Sterne weist der Lehrer darauf hin, daß bei allen bisherigen Betrachtungen diese Zustandsgrößen als zeitlich unveränderlich angenommen worden sind. Er verweist auf den Widerspruch zwischen dieser Betrachtungsweise und den Kenntnissen, die die Schüler bereits in der Unterrichtseinheit „Die Sonne" erworben haben und stellt die Aufgabe, anhand der Kenntnisse über die Sonne nachzuweisen, daß Sterne eine Entwicklung durchlaufen. Die Schüler reaktivieren dabei folgende Kenntnisse und Erkenntnisse:
- Die Energiefreisetzung der Sonne durch Kernfusion führt zu einer unumkehrbaren Veränderung der chemischen Zusammensetzung im Sonneninneren.
- Diese Veränderung ist Ausdruck eines Entwicklungsprozesses, den die Sonne durchläuft.

Als Stundenziel wird den Schülern mitgeteilt, daß sie die Entstehung und Entwicklung eines der Sonne vergleichbaren Sterns kennenlernen sollen. Anschließend betrachten die Schüler den Unterrichtsfilm T-F 955 „Werdegang eines Sterns" (14 Minuten, color; Standort: KfU).

zu 2.

Der Lehrer fordert die Schüler auf, an der Anschauungstafel „HRD" den Entwicklungsweg des im Film beschriebenen Sterns zu erläutern. Dabei entsteht an der Tafel (vorbereitetes Tafelbild: schematisches HRD) eine graphische Darstellung dieses Entwicklungsweges (Tafel XIV). Sie wird mit der entsprechenden Folie

[1] s. Astronomie in der Schule **16** (1979) 2, 35 bis 37; 3, 59 bis 61; 5, 104 bis 107; **17** (1980) 1, 130 bis 133.

aus dem Projektionsfoliensatz HRD verglichen und durch eine Tabelle (Tafel XV/1. Teil) an der Tafel ergänzt.

Nun informiert der Lehrer darüber, daß die meisten Sterne gegen Ende des Riesenstadiums eine Entwicklungsphase durchlaufen, in der sich wesentliche Zustandsgrößen periodisch oder in unregelmäßiger Weise ändern. In einem Lehrervortrag beschreibt er die wichtigsten Charakteristika eines Pulsationsveränderlichen:

- Regelmäßige Änderung des Radius, der Temperatur und daher der Leuchtkraft;
- deshalb erscheint der Stern zu verschiedenen Zeitpunkten von der Erde aus unterschiedlich hell.

Diese Aussagen werden durch die Betrachtung der Lehrbuchabbildung 83/2 bzw. durch ein Lichtbild ergänzt.

zu 3.

Zu Beginn des letzten Stundenabschnittes stellt der Lehrer die Frage: „Was geschieht mit einem Stern, dessen Kernenergiequellen erschöpft sind?" Die Schüler erläutern anhand einer Abbildung (Tafel XVI) die in diesem Stern wirkenden Kräfte:

- Solange die Energie im Sterninneren freigesetzt wird, herrscht Gleichgewicht zwischen der nach außen wirkenden Gas- und Strahlungsdruckkraft und der nach innen wirkenden Gravitationskraft.
- Wenn die Energiefreisetzung nachläßt, überwiegt die Gravitationskraft.
- Der Stern zieht sich infolgedessen zusammen; seine mittlere Dichte steigt erheblich an.

Der Lehrer teilt nun mit, daß diese Kontraktion je nach der Masse des Sterns zu unterschiedlichen Endstadien führt:

- Sterne mit einer Endmasse unter 1,4 Sonnenmassen werden zu Weißen Zwergen (mittlere Dichte rund $10^6\,g \cdot cm^{-3}$; eine Streichholzschachtel voll Materie hat die Masse 20 t).
- Sterne mit einer Endmasse zwischen 1,4 und etwa 2 Sonnenmassen werden zu Neutronensternen (mittlere Dichte rund $10^{14}\,g \cdot cm^{-3}$; Radius rund 30 km; eine Streichholzschachtel voll Materie hat die Masse 10^{10} t).
- Sterne mit einer Endmasse über rund 2 Sonnenmassen kontrahieren ohne Grenze und werden zu einem Schwarzen Loch. Dies ist ein Zustand, bei dem durch eine extrem starke Verdichtung die Gravitationskraft unvorstellbar groß wird. Nicht einmal die Strahlung ist imstande, ein Schwarzes Loch zu verlassen. (Könnte man die Erde auf die Dichte eines Schwarzen Loches komprimieren, so würde ihr Radius nur 9 mm betragen.)

Tafel XV wird durch die Bezeichnungen für die Endzustände der Sternentwicklung ergänzt. Zum Abschluß der Stunde fordert der Lehrer die Schüler auf, die Entwicklungsphase der Sonne zu bestimmen. Er macht ihnen bewußt, daß sie nun in der Lage sind, aus der Stellung der Sonne im HRD (Hauptreihenstern) und mit Hilfe des Wissens über die Sternentwicklung auch Voraussagen über die künftige Entwicklung der Sonne zu machen.

Stundenverlauf; Variante B

zu 1.

Bis zur Mitteilung des Stundenzieles entspricht der Verlauf der Variante A. Anschließend schildert der Lehrer in einem durch Lichtbilder gestützten Vortrag die Entstehung eines Sterns. Dabei erfahren die Schüler folgende Fakten und Zusammenhänge:

- Ausgangsmaterial für die Bildung von Sternen sind große Gas- und Staubmassen im Weltall. Sie sind sehr dünn verteilt (im Mittel 100 Teilchen pro cm^3) und enthalten zu 99 % Gas (vorwiegend Wasserstoff) und zu 1 % Staubteilchen.
- Diese Gas-Staub-Wolken können sich durch die Wirkung äußerer oder innerer Kräfte verdichten. Hat dieser Vorgang einmal begonnen und ist die davon betroffene Wolke groß genug, so setzt sich der Verdichtungsprozeß auf Grund der Gravitation selbständig fort. Dabei erhöht sich die Temperatur.
- Die Wolke zerfällt in Teile, die sich selbständig weiter verdichten und durch einen Teil der Wärmeenergie allmählich aufheizen. Die übrige Wärmeenergie wird ausgestrahlt.
- Solche verdichteten Objekte heißen Protosterne. Ihr Platz im HRD ist rechts oben, also bei niedrigen Temperaturen, aber hohen Leuchtkräften.

Die Schüler sollen nun die Lehrbuchabbildung 91/1 betrachten und daran erklären, weshalb bei weiterer Verdichtung der dargestellte Kontraktionsweg durchlaufen wird. Sie erkennen:

- zunehmende Verkleinerung des Protosterns führt zur Verringerung der Leuchtkraft,
- deshalb verlagert sich der Protostern im HRD „nach unten".

Nun informiert der Lehrer darüber, daß die entstehende Wärmeenergie bei weiterer Verdichtung des Protosterns dessen Zentralgebiet stark aufheizt und daß dort schließlich Temperaturen um 10^7 K erreicht werden. Dies ist aber die Temperatur, bei der eine Fusion der Wasserstoffkerne zu Heliumkernen unter Ener-

gieabgabe möglich wird. Anhand einer Skizze (Tafel XVI) erläutert er die Wechselwirkung von Gasdruck- und Strahlungsdruckkraft einerseits und Gravitationskraft andererseits; der Lehrer zeigt, daß der neu entstandene Stern stabil geworden ist. Eine tabellarische Zusammenfassung dieser Fakten erleichtert die Übersicht (Tafel XV).

Nun setzt der Lehrer seinen Vortrag fort. Dabei erfahren die Schüler folgende Fakten und Zusammenhänge:

- Ein Stern befindet sich die längste Zeit seiner Existenz in der Hauptreihe des HRD.
- Wenn der Wasserstoffvorrat im Zentralgebiet zur Neige geht, erfolgt eine Zusammenziehung dieses Zentralgebietes. Dort steigen die Temperaturen so stark an, daß eine Fusion von Heliumkernen zu schwereren Kernen einsetzt. Sie dient als zweite Kernenergiequelle für den Stern. Dabei dehnt sich die äußere Hülle des Sterns stark aus. Aus dem Hauptreihenstern wird ein Riesenstern.

Durch eine graphische Darstellung des bisher dargestellten Entwicklungsweges (Tafel XIV bis zum Riesenzustand) macht der Lehrer den Schülern deutlich, daß sich die Entwicklung eines Sterns durch eine unumkehrbare Veränderung seiner Zustandsgrößen ausdrückt und daß sie durch eine Veränderung der Lage des Sterns im HRD veranschaulicht werden kann. Die tabellarische Zusammenfassung (Tafel XV/1. Teil) wird ergänzt.

zu 2.

Dieser Stundenabschnitt entspricht (mit Ausnahme der Einleitung) dem der Variante A.

zu 3.

Dieser Stundenabschnitt entspricht dem der Variante A.

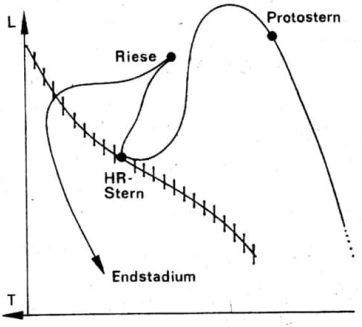
Aufgaben (für beide Varianten):

1. *Beschreiben Sie den Prozeß der Sternentstehung bis zum Erreichen des HR-Stadiums!* (Kontraktion von Gas und Staub infolge Gravitation; Aufheizung durch Verdichtung; Anlaufen der Kernfusion von H zu He und Energiefreisetzung.)
2. *Skizzieren Sie den Entwicklungsweg eines Sterns im HRD; benennen Sie die wichtigsten Entwicklungsstadien!* (Skizze und Benennung gemäß Tafel XIV.)

Tafelbilder/Folien

Tafel XIV

Entwicklungsweg eines Sterns



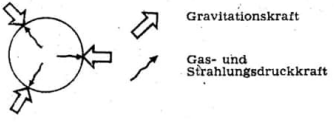
Tafel XV

Entstehung und Entwicklung eines Sterns

Stadium	*Energiefreisetzung vorwiegend durch*
Kontraktion aus Gas und Staub	Kontraktion
Hauptreihenstern	Wasserstoff-Fusion
Riesenstern	Wasserstoff-Fusion und Helium-Fusion
Endstadien (masseabhängig): Weißer Zwerg, Neutronenstern, Schwarzes Loch	Kontraktion; der Stern kühlt aus

Tafel XVI

Wechselwirkung von Kräften in Sternen



Anschriften der Verfasser:

Dr. HORST BIENIOSCHEK, 1156 Berlin, Bornitzstr. 7
OL Dr. KLAUS LINDNER, 7024 Leipzig, Grunickestr. 7

Wir erwarten Meinungen und Vorschläge

- **Wie bewähren sich in der Praxis der Erkenntnisweg und die didaktisch-methodische Konzeption der veröffentlichten Hilfen zur Unterrichtseinheit „Die Sterne"?**
- **Welche Erfahrungen wurden bei der Einbeziehung von Beobachtungen und Experimenten in den Erkenntnisweg gesammelt?**
- **Konnten die in den Hilfen geplanten Schülertätigkeiten im Unterrichtsprozeß realisiert werden?**
- **Welche Anforderungen erfüllen die methodischen Hilfen nicht?**
- **Zu welchen Lehrplanabschnitten sollte die Zeitschrift weitere Hilfen veröffentlichen?**

Bitte übermitteln Sie der Redaktion Ihre Auffassungen!

THOMAS REUTHER

Erarbeitung von Vorstellungen und Begriffen in der Unterrichtseinheit 2.3.

Die Unterrichtseinheit 2.3 umfaßt mit nur 2 Stunden einen Problemkreis, der in den letzten Jahren eine außerordentliche Bedeutung in der astronomischen Forschung erlangt hat. Von speziellen Satelliten und hochentwickelten Beobachtungsgeräten werden ständig neue Ergebnisse über die Verteilung, Struktur und Zusammensetzung der interstellaren und intergalaktischen Materie gewonnen. Die Wissenschaft gelangt dadurch zu einem immer wahrheitsgetreueren Bild über Masse, Ausdehnung und Struktur des gegenwärtig überschaubaren Teils des Universums und der darin ablaufenden Entwicklungs- und Veränderungsprozesse. Was können und müssen wir in einem wissenschaftlich, parteilich, lebensverbunden und erkenntnisprozeßgerecht geführten Unterricht in den Stunden *„Interstellare Materie und Sternentstehung"* und *„Unsere Milchstraße und extragalaktische Systeme"* davon den Schülern vermitteln? Der Lehrplan gibt uns die verbindliche Richtlinie, und daran müssen wir uns u. a. aus Verständlichkeits- und Zeitgründen halten. So dürfen wir diese Stoffeinheit nicht losgelöst von den anderen sehen, sondern müssen sie in den Gesamtkomplex *Zustandsgrößen der Sterne und Sternentwicklung* sinnvoll eingliedern (vgl. [1], S. 33). Die stofflichen Schwerpunkte und die bei den Schülern zu erzielenden Erkenntnisse sind von SCHUKOWSKI in [2] ausführlich dargestellt.

Wie erreiche ich in meinem Unterricht dieses Ziel? Zur Vorbereitung erhalten die Schüler die Hausaufgabe, die Kenntnisse über das Alter der Sonne, Zustandsgrößen und Entwicklung der Sterne, Arten und Entstehung der Spektren sowie das Gravitationsgesetz zu wiederholen. Weiter werden sie aufgefordert, die Beobachtungsprotokolle A 2, A 6 und A 10 bereitzuhalten. (A 2 und A 6 wurden durch die Aufforderung, den Verlauf der Milchstraße zu skizzieren, erweitert.)

Die Stunde 2.3.1. beginnt mit einer mündlichen Leistungskontrolle, in der die Erkenntnisse über die Sternentwicklung wiederholt werden. Die Schüler erläutern, warum sich die Sterne entwickeln und daß die Entwicklungsgeschwindigkeit von der Masse des Sterns abhängt. Dies bildet den Ausgangspunkt für das anschließende Unterrichtsgespräch, wo die Zielstellung der Stunde formuliert wird. Dabei ergibt sich ein Widerspruch zwischen dem Alter und dem Entwicklungszustand der Sonne und der Existenz massereicher, energieintensiver O- und B-Sterne auf der Hauptreihe des HRD. Solche O- und B-Sterne müßten bei gleichzeitiger Entstehung mit der Sonne ein viel späteres Entwicklungsstadium erreicht haben. Die Schüler kommen zu der richtigen Schlußfolgerung, daß die Sterne zu unterschiedlichen Zeiten entstanden sein müssen – und auch zu der Frage: Entstehen auch heute noch Sterne?

Das Ziel der Stunde besteht in der Beantwortung dieser und der folgenden Fragen:

— *Woraus entstehen die Sterne?*

— *Wie entstehen die Sterne?*

Für die Problemlösung wiederholen die Schüler, was sie über interplanetare Materie gelernt haben, und ich erläutere den Begriff „interstellare Materie". Daran schließt sich die Frage an: Wie können wir diese Existenzform der Materie beobachtungstechnisch erfassen, d. h. diese äußerst dünn verteilten Gas- und Staubmengen „sehen"? Die Erinnerung an die Behandlung der Kometen bietet sich als Denkanstoß an. In Demonstrationsexperimenten werden die Erkenntnisse über das **Reflexions- und Eigenleuchten** weiter gefestigt. In den Strahlengang einer Projektionsleuchte wird Rauch gebracht. Einmal ist der Rauch durch Reflexion sehr gut sichtbar, andererseits erscheint er als Schatten (d. h. Lichtschwächung) auf der Projektionsfläche. Wir übertragen diese Erscheinungen auf kosmische Objekte als Reflexionsnebel und Dunkelwolke (die das Licht dahinter befindlicher Objekte schwächt oder auslöscht) und führen sie auf Staubansammlungen zurück. Das Eigenleuchten der Gasnebel wird erklärt. Im Lehrervortrag gehe ich dann auf die Bedeutung der Radioastronomie und die Entdeckung der Radiostrahlung des neutralen Wasserstoffs ein und entwickle gemeinsam mit den Schülern das Tafelbild (wie in [1], S. 34) als Zusammenfassung des ersten Teils der Stunde. Um das Thema abzurunden, werden entsprechende Bilder gezeigt und zur Information Zahlenbeispiele für die Dimensionen solcher Nebel, die Dichte der Wolken und die hauptsächlichsten Elemente genannt, aus denen sie zusammengesetzt sind. Die Schüler kommen zu der Erkenntnis: Im Weltraum gibt es interstellare Wolken von Gas und Staub, die als leuchtende Nebel, als Dunkelwolken oder durch ihre Radiostrahlung in Erscheinung treten. Nun verweise ich die Schüler darauf, daß gerade O- und B-Sterne meist inmitten oder in unmittelbarer Nähe von diesen Gas- und Staubwolken zu fin-

den sind. Ein besonders interessantes Beispiel ist der Orionnebel. Auf der Spektralkarte im Lehrbuch [7] finden die Schüler eine Anhäufung solcher Sterne im Gebiet des Orionnebels. Sie vermuten zu Recht, daß sich ein Zusammenhang ableiten läßt. Damit sind wir bei der Hauptproblemstellung unserer Stunde.

Die Schüler wissen, daß alle Körper (also auch Gasatome) eine Gravitationskraft aufeinander ausüben. Andererseits wissen sie auch, daß ein Gas immer das Bestreben hat, sich auszudehnen. Wenn also interstellare Wolken über lange Zeiträume existieren, muß nahezu ein Kräftegleichgewicht bestehen. Dieses kann aber durch Temperaturerhöhung, Temperatursenkung oder Dichteveränderung gestört werden. Für uns ist die Frage bedeutsam: Was geschieht, wenn die Dichte steigt, bzw. die Temperatur sinkt? Die Schüler folgern aufgrund ihrer physikalischen Kenntnisse, daß im ersten Fall die Gravitation größer wird und die Wolke sich etwas zusammenzieht. Im zweiten Fall zieht sich die Wolke ebenfalls zusammen. In beiden Fällen ist die Gravitationskraft größer geworden. Das bewirkt eine weitere Kontraktion der Wolke. Die Schüler erkennen das Wechselverhältnis — je stärker die Gravitationskraft, desto mehr kontrahiert die Wolke, und je stärker die Kontraktion fortschreitet, desto stärker wird die Gravitationswirkung. Dieser Prozeß hat zur Folge, daß die Wolke immer stärker kontrahiert und schließlich kollabiert. Anfangs wird ein großer Teil der freiwerdenden Kontraktionsenergie durch Infrarotstrahlung abgegeben, aber gegen Ende des Prozesses steigen Dichte und Temperatur im Zentrum (oder in den Zentren, wenn sich die Wolke teilt) so stark an, bis die Kernfusion einsetzt und damit ein Stern entstanden ist. Nach diesen Gedankengängen übertragen die Schüler ein bisher verdeckt gehaltenes Tafelbild (vgl. [8], Bild 35, Tafel 2) in ihr Heft.

Auf dem Bild des Orionnebels zeige ich den Schülern Stellen, wo heute Sternentstehungsprozesse mit größter Wahrscheinlichkeit vermutet werden. Ich erkläre dabei, daß Sterne in Gruppen entstehen. Im HRD verfolgen wir die Entstehungswege von Sternen unterschiedlicher Masse. Abschließend zeige ich drei HRD (Kugelsternhaufen, offener Sternhaufen und Assoziation). Mit diesen Diagrammen vertiefen wir die Erkenntnisse über Sternentstehung und Sternentwicklung. Die Stunde wird mit einer Gesamtzusammenfassung der grundlegenden Erkenntnisse beendet.

Die Stunde „Unsere Galaxis und extragalaktische Systeme" ist die letzte, in der Begriffe und Fakten vermittelt werden. In dieser Stunde werden die bisher teilweise isoliert voneinander betrachteten Objekte unter einem neuen Gesichtspunkt behandelt, indem wir sie in den **Aufbau des Milchstraßensystems** einordnen. Die Stunde beginnt mit der Wiederholung der aus dem bisherigen Unterricht bekannten Erscheinungsformen der Materie und mit der Motivation und Zielstellung, diese in den Aufbau des Weltalls richtig einzuordnen.

Den Ausgangspunkt für die Überlegungen der Schüler bilden zwei Fragen:

a) *Welchen Eindruck bekommt ein Beobachter auf der Erde von der Verteilung der kosmischen Objekte?*
b) *Welchen Eindruck hätte ein Beobachter von einem Standpunkt in einer Entfernung von einigen Millionen Lichtjahren, wenn er in Richtung Erde blickt?*

Die Antworten beinhalten in der Regel zur ersten Frage sinngemäß:

- von der Erde aus sehen wir eine mehr oder weniger gleichmäßige Verteilung der Sterne an der scheinbaren Himmelskugel;
- es gibt Sternkonzentrationen in offenen Sternhaufen und in Kugelsternhaufen;
- die Milchstraße bildet ein schwach leuchtendes Band an der scheinbaren Himmelskugel und besteht aus sehr vielen Einzelsternen.

Zur zweiten Frage sind die Antworten (bis auf die Feststellung, daß man die Erde gar nicht sehen könne) verständlicherweise sehr unterschiedlich. Um vagen Spekulationen entgegenzutreten, formulieren wir die Frage neu. **Wir** nehmen jetzt die Stellung des zweiten Beobachters ein und beobachten Objekte in den genannten Entfernungen. Dazu benötigen wir entsprechende Beobachtungstechnik, die ich im Bild vorstelle (2-m-Spiegel des Karl-Schwarzschild-Observatoriums, 6-m-Spiegel u. a.). Danach zeige ich Bilder und Dias von extragalaktischen Systemen (NGC 488, M 81, M 51 und M 31, in den Randpartien aufgelöst). Zu den Objekten nenne ich die Entfernungen und die Dimensionen. Die Schüler finden, daß alle Objekte (von gewissen Unterschieden wegen des Blickwinkels abgesehen) Ähnlichkeit besitzen und daß die Größenordnungen dieser Objekte alles bisher Bekannte gewaltig übersteigen. Beim letzten Bild (Andromedanebel, Randpartien aufgelöst) kommen wir zur zweiten Frage zurück. Wir sehen dort Gas- und Staubnebel, Sternhaufen und Einzelsterne, die zu einem übergeordneten System gehören und finden, daß ein Beobachter **dort** einen ähnlichen Eindruck von **seinem** Himmel hat, wie wir von „unserem", und daß **er** uns in ein übergeordnetes System einordnen würde. In einem kurzen Lehrervortrag erkläre ich, daß wir den Aufbau unseres Milchstraßensystems nicht

vollständig überblicken können und gebe die Gründe (Analogbeispiel, daß man „den Wald vor Bäumen nicht sieht"). Wir können aber durch Beobachtung sehr vieler solcher Systeme, die sich außerhalb unserer Galaxis befinden, Analogiebetrachtungen anstellen, wenn wir das Bewegungsverhalten und die Materieverteilung in solchen extragalaktischen Systemen untersuchen. Gezielte Beobachtungen in unserem Milchstraßensystem haben bestätigt, daß es einen ähnlichen Aufbau wie den der betrachteten Objekte aufweist. Dabei gehe ich auf die radioastronomische Beobachtung der Verteilung des Wasserstoffs ein.

Nach diesen Vorbetrachtungen wird der Aufbau unserer Galaxis mit zwei Tafelskizzen (Querschnitt und schräge Draufsicht mit Angabe der Abmessungen) dargestellt; die Verteilung der kosmischen Objekte und der Standort der Sonne eingetragen und das Bewegungsverhalten analysiert. Zur Veranschaulichung dienen Größenvergleiche. Nachdem die Schüler den Weg der Erkenntnisgewinnung erfaßt haben, wenden wir uns wieder den extragalaktischen Systemen zu, jetzt aber unter den Gesichtspunkten wie in ([1], S. 34 und [11], S. 49). Mit einer Betrachtung über die Größe des gegenwärtig überschaubaren Raumes und die Unbegrenztheit des Universums wird die Stunde abgerundet. Dabei darf man keinesfalls bei den Schülern den Eindruck von der Erde als Stäubchen im Weltall erwecken. Im Gegenteil: Das Ziel ist es, „bei den Schülern den Stolz zu wecken und zu fördern, daß der Mensch zur Erkenntnis dieser Erscheinungsformen und ihrer Dimensionen fähig ist" ([9], S. 131). Die Stunde schließt mit einer Zusammenfassung der Erkenntnisse aus der Stoffeinheit 2.3.

Literatur:

[1] LINDNER, K.: **Zur Behandlung der Galaxis und der außergalaktischen Sternsysteme.** In: Astronomie in der Schule 14 (1977) 2.

[2] SCHUKOWSKI, M.: **Stoffliche Schwerpunkte zum Lehrplanabschnitt „Das Milchstraßensystem und extragalaktische Systeme".** In: Astronomie in der Schule 17 (1980) 1.

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

[4] ZIMMERMANN, H.: **Die Wolkenstruktur des interstellaren Gases.** In: Astronomie in der Schule 10 (1973) 6.

[5] HENKEL, R.: **Führung des Unterrichts im Stoffgebiet 2.3.** In: Astronomie in der Schule 10 (1973) 1.

[6] LINDNER, K.: **Zur unterrichtlichen Behandlung der interstellaren Moleküle.** In: Astronomie in der Schule 10 (1973) 3.

[7] Autorenkollektiv: **Astronomie, Lehrbuch Klasse 10.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1971.

[8] Autorenkollektiv: **Astronomie, Unterrichtshilfen Klasse 10.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1971.

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

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

[11] Autorenkollektiv: **Methodik Astronomieunterricht.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1977.

Anschrift des Verfassers:
THOMAS REUTHER
2520 Rostock 22
J.-Schares-Straße 24

UNSER FORUM

HILFEN FÜR DEN UNTERRICHT

WALTER DEUTSCHMANN, Wernigerode

Mit der Einführung des „neuen" Lehrplans im Jahre 1971 wurde seinerzeit auch das Buch „Unterrichtshilfen Astronomie Klasse 10" (Redaktionsschluß 15. 12. 1970) erarbeitet und den Lehrern rechtzeitig angeboten. Die Unterrichtshilfen waren für die Umsetzung des neuen Lehrplans eine wirksame Unterstützung. Dieses „Hilfsmaterial" zum Lehrplan wie auch zum völlig neu gestalteten Lehrbuch fand weite Verbreitung. Auch heute noch besteht Nachfrage nach den „Unterrichtshilfen".

Gut war und ist, daß in den „Unterrichtshilfen" für jede Stunde Ziele, Ablauf, Tafelbilder, Hilfsmaterialien, insgesamt eine klare Gliederung gegeben werden. Mängel sind festzustellen durch den Zwang zum Umblättern (für die betreffende Stunde), Unübersichtlichkeit in der Beschreibung des Stundenablaufes, lehrplanbedingte Überladenheit mit Stoff bei vielen Stunden, das Fehlen echter Schwerpunkte. Es sind Stundenabläufe, die z. T. kaum erprobt werden konnten.

Im Jahre 1977 erschien die „Methodik Astronomieunterricht". Unsere Fachzeitschrift veröffentlichte in dankenswerter Weise seit 1973 Stundenentwürfe als Karteikartenbeilagen, die sehr gern von den Lehrern benutzt bzw. zur Weiterentwicklung ihrer Detailplanung herangezogen werden. Inzwischen wurde begonnen, die kollektiv erarbeiteten Aufgaben der Aufgabensammlung für Astronomie auch auf Karteikarten zu veröffentlichen. Viele andere durchdachte und getestete Vorschläge zur Gestaltung bestimmter Lehrplanabschnitte in „Astronomie in der Schule" gaben und geben Anregung für die Unterrichtsgestaltung.

Durch diese beständige Kleinarbeit, die Arbeit von Sternwarten und Planetarien und die Weiterbildung in Kursen verbesserten sich die fachlichen und die fachmethodischen Kenntnisse unserer Kollegen. Viele erwarben das Zusatzstaatsexamen für unser Fach.
Insgesamt können wir sagen, daß nach fast 10jähriger Erfahrung mit dem Lehrplan und seinem Folgematerial die länger unterrichtenden Kollegen nun wissen, was im Astronomieunterricht erreichbar ist. Für eine in nächster Zeit zu schaffende neue Unterrichtshilfe sollen nun einige Wünsche und Vorstellungen zur Diskussion gestellt werden.
Das Lehrbuchformat sollte beibehalten werden. Etwa ⅓ des Buches könnten Karteikarten als Grundvorschläge zur Stundengestaltung enthalten. Diese Karten müßten nicht allzu dicht bedruckt sein, um Platz für eigene Zusätze zu lassen. Inzwischen sichtbar gewordene Überhöhungen sollten weggelassen oder zumindest gekennzeichnet werden; die Tafelbilder müssen nach Umfang (und z. T. auch Inhalt) realisierbar bleiben. Die Leitkarten sollten neben den Zielen (erzieherische, ideologische, fachliche Schwerpunkte) noch deutlicher das zu erreichende Grundwissen, die Grundfertigkeiten und -fähigkeiten und damit die Betonung des Wesentlichen sichtbar machen.
Weitere Inhalte sollten sein:

- Liste der verbindlichen Lehr- und Unterrichtsmittel mitsamt nötiger Benutzungshinweise (Tellurium, Aspektomat mit Tonbandgerät bei Dia-Ton-Vorträgen);
- Vorschläge für Erarbeitungsfragen zu den Dia-Ton-Vorträgen;
- Vorschläge für Zielorientierungen zu den einzelnen Stunden bzw. Lehrplanabschnitten;
- Empfehlungen für Systematisierungen und Übersichten, die durch die Schüler oder unter wesentlicher Mitarbeit der Schüler zu erarbeiten wären;
- Planung von festigenden Maßnahmen für den gesamten Jahreskurs mit Unterscheidung zwischen Wissen, das für die Prüfung gebraucht wird und solchem, das „ins Leben" mitgenommen werden möchte;
- Vorschläge für selbstzufertigende Folien;
- Vorschläge für Aufgaben bei schriftlichen Leistungskontrollen (Kurzkontrollen) — möglichst in 2 Gruppen —, evtl. auch mit Lösungen und empfohlenem Bewertungsmaßstab;
- Vorschläge für Aufgaben zur mündlichen Abschlußprüfung;
- Ergänzungstexte (Zitate) zur Bereicherung des Lehrervortrages, z. B. 2 bis 3 Sagen aus dem Altertum zu den Sternbildern (Großer Bär, Orion), Berichte über wichtige astronomische Ereignisse, Entdeckungsgeschichten, auch erster Raumflug eines Menschen;
- Einige Themenvorschläge für Schülervorträge mit Empfehlung eines allgemeinen Bewertungsmodus hierzu;
- Themenvorschläge für Jahresarbeiten (als Wandzeitungen);
- Evtl. Hilfen für die Planung der Beobachtungsstunden; Übersicht über Vollmondzeitpunkte, Zeitpunkte für die untere Konjunktion der Venus und der Oppositionen von Mars, Jupiter, Saturn samt Äquatorkoordinaten für die nächsten 10 Jahre. Hierzu einige Benutzungshinweise für diese ausgewählten Daten;
- Anleitung zur Organisation der Klassenbeobachtungen.

Der Gesamtaufbau des neuen Buches „Unterrichtshilfen" und die Darstellung im Detail sollte sich auf bereits mehrfach erfolgreich beschrittene Wege bei der optimalen Umsetzung des Lehrplanes in methodisch-pädagogischer Hinsicht orientieren. Es sollte vermieden werden, alles aufzuzählen, was aus diversen Gründen gemacht werden könnte. *Man müßte sich auf Knotenpunkte und ihre effektive unterrichtliche Gestaltung konzentrieren.* Andererseits sollte sie viele interessante und wertvolle Hinweise und Materialien enthalten, dazu Übersichten und Aufstellungen, so daß sie auch der erfahrene Astronomielehrer immer wieder zur Hand nimmt, um Anregungen für die Verfeinerung und Verbesserung seiner praktischen Unterrichtsarbeit zu gewinnen.

ROLF BAHLER, Neetzow, Kreis Anklam

Die Unterrichtshilfen (UH), die unseren Lehrern mit der Einführung der neuen Lehrpläne vor etwa zehn Jahren mit auf den Weg gegeben wurden, haben sich für die Planungsarbeit der Kollegen und für die Arbeit in der Stunde durchaus — und das für alle Fächer — gut bewährt. Bei der Planung des Astronomieunterrichts geht der Lehrer von Lehrplan, Bildungsgesetz, Schulordnung, Unterrichtsmittelbedarfsplan, Anweisung zur Vorbereitung und zum Ablauf des Schuljahres und der Prüfungen, Arbeits- und Stundenpläne an der Schule, Pläne und Aufträge der sozialistischen Kinder- und Jugendorganisation aus. Diese Planungsgrundlagen sind die verbindliche Richtschnur; an ihnen sind die im Unterricht erreichten Ergebnisse zu messen.
Als bedeutende Planungshilfen haben sich in allen Fächern die Unterrichtshilfen erwiesen. Planungshilfen haben *keinen verbindlichen Charakter*, in ihnen sind *Empfehlungen* enthalten. Leider wurden diese wichtigen Bemer-

kungen gerade in der ersten Zeit des Erscheinens der UH mißverstanden. Es war und ist nicht möglich, die Vorschläge in den UH unkritisch zu übernehmen; ohne Einbeziehung eigener Überlegungen und eigener Erfahrungen kann keine Unterrichtshilfe eine echte Hilfe sein. Auch das andere Extrem, die UH überhaupt nicht in die Planung des Unterrichts einzubeziehen, ist (vor allem in letzter Zeit) zu beobachten. (Unterstützt wurde diese Haltung einzelner Kollegen durch die Tatsache, daß die Qualität der Unterrichtshilfen einiger Fächer und Klassenstufen unter den Erfordernissen blieb. Für die Unterrichtshilfen Astronomie gilt dies jedoch nicht.)

So muß man es beinahe als peinlich empfinden, daß die 1977 erschienene „Methodik Astronomieunterricht" die sechs Jahre zuvor erschienenen Unterrichtshilfen weitgehend unerwähnt läßt. In der Praxis greifen die Kollegen Astronomielehrer in immer stärkerem Maße zu den in der Fachzeitschrift für jede Unterrichtsstunde erschienenen Karteikarten. Die Karteikarte kommt all den Kollegen entgegen, die ihre Unterrichtsvorbereitungen in Form einer Kartei anfertigen und ablegen. Die Karteikarte ist unbestritten eine hervorragende Planungshilfe. Sie weist eine gute Zeiteinteilung der Stunde auf, enthält eine Reihe geeigneter Kontrollfragen und gibt brauchbare Hinweise zur Hausaufgabe. Darüber hinaus lassen sich angedeutete Tafelbilder im Unterricht gut verwenden. Auch den Hinweisen zur Selbstanfertigung von Folien sollte man nachkommen. Die Karteikarten enthalten, da sie erheblich später als die UH in die Hände unserer Kollegen kamen, gute und aktuelle Übersichten, z. B. über astronautische Erstleistungen und Ergebnisse der Raumforschung. Sehr hoch werden von den Kollegen die Leitkarten zu den Stoffeinheiten geschätzt, die auf die Vorkenntnisse der Schüler verweisen, ergänzende Literatur für Lehrer und Schüler nennen und notwendige Vorbemerkungen zu den Stoffeinheiten machen.

Es war jedoch nicht die Aufgabe und die Absicht der Verfasser der Karteikarten, mit diesen einen Ersatz für die UH zu schaffen. Die UH müssen weiterhin zum täglichen Handwerkszeug unserer Kollegen Astronomielehrer gehören. Sie geben eine übersichtliche Stoffverteilung. Sie verfügen zum Teil über hervorragende Vorschläge für Tafelbilder, die Vorbemerkungen zu den Stoffeinheiten sind umfangreich und informativ, es werden geistige und praktische Tätigkeiten genannt, auf die staatsbürgerliche und polytechnische Bildung und Erziehung verwiesen und eine Koordinierung mit anderen Fächern angedeutet.

Welche Schlußfolgerungen bieten sich an? Unabhängig, ob ein Kollege neu im Fach Astronomie beginnt oder schon viele Jahre im Fach arbeitet, die Unterrichtshilfen sind und bleiben — und hoffentlich nicht nur für mich — eine wesentliche Planungshilfe, die ergänzt wird durch die Karteikarten Nr. 1 bis 37 und die neue Karteikartenserie „Aufgabensammlung". Das Studium der Planungsgrundlagen, der Planungshilfen und das Einbringen der eigenen Erfahrungen fachlicher und methodischer Art in die Unterrichtsgestaltung helfen, das vom VIII. Pädagogischen Kongreß geforderte Niveau des Unterrichts auch in unserem Fach zu sichern.

(wird fortgesetzt)

AUS WISSENSCHAFT UND UNTERRICHT

● Neues über die Venus

Im Heft 1/77 unserer Zeitschrift (S. 5 bis 7) veröffentlichten wir einen Literaturbericht unter der gleichen Überschrift. Darin wurden die Ergebnisse der Venusforschung mit Hilfe kosmischer Apparate bis 1975 (bis Venus 9 und 10) zusammengefaßt. Inzwischen liegen die Meßdaten von Venus 11 und 12 sowie von Pioneer-Venus 1 und 2 vor. Diese Raumsonden waren am 25. und 21. bzw. am 4. und 9. Dezember 1978 zu ihrem Ziel gelangt. Der nachfolgende Literaturbericht stützt sich hauptsächlich auf einen Aufsatz von L. W. XANFOMALITI (Neue Forschungsergebnisse über die Venus) in Zemlja i Vselennaja 1979/4. Zusätzliche Informationen wurden entnommen aus „Pioneer-Venus: Mehr als Feuer und Schwefel" (Sky and Telescope, July 1979) von J. KELLY BEATTY und aus JIŘI BOUSKAS Bericht „Die Venus im Lichte der neuesten kosmischen Erkundungen" Říše hvězd 1979/9).

Hauptziel der Experimente aller Sonden war die Präzisierung der Erkenntnisse über die Venusatmosphäre. Aber auch über das Makrorelief der Venusoberfläche weiß man heute besser Bescheid als vor drei Jahren. Es gibt dort wesentlich größere Höhenunterschiede, als damals bekannt war (2 bis 3 km). Im Zuge des Radar-Experiments von Pioneer-Venus 1, der den Planeten in 24 Stunden einmal auf einer langgestreckten Bahn (Perizentrum 150 km, Apozentrum 66 000 km) mit einem großen Neigungswinkel zur Ekliptik (105°) umkreist, wurden Höhenunterschiede von mehr als 10 km ermittelt. So gibt es eine langgestreckte Talsenke, die den auf dem Mars entdeckten Valles Marineris vergleichbar ist. Sie weist eine Ost-West-Ausdehnung von mehr als 1 400 km auf, und der Höhenunterschied zwischen Talsohle und Randgebirge beträgt bis zu 7 km. Noch größer ist der zwischen einem steil aufsteigendem Gebirgsmassiv mit Namen Maxwell, das sich 8 km über eine Nordplateau genannte benachbarte Landschaft erhebt, die selbst wieder ihre Umgebung um 3 bis 5 km überragt. Maxwell weist eine Höhe von 10 km über dem mittleren Oberflächenniveau der Venus auf und ist damit höher als der Mt. Everest, erreicht aber mit seinem Gipfel bei weitem nicht die untere Grenze der konstanten Wolkenhülle, die die Venus zwischen 48 und 72 km Höhe

umgibt. Über Struktur, Zusammensetzung und Dynamik dieser Wolkenhülle gibt es heute auf Grund der neuesten Messungen ebenfalls genauere Vorstellungen als vor drei Jahren.

Während Venus 9 und 10 keinerlei Ungleichmäßigkeiten in der Wolkenschicht entdeckt hatten, weiß man jetzt, daß es mindestens drei verschiedene Wolkenschichten gibt:

(1) In 70 . . . 56 km Höhe eine 14 km mächtige Schicht, bestehend aus Schwefelsäuretröpfchen von $1 \ldots 2 \cdot 10^{-6}$ mm Durchmesser mit einer Dichte von 300 Teilchen pro cm^3 bei einer Temperatur von 290 K.

(2) In etwa 50 km Höhe eine etwa 6 km mächtige Schicht, bestehend aus ebensolchen und etwas größeren Tröpfchen ($4 \cdot 10^{-6}$ mm) sowie aus festen Teilchen elementaren Schwefels ($10 \ldots 15 \cdot 10^{-6}$ mm) mit einer Dichte von 100 Teilchen pro cm^3 bei einer Temperatur von 295 K.

(3) In 49,5 . . . 47,5 km Höhe die nur etwa 2 km mächtige Schicht mit der größten Dichte (400 Teilchen pro cm^3) und der höchsten Temperatur (etwa 475 K), bestehend aus $10 \ldots 15 \cdot 10^{-6}$ mm großen und noch größeren Teilchen, wahrscheinlich Schwefel in flüssiger und fester Form.

Darunter wurden bis in 32 km Höhe noch 50 . . . 300 m dicke Wolkenstreifen beobachtet, die nur aus ganz kleinen Tröpfchen bestehen. Die festen Teilchen sind hier schon geschmolzen und verdampft. Bei 32 km Höhe wurde eine rätselhafte Grenze beobachtet, unter der Verbindungen wie COS und H_2S vorkommen, darüber aber statt dessen SO_2.

Venus 8 hatte in dieser Höhe am Morgenhimmel die unterste Wolkengrenze festgestellt. Die Lichtundurchlässigkeit erreicht ihr Maximum bei 50 km Höhe. Unter 31 km Höhe ist die Atmosphäre nach Pioneer-Venus makellos rein, während Venus 11 und 12 in 14 . . .17 bzw. 5 . . .10 km Höhe noch weitere Wolkenschichten entdeckten. Es wäre denkbar, daß diese Schichten von Zeit zu Zeit restlos „abregnen". Ansonsten wurde unterhalb von 48 km eine Dunstschicht aus Schwefelsäuretröpfchen kleiner als 10^{-6} mm beobachtet, deren Dichte in 47 km Höhe 20 und in 30 km Höhe 2 Teilchen pro cm^3 betrug. In dieser Höhe beträgt die Durchsichtigkeit der Atmosphäre für das menschliche Auge (Fernsicht) 80 km, in 20 km Höhe wegen der großen Dichte der Atmosphäre 20 km und auf der Oberfläche schließlich nur noch 3 km.

Ein Modell der globalen Gaszirkulation in der Troposphäre und Stratosphäre der Venus wurde auf Grund der neuesten Forschungsergebnisse vom Ames Research Center der NASA vorgeschlagen. Demnach herrscht in Äquatornähe eine allgemeine Ost-West-Drift der Atmosphäre vor. In den mittleren Breiten gibt es drei meridionale Zirkulationszellen, deren äußtere, in den Sonnenenergie absorbierenden Wolkenschichten gelegen, die beiden anderen (darüber bzw. darunter liegenden) wie das Antriebszahnrad in einem Differential in Bewegung setzt. In den polnahen Gebieten wurden Wirbelbildungen beobachtet, erklärbar durch die Wechselwirkung zwischen der allgemeinen Ost-West-Drift der Atmosphäre und'der meridionalen Zirkulation aus Ausgleichsströmungen am Terminator.

Bisher konnte nur vermutet werden, daß es in der Venusatmosphäre eine Gewittertätigkeit gibt. Von Venus 11 und 12 und Pioneer-Venus 1 und 2 wurde sie nun auch beobachtet. Die Blitzfrequenz war dabei um zwei Zehnerpotenzen höher als auf der Erde (20. . .30 pro Sekunde bei etwa gleicher Energiefreisetzung pro Blitz wie auf der Erde). Das gelegentlich schon von der Erde aus beobachtete atmosphärische Glühen auf der Nachtseite der Venus läßt sich damit erklären. Venus 11 und 12 beobachteten am 21. 12. bzw. am 25. 12. 1978 je ein örtliches Gewitter. Die elektrischen Entladungen konnten in 70 km Höhe in einer 2 km dicken Schicht von 100 km Länge lokalisiert werden. Die von zwei Pioneer-Venus-Landekapseln registrierten Geräusche (engl. whistler) jedoch kamen aus einer Höhe von 5 bzw. 11 km. Die auf der Nachtseite in die Venusatmosphäre eindringenden Sonden von Pioneer-Venus 2 schließlich beobachteten ein offensichtlich ebenfalls mit der Gewittertätigkeit zusammenhängendes Anwachsen der Helligkeit von 20 km abwärts.

Die konzentrierten Venusforschungsexpeditionen vom Dezember 1978 hatten genauere Informationen über die chemische Zusammensetzung der Venusatmosphäre erbracht. In 24 km Höhe gelten folgende Zahlen:

(% = Volumenanteil, ppm = partes per million)

CO_2	96,4 %	O_2	70 ppm
H_2	3,4 %	He	200 ppm
H_2O	0,135 %	Ar	20 ppm
SO_2	200 ppm	Ne	5 ppm

Interessant ist ein Vergleich der bisher am genauesten bekannten chemischen Zusammensetzung der Atmosphären von Venus, Erde und Mars:

Molekül	Venus	Erde	Mars
CO_2	96,6 %	Spuren	95,0 %
N_2	3,2 %	78,1 %	2,7 %
O_2	Spuren	20,0 %	0,2 %
Ar	Spuren	0,9 %	1,6 %
H_2O	Spuren	1,0 %	Spuren

Eine Sensation stellte die Entdeckung dar, daß die Venusatmosphäre gegenüber Ar^{40} wesentlich mehr Ar^{36} enthält, als theoretisch erwartet wurde. Ar^{36} stammt aus der Zeit der Entstehung der Planeten vor etwa 4,5 Mrd. Jahren, während Ar^{40} aus dem radioaktiven K^{40} entstanden ist. Heute weiß man, daß der Ar^{36}-Anteil der Planetenatmosphären mit wachsender Entfernung von der Sonne abnimmt. Theoretisch hatte man das Gegenteil erwartet, da man annahm, daß die Planeten, je näher sie der Sonne stehen, desto gründlicher durch den einst viel stärkeren Sonnenwind von ihren ursprünglichen Atmosphären befreit wurden. Merkur hat ja überhaupt keine Atmosphäre.

Die Informationsflut über Venus vom Dezember 1978 ist bei weitem noch nicht restlos ausgewertet, der Venus-Orbiter Pioneer-Venus 1 ist zudem noch immer aktiv, so daß man mit neuen Entdeckungen rechnen kann, unabhängig davon, ob und wann weitere Venusexpeditionen stattfinden werden.

Zusammengestellt: **SIEGFRIED MICHALK**

● **Leserafrage**

WILHELM SACHSE aus Stralsund stellt folgende Frage: *„Welche neuen Erkenntnisse hat die Erforschung der Galileischen Jupitermonde durch das Voyager-Programm erbracht?"*

Antwort von Dr. JOHANN DORSCHNER, Universitäts-Sternwarte Jena:

„Die Fernsehbilder und Meßwerte der beiden Sonden Voyager 1 und 2 haben unsere Vorstellungen von den Jupitermonden Io, Europa, Ganymed und Kallisto grundlegend verändert. Die größte Überraschung für die Fachleute stellte die Entdeckung dar, daß *Io* der vulkanisch aktiveste Himmelskörper des Sonnensystems ist. Aus 8 Vulkanen wurden gewaltige Eruptionen beobachtet, bei denen Material bis zu 300 km Höhe emporgeschleudert wurde. Mehr als 100 große Vulkankrater (Calderen) wurden entdeckt, die von radialen Systemen von Lavaströmen umgeben sind, die Längen bis zu mehreren 100 km erreichen. Die Io-Oberfläche unterliegt ständigen Veränderungen durch den Vulkanismus, so daß keine Einschlagskrater aus ihrer Frühgeschichte mehr nachweisbar sind. Die gelben, orangen, roten und braunen Farbtöne an der Oberfläche dieses Himmelskörpers gehen wahrscheinlich auf Schwefel zurück, der bei verschiedenen Temperaturen in farblich verschiedenen Modifikationen auftritt.

Der kleinste Galileische Jupitermond, *Europa*, weist kaum Höhenunterschiede größer als 50 m auf. Seine etwa 100 km dicke Eiskruste weist zahllose Sprünge auf, die die Oberfläche dieses Mondes wie ein Netz überziehen. Auch auf der Europa-Oberfläche finden sich keine Einschlagskrater. Wahrscheinlich wurde die Eiskruste einmal aufgeschmolzen, so daß alle Strukturen der Vergangenheit gelöscht wurden.

Der große Jupitersatellit *Ganymed* zeigt dunkle, mit zahlreichen Kratern bedeckte Flächen. Viele dieser Einschlagskrater besitzen helle Strahlensysteme. Aus *der niedrigen mittleren Dichte von etwa 1,9 g/cm³* kann man schließen, daß dieser Mond zu einem großen Teil aus Eis bestehen muß. Auch seine Kruste enthält, wie das Infrarotspektrum zeigt, große Mengen H_2O-Eis. Neben den Kraterfeldern gibt es zugleich helle streifenförmige Gebiete, die mit zahlreichen parallelen Furchen bedeckt sind. Sie enthalten weni-

ger Einschlagskrater und repräsentieren daher jüngere Formationen.

Kallisto weist von den Galileischen Jupitermonden die meisten Einschlagskrater auf. An der Oberfläche findet man zwei riesige Vielfachring-Strukturen, die dem Mare Orientale des Erdmondes ähneln, aber ein viel flacheres Relief besitzen. Wahrscheinlich ist dieses flache Relief durch Kriechvorgänge in der Eiskruste dieses Himmelskörpers zustandegekommen. Ganymed und Kallisto stellen zwei Vertreter eines bisher unbekannten Typs planetarer Himmelskörper dar, an deren Aufbau Eis die entscheidende Rolle spielt."

● „Flaschenpost" mit VOYAGER-Sonden

Im vergangenen Jahr haben die VOYAGER-Sonden erfolgreich den Planeten Jupiter und dessen Monde passiert. In den Jahren 1980 bzw. 1981 werden sie voraussichtlich am Saturn vorbeifliegen. Am 30. Juni 1986 soll VOYAGER 2, wenn alles programmgemäß verläuft, dem nächsten Planeten, Uranus, begegnen und gegen Ende des Jahrhunderts unser Sonnensystem in Richtung zum Sternbild Steinbock verlassen.

Für den „Rest der Ewigkeit", wie es ein Projektmitarbeiter formulierte, wird die Raumsonde mit einigen Kilometer pro Sekunde das Zentrum unserer Milchstraße umlaufen. Allerdings dauert ein einziger Umlauf rund 250 Millionen Jahre. Möglicherweise, nach 40 oder mehr Umläufen, könnte sie sich einem unserer Sonne ähnlichen Stern annähern, den wiederum ein erdähnlicher Planet begleitet. Sollten nun auf diesem Planeten die vermuteten intelligenten Nachbarn im Weltall leben, so wäre zu hoffen, daß diese unsere Raumsonde orten und einfangen. Gesetzt den Fall, die erwähnte Kapsel mit den Aufzeichnungen habe den Mikro-Meteoritenbeschuß während der Äonen andauernden Reise unbeschädigt überstanden, dann entdecken sie nach Entziffern der Gebrauchsanweisung (auf dem Deckel der Kapsel eingraviert) einen höchst überraschenden Inhalt: eine Botschaft der längst dahingegangenen Menschheit des Planeten Erde! Wiederum angenommen, daß die Empfänger „hören und sehen" können, so wird beim Abspielen der 2-Stunden-Super-Langspielplatte, einer goldüberzogenen Kupferscheibe, die Menschheit unserer Tage vor ihnen wieder auferstehen. In den ersten 12 Minuten vernehmen sie ein Ton-Essay, das mit der Sphären-Musik, Johannes Kepiers Konzert der Zuordnung von Tonfrequenzen zu den Planeten der Sonne, beginnt. Es folgen das Getöse von ausbrechenden Vulkanen, das Pfeifen des Windes, Zirpen von Grillen und Quaken der Frösche, Chöre von Vogelstimmen und Laute von Walen, bis hin zu den Geräuschen, die Menschen verursachen: Schritte, Herzschläge, Gelächter . . ., Arbeitsgeräusche . . ., Pulsschläge . . . und ein Kuß! Danach erklingt 87 Minuten Musik, darunter Bachs Präludium und Fuge in C Dur aus dem Wohltemperierten Klavier, ein Brandenburgisches Konzert, Beethovens 5. Sinfonie, Mozarts „Arie der Königin der Nacht" aus der Zauberflöte, Volkslieder und -melodien aus Java, Senegal, Australien, Mexiko, Japan, der Sowjetunion, Peru . . . bis zum Nachtigesang der Navaje-Indianer Nordamerikas und Louis Armstrongs „Melancholie-Blues".

Die 98 Schwarzweißbilder und 20 Farbbilder, die auf der Platte aufgezeichnet sind, zeigen u. a. den Ort unserer Sonne im Raum und ihr Spektrum; Geburt, Kindheit und Heranwachsen sowie Tätigkeiten des Menschen; Städte, Häuser, Werkzeuge; Insekten, Tiere, Pflanzen, Berge und Seen; olympische Wettkämpfer, Verkehrsgewühl und einen alten Mann beim Essen. Die Weltall-Botschaft übermittelt den Nachbarn in der Milchstraße gesprochene Grüße in 55 verschiedenen Sprachen einschließlich des alten Sumerischen: „Silima khemen, . . . Möge es Euch gut gehen!" Am Ende der Aufzeichnung ertönt eine Botschaft des UNO-Generalsekretärs Kurt Waldheim.

Wird diese aufwendige und phantasiereiche menschliche Botschaft je einen verstehenden Empfänger im Kosmos erreichen? Wir werden es nie erfahren; viel wahrscheinlicher ist dagegen, daß die Super-Langspielplatte in amerikanischen Kaufhäusern bald ein gutes Geschäft machen wird!

ROLF HENKEL

● Fachkonferenz Astronomie im Kreis Wittenberg-Lutherstadt

Im Oktober 1979 fand im Kreis Wittenberg eine Fachkonferenz Astronomie statt. Es konnte festgestellt werden, daß die im Fach Astronomie unterrichtenden Lehrer des Kreises Wittenberg die anspruchsvollen Ziele des Lehrplanes von Jahr zu Jahr mit wachsendem Erfolg und zunehmend besserer Qualität verwirklichten. Damit wurde eine Forderung des Ministers, gestellt auf dem VIII. Pädagogischen Kongreß, erfüllt. Auf der Grundlage soliden Wissens und Könnens leistet der Astronomieunterricht einen bedeutsamen Beitrag zur Herausbildung eines wissenschaftlichen Weltbildes der Schüler.

Im Mittelpunkt der Einschätzung stand das Wissen und Können der Schüler. Die fleißige und gewissenhafte analytische Tätigkeit, deren Fakten aus Unterrichtsbesuchen, der Auswertung kurzer schriftlicher Leistungskontrollen bzw. zentral erarbeiteter Kontrollarbeiten gewonnen wurden, wies eine große Streubreite im Wissen und Können der Schüler verschiedener Klassen und Schulen auf. Im Laufe der Jahre konnte dies aber durch zielstrebige Leitungstätigkeit abgebaut werden. Vielfältige Hilfen stellte der Fachberater zur Verfügung:

1. Methodische Handreichungen für alle Astronomiestunden (darin wird auf die Schwerpunkte, Begriffe, Fakten und Merkzahlen der jeweiligen Stunde hingewiesen)
2. Vorschläge für Tafelbilder jeder Astronomiestunde
3. Vorschläge für Leistungskontrollen und Erwartungsbilder
4. Vorschläge für Prüfungsfragen

Damit wurden die Kollegen immer besser mit den Lehrplanforderungen vertraut gemacht. In vielfältigen Weiterbildungsveranstaltungen standen diese Hilfen zur Diskussion und wurden auf den neuesten Stand gebracht.

Tradition bei den Astronomielehrern im Kreis Wittenberg ist, daß jährlich einmal bei einem Kollegen des Faches hospitiert und anschließend diese Unterrichtsstunde gemeinsam ausgewertet wird. Von den Teilnehmern wurde dieses „gegenseitige Voneinanderlernen" positiv eingeschätzt.

Leistungssteigernd wirkten sich die seit 1970 von der Fachkommission nach dem Vorbild Moskauer und polnischer Schulen durchgeführten Astronomieolympiaden aus. Aus jeder 10. Klasse der Schulen des Kreises Wittenberg wird der Stand der Fähigkeiten und Fertigkeiten der Schüler an Hand der Lehrplanforderungen überprüft. Die wachsende Popularität zeigt sich an kontinuierlich wachsenden Teilnehmerzahlen.

In einer auf die Fachkonferenz abgestimmten Ausstellung, zugänglich auch für die interessierte Öffentlichkeit, wurde nachgewiesen, welche Mittel für den Astronomieunterricht durch unseren Staat zur Verfügung gestellt worden sind. Sie enthielt, übersichtlich geordnet, die Unterrichtsmittel; ferner die Literatur zum Fach, selbstangefertigte Lehr- und Lernmittel und auch verschiedene langfristige, auf Selbständigkeit der Schüler hinweisende Hausarbeiten. Nur auf einige Diskussionsbeiträge kann hier eingegangen werden. Ein Kollege begründete an Hand von Beispielen die Bedeutung des Faches für die weltanschauliche Erziehung der Schüler. Die Fachzeitschrift wurde als eine gute Quelle für die Aktualisierung des Astronomieunterrichts hervorgehoben. Ein seit Jahren nur in der Stadt Wittenberg unterrichtender Kollege, der durch die jährliche Hospitationsstunde im Laufe mehrerer Jahre viele Landschulen kennenlernte, wies auf deren guten Ausstattungsgrad hin, was er als eine erfolgreiche Bilanz nach 30 Jahren DDR wertete. Diskussionsbeiträge befaßten sich mit Schülerbeobachtungen, Arbeitsgemeinschaften, Abschlußprüfungen, mit physikalischen Experimenten und dem Geschichtsbewußtsein. Jedem Kollegen wurden als Ergebnis dieser Konferenz „Ratschläge für den Astronomieunterricht" in schriftlicher Form mitgegeben.

In seinem Schlußwort hob der Kreisschulrat die Funktion des Faches Astronomie innerhalb des naturwissenschaftlichen Unterrichts hervor und würdigte die Arbeit der Fachkommission und des Fachberaters.

WALTER GUTTENBERGER

● **Erfahrungen bei der Verwirklichung des AGR-Programms „Astronomie und Raumfahrt"[1]**

Seit dem 1. September 1978 führen wir an der 4. Oberschule Berlin-Mitte eine Arbeitsgemeinschaft „Astronomie und Raumfahrt" nach Rahmenprogramm durch. In diesem Programm nehmen die Beobachtungen einen breiten Raum ein. Obwohl unsere Schule im Altbaugebiet des Stadtzentrums liegt, sind die Beobachtungsmöglichkeiten für Sonne, Mond und Planeten gut, da eine Beobachtungsplattform zur Verfügung steht.

Im September 1978 begann die Arbeit mit 18 Schülern. Nachdem erste Erfahrungen vorlagen, entschlossen wir uns, unseren Arbeitsplan zu präzisieren. Dabei berücksichtigten wir u. a., daß einige Teilnehmer mit Interesse und Neugier, andere mit geringen Vorkenntnissen und unklaren Vorstellungen zu uns gekommen waren.

Neben dem Grundkurs entschieden wir uns für den ersten Wahlkurs „Positionen und Bewegungen der Himmelskörper". Unsere Bildungsarbeit gliederte sich in folgende Schwerpunkte:

1. Aufbau und Arbeitsweise der astronomischen Arbeitsgeräte, einschließlich der Pflege dieser Geräte;
2. Orientierung am Sternhimmel: Sternbilder, Horizontskizzen, Protokolle;
3. Beobachtung der Sonne, des Mondes und der Planeten;
4. Erarbeitung von ergänzenden Anschauungsmaterialien über die Planeten Merkur, Venus, Mars und Jupiter. Diese Tafeln wurden so angelegt, daß sie zur weiteren Ausgestaltung des Fachunterrichtsraumes bzw. als ergänzendes Unterrichtsmittel Verwendung finden können.

Die unterschiedlichen Voraussetzungen der Arbeitsgemeinschaftsteilnehmer machten es erforderlich, die Erziehungsschwerpunkte differenziert zu planen. Wir stellten den Teilnehmern Teilziele, um die Arbeit übersichtlicher und damit leichter erfüllbar zu machen. Besonders beachteten wir die Entwicklung der Selbsttätigkeit, Selbständigkeit und Verantwortung für das gesamte Kollektiv. Den Voraussetzungen unserer Teilnehmer entsprechend, gliederten wir unsere AG in kleinere Teilkollektive auf, die spezielle Aufgaben erhielten. Ein Beispiel dafür:

Wir besitzen eine reichhaltige Bibliothek. Unsere Teilnehmer erhielten entsprechende Bücher, um zu Hause in aller Ruhe astronomische Sachverhalte zu erarbeiten, die dann in der nächsten Beobachtungsstunde eine Rolle spielten, z. B.: „Wie kann man sich am Sternhimmel orientieren?", „Welches sind die bedeutendsten Sternbilder?", „Welche Himmelskörper sind Mitglieder unseres Sonnensystems?".

In kurzen Diskussionsbeiträgen wurden die Ergebnisse im Kollektiv erörtert.

Auch während der Beobachtungen blieben wir dem Prinzip treu, die Jugendlichen entsprechend ihren speziellen Interessen und Neigungen in Arbeitsgruppen zu beschäftigen. Notwendige allgemeine theoretische Erörterungen und Arbeitsschutzhinweise wurden zu Beginn im Kollektiv erarbeitet. Auch hierfür ein Beispiel:

1. Vorbereitung im Kollektiv: Aufgabenstellung, Aufbau und Abbau der Geräte im Klassenzimmer, dabei Arbeitsschutzbelehrung.
2. Arbeit der Arbeitsgruppen:
   1. Gr.: Bestimmung der Sichtbarkeit der Sternbilder mit der drehbaren Schülersternkarte. Protokollführung.
   2. Gr.: Bestimmung der Sichtbarkeit der Planeten, unter Verwendung des Sternkalenders, der Arbeitskarte „Tierkreis", des Sternatlasses. Protokollführung.
3. Gemeinsame Beobachtung: die Arbeitsgruppen helfen sich gegenseitig.
4. Gemeinsame Auswertung: jede Arbeitsgruppe geht von ihrer theoretischen Ausarbeitung aus, vergleicht die Ergebnisse miteinander. Genauigkeit der Messungen, Gewissenhaftigkeit der Protokollführung werden verglichen.

Der hier angedeutete Arbeitsstil war unseren Schülern jedoch zunächst nicht geläufig. Nach maximal 15 Minuten hielten sie die Beobachtung für beendet. Erzieherisches Fingerspitzengefühl und eine intensive inhaltliche Vorbereitung der Zusammenkünfte halfen, die Einstellung zur praktischen astronomischen Arbeit schrittweise zu verbessern.

Da die Mehrzahl unserer AG-Teilnehmer aus den 10. Klassen kam, hatten wir uns vorgenommen, das Lehrbuch „Astronomie" durch aktuelle Nachrichten zu ergänzen. Dazu bot sich das Thema „Die Planeten – Planetenatmosphären" an. Wir untersuchten, welche Aussagen zu diesem Thema im Text gemacht werden. Einige dieser Aussagen wurden in den letzten Jahren durch die Raumfahrt erweitert bzw. präzisiert. Diese Tatsachen wollten wir herausarbeiten. So entstanden Anschauungstafeln für den Fachunterrichtsraum. Unsere Jugendlichen wurden wieder – ihren Neigungen und Voraussetzungen entsprechend – in Arbeitsgruppen eingeteilt. Eine besondere Verantwortung hatten diesmal unsere jungen Künstler, mußte doch das Arbeitsmaterial anschaulich und ästhetisch ansprechend aufbereitet werden. Neben der Beschäftigung mit den Anschauungstafeln versuchten wir, Probleme wie „Sind wir allein im Weltall?", „Bedeutung der Raumfahrt", „Welche Verantwortung trägt der Wissenschaftler?" zu lösen.

In unserer Arbeit haben wir erkannt:

- Die Einteilung der AG in zeitweilige Arbeitskollektive erhöht die Bereitschaft zur Mitarbeit und die Mitverantwortung des einzelnen.
- Die Planung der AG-Tätigkeit hat die Situation zu berücksichtigen, die durch die örtlichen Bedingungen und die Ausgangsbedingungen der Teilnehmer entsteht.

RUDOLF BRUNOW

[1] Kurzfassung eines Vortrages zum gleichen Thema, gehalten auf der Tagung „Inhaltliche Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts und der AGR ‚Astronomie und Raumfahrt'" im Oktober 1979 in Crimmitschau.

● **Geistige und geistig-praktische Tätigkeiten der Schüler bei der Erörterung der Stoffeinheit „Die Sterne"**

Mit diesem Beitrag möchte ich einige Möglichkeiten für geistige und geistig-praktische Tätigkeiten der Schüler aufzeigen, ohne damit Vollständigkeit anzustreben. Ich stelle im folgenden eine einzelne Komponente meiner methodischen Konzeption vor.

Zu Beginn der Stoffeinheit gebe ich folgende Aufgabe:

Vergleichen Sie die Himmelskörper Planeten, Monde, Sonne (Stern) miteinander! Stellen Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede zusammen!

(Diese Aufgabe dient der Festigung bisher behandelten Unterrichtsstoffs und der Motivierung des neuen Stoffs)

Bei der *trigonometrischen Entfernungsbestimmung* wird für den Stern Atair die Entfernung berechnet ($r = 5$ pc $= 16{,}3$ Lj.).

Die Schüler müssen dieses Ergebnis **interpretieren**. Antworten:

- Atair ist 16,3 Lichtjahre von der Erde entfernt.
- Was wir heute von Atair sehen, ist das Licht, das vor 16,3 Jahren ausgestrahlt wurde.
- Das Licht, das Atair heute ausstrahlt, werden wir in 16,3 Jahren sehen.

Bei der *Einführung des Hertzsprung-Russell-Diagramms* interpretieren die Schüler folgende Folie:

Stern	Entfernung	scheinbare Helligkeit	absolute Helligkeit	Spektralklasse	Oberflächentemperatur	Farbe
Sonne	1 AE	$-26^{m}9$	$4^{m}8$	G 2	6 000 K	gelb
Rigel	540 Lj.	0,15	– 6	B 8	15 000 K	blau
Beteigeuze	297 Lj.	0,1	– 3,9	M 2	2 800 K	rot

Sie müssen dabei die Zusammenhänge zwischen scheinbarer und absoluter Helligkeit und der Entfernung der Sterne sowie den gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen Oberflächentemperatur und Farbe des Sterns kennen.

Die Schüler **zeichnen** folgende Sterne ins HRD: Atair, Deneb, Wega, Rigel, Sirius, Prokyon, Kastor, Kapella, Aldebaran, Beteigeuze, Sonne (nach Vorgabe der Spektralklassen und absoluten Helligkeiten).

Daraus ergeben sich folgende Aufgaben:

- **Charakterisieren** Sie die Sterne der Hauptreihe oberhalb und unterhalb der Sonne!

- **Vergleichen** Sie die Sonne mit den Riesen bzw. den Weißen Zwergen!
- **Beurteilen** Sie, für welchen Bereich im HRD gilt: „Je höher die Oberflächentemperatur, desto höher die Leuchtkraft der Sterne!"
- **Beurteilen** Sie, für welchen Bereich im HRD gilt: „Hohe Oberflächentemperatur, aber geringe Leuchtkraft!"
- **Vergleichen** Sie im HRD die Sonne mit Rigel und Beteigeuze! (Merkmale: Spektralklasse, Farbe, Oberflächentemperatur, absolute Helligkeit, Leuchtkraft, Masse, Radius, Dichte)

In Vorbereitung auf die Stoffeinheit „Sterne" **beobachten** die Schüler in den Winterferien das Wintersechseck und das Sternbild Orion mit bloßem Auge. Sie **skizzieren** das Wintersechseck und **ordnen** die Sterne nach ihrer Farbe und scheinbaren Helligkeit!

ILSE KRÖSCHE

WIR STELLEN VOR

50 Jahre Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte in Karl-Marx-Stadt

Mit der Einweihung des Erweiterungsbaues des damaligen Chemnitzer Realgymnasiums, heute EOS „Karl-Marx", zum Schuljahresbeginn 1929 wurde auch eine Schulsternwarte mit 4-m-Kuppel und Rundgang ihrer Bestimmung übergeben. Das Beobachtungsgerät, ein Zeiss-Refraktor 110/1650, parallaktisch montiert auf einem Pyramidenstativ aus Holz mit Uhrgannachführung, stammte aus einer privaten Stiftung. Zur Sternwarte gehörte außerdem ein sehr kleiner Raum unter dem Aufgang zur Kuppel. Über die Nutzung dieser Sternwarte zwischen den Jahren 1929 und 1949 ist nichts bekannt.

Nach 1949 fanden sich einige interessierte Schüler zu einer kleinen Arbeitsgemeinschaft zusammen, die sich laut erhalten gebliebenen Arbeitsaufzeichnungen hauptsächlich mit Sonnenbeobachtungen beschäftigte. In dieser Zeit ist auch der Name des 1948 verstorbenen Arbeiterastronomen Bruno H. Bürgel für die Sternwarte gewählt worden.

Mit Einführung des Faches Astronomie als selbständiges Fach im Lehrplan der allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule bot sich die Möglichkeit, auch die Sternwarte zur Unterstützung des Astronomieunterrichts zu nutzen. Die damals im Fach eingesetzten Astronomielehrer wurden mit ersten praktischen Kenntnissen ausgerüstet. Ab 1961 fanden sich auch einige wenige begeisterte Schüler zu einer Arbeitsgemeinschaft zusammen. Die Anfänge waren sehr bescheiden und beschränkten sich auf einfache Himmelsbeobachtungen, Kenntnisse von Sternbildern, auf Mond- und Planetenbeobachtungen.

1963 wurde die Sternwarte offiziell von der Abteilung Volksbildung beim Rat der Stadt Karl-Marx-Stadt übernommen. Jetzt war die Möglichkeit geschaffen, die Klassen 10 und 12 zur Besichtigung und Fernrohrbeobachtung im Rahmen des Astronomieunterrichts in die Sternwarte einzuladen. Auch die Mitgliederzahl der Arbeitsgemeinschaft vergrößerte sich.

1965 wurde der Refraktor vom VEB Carl Zeiss rekonstruiert. In dieser Zeit half die Technische Hochschule von Karl-Marx-Stadt mit einem dort nicht genutzten Gerät, einem Zeiss-Refraktor 80/1200 aus. Seither besteht zwischen der Sternwarte und der Technischen Hochschule eine enge Zusammenarbeit. Alljährlich kommen die Pädagogikstudenten der Fachrichtung Physik Mathematik zu praktischen Beobachtungen in die Sternwarte.

1972 wurden vom Rat der Stadt Karl-Marx-Stadt 250 000.– Mark für die Rekonstruktion der Sternwarte bereitgestellt, um sie als schulastronomisches Zentrum der Stadt auszubauen. Es wurde ein schöner großer Arbeitsraum neu geschaffen, die Sternwarte erhielt ein Fotolabor, der Kuppelraum wurde vollkommen erneuert und ein leistungsstarker Coudé-Refraktor 150/2250 aufgestellt. Auf dem Rundgang wurden Säulen für die Beobachtung mit dem Schulfernrohr Telementor angebracht. Die bestehende Fachbücherei wurde und wird ständig durch neue Bände erweitert und steht allen Astronomielehrern der Stadt Karl-Marx-Stadt zur Verfügung.

Die Hauptaufgabe der Sternwarte besteht aber nach wie vor in der Unterstützung des Astronomieunterrichts der Klassen 10. In diesem Schuljahr sind es 162 Klassen, die im Rahmen des Astronomieunterrichts einmal die Sternwarte besuchen. Viele Kollegen, die noch Unsicherheiten im selbständigen Beobachten haben, erhalten durch den obligatorischen Beobachtungsabend für ihre Klassen Anleitung und Unterstützung.

Seit vielen Jahren unterstützen die Mitarbeiter der Sternwarte das Kosmonautenzentrum „Sigmund Jähn" bei den jährlichen Lehrgängen als Referenten. Eine enge Zusammenarbeit besteht zwischen dem Kreisvorstand der Urania und der Sternwarte. Außerdem zeichnet sich die Bildung einer Fachgruppe Astronomie im Rahmen des Kulturbundes der DDR ab. Seit der Rekonstruktion 1973 zählt die Sternwarte etwa 6 000 Besucher jährlich.

Im neuen Zyklus des Kurssystems wurde die Schulsternwarte als Stützpunkt für 10 Kreise des Bezirkes Karl-Marx-Stadt für den Fachkurs Astronomie gewählt. Die Mitarbeiter der Sternwarte trugen dazu bei, daß der erste Durchgang im Februar 1978 ein Erfolg wurde.

So hat sich die Schulsternwarte in den 50 Jahren ihres Bestehens, vor allem aber in den letzten 20 Jahren, seit Einführung des Faches Astronomie, zur bedeutendsten Einrichtung auf dem Gebiet der Schulastronomie in der Stadt Karl-Marx-Stadt entwickelt.

WERNER KÜTTNER, FRITZ RICHTER

REZENSIONEN

LEVITAN, E. P.: **Astrophysik für Schüler.** Verlag „Prosweschtschenie", Moskau 1977 – 112 Seiten (russisch) und Bildanhang mit 42 Abbildungen – Preis: 40 Kop.

Der Autor wendet sich eingangs an den „Jungen Liebhaber der Astronomie". „Ziel des vorliegenden Buches ist es, euch, den Schülern der oberen Klassen, die sich für Astronomie interessieren, zu helfen, das im Unterricht erworbene Wissen zu vertiefen." In diesem Sinne wird über moderne Probleme der Astrophysik erzählt, werden neue Entdeckungen und Erkenntnisse vermittelt. Erscheinungen theoretisch gedeutet und der praktische Nutzeffekt für die Gesellschaft gezeigt. Das alles geschieht in interessanter und den Schülern zugänglicher Form, wobei das Mitdenken und Mitarbeiten der Schüler durch Fragen und Aufgabenstellungen angeregt wird, die in allen Abschnitten enthalten sind und zum besseren Verständnis der Probleme gelöst werden sollen.

Das erste Kapitel „Die Sonne – unser Stern" (S. 5 bis 33) behandelt astrophysikalische Probleme der Sonne als Verständnisgrundlage für die folgenden Ausführungen.

Im zweiten **Kapitel „Weit der Sonnen – die Sterne"** (s. 34 bis 86) **wird zunächst** ein Überblick über die Natur der **Sterne** und ihre Gesetzmäßigkeiten gegeben. Danach werden Veränderliche, Novae und Supernovae behandelt. Der Beschreibung unserer Galaxis folgen die **„Erstaunlichen Pulsare"**. In diesem Abschnitt über die Pulsare werden dem Schüler unter anderen folgende Aufgaben gestellt, wobei notwendige Angaben im Text gegeben sind:

- Welche Bahngeschwindigkeit würde die Materie der Photosphäre unserer Sonne erreichen, wenn die Rotation plötzlich mit der Periode des Pulsars im Krebsnebel erfolgte? Was würde in diesem Falle mit der Sonne geschehen?
- Berechnen Sie die Dichte eines Neutronensterns! Vergleichen Sie diese mit der mittleren Dichte von Sonne und Erde!
- Berechnen Sie die Gravitationsbeschleunigung auf der Oberfläche eines Neutronensterns!

Die weiteren Abschnitte machen vertraut mit „Anderen Galaxien", „Metagalaxis und unbegrenztes Weltall", mit den „Rätselhaften Quasaren" sowie „Geburt, Leben und Tod der Sterne" bis hin zu den Schwarzen Löchern.

Das dritte Kapitel „Die Planeten – Sputniks der Sterne" (S. 87 bis 112) erzählt über die Herkunft der Planeten und behandelt ausführlich ihre Atmosphären, Oberflächen, Magnetfelder und ihren inneren Aufbau. Dabei werden wissenschaftlich gesicherte Kenntnisse über die inneren erdähnlichen Planeten und den Riesenplaneten Jupiter gegeben.

Abschließend folgt ein kurzer Überblick über den gegenwärtigen Stand der Suche nach außerirdischen Zivilisationen.

WERNER PIERSCHEL

Pädagogik. Redaktionskollegium: GERHART NEUNER (Leiter), JURI KONSTANTINOWITSCH BABANSKI (verantwortlich für die sowjetische Ausgabe), EDGAR DREFENSTEDT, DANIIL BORISSOWITSCH ELKONIN, KARL-HEINZ GÜNTHER, ALEXEJ IWANOWITSCH PISKUNOW, HELMUT STOLZ. 2. Auflage. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1979, 464 S., DDR 8,20 M; Ausland 10,90 M. Bestell-Nr. 707 091 1. Kurzwort: 20 26 90 Paedagogik.

Nachdem die erste Auflage des Buches „Pädagogik" eine positive Aufnahme gefunden hat und rasch vergriffen war, haben sich Autoren und Verlag zur Herausgabe einer zweiten, durchgesehenen Auflage entschlossen. Dies entspricht der großen Nachfrage und den Interessen der Leser. Zugleich wird einem überaus wichtigen Buch eine noch breitere Wirksamkeit unter Lehrern, Hochschullehrern und Studenten ermöglicht. Es ist Resultat einer Gemeinschaftsarbeit von Mitgliedern und Mitarbeitern der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der UdSSR und der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR.

Im Mittelpunkt der Darlegung stehen Fragen der Erziehung im Kindes- und Jugendalter. Jedoch handelt es sich keineswegs um eine enge Schulpädagogik. Erziehung in der Schule wird in ihrer gesamtgesellschaftlichen Determiniertheit und in ihren vielfältigen Beziehungen zur Erziehung in anderen Stufen des einheitlichen sozialistischen Bildungssystems und in verschiedenen Bereichen der sozialistischen Gesellschaft dargestellt. Das Buch „Pädagogik" leistet somit einen Beitrag zur Erziehung der Jugend der DDR im Geiste der kommunistischen Ideale.

BERNHARD WERNER

MARIA PAWLOWA: **Fordern und achten.** (Übersetzung aus dem Russischen.) Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1977, 278 S., DDR 7,80 M; Ausland 10,20 M. Bestell-Nr. 707 087 4. Kurzwort: 20 27 29 Fordern und achten.

Mit der Veröffentlichung des vorliegenden Buches steht den Pädagogen und allen an Makarenkos Werk interessierten Lesern wieder eine geschlossene Darstellung seiner pädagogischen Ideen zur Verfügung. Das Buch ist eine Übersetzung der dritten, verbesserten und ergänzten Auflage der 1963 erstmalig im Moskauer Verlag „Wyschaja schkola" erschienenen umfassenden Schrift M. P. PAWLOWAS über die Pädagogik Makarenkos.

MARIA PETROWNA PAWLOWA, Lehrerin im Ruhestand, beschäftigt sich seit drei Jahrzehnten mit der Propagierung des Werkes von Makarenko. Unter den Büchern und Aufsätzen, in denen sie den Lesern das Gedankengut Makarenkos nahebringt, ist das vorliegende Buch wohl das bedeutendste.

Die Autorin hat die Erfahrungen und Erkenntnisse Makarenkos auf bestimmten Gebieten der Erziehung, die in seinen Werken meist verstreut zu finden sind, nach Themenkomplexen zusammengefaßt, geordnet und erläutert. Ausgangs- und Mittelpunkt der Darlegung ist dabei die Auffassung Makarenkos von der sowjetischen Erziehung als politischer Erziehung und sein Grundsatz „Möglichst hohe Forderungen an den Menschen und möglichst hohe Achtung vor ihm!"

ELVIRA STENZEL

UNSERE BILDER

Titelseite – Astrophysikalisches Observatorium in Schemacha, Aserbaidschanische SSR. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Zusammenarbeit zwischen UdSSR und DDR in der extragalaktischen Astrophysik" Seite 27.
Foto: APN

2. Umschlagseite – Experimentelles Szintillationsteleskop im Baksan-Observatorium (UdSSR). Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Neutrinoastronomie" Seite 29.
Foto: R. DENISSOW (TASS)

3. Umschlagseite – Fotogramme vom Planetoiden Vesta. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Wir beobachten" Seite 48.
Grafik: RAWOLLE

4. Umschlagseite – J. N. LOCKYER (1836–1920) an seinem „Telespektroskop". Die Realaufnahme zeigt ein ähnliches, ebenfalls aus einer englischen Werkstatt (BROWNING, London, 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts) stammendes Spektroskop in gleicher Perspektive und in für diese Epoche typischer Bauweise. Das bei LOCKYER auf der Abbildung zu findende zweite Betrachtungsgerät lieferte Eichmarken zur Wellenlängenbestimmung.

Acht Jahre nach der fundamentalen Arbeit von R. BUNSEN (1811–1899) und G. R. KIRCHHOFF (1824 bis 1887) zur Spektralanalyse wandten LOCKYER und P. J. C. JANSSEN (1824–1907) das neue Verfahren erstmalig auf Protuberanzenbeobachtungen an. Anläßlich der Sonnenfinsternis vom 18. August 1868 konnte JANSSEN während der rund 6,5 Minuten dauernden Totalitätsphase im Protuberanzen- bzw. Koronaspektrum eine gelbe Emissionslinie mit einer meßbaren Differenz zu der bekannten des Elements Natrium feststellen. LOCKYER, der auch außerhalb von Finsternissen im Chromosphärenspektrum diese Linie gefunden hat, ordnete die nunmehr als „D_3"-Linie des Sonnenspektrums bezeichnete Entdeckung wenig später einem unbekannten Element zu, dem der Name Helium (helios „Sonne") gegeben wurde. Der irdische Nachweis des neuen Elements gelang erst im Jahre 1895 durch W. RAMSAY (1852–1916). LOCKYER und JANSSEN gelten als voneinander unabhängige Erfinder des Protuberanzenspektroskops.

In zunächst äußerlich ähnelnder Bauart wurden Spektroskope auch für visuelle und fotografische Beobachtungen von Sternspektren eingesetzt. Zu einem der ersten dieser Art entwickelten Instrument gehört der nach H. C. VOGEL (1841–1907) im Jahr 1888 für das Astrophysikalische Observatorium in Potsdam erbaute Spektrograph. Prinzipiell kann man sich den Strahlungsempfänger Auge durch die fotografische Platte ersetzt denken. In Verbindung mit dem 30-cm-Refraktor des Instituts besaß der Spektrograph bei der Linie H Gamma eine Dispersion von 1,3 nm pro Millimeter.

Foto, Montage und Text: K. FRIEDRICH; Spektroskop: Sammlung Archenhold-Sternwarte

WIR BEOBACHTEN

Planeten und Planetoiden im Blickpunkt (II)

Soll die Bewegung der Planeten relativ zu den Sternen durch wiederholte Beobachtungen erkannt werden, so kann der Telementor, als Winkelmeßgerät in azimutaler Lage genau auf den Ortsmeridian orientiert, eingesetzt werden. Damit können an verschiedenen Tagen die Meridiandurchgangszeitdifferenzen zwischen einem hellen Stern, dessen Koordinaten bekannt sind, und einem Planeten ermittelt werden und somit einen Ausgangswert für die Rektaszensionsdifferenz bieten. Die Deklination kann nach dem Meridiandurchgang des Planeten aus der bekannten Beziehung γ = geographische Breite φ minus Zenitdistanz z berechnet werden, wenn beim Durchgang die Höhe am Vertikalkreis oder einen Pendelquadranten abgelesen wird. Einige Schülertätigkeiten, die im Rahmenprogramm für Astronomie und Raumfahrt angegeben sind – Festlegen der Südrichtung und des Ortsmeridians, Messen mit dem Pendelquadranten, Arbeit mit Äquatorkoordinaten, Beobachtung der Planetenbewegung relativ zu den Sternen – sind Voraussetzung oder müssen kontinuierlich angewendet werden.

So einfach sich das Arbeitsverfahren theoretisch darstellen läßt, in der Praxis müssen viele Faktoren beachtet werden, um eine befriedigende Genauigkeit zu erreichen. Keinesfalls dürfen die Stoppuhrzeiten mit Zehntelsekundenangaben falsche Vorstellungen wecken.

Es beginnt im wesentlichen mit einer guten Aufstellung des Gerätes. Ist für die AG-Arbeit ein fester Beobachtungsplatz vorhanden, so befindet sich dort meist eine Säule, auf die der Telementor gesetzt wird. Von diesem festen Beobachtungspunkt aus muß die Südrichtung durch einen guten, auch nachts sichtbaren irdischen Anhaltspunkt markiert werden. Wenn nach Aufsetzen des Gerätes die Montierung und die Azimutteilung in genauester Orientierung geklemmt werden, läßt sich die Rohrmontierung nur in der Meridianebene bewegen. Dabei ist auch zu prüfen, ob die Montierung noch stabil ist.

Wir gehen bei unseren Messungen von der Ortssternzeit aus, die mit der Rektaszension des Anschlußsternes zum Zeitpunkt der Kulmination gegeben ist. Es ist vorteilhaft, das Äquinoktium von 1950,0 zu wählen, wenn wir unsere Planetenkoordinaten mit den Werten im Sternkalender vergleichen oder auf einer Karte des Tierkreises eintragen wollen. Unsere Meßanlage soll eine Genauigkeit von einer Zehntelminute für die Rektaszension garantieren.

In der Arbeit sollen die Schüler spüren, welchen Aufwand eine genaue Messung erfordert. Für uns reicht es aus, die Zeit zu stoppen, wenn der Planet mitten im Fadenkreuz gesehen wird. Beim Jupiter könnten mit dem 16-mm-Okular bei 52,5facher Vergrößerung zwei Kontakte gestoppt werden. Ebenso müßte bei größeren Zeitunterschieden verdeutlicht werden, daß unsere Stoppuhr mittlere Sonnenzeit angibt, die in mittlere Sternzeit umzurechnen ist (s. Ahnert, Kleine praktische Astronomie). Bei einer Laufzeit von 30 Minuten ist eine Differenz von +4,93 Sekunden angewachsen, also fast 0,1 Minute. Die Genauigkeit von einem Grad für die Deklination, bedingt durch die Teilung am Vertikalkreis, erübrigt eine Beachtung der Refraktion.

In der methodischen Durchführung im Rahmen der AG-Arbeit ist ein Nachteil vorhanden: das Ereignis ist am selben Abend nicht zu wiederholen; an einem Gerät können nur wenige Schüler beschäftigt werden. Wer sich mit einer Genauigkeit von ±2 Minuten für die Rektaszension begnügt, sollte auf die Stoppuhr verzichten, das Fernrohr parallaktisch aufstellen und in Meridiannähe zwischen einem hellen Stern mit vorgegebenen Koordinaten und dem Planeten die Stundenwinkeldifferenz bestimmen lassen. Daraus läßt sich die Rektaszension für den Planeten berechnen; die Deklination wird direkt abgelesen. Diese Messungen lassen sich wiederholen; mehrere Gruppen können hintereinander eingesetzt werden, Meßreihen liegen zur Auswertung vor.

Das Fotografieren markanter Sternbilder ist ebenfalls eine empfohlene Schülertätigkeit. Auch bei Handnachführung mit der angesetzten Kleinbildkamera (NP 27 Film, Belichtungszeiten zwischen fünf und zehn Minuten) lassen sich bescheidene Fotodokumente erhalten. Aufnahmen eines bestimmten Sternbildes mit dem uns interessierenden Planeten haben dann für uns einen Wert, wenn sie in regelmäßigen Abständen wiederholt werden und so ein einfaches Dokument über die scheinbare Bahn des Planeten liefern.

Die Beobachtung von Planetoiden ist für die AG-Tätigkeit im Rahmenprogramm nicht vorgesehen; dennoch wird von Schülern der 10. Klasse oft danach gefragt. Kritisch sei angemerkt: mit dem Telementor allein lohnt ein Suchen nur dann, wenn ein heller Stern zu einer vorgegebenen Planetoidenephemeride als Leitstern dienen kann. AHNERT hat im Kalender für Sternfreunde 1980 eine Anzahl solcher Positionen aufgeführt. Hier sollte ausgewählt und das Gebiet schon vorher beobachtet werden. Klarheit über die Größe des Gesichtsfeldes und über die Sterne ähnlicher Helligkeiten wie der zu erwartende Planetoid in einem Sternatlas (BECVÁR, VEHRENBERG) führen dazu, daß zum Zeitraum der Planetoidenpassage der „Neuling" auffällt.

Wie klein das abgebildete Sternfeld im Telementor erscheint, verdeutlichen zwei Aufnahmen des Planeten Vesta (s. 3. Umschlagseite). Hier wurde der Telementor als „Teleobjektiv" mit einer Praktika verwendet und an einem Refraktor (150/2 250) angebracht (Belichtungszeit 30 Minuten, NP 27 Film: Bildgröße 2,5° · 1,5°). Keiner der abgebildeten Sterne ist mit bloßem Auge sichtbar; im Fotogramm der zweiten Aufnahme sind deshalb die Sterne benannt, die in ihrer Helligkeit der scheinbaren Helligkeit von Vesta nahekommen und Orientierungshilfe für das Auffinden des Planetoiden waren.

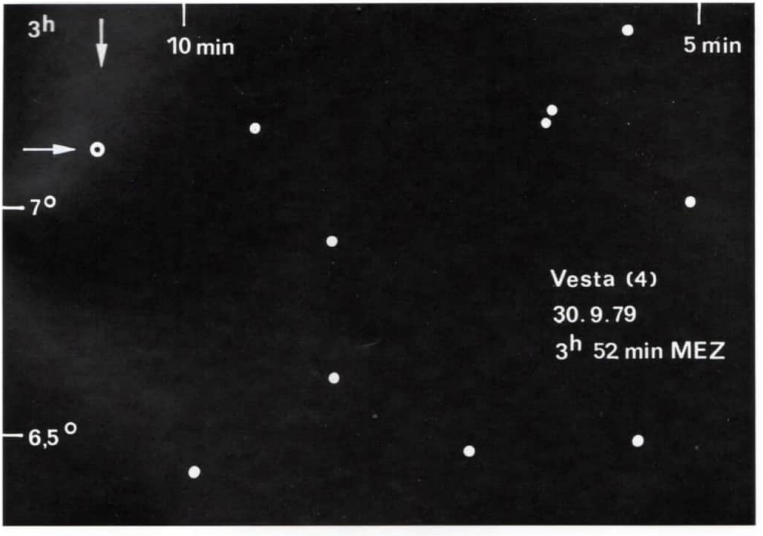
LOTHAR EHRENBERG; GÜNTER WOLF

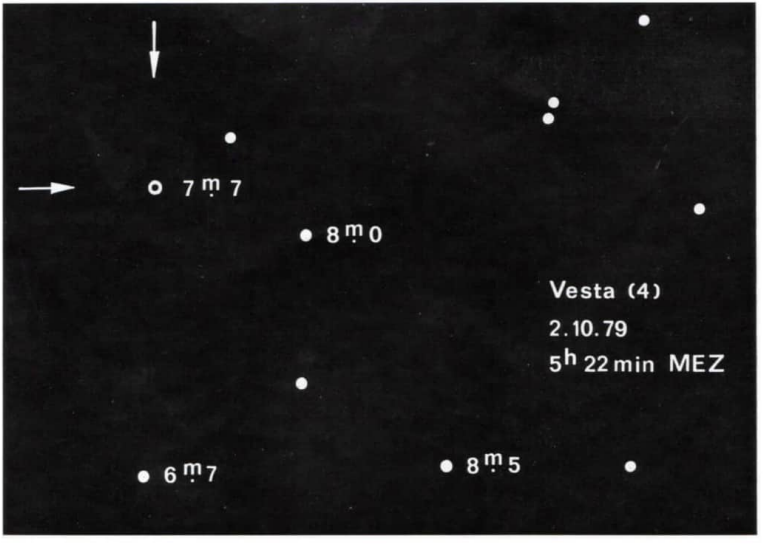
ANEKDOTEN

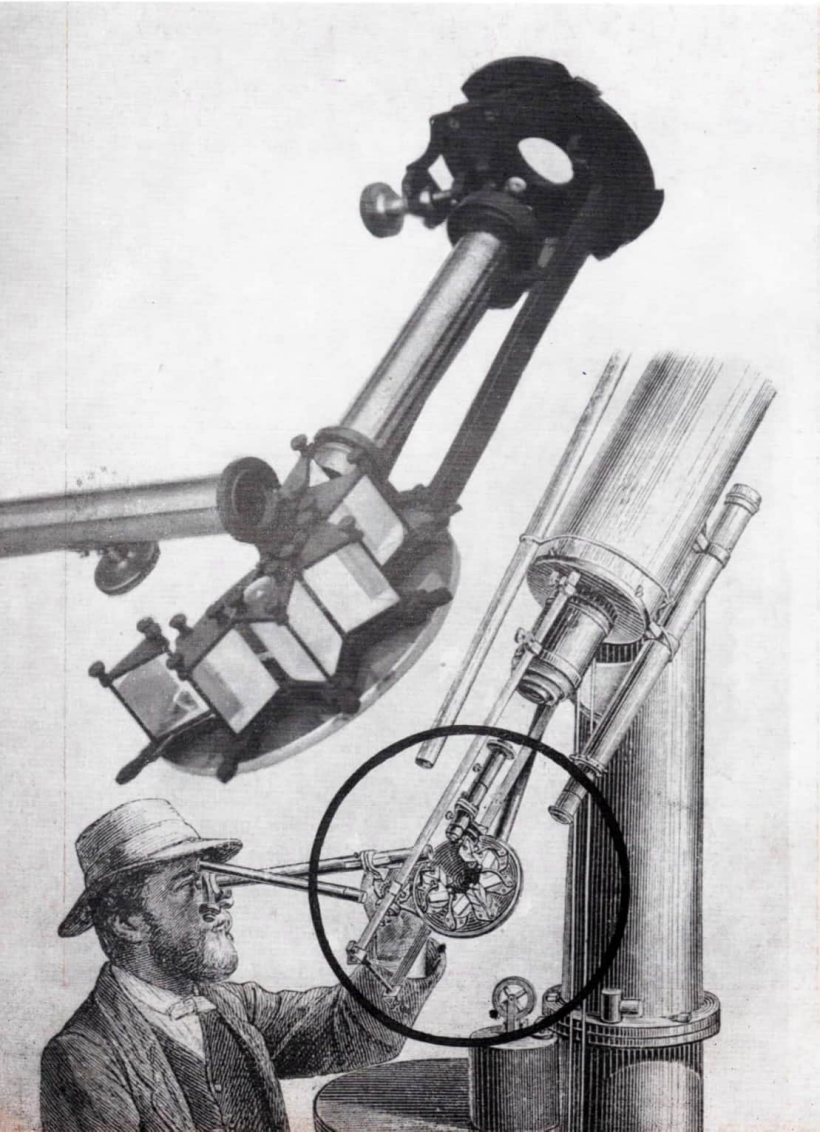
● Die Festlegung der kirchlichen Festtage war für viele Jahrhunderte ein wichtiger Anreiz zur Beschäftigung mit der Astronomie. Dem Mathematiker und Astronomen C. F. Gauss gelang die Aufstellung einer einfachen und zuverlässigen Formel zur Berechnung des Osterfestes. Warum sich Gauss mit dieser Frage beschäftigte, erzählt die folgende Anekdote:

Gauss war von sehr einfacher Herkunft. Der Vater war im Sommer als Maurer, im Winter als Schlächter tätig und erhielt später ein kleines Amt, das eines „Wasserkunstmeisters". Die Mutter des großen Forschers konnte nicht schreiben und nur gedruckte Schrift lesen, nicht aber geschriebene. Diese Frau hat der Menschheit nicht nur einen Denker und Forscher vom allerhöchstem Range geschenkt, sondern ihre eigene dürftige Schulbildung hat der Wissenschaft sogar einen positiven Gewinn gebracht: Man versteht es, daß diese des Schreibens unkundige Frau nicht imstande war, dem heranwachsenden Sohn auf dessen Frage nach seinem Geburtstage eine genaue Antwort zu geben. Nur soviel wußte sie, daß es „der Mittwoch in der Woche vor Himmelfahrt" gewesen war. Hierdurch war, da das Geburtsjahr (1777) feststand, auch der Geburtstag eindeutig bestimmt. Man brauchte nur das Oster- und das Pfingstdatum zu ermitteln; es ergab sich für dieses der 8. Mai, und daraus wieder als der Geburtstag von Carl Friedrich Gauss der 30. April. Diese Bestimmung seines Geburtstages führte Gauss dazu, seine „Osterformel" aufzustellen.

Nach: Das Weltall, 26 (1927) 9, S. 137 ff.


3h
10 min
5 min
7°
6,5°
Vesta (4)
30.9.79
3h 52 min MEZ


7m.7
8m.0
Vesta (4)
2.10.79
5h 22 min MEZ
6m.7
8m.5



Astronomie

in der Schule

VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

3
1980

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 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 3 **17. Jahrgang 1980**

Seite

D. HÜBNER
Wir bereiten das neue Schuljahr vor 50
H.-E. FRÖHLICH
Zur Erforschung des Milchstraßensystems (I) 52
K. LINDNER
Astronomische Daten für das Schuljahr 1980/81 57
K. FRIEDRICH
Jubiläen in Astronomie und Raumfahrt im Schuljahr 1980/81 . . 60
H. KEMPF
Zur Erarbeitung von Zusammenhängen in der Stoffeinheit „Das Planetensystem“ 62
K. ULLERICH
Zur Festigung von Begriffen, dargestellt an der Unterrichtseinheit 2.2.2. 64
Unser Forum 66
Aus Wissenschaft und Unterricht 68
Wir stellen vor 70
Rezensionen 71
Unsere Bilder 71
Wir beobachten 72
Karteikarte: Die Planetenbewegungen (J. STIER)

Содержание

Д. ХЮБНЕР
Подготавливаем новый учебный год 50
Х.-Э. ФРЕЛИХ
Исследование Галактики (I) 52
К. ЛИНДНЕР
Астрономические данные для 1980/81го учебного года 57
К. ФРИДРИХ
Годовщины по астрономии и космонавтике в 1980/81ом учебном году 60
Х. КЕМПФ
Трактовка внутренних связей по теме «Планетная система» 62
К. УЛЛЕРИХ
Закрепление понятий, показано на примере учебной темы 2.2.2. 64
Наш форум 66
Картотечная карта: Движение планет (Й. ШТИР)

CONTENTS

D. HÜBNER
Preparing the New School Year 50
H.-E. FRÖHLICH
Investigation of Our Galaxy (I) 52
K. LINDNER
Astronomical Dates for the 1980/81 School Year 57
K. FRIEDRICH
Anniversaries in Astronomy and Astronautics in the 1980/81 School Year 60
H. KEMPF
The Study of Inner Relationships in the Topic "The Solar System" 62
K. ULLERICH
Stabilization of Conceptions, Shown by Example of the Topic 2.2.2. 64
Our forum 66
Register Card: The Orbital Motion of the Planets (J. STIER)

Redaktionsschluß: 21. April 1980

Ein Nachdruck der in „Astronomie in der Schule“ veröffentlichten Beiträge ist nur mit Zustimmung der Redaktion gestattet.

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.

DIETER HÜBNER

Wir bereiten das neue Schuljahr vor

Der im Referat des Ministers für Volksbildung auf dem VIII. Pädagogischen Kongreß hervorgehobene Zusammenhang zwischen hohen Ergebnissen bei der Bildung und Erziehung der Schuljugend und der Qualität der Arbeit in jeder einzelnen Unterrichtsstunde findet in der Schulpraxis auch unseres Kreises täglich Bestätigung.

Kreisabteilung und Direktoren des Kreises Köthen leiten aus dieser Tatsache unter anderem die Verpflichtung nach überlegtem Einsatz der verfügbaren Kader, nach differenziert gestalteter und den Bedürfnissen der Kollegen entsprechender Weiterbildung ab, nicht zuletzt aber auch die Entwicklung der Bereitschaft bei jedem Kollegen, sich gründlich seine Fachwissenschaft anzueignen. Das gilt für die Arbeit mit den Fachlehrern aller Fächer, also auch bezogen auf das Fach Astronomie. *Für die Abteilung Volksbildung ist die personelle Vorbereitung des neuen Schuljahres eine wesentliche Aufgabe.*

Im Schuljahr 1980/81 werden die 50 zehnten Klassen unseres Kreises ihren Unterricht im *Fach Astronomie von 24 Lehrern erteilt* bekommen. Sie sind leider nicht alle Fachlehrer für Astronomie, aber wir sind stolz darauf, daß in unserem Kreis im Fach Astronomie *19 Kollegen langjährig erfolgreich Astronomie unterrichten.* Das ist Ergebnis einer **engagierten Arbeit des Fachberaters,** der mit seiner ganzen Kraft um die Stabilität des Fachlehrereinsatzes ringt. Das ist aber im wesentlichem Maße auch Ergebnis des bei den Direktoren erreichten Verständnisses für den Zusammenhang zwischen einem stabilen Lehrereinsatz und der Qualität des Unterrichts sowie für den Stellenwert des Faches Astronomie bei der kommunistischen Erziehung der Schuljugend. Keinem Direktor unseres Kreises ist es gleichgültig, welcher Kollege das Fach Astronomie unterrichtet. **Es gibt in unserem Kreis keinen Direktor mehr, der Astronomiestunden als Füllstunden für das Stundenvolumen eines beliebigen Lehrers betrachtet. Alle im Fach unterrichtenden Kollegen wissen, daß sie in diesem Fach eine Perspektive haben, für die es lohnt, Mühe und Zeit aufzuwenden.** Das erweist sich immer wieder als eine wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung der Bereitschaft, sich zu qualifizieren, Erfahrungen bewußt zu sammeln und sie zur Diskussion zu stellen.

Aus dem Kreis dieser erfahrenen Lehrer gewinnt der Fachberater auch diejenigen Kollegen, welche bereit sind, die externe Vorbereitung zur Erlangung der Lehrbefähigung im Fach Astronomie aufzunehmen. So haben wir erreicht, daß 8 der 24 Kollegen über diesen Weg zur Lehrbefähigung geführt werden konnten. Wir würden es sehr begrüßen, wenn diese Möglichkeit auch weiter bestehen bliebe.

Alle im **Fach Astronomie** unterrichtenden **Kollegen** sind **Fachlehrer** für **Physik** oder **Geographie.** Dies bietet unserer Meinung nach die günstigste Voraussetzung für die Bewältigung der im Fach gestellten Anforderungen. Obwohl der Fachlehrer für Physik auf den ersten Blick die besseren Voraussetzungen mitbringt, beweist die Praxis, daß die Potenzen für eine Unterrichtsarbeit auf hohem Niveau vor allem aus dem Engagement jedes einzelnen Kollegen für die Lösung der ihm gestellten Aufgaben erwachsen.

Trotz aller Bemühungen um Stabilität des Kadereinsatzes ist ein gewisser Wechsel unvermeidbar. Auch im Schuljahr 1980/81 werden einige Kollegen ihre Arbeit im Fach neu auftragen diesem Umstand in sehr verantwortungsbewußter Weise Rechnung. Patenschaftnehmen. Fachberater und Fachkommission ten des Fachberaters oder eines anderen erfahrenen Kollegen der Fachkommission, über einen längeren Zeitraum angelegte Hospitationen des Fachberaters und deren gründliche Auswertung, die Übermittlung und Erläuterung aller von der Fachkommission erarbeiteten Materialien (Aufgabensammlungen, methodische Handreichungen, Wissensspeicher, wichtige astronomische Daten für das laufende Schuljahr, Arbeitsblätter zum Gebrauch der Schülersternkarte und des HRD) gewährleisten Hilfe und Unterstützung vom ersten Tage an. Besonders trägt die gesamte Anlage der Arbeit des Fachberaters, die Einheit von unmittelbarer Hilfe in der operativen Arbeit und das kluge Bestimmen der Inhalte der *Weiterbildungsveranstaltungen,* das gemeinsame Durcharbeiten fachlicher, didaktisch-methodischer und ideologischer Probleme und die differenziert gestalteten Weiterbildungsveranstaltungen der Fachkommission zu einer spürbaren Verbesserung der Qualität der Arbeit im Fach bei.

Die *Fachkommission* führt zum Beispiel Sitzungen an Schulen durch, an denen der Fachberater über längere Zeit tätig ist. Hier hat der betreffende Kollege Gelegenheit, über seine Unterrichtserfahrungen zu sprechen. Die Mitglieder der Fachkommission nehmen daraus

für ihre Arbeit, für die Gestaltung der Weiterbildung der Kollegen im Kreis Anregungen mit und können bei der Lösung von Problemen gezielt und konkret helfen. Diese erweiterten Zusammenkünfte der Fachkommission an verschiedenen Schulen und die dabei stattfindenen Gespräche im kleinen Kreis haben sich sehr bewährt. Als wirksam erweist sich auch die Praxis, verallgemeinerungswürdige Erfahrungen eines Lehrers in einer offenen Stunde den Teilnehmern des Kreisfachzirkels darzustellen. Solche Stunden, vor allem auch die nachfolgende Diskussion und Auswertung, erweisen sich vor allem durch die Vereinigung von theoretischer Durchdringung und Vermittlung praktischer Erfahrungen als sehr wirksam. Unter anderem haben auf diese Weise Kollegen ihre Erfahrungen in der Arbeit mit Lehrbuch bzw. im Umgang mit verschiedenen Wissensspeichern dargestellt.

In unserem Kreis hat es sich auch bewährt, *Nichtfachlehrer in einem speziellen Fachzirkel*, wir nennen ihn Fachzirkel I, zusammenzufassen. Erfahrene Kollegen der Fachkommission stellen hier ihre Erfahrungen zu bestimmten theoretischen und praktischen Problemen der Arbeit im Fach zur Diskussion. Für langjährig tätige Kollegen und für Fachlehrer hat sich die Arbeitsweise im Fachzirkel II bewährt, jährlich **ein** spezifisches Problem durch Vorträge, Diskussionen, offene Stunden, differenzierte Tagungen der Fachkommission an einzelnen Schulen und Exkursionen gründlich zu bearbeiten. Solche spezifischen Probleme stellten in der zurückliegenden Zeit zum Beispiel die Schülerbeobachtung, das HRD, die Erarbeitung bestimmter methodischer Handreichungen dar. Unsere Kollegen begrüßen eine solche Arbeitsweise, weil sie ihnen wirkliche Anregung und Hilfen für die Arbeit gibt.

Schließlich tragen auch regelmäßig durchgeführte *Fachkonferenzen* dazu bei, jedem einzelnen Kollegen die fortgeschrittenen Erfahrungen anderer Lehrer zu vermitteln und ihn anzuregen, über seine Arbeit nachzudenken, effektivere Möglichkeiten zu probieren. Im Bemühen um eine möglichst geringe Zahl von Ausfallstunden haben wir im Kreis mit der Herausbildung eines „Astronomielehrers in Reserve" bzw. der konkret festgelegten territorialen Aushilfe benachbarter Schulen gute Erfahrungen gemacht. Verantwortungsbewußte, lebendige Arbeit mit den verfügbaren Kadern betrachten wir als **eine** Seite des Bemühens um hohe Unterrichtsergebnisse. In engem Zusammenhang damit sehen wir die Notwendigkeit der kontinuierlichen Ausbildung qualifizierter Fachlehrer durch Direkt- und Fernstudium. Aus der geringen Kapazität der Ausbildungseinrichtung für die Fachkombination Physik/Astronomie resultiert, daß sich kaum ein Absolvent unserer EOS dieser Studienrichtung zuwendet. Auch die Tatsache, daß gegenwärtig keine Möglichkeit für ein externes Studium gegeben ist, halten wir für überdenkenswert. Die Realisierung unserer Zielstellung, daß am Ende der 80er Jahre der Astronomieunterricht nur in Ausnahmen durch Lehrer ohne ausreichende Qualifikation erteilt wird, verlangt nach unserer Meinung, die Möglichkeiten und Anstrengungen der Kreisabteilung, des Pädagogischen Kreiskabinetts und der Fachkommissionen mit den Möglichkeiten und Vorhaben zentraler staatlicher Organe und Hochschulen zu vereinen. Die Bereitschaft und das Bedürfnis unserer im Fach Astronomie unterrichtenden Lehrer, vor allem auch der noch unausgebildeten Lehrer, durch eigene Qualifikation Voraussetzungen für eine höhere Qualität des Unterrichts zu schaffen, ist vorhanden. In der letzten Phase des laufenden Schuljahres richten wir unsere Bemühungen darauf, über Fachberater und Direktoren jeden einzelnen Lehrer zu veranlassen, über seine Arbeit und die Ergebnisse seiner Arbeit gründlich nachzu denken, sich darüber klarzuwerden, was schon gut gelingt und was man besser machen muß. Die aus den darüber mit den Lehrern und Erziehern geführten Beratungen erwachsenden Erkenntnisse werden wesentlich Richtung und Inhalt der Arbeit der Fachberater im nächsten Jahr bestimmen, die Konzeption der Weiterbildung ebenso wie alle Formen der direkten Arbeit mit dem einzelnen Lehrer. Für die Abteilung Volksbildung ist die personelle Vorbereitung des neuen Schuljahres eine wesentliche Aufgabe. Unsere über das gesamte Jahr unter dieser Sicht angelegte Arbeit hat dazu geführt, daß bis auf zwei Ausnahmen alle übrigen bereits tätigen Lehrer den Unterricht weiterführen.

Damit schaffen wir im Fach Astronomie gute Voraussetzungen, um im Schuljahr 1980/81, dem Jahr des X. Parteitages, die vom VIII. Pädagogischen Kongreß gestellten Aufgaben gut zu erfüllen.

Anschrift des Verfassers:
OStR DIETER HÜBNER
Kreisschulrat
Rat des Kreises Köthen

HANS-ERICH FRÖHLICH

Zur Erforschung des Milchstraßensystems (I)

In diesem und in den nächsten Heften werden neuere Erkenntnisse über das Milchstraßensystem vorgestellt. Sie dienen der Weiterbildung, der Aktualisierung des Unterrichts und der inhaltlichen Tätigkeit in den AGR „Astronomie und Raumfahrt".

Anfang des 17. Jahrhunderts begann sich die aufkeimende Naturwissenschaft dem Phänomen der Milchstraße zuzuwenden, das Jahrtausende ausschließlich ein Gegenstand mythisch-spekulativen Denkens gewesen war.

Das den gesamten Himmel umspannende mattschimmernde Band löste sich, durch ein Fernrohr betrachtet, in Millionen Lichtpunkte auf, schwache Sterne, die aus offenbar sehr großen Fernen zu uns herüberleuchten. THOMAS WRIGHT, ein englischer Seefahrer, zog daraus den kühnen Schluß, daß unsere „Welt" eine linsenförmige Sternenansammlung in der grenzenlosen Leere des Universums sein müsse und der Philosoph IMMANUEL KANT legte den Grundstein für die spätere extragalaktische Forschung, indem er in den schwachen Nebelflecken, die vielerorts am Himmel zu sehen sind, ferne „Welteninseln", ähnlich der unsrigen, vermutete. Seine gewagte Hypothese fand erst in den 20er Jahren unseres Jahrhunderts eine glänzende Bestätigung, als es mit Hilfe der großen Spiegelteleskope gelang, einige der nächsten Sternsysteme tatsächlich optisch in Einzelsterne aufzulösen.

1. Probleme bei der Erforschung der Galaxis

Hinsichtlich der Erforschung der Galaxis müssen wir unseren Standort in ihr als nachteilig empfinden. An unseren Platz nahe der Symmetrieebene des galaktischen Systems gebunden, können wir uns nicht – wie etwa ein fiktiver extragalaktischer Betrachter – von „außen" einen Überblick über den Aufbau unseres Sternsystems verschaffen. Wir sind vielmehr darauf angewiesen, aus der zweidimensionalen Verteilung der Sterne, der Sternhaufen und auch der Gas- und Staubwolken an der Sphäre auf deren räumliche Anordnung im Milchstraßensystem zu schließen. Dazu bedarf es aber möglichst genauer Entfernungsangaben. Der Auslotung des galaktischen Systems kommt damit vorrangige Bedeutung zu. Jede Verbesserung der Parallaxenmessungen schlägt sich direkt oder indirekt in einem feiner gerasterten und detaillierteren Bild unseres Sternsystems nieder. Erst aus der Fülle der Einzeldaten, wozu neben den Örtern auch noch Eigenbewegungen, Radialgeschwindigkeiten und Altersangaben der galaktischen Objekte sowie Angaben über deren chemische Beschaffenheit gehören, heben sich schließlich von einem zufälligen Hintergrund diejenigen gesetzmäßigen Strukturen ab, denen unser Interesse gilt, weil sie unser Verständnis der galaktischen Vorgänge vertiefen.

Der erste, der daran ging, Gestalt und Ausdehnung der Galaxis wissenschaftlich zu ergründen, war W. HERSCHEL (1738–1822). Er entwarf auf der Grundlage von Sternzählungen in ausgewählten Milchstraßenfeldern ein Bild von unserem Sternsystem, bei dem der Beobachter nahe der Mitte des in seinen Umrissen ellipsoidischen Systems zu denken ist. Uns bereitet eine solch exponierte Stellung des Menschen Unbehagen, gemahnt sie uns doch an überwundene geozentrische Weltbilder vergangener Zeiten. Tatsächlich hat sich HERSCHELS Methode, bei der erstmalig statistische Verfahren in der Astronomie zur Anwendung gelangten, in der Folgezeit als ungeeignet erwiesen, die „Architektur des Himmels" aufzudecken. Dafür gibt es zwei Gründe: Wie wir heute wissen, überstreicht die Leuchtkraftfunktion der Sterne den weiten Bereich von mindestens 15 Größenklassen, wobei wir noch von den absolut hellsten Sternen, ihrer Seltenheit wegen, absehen. Die Sterne sind also keineswegs alle gleich hell, wie HERSCHEL annahm. Daß diese Voraussetzung seiner Methode auf wackligem Boden steht, mag er bereits selbst geahnt haben, ist er doch auch als Entdecker der physischen Doppelsterne, deren Komponenten häufig recht unterschiedlich hell sind, in die Astronomiegeschichte eingegangen. Ein weiterer Grund betrifft die lichtschluckende Wirkung des kosmischen Staubs, der eine scheinbare Abnahme der Sterndichte mit zunehmender Entfernung und daher eine zentrale Stellung des Beobachters vortäuscht.

Damit sind wir auf eine generelle Schwierigkeit gestoßen, die visuellen oder photographischen Techniken bei der Erforschung des Milchstraßensystems entgegensteht: den fein verteilten interstellaren Staub, der uns den Blick in die Tiefen des galaktischen Systems verwehrt. In markanten Fällen ist der Staub in Dunkelwolken konzentriert, die, wie im Falle des „Kohlensacks" oder der scheinbaren Gabelung der Milchstraße im Sternbild Schwan, sternleere Gegenden vortäuschen. Das galaktische Zentrum verbirgt sich hinter Staubmassen, deren Extinktionswirkung im Bereich des sichtbaren Lichts auf mindestens 25 Größenklassen geschätzt wird! Wollen wir etwas über die großräumige Struktur des Milch-

straßensystems in Erfahrung bringen, so müssen wir uns anderer Informationsträger bedienen: der längerwelligen Infrarot- und Radiostrahlung. Ähnlich wie Radarstrahlen den irdischen Nebel, durchdringen diese Wellen den galaktischen Staub. Das Bild, das wir uns heute vom Aufbau der Galaxis und von den uns noch ziemlich mysteriösen Vorgängen in ihrem Kern machen können, verdanken wir hauptsächlich der Radioastronomie. Um aber nicht erst den falschen Eindruck zu erwecken, daß den konventionellen Methoden der Astronomie bei der Erforschung der Galaxis eine minder wichtige Rolle zukäme — in Wirklichkeit sind beide Untersuchungsmethoden auf das engste miteinander verwoben —, wird im ersten Teil dieses Überblicks von den Erfolgen der optischen Astronomie bei der Aufklärung der lokalen galaktischen Struktur und darüber hinaus bei der Bestimmung der Größe der Galaxis zu reden sein. Sodann wenden wir uns im zweiten Teil dem globalen Bauplan unseres Sternsystems zu, wie er sich in den vergangenen drei Jahrzehnten aus den Radiodaten herauskristallisiert hat.

2. Das sichtbare Milchstraßensystem

2.1. *Die Struktur der Galaxis*

Bereits eine handelsübliche Sternkarte belehrt uns darüber, daß offene Sternhaufen, Sternassoziationen sowie interstellares Gas und interstellarer Staub bevorzugt am galaktischen Äquator vorkommen. Der kosmische Staub macht sich durch das scheinbare Fehlen extragalaktischer Sternsysteme in der Nähe des Milchstraßenbandes (HUBBLES „nebelfreie Zone") bemerkbar, das interstellare Gas meist in Form leuchtender Nebel (Emissionsnebel). Ganz anders als diese markanten Vertreter der extremen Population I finden wir die Kugelsternhaufen auch in hohen galaktischen Breiten. Sie gehören dem galaktischen Halo an. Die Tatsache, daß sich die Kugelsternhaufen im Sternbild Schütze und in den umliegenden Sternbildern häufen, veranlaßte vor über 60 Jahren H. SHAPLEY (1885—1972), dort das Milchstraßenzentrum, dessen Entfernung von der Sonne er mit 13 kpc angab, zu vermuten. Die photographischen Aufnahmen vieler extragalaktischer Sternsysteme zeigen ein *spiralförmiges Aussehen.* Heutzutage wissen wir, daß die Arme dieser Galaxien lediglich durch eine Handvoll kurzlebiger aber dafür extrem heller Sterne, wie Wolf-Rayet-Sterne, langperiodischer Cepheiden, in Emissionsnebel eingebetteter O- und B-Sterne sowie junger Sternhaufen und Assoziationen, „markiert" werden, während das Gros der Sterne kaum eine Zuordnung zu den Armen erkennen läßt. Jene Spiralarmindikatoren können, da sie verschwenderisch mit ihrem Energievorrat umgehen, höchstens wenige Jahrmillionen alt sein, sie sind folglich bereits in den Armen entstanden, die wir deshalb als Orte der Sternentstehung betrachten müssen. Es erhebt sich die Frage, ob sich nicht auch im Falle unseres Milchstraßensystems in der *räumlichen Anordnung junger Sternhaufen,* Assoziationen etc. eine Spiralstruktur — zumindest andeutungsweise — zu erkennen gibt. Dazu benötigen wir die Entfernungen dieser Objekte. In Anbetracht der enormen Distanzen, die es zu überbrücken gilt — einige Kiloparsek —, kommen nur photometrische Verfahren in Betracht. Am leichtesten läßt sich die Methode am Beispiel der offenen Sternhaufen demonstrieren, deren Parallaxen relativ sicher zu gewinnen sind. Da mit einer mittleren Extinktion von 0,8 mag kpc^{-1} selbst außerhalb von Dunkelwolken gerechnet werden muß, erfordern photometrische Entfernungsmessungen im Einflußbereich der galaktischen Staubschicht eine sorgfältige Berücksichtigung der interstellaren Staubextinktion. Deshalb wird zunächst aus der Lage der Hauptreihe eines Sternhaufens im Zwei-Farben-Diagramm (ZFD) die interstellare Verrötung des Sternlichts, d. h. der Farbenexzeß E_{B-V}, abgelesen. Letzterer ist der Extinktion A_V im Visuellen direkt proportional: $A_V = R \cdot E_{B-V}$. Der Proportionalitätsfaktor R ist durch die optischen Eigenschaften der Staubpartikel bestimmt. In der galaktischen Astronomie spielt er eine Schlüsselrolle, da er bei allen photometrischen Entfernungsbestimmungen vorausgesetzt werden muß; letztlich hängt auch die abgeleitete Größe unseres Milchstraßensystems von seinem Wert ab. Man vergegenwärtige sich, daß bereits ein Fehler von einer halben Größenklasse bei der Helligkeitskorrektur A_V eine Unsicherheit in der Entfernung von 26 % nach sich zieht! Nach erfolgten Farb- und Helligkeitskorrekturen ist das Farben-Helligkeits-Diagramm (FHD) des untersuchten Sternhaufens an jenes der Hyaden, deren Parallaxe als bekannt vorausgesetzt wird, anschließbar. Die Helligkeitsdifferenz zwischen beiden ist ein Maß für die gesuchte Entfernung. (Die Hyaden fungieren in der Hierarchie der astronomischen Entfernungsbestimmungsmethoden als Standard für die Population-I-Entfernungsskala.)

In der Nachbarschaft der Sonne gibt es ungefähr 120 junge Sternhaufen. Sie sind in drei armähnlichen Gebilden angeordnet, die sich in der galaktischen Ebene befinden (Abb. 1). In-

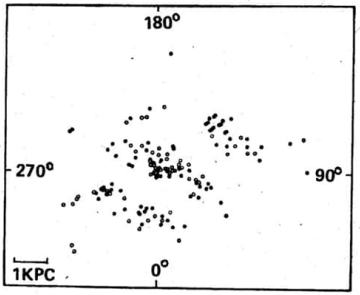


Abb. 1. Die Anordnung junger galaktischer Sternhaufen (●) und H II-Gebiete (○) in der galaktischen Ebene. Die Position der Sonne (⊙) befindet sich in der Bildmitte. Die Gradzahlen geben die galaktischen Längen an (nach BECKER und FENKART).

teressanterweise zeigen alte Sternhaufen — das Alter ergibt sich bei Sternhaufen aus der Lage des Abknickpunktes der oberen Hauptreihe — keinerlei Zuordnung zu einer Spiralstruktur (Abb. 2). Offensichtlich ist diese durch die Pekuliarbewegungen der einzelnen Haufen längst verwischt worden[1]).

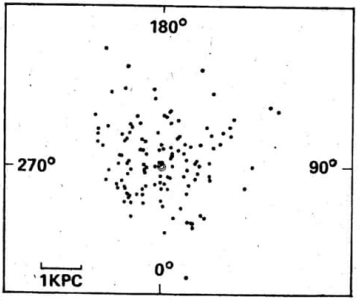


Abb. 2. Die Verteilung der alten galaktischen Sternhaufen läßt keinerlei Zuordnung zur lokalen Spiralstruktur mehr erkennen (nach BECKER und FENKART).

In das durch die jungen Sternhaufen markierte Skelett der lokalen Spiralstruktur passen sich auch die Delta-Cephei-Sterne und H II-Regionen (Emissionsnebel) überraschend gut ein. Die Sonne findet ihren Platz an der Innenkante des sogenannten Orionarms; zwei weitere Arme, der Perseusarm (oben) und der Sagittariusarm, sind zu erkennen. Leider fügen sich diese optisch gefundenen Spiralarme nur sehr schlecht in das großformatige Bild ein, das wir uns auf Grund radioastronomischer Beobachtungen vom Milchstraßensystem machen. Viele Astronomen sehen deshalb in „unserem" Arm nur ein irreguläres Anhängsel, eine Verbindungsbrücke zwischen dem Sagittarius- und Perseusarm.

Über die *Dichteverteilung* der anderen, nicht in den Spiralarmen konzentrierten Sterne der galaktischen Scheibe wissen wir hingegen erst wenig, was nicht zuletzt an der bereits erwähnten Form der Leuchtkraftfunktion dieser Sterne liegt. Nach den im großen und ganzen erfolglos gebliebenen stellarstatistischen Untersuchungen von H. v. SEELIGER (1849 bis 1924), K. SCHWARZSCHILD (1873–1916) und I. KAPTEYN (1851–1922) zu Beginn unseres Jahrhunderts, versucht man heute in mühevoller Kleinarbeit mittels einer Drei-Farben-Photometrie aus den Positionen eines Sterns im ZFD und FHD individuelle Entfernungen abzuleiten. In der Vergangenheit hat sich nämlich gezeigt, daß eine rein schematische Berücksichtigung der interstellaren Staubextinktion die Einzelheiten der Dichteverteilung zu sehr verschmiert. Wegen der schier unermeßlichen Sternzahlen beschränkt man sich auf Stichproben (KAPTEYNsche Eichfelder). Obwohl ein Ende dieser Sisyphusarbeit noch nicht abzusehen ist, zeichnet sich doch schon schemenhaft die Sternverteilung in dem überblickbaren Ausschnitt unseres Sternsystems ab. Relativ gut ist die Dichteabnahme senkrecht zur galaktischen Ebene für ausgewählte Sterntypen bekannt. Sterne hoher Effektivtemperatur, wie die Mitglieder der Spiralarmpopulation und die A-Sterne, sind danach wesentlich stärker zur galaktischen Ebene konzentriert als Sterne später Spektraltypen. Beispielsweise findet man einige 100 pc oberhalb der galaktischen Zentralebene kaum noch einen O- oder B-Stern, dagegen noch recht viele Riesen der Typen G und K.

In Richtung auf das galaktische Zentrum nehmen die Sternzahlen pro Volumeneinheit exponentiell zu; auf jeweils 4 kpc erhöht sich die Dichte um rund das Zehnfache. Eingelagert in diese allgemeine radiale Dichtevariation (vom Zentrum aus gesehen) sind echte Sternwolken, das sind Gebiete von überdurchschnittlich hoher Dichte, die vermutlich auch mit der großräumigen Spiralstruktur im Zusammenhang stehen.

Ein Relikt aus der Frühzeit unseres Milch-

[1] *Pekuliarbewegung:* ungeordnete, individuelle Bewegung eines Sternhaufens (oder Sterns) innerhalb der Galaxis.

straßensystems ist der *galaktische Halo*, über dessen Anteil an der Gesamtmasse des Systems die Meinungen auseinandergehen. Vermutlich stellt er nicht mehr als 10 % der Gesamtmasse dar. Die Halosterne, die als nahezu sphärisches System die galaktische Scheibe umgeben, weisen einen niedrigen Metallgehalt auf, womit in der Sternphysik die Häufigkeit aller schweren Elemente (schwerer als Bor), also auch die der Nichtmetalle, bezeichnet wird. Da sich die meisten Haloobjekte, z. B. Kugelsternhaufen und RR-Lyrae-Sterne, weit über die Schicht der interstellaren Materie erheben, bieten sie eine einzigartige Möglichkeit, die *Größe des galaktischen Systems* mit den Hilfsmitteln des optisch arbeitenden Astronomen auszuloten. Als Entfernungsindikatoren dienen dabei die RR-Lyrae-Sterne, Pulsationsveränderliche mit Schwingungsperioden unter einem Tag, die sich im FHD der Kugelsternhaufen auf dem Horizontalast (innerhalb der RR-Lyrae-Lücke) aufhalten. Als Riesensterne ($M_B = 0^m5$) sind sie noch über große Distanzen hinweg sichtbar. W. BAADE (1893–1960), der Entdecker der Sternpopulationen, hat 1953 in einem nur wenige Grad vom galaktischen Zentrum entfernten „Fenster" verhältnismäßig geringer interstellarer Extinktion die räumliche Dichte der RR-Lyrae-Veränderlichen längs des Sehstrahls untersucht und aus der Tatsache, daß sich diese Sterne bei 8,2 kpc häufen, geschlossen, daß sich in eben dieser Entfernung auch das galaktische Zentrum befinden müsse. (Die Dichte der RR-Lyrae-Sterne ist dort ungefähr 1000mal höher als in der Sonnenumgebung.) Der BAADEsche Wert von 8,2 kpc galt lange Zeit als revisionsbedürftig; inzwischen ist man aber geneigt, auf ihn zurückzukommen.

Gegen diese direkte Methode der Abstandsbestimmung Sonne – galaktisches Zentrum sind verschiedentlich Bedenken erhoben worden, welche die photometrische Vergleichbarkeit der zentrumsnahen RR-Lyrae-Sterne mit denjenigen, die wegen ihrer Nähe zu uns als Eichnormale für solche Untersuchungen dienen, in Zweifel ziehen. Dies Mißtrauen gründet sich auf Beobachtungshinweise, wonach der Metallgehalt der Mitglieder der Halopopulation in unmittelbarer Nachbarschaft des Zentrums weit höher sei als an der Peripherie des Milchstraßensystems. Als Folge eines solchen Effektes wären dann auch systematische Unterschiede in den Leuchtkräften zu erwarten. Heute bevorzugt man deshalb indirekte Verfahren, wenn es darum geht, die galaktische Entfernungsskala an die Hyadenparallaxe anzuschließen.

2.2. *Bewegungsvorgänge im Milchstraßensystem*

Einblicke in die kinematischen Verhältnisse verdanken wir den zahllosen *Eigenbewegungs-* und *Radialgeschwindigkeitsmessungen*, die mehrere Astronomengenerationen zusammengetragen haben. Zuvor müssen die beiden gemessenen Komponenten der Sternbewegung von dem verfälschenden Einfluß der Pekuliarbewegung des Sonnensystems (etwa 20 km s^{-1} in Richtung auf das Sternbild Herkules) relativ zu den nahen Fixsternen befreit werden. Diese Bewegung wurde 1783 von W. HERSCHEL entdeckt. Ihm war in den Eigenbewegungskatalogen eine gewisse Vorzugsrichtung aufgefallen, die er ganz richtig als Spiegelbild der Sonnenbewegung interpretierte.

Aus dynamischen Gründen muß die diskusförmige Sternenansammlung, die den optischen Eindruck des nächtlichen Milchstraßenbandes hervorruft, differentiell rotieren. Sterne, die sich näher am Rotationszentrum befinden als wir, umlaufen es mit höherer Winkelgeschwindigkeit; sie werden uns deshalb im Laufe der Zeit überholen, während umgekehrt die galaktischen „Außenseiter" zurückfallen. Zur Illustration des Gesagten wird oft auf unser Planetensystem verwiesen. Ein wesentlicher Unterschied darf aber dabei nicht übersehen werden: Im Gegensatz zu den Planeten, die dem gravitativen Einfluß einer dominierenden Zentralmasse, der Sonne, ausgesetzt sind, beschreiben die Sterne im kollektiven Gravitationsfeld der Galaxis keine komplanaren Ellipsenbahnen[1].

Die *differentielle Rotation* äußert sich in zwei beobachtbaren kinematischen Effekten: *den Doppelwellen in den Eigenbewegungen und Radialgeschwindigkeiten.* Ihr Zustandekommen ist aus der Abbildung 3 ersichtlich. Daß die Eigenbewegungswelle nach unten, zu negativen Werten, verschoben ist, kommt dadurch zustande, daß auch in einem starr rotierenden System von einem mitgeführten Beobachter eine (längenunabhängige) Drehung, sprich „Eigenbewegung", aller Sterne gegen das Inertialsystem[2] der Galaxien gemessen würde. In erster Näherung nehmen die Radialgeschwindigkeiten linear mit der Entfernung zu, die Eigenbewegungsdoppelwelle ist hingegen – da Winkelgeschwindigkeiten gemessen werden – von der Entfernung unabhängig. Die Radialgeschwindigkeiten können umgekehrt zur Entfernungsbestimmung benutzt werden, wenn erst

[1] *komplanar:* in (nahezu) der gleichen Ebene liegend
[2] *Inertialsystem:* als ruhend angenommenes Bezugssystem, das von den fernen Galaxien gebildet wird. (Allgemein bezeichnet ein Inertialsystem ein ruhendes oder gleichförmig bewegtes Bezugssystem.)

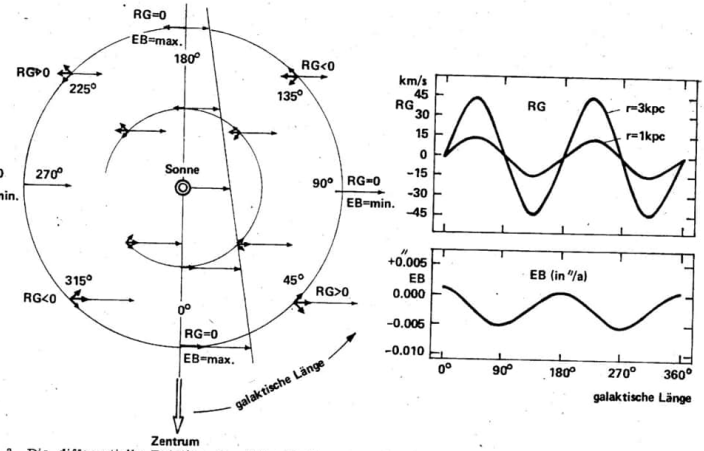


Abb. 3. Die differentielle Rotation der Milchstraße führt zu den beobachteten Doppelwellen in den Radialgeschwindigkeiten (RG) und Eigenbewegungen (EB) der Sterne. Die beiden Radialgeschwindigkeitskurven entsprechen einem Abstand von 1 kpc bzw. 3 kpc von der Sonne. Die dünn eingezeichneten Pfeile im linken Teil der Abbildung geben die tatsächlichen Rotationsgeschwindigkeiten wieder, die stark eingezeichneten die auf die Sonne bezogenen Bewegungskomponenten.

einmal die Beziehung zwischen der Amplitude der Radialgeschwindigkeitsdoppelwelle und der Entfernung geeicht ist (Rotationsparallaxen). Leider ist diese leistungsfähige Methode auf statistische Ensembles beschränkt, da sich im Einzelfall dem systematischen Effekt ein unkalkulierbarer pekuliarer Anteil überlagert, der allerdings von der Entfernung nicht abhängt. In etwas abgewandelter Form wird uns die Methode der Rotationsparallaxen bei der Interpretation der 21-cm-Daten, denen wir unsere Kenntnis der großräumigen Struktur der galaktischen Wasserstoffscheibe verdanken, wiederbegegnen.

Ohne nähere Begründung, die sich im übrigen leicht erbringen ließe, sei hier lediglich mitgeteilt, daß sich aus der entfernungsabhängigen Amplitude der Radialgeschwindigkeitsdoppelwelle und der Verschiebung der Eigenbewegungswelle zu negativen Werten hin bereits die Winkelgeschwindigkeit, mit der die Sterne unserer Umgebung um das galaktische Zentrum rotieren, zu rund 25 km s^{-1} kpc^{-1} ergibt. Nach Multiplikation mit der Entfernung des Milchstraßenzentrums folgt daraus die *Rotationsgeschwindigkeit* zu etwa 250 km s^{-1}, d. h., daß wir für einen Umlauf um das galaktische Zentrum ungefähr 250 Millionen Jahre benötigen. Unter der vereinfachenden Annahme, daß ein Großteil der Masse des Milchstraßensystems im Zentralgebiet konzentriert sei, kann unter Zuhilfenahme des NEWTONschen Gravitationsgesetzes aus der Rotationsgeschwindigkeit und dem bekannten Abstand zum Milchstraßenzentrum bereits die Masse des Milchstraßensystems abgeschätzt werden: $1{,}5 \cdot 10^{11}$ Sonnenmassen.

Die Vorstellung von einer allgemeinen Rotation unseres Milchstraßensystems kann sich auch auf Beobachtungen des galaktischen Halos stützen. Da der Halo praktisch nicht an der Rotation der Galaxis teilnimmt – die Halosterne und Kugelsternhaufen bewegen sich auf langgestreckten ellipsenähnlichen Bahnen, die häufig stark gegen die Milchstraßenebene geneigt sind, um das galaktische Zentrum –, kommt es, wenn diese Sterne zufällig in unsere Nähe gelangen, zu beachtlichen Relativgeschwindigkeiten zwischen diesen und unserer Sonne. Zu diesen Sternen gehören die „Schnelläufer", Sterne, die sich in der Nähe ihres Apogalaktikums befinden und deshalb mit Geschwindigkeiten von teilweise über 100 km s^{-1} hinter uns zurückbleiben, also eigentlich „Langsamläufer" sind. Ihr niedriger Metallgehalt verrät sie als typische Vertreter der Halopopulation.

Bereits mehrmals wurde der Begriff der *Sternpopulation* verwendet. Da sich seine Einfüh-

rung durch BAADE im Jahre 1944 als außerordentlich fruchtbar für unser Verständnis des galaktischen Systems erwiesen hat — der Populationsbegriff umfaßt nämlich sowohl regionale als auch kinematische, chemische und altersbedingte Unterschiede zwischen den Sternen der Galaxis —, soll er hier kurz erläutert werden. BAADE war aufgefallen, daß sich die FHD aus verschiedenen Milchstraßengegenden stark voneinander unterscheiden können — man denke nur an das FHD eines Kugelsternhaufens und vergleiche dieses mit dem eines offenen Sternhaufens — und teilte deshalb alle galaktischen Objekte zwei Sternfamilien zu. Inzwischen bevorzugt man Populationsschemata, die feiner differenzieren. Die Spiralarmpopulation ist dem Leser bereits bekannt. Sie besteht aus jungen Sternhaufen, Sternassoziationen sowie den interstellaren Gas- und Staubwolken, die für Spiralarme charakteristisch sind. Die extrem jungen Sterne dieser Population besitzen einen hohen Metallgehalt (einige Massenprozent) und kommen nur nahe der galaktischen Ebene vor.

Metallarme, alte Sterne bilden den galaktischen Halo. Typische Vertreter sind die Kugelsternhaufen, die RR-Lyrae-Sterne und die Schnelläufer. Die Halosterne bilden ein leicht abgeplattetes, nahezu sphärisches Untersystem, sie sind stark zum Milchstraßenzentrum konzentriert und bewegen sich auf langgestreckten, stark geneigten Bahnen durch die Galaxis. Vor rund 10 Milliarden Jahren entstanden, haben die ehedem massereichen Halosterne ihren Vorrat an Kernenergie längst verbraucht, sie fehlen deshalb im FHD eines Kugelsternhaufens. Die überlebenden, massearmen Vertreter liegen wegen ihres niedrigen Metallgehalts unterhalb (genauer: links) der Population-I-Hauptreihe — die durch die Hyaden definiert ist — und werden deswegen als Unterzwerge geführt.

Die meisten Sterne, unter ihnen auch unsere Sonne, gehören der Scheibenpopulation an. Sie haben bereits einen relativ hohen Metallgehalt und beschreiben nahezu kreisförmige Bahnen um das galaktische Zentrum.

(wird fortgesetzt)

KLAUS LINDNER

Astronomische Daten für das Schuljahr 1980/81

Mit dem vorliegenden Beitrag veröffentlicht unsere Zeitschrift zum zehnten Male eine Übersicht über die für den Unterricht wichtigen astronomischen Erscheinungen und Daten eines Schuljahres. Der erste Artikel dieser Reihe wurde geschrieben, um zur Einführung des (damals) neuen Lehrplanes für Astronomie im Schuljahr 1971/72 ergänzendes Material für die Planung und Durchführung der obligatorischen Schülerbeobachtungen zu bieten. Gleichzeitig sollte er einen Beitrag zur Aktualisierung leisten und den Lehrern zeigen, welche Beispiele und Hinweise sich aus den jeweiligen Konstellationen am Sternhimmel für den Unterricht gewinnen lassen.

Einer solchen stark unterrichtsbezogenen Aufgabenstellung sind die Artikel dieser Reihe auch in den Folgejahren gerecht geworden. Die Gliederung nach Lehrplanthemen hat sich gut bewährt. Auch in Zukunft werden die jährlich erscheinenden Beiträge über astronomische Daten die Aktualität des Astronomieunterrichts und der Tätigkeit in den Arbeitsgemeinschaften „Astronomie und Raumfahrt" nach Rahmenprogramm fördern und zugleich helfen, die obligatorischen Beobachtungen vorzubereiten. Darüber hinaus enthalten sie viele Anregungen für das selbständige Beobachten besonderer Ereignisse durch die Schüler.

Wie in den früheren Schuljahren ist die Zusammenstellung auf den Lehrplan für Astronomie, Klasse 10, bezogen. **Alle Zeiten sind in MEZ gegeben.** Dies ist besonders in den Monaten September sowie April bis Juli zu beachten; zur Umrechnung auf Sommerzeit muß 1 h addiert werden: **MEZ + 1 h = Sommerzeit.**

1. Die Erde als Himmelskörper

Tägliche und jährliche Bewegung

Die Erde durchläuft im Schuljahr 1980/81 den sonnennächsten Punkt ihrer Bahn (0,9833 AE) am 2. 1. 1981, $2^h 43^{min}$. Der sonnenfernste Punkt (1,0167 AE) wird am 5. 7. 1980, $18^h 06^{min}$ und am 4. 7. 1981, $0^h 18^{min}$ erreicht.

Die Jahreszeiten beginnen zu folgenden Zeitpunkten:

Herbst	22. 9. 1980, $22^h 09^{min}$
Winter	21. 12. 1980, 17 56
Frühling	20. 3. 1981, 18 03
Sommer	21. 6. 1981, 12 45
Herbst	23. 9. 1981, 4 05

Daraus ergibt sich die Dauer des Winterhalbjahres (auf der Nordhalbkugel der Erde, von Herbstanfang bis Frühlingsanfang gerechnet) zu 178,83 Tagen, die des Sommerhalbjahres zu 186,41 Tagen. Die Differenz beträgt etwa eine Woche; sie ist anschaulicher Beweis für die Gültigkeit des 2. Keplerschen Gesetzes.

Sternbilder

Am herbstlichen und frühwinterlichen Abendhimmel beeinträchtigen keine hellen Planeten

die Erkennbarkeit der Sternbilder. Im Spätwinter und in den Frühlingsmonaten ist jedoch Aufmerksamkeit geboten: Jupiter und Saturn beschreiben ihre Oppositionsschleifen zwischen den Sternbildern Löwe und Jungfrau und können wenig geübten Beobachtern die Orientierung in dieser Himmelsregion erschweren.

2. Der Erdmond

Bewegung und Phasen

Der Abschnitt 5 dieses Beitrages enthält, wie in den zurückliegenden Schuljahren, die Zeiträume der günstigsten Abendsichtbarkeit des Mondes. Für die Monate, in denen die Unterrichtseinheit „Der Erdmond" behandelt wird, sind dort auch die Zeiten der größten Erdnähe und Erdferne des Mondes gegeben.

Am Morgen des 5. 10. 1980 geht der abnehmende Mond so nahe an Venus vorüber, daß es für Orte nördlich von Potsdam zu einer kurzzeitigen Bedeckung kommt. (In Rostock dauert die Bedeckung bereits eine halbe Stunde. Sie beginnt gegen $6^h 30^{min}$ am beleuchteten Mondrand.) Eine Beobachtung dieses Ereignisses ist trotz des taghellen Himmels mit dem Schulfernrohr leicht möglich. Sie demonstriert die schnelle Ortsveränderung des Mondes sehr anschaulich.

Finsternisse

Auch im Schuljahr 1980/81 können vom Territorium der DDR aus keine Finsternisse beobachtet werden. Lediglich das Ende der partiellen Phase einer totalen Sonnenfinsternis am 31. 7. 1981 (Totalitätszone in der Sowjetunion) ist östlich der Linie Schwerin—Dresden wenige Minuten nach Sonnenaufgang zu sehen; im äußersten Nordosten der DDR endet die Finsternis 10 min nach Sonnenaufgang.

3. Das Sonnensystem

Merkur

kommt im Schuljahr 1980/81 dreimal in günstige Beobachtungsposition. In der Zeit vom 8. 11. bis 1. 12. 1980 kann er am Morgenhimmel im Südosten gesehen werden; am 19. 11. 1980 erreicht er mit 20° seinen größten westlichen Abstand von der Sonne und geht etwa 2 h vor ihr auf. In den beiden anderen Beobachtungsperioden geht Merkur am Abendhimmel etwa 90 min nach der Sonne unter. Vom 23. 1. bis zum 10. 2. 1981 ist er nach Sonnenuntergang im Südwesten zu beobachten (größter Winkelabstand von der Sonne am 2. 2. 1981: 18° Ost), und in den Tagen zwischen dem 10. 5. und dem 3. 6. 1981 erscheint er am Nordwesthimmel (größter östlicher Abstand von der Sonne am 27. 5.: 23°). Die scheinbaren Helligkeiten unterscheiden sich nur unwesentlich: 19. 11. 1980 $+0^m 1$; 2. 2. 1981 $-0^m 3$; 27. 5. 1981 $+0^m 6$.

Am Abend des 23. 1. 1981 geht Merkur in einem Abstand von nur 0°3 südlich an Mars vorüber. Die beiden Planeten sind in der Abenddämmerung tief im Südwesten beobachtbar.

Venus

ist zum Schuljahresbeginn ein ganz auffallendes Gestirn am Morgenhimmel. Ihre Sichtbarkeitsdauer beträgt im September und im Oktober gegen 4 h und geht dann allmählich zurück. In den Winterferien 1981 wird Venus unsichtbar, kommt am 7. 4. 1981 in obere Konjunktion zur Sonne und kann erst ab Ende Mai als „Abendstern" wieder gesehen werden. Im Fernrohr zeigt der helle Planet das ganze Schuljahr über keine Sichelgestalt; der beleuchtete Teil ist stets größer als 50 Prozent. Der scheinbare Radius nimmt von 11″ am 1. 9. 1980 bis auf 5″ gegen Ende der Morgensichtbarkeit ab.

In den Tagen um den 1. 11. 1980 kann ein naher Vorübergang der Venus an Jupiter und Saturn am Morgenhimmel verfolgt werden; er bietet gute Gelegenheit zum Studium der raschen scheinbaren Ortsveränderung eines Planeten. Über eine Bedeckung der Venus durch den Mond vgl. Abschnitt 2 dieses Beitrages.

Mars

ist nur in der ersten Schuljahreshälfte und nur unter sehr ungünstigen Beobachtungsbedingungen zu sehen. Von September 1980 bis Mitte Januar 1981 geht er etwa 90 Minuten nach der Sonne, d. h. nur wenige Minuten nach Dämmerungsende, unter. Er befindet sich im Südwesten, tief über dem Horizont.

Jupiter und Saturn

bewegen sich im Schuljahr 1980/81 zwischen den Sternbildern Löwe und Jungfrau. Ihre Oppositionsschleifen liegen jedoch bereits vollständig im Bereich des Sternbildes Jungfrau.

Ende September werden beide Planeten kurz vor Beginn der Morgendämmerung im Osten sichtbar. Ihre Aufgangszeit verfrüht sich ständig und erreicht zur Jahreswende die Mitternachtsgrenze. Ab März beherrschen Jupiter und Saturn den Abendhimmel; die Opposition zur Sonne wird von Jupiter am 26. 3. 1981, von Saturn einen Tag später durchlaufen.

Schon Ende Oktober bis Anfang November bietet sich dem Beobachter eine reizvolle Konstellation am Morgenhimmel im Osten: Die strahlend helle Venus (−3,5 Größenklassen) passiert am 30. 11. 1980 den mit −1,3 Größenklassen deutlich schwächeren Jupiter in nur 0°4 Abstand. 4° links davon befindet sich der noch schwächere leuchtende Saturn. Am 3. 11. passiert Venus den Ringplaneten, und am Morgen des 4. 11. gesellt sich die Sichel des abnehmenden Mondes zu den drei Planeten. Dieses Zu-

sammentreffen heller Gestirne findet im Sternbild Jungfrau statt und ist jeweils morgens ab $3^h 50^{min}$ beobachtbar.

Die Bahnschleife des Jupiter umfaßt die des Saturn, dabei kommt es zur dreimaligen Begegnung beider Riesenplaneten im Verlaufe einer Sichtbarkeitsperiode. (In der Astrologie spielte ein derartiges Ereignis unter der Bezeichnung „Große Konjunktion" eine besondere Rolle! Die letzte „Große Konjunktion" fand 1940/41 statt; das nächste Mal wird sie erst in den Jahren 2238/39 eintreten.) Am 14. 1. 1981 überholt Jupiter den langsameren Saturn; beide Planeten sind noch rechtläufig. Am 19. 1. wird Saturn, am 25. 1. auch Jupiter rückläufig. Jupiter bewegt sich auch im rückläufigen Bahnabschnitt schneller und überholt Saturn deshalb am 19. 2. 1981. Schließlich beenden Jupiter am 28. 5. und Saturn am 6. 6. die rückläufige Bewegung; wieder erlangt Jupiter die größere (scheinbare) Geschwindigkeit. Am 30. 7. 1981 überholt er zum dritten Male den Saturn. Zur Zeit der ersten Begegnung sind beide Planeten am Morgenhimmel zu sehen; während der zweiten stehen sie schon in den späten Abendstunden genügend hoch über dem Osthorizont. Die dritte Begegnung ereignet sich in der Abenddämmerung am Westhimmel.

Zu Zeit der zweiten Begegnung des Jupiter mit Saturn bringt der Mond weitere Bewegung in den Himmelsanblick. Er passiert am 22. 2. 1981 (drei Tage nach Vollmond) gegen 1^h die noch sehr nahe beieinander stehenden Riesenplaneten. Die betreffende Himmelsgegend geht zu dieser Zeit gegen $21^h 30^{min}$ auf.

Fernrohrbeobachter sehen den Saturnring noch sehr schmal. Erst am 23. 7. 1980 hat die Erde (wie vorher im Oktober 1979 und im März 1980) die Ringebene passiert. Im Schuljahr 1980/81 übersteigt das Achsenverhältnis der scheinbaren Ringellipse noch nicht den Wert 1:8. In den nächsten 7½ Jahren wird sie nun wieder breiter werden, bis sie 1987/88 ihre größte Öffnung erreicht.

Äußere Planeten

Uranus beschreibt, aus dem Sternbild Waage kommend, seine Oppositionsschleife zwischen Waage und Skorpion am frühsommerlichen Abendhimmel. *Neptun* befindet sich im Schlangenträger. (Obgleich der Schlangenträger nicht zu den Tierkreissternbildern gezählt wird, verläuft ein beträchtliches Stück der Ekliptik durch dieses Sternbild.) *Pluto* verbleibt im nördlichen Teil des Sternbildes Jungfrau.

Kometen

In den Monaten Oktober bis Dezember 1980 wird der Komet ENCKE in günstige Beobachtungsposition gelangen. Seine scheinbare Bahn verläuft vom Großen Bären (Ende Oktober) durch die Sternbilder Bootes, Jungfrau, Waage (Anfang Dezember) zum Skorpion (Mitte Dezember). Für die Zeit vom 10. 11. bis zum 10. 12. 1980, in der er voraussichtlich für eine Beobachtung mit dem Schulfernrohr oder mit dem bloßen Auge hell genug erscheinen wird, enthält die folgende Tabelle alle nötigen Daten:

Datum 1980	voraussichtliche scheinbare Helligkeit	Komet im Sternbild	Aufgang des Kometen MEZ	Himmelsrichtung	Dämmerungsbeginn MEZ
10. 11.	7^m	Bootes/Jungfrau	$3^h 30^{min}$	NO	$5^h 54^{min}$
20. 11.	6	Jungfrau/Waage	5 00	O	6 09
30. 11.	5	Waage	5 40	SO	6 22
5. 12.	5	Waage	6 05	SO	6 28
10. 12.	5	Skorpion	6 25	SO	6 33

Anschließend befindet sich der Komet, von der Erde aus gesehen, zu nahe an der Sonne. Wenn er (Mitte Februar 1891) zwischen den Sternbildern Steinbock und Schütze wieder sichtbar wird, ist seine scheinbare Helligkeit bereits geringer als 13 Größenklassen.

4. Die Sonne

Das Maximum der Sonnenaktivität ist bei Schuljahresbeginn überschritten. Dennoch kann mit kräftigen Aktivitätserscheinungen und dem Auftreten attraktiver Sonnenfleckengruppen auch für 1980/81 gerechnet werden.

5. Astronomischer Kalender 1980/81

Die folgende Zusammenstellung enthält wichtige astronomische Daten des Schuljahres in chronologischer Reihenfolge. Die in Klammern beigefügten Angaben nennen in der Regel das Sternbild, in dem sich die Konstellation ereignet, und die günstigste Beobachtungszeit. Bei den Mondvorübergängen an hellen Planeten sind Winkelabstände genannt, die sich auf den Erdmittelpunkt als Beobachtungsort beziehen. Wegen der parallaktischen Verschiebung steht der Mond für Beobachtungsorte in der DDR scheinbar um 0°4 bis 0°8 südlicher. Für die wichtigsten Erscheinungen findet sich eine ausführliche Beschreibung im Text. **Alle Zeiten sind MEZ.**

September 1980

Mond am Abendhimmel: So., 14. 9., bis Sa., 27. 9.

Fr., 5. 9., 11^h Mond 0°1 südlich der Venus (Krebs; ab $1^h 20^{min}$ beobachtbar)

Sa., 13. 9., 11^h Jupiter in Konjunktion zur Sonne (Löwe)

Mo., 22. 9., 22^h Herbstanfang

Di., 23. 9., 3^h Saturn in Konjunktion zur Sonne (Jungfrau)

Oktober 1980
Mond am Abendhimmel: Di., 14. 10., bis So., 26. 10.
So., 5. 10., 7h Mond bedeckt Venus (in den Nordbezirken der DDR als Bedeckung, in der Mitte und im Süden als sehr naher Vorübergang zu beobachten)
Do., 9. 10., 16h Mond in Erdferne
Sa., 11. 10., 5h Merkur in östlicher Elongation (25° Abstand von der Sonne; der Planet bleibt unsichtbar)
Do., 23. 10., 15h Mond in Erdnähe
Do., 30. 10., 21h Venus geht 0°4 nördlich an Jupiter vorüber (Jungfrau; vom 28. 10. bis 2. 11. ab 3h 40 min beobachtbar)

November 1980
Mond am Abendhimmel: Mi., 12. 11., bis Di., 25. 11.
Mo., 3. 11., 11h Merkur in unterer Konjunktion zur Sonne (Waage)
Mo., 3. 11., 23h Venus geht 0°6 südlich an Saturn vorüber (Jungfrau; vom 1. 11. bis 5. 11. ab 3h 50 min beobachtbar)
Di., 4. 11., 2h Mond 3° nördlich des Jupiter
Di., 4. 11., 11h Mond 2° nördlich des Saturn
Di., 4. 11., 12h Mond 2° nördlich der Venus
(Jungfrau; am 4. 11. ab 3h 50 min beobachtbar)
Mi., 5. 11., 18h Mond in Erdferne
Sa., 8. 11., Beginn der Morgensichtbarkeit des Merkur
Mi., 19. 11., 20h Merkur in westlicher Elongation (20° Abstand von der Sonne; Aufgang etwa 5h 30 min im Südosten)
Fr., 21. 11., 2h Mond in Erdnähe

Dezember 1980
Mond am Abendhimmel: Fr., 12. 12., bis Mi., 24. 12.
Mo., 1. 12., Ende der Morgensichtbarkeit des Merkur
Mo., 1. 12., 18h Mond 3° nördlich des Jupiter
Mo., 1. 12., 22h Mond 2° nördlich des Saturn
(Jungfrau; am 1. und 2. 12. jeweils ab 2h beobachtbar)
So., 21. 12., 18h Wintersanfang
Mo., 29. 12., 8h Mond 3° nördlich des Jupiter
Mo., 29. 12., 9h Mond 2° nördlich des Saturn
(Jungfrau; am 29. 12. ab 0h 45 min beobachtbar)
Mi., 31. 12., 11h Merkur in oberer Konjunktion zur Sonne (Schütze)

Januar 1981
Mond am Abendhimmel: Sa., 10. 1., bis Fr., 23. 1.
Fr., 2. 1., 3h Erde im Perihel
Mi., 14. 1., 9h Jupiter geht 1° südlich an Saturn vorüber (Jungfrau; den ganzen Monat über ab 0h 30 min beobachtbar)
Mo., 19. 1., 21h Saturn wird rückläufig (Jungfrau)
Di., 20. 1., 9h Halbschattenfinsternis des Mondes, in der DDR nicht sichtbar
Fr., 23. 1., Beginn der Abendsichtbarkeit des Merkur
Fr., 23. 1., 23h Merkur geht 0°3 südlich an Mars vorüber (Steinbock; in der Abenddämmerung tief im Südwesten beobachtbar)
So., 25. 1., 11h Jupiter wird rückläufig (Jungfrau)
So., 25. 1., 18h Mond 2° nördlich des Saturn
So., 25. 1., 19h Mond 3° nördlich des Jupiter
(Jungfrau; ab 23h beobachtbar)

Februar 1981
Mond am Abendhimmel: So., 8. 2., bis Sa., 21. 2.
Mo., 2. 2., 2h Merkur in östlicher Elongation (18° Abstand von der Sonne; Untergang etwa 18h 15 min im Westen)
Mi., 4. 2., 23h Ringförmige Sonnenfinsternis; in der DDR nicht sichtbar
Di., 10. 2., Ende der Abendsichtbarkeit des Merkur
Di., 17. 2., 13h Merkur in unterer Konjunktion zur Sonne (Wassermann)
Do., 19. 2., 8h Jupiter geht 1° südlich an Saturn vorüber (Jungfrau; den ganzen Monat über ab 22h 30 min beobachtbar)
So., 22. 2., 1h Mond 3° nördlich des Jupiter
So., 22. 2., 1h Mond 2° nördlich des Saturn
(Jungfrau; am 21. 1. ab 22h beobachtbar)

März 1981
Mond am Abendhimmel: Di., 10. 3., bis Mo., 23. 3.
Mo., 16. 3., 2h Merkur in westlicher Elongation (28° Abstand von der Sonne; der Planet bleibt unsichtbar)
Fr., 20. 3., 16h Frühlingsanfang
Sa., 21. 3., 3h Mond 3° nördlich des Jupiter
Sa., 21. 3., 5h Mond 2° nördlich des Saturn
(Jungfrau; die ganze Nacht beobachtbar)
Do., 26. 3., 7h Jupiter in Opposition zur Sonne (Jungfrau)
Fr., 27. 3., 6h Saturn in Opposition zur Sonne (Jungfrau)

April 1981
Mond am Abendhimmel: Mi., 8. 4., bis Mi., 22. 4.
Do., 2. 4., 15h Mars in Konjunktion zur Sonne (Fische)
Di., 7. 4., 10h Venus in oberer Konjunktion zur Sonne (Fische)
Fr., 17. 4., 2h Mond 3° nördlich des Jupiter
Fr., 17. 4., 7h Mond 2° nördlich des Saturn
(Jungfrau; in der Nacht zum 17. 4. bis 3h beobachtbar)
Mo., 27. 4., 18h Merkur in oberer Konjunktion zur Sonne (Widder)

Mai 1981
Mond am Abendhimmel: Do., 7. 5., bis Fr., 22. 5.
So., 10. 5., Beginn der Abendsichtbarkeit des Merkur
Do., 14. 5., 4h Mond 3° nördlich des Jupiter
Do., 14. 5., 10h Mond 2° nördlich des Saturn
(Jungfrau; in der Nacht zum 14. 5 bis 1h 30 min beobachtbar)
Mi., 27. 5., 5h Merkur in östlicher Elongation (23° Abstand von der Sonne; Untergang etwa 21h 40 min im Nordwesten)
Do., 28. 5., 10h Jupiter wird rechtläufig (Jungfrau)

Juni 1981
Mi., 3. 6., Ende der Abendsichtbarkeit des Merkur
Sa., 6. 6., 3h Saturn wird rechtläufig (Jungfrau)
Mi., 10. 6., 10h Mond 3° nördlich des Jupiter
Mi., 10. 6., 15h Mond 2° nördlich des Saturn
(Jungfrau; am 10. 6. bis 23h 30 min beobachtbar)
So., 21. 6., 13h Sommersanfang
Mo., 22. 6., 2h Merkur in unterer Konjunktion zur Sonne (Stier/Zwillinge)

Juli 1981
Sa., 4. 7., 0h Erde im Aphel
Di., 14. 7., 14h Merkur in westlicher Elongation (21° Abstand von der Sonne; der Planet bleibt unsichtbar)
Fr., 17. 7., 6h Partielle Mondfinsternis; in der DDR unsichtbar
Do., 30. 7., 23h Jupiter geht 1° südlich an Saturn vorüber
Fr., 31. 7., 5h Totale Sonnenfinsternis; im äußersten Nordosten der DDR kurz nach Sonnenaufgang als partielle Finsternis sichtbar.

Literatur:
AHNERT, P.: **Kalender für Sternfreunde 1980.** Leipzig 1979.
Astronomičeskij Eshegodnik SSSR na 1980 god. Leningrad 1977.
Astronomičeskij Eshegodnik SSS Rna 1981 god. Leningrad 1978.

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

KLAUS FRIEDRICH

Jubiläen in Astronomie und Raumfahrt im Schuljahr 1980/81

Die nachstehenden Angaben zu Jubiläen aus der Geschichte der Astronomie und Raumfahrt sowie zu einigen ihrer prominentesten Pioniere und Wissenschaftler sind durch ihren Lehrplanbezug zur Belebung und zur Aktualisierung des Astronomieunterrichts und der Ar-

beitsgemeinschaftstätigkeit geeignet. Literaturhinweise erfolgen nur dort, wo durch das „Gewicht des Jubiläums" ohnehin eine Recherche nach Detailinformationen erforderlich wird. Der vorangestellten Numerierung entspricht der Lehrplanabschnitt, in dem auf das Jubiläum eingegangen werden kann.

1.1.2. 4. Oktober, **100. Todestag von WILLIAM LASSELL** (1799–1880), englischer Astronom und Instrumentenbauer der „Epoche der großen Metallspiegel". Entdeckte mit seinem selbstgebauten 60-cm-Teleskop 1846 den Neptunmond Triton, nahezu gleichzeitig 1848 mit dem Amerikaner BOND den Saturnmond Hyperion und 1851 die Uranusmonde Ariel und Umbriel.
Nach der Übersiedlung nach Malta entstand 1852 sein größtes Instrument mit 1,22 m Durchmesser und 11,3 m Brennweite, mit dem er u. a. über 600 Nebelflecke entdeckte. Erstmalig erhielt ein Gerät dieser Größe eine parallaktische Montierung (vgl. im Gegensatz dazu das Instrument HERSCHELS, Lehrbuch S. 98). Auch die gewählte Gabelmontierung war für den weiteren Instrumentenbau wegweisend (z. B. ebd., S. 10, 2-m-Spiegelteleskop des Observatoriums Tautenburg). LASSELL muß ebenfalls den — wenigstens im Alter — „wunderlichen Konstrukteuren" zugerechnet werden, da er noch kurz vor seinem Tode das Instrument selbst vollständig zerstörte.

1.2.1. 1. November, **100. Geburtstag,** Ende November **50. Todestag von ALFRED WEGENER** (1880–1930). Deutscher Astronom, später Geophysiker und Meteorologe. In Berlin geboren, studierte bei W. FOERSTER und J. BAUSCHINGER und war Mitarbeiter der Berliner Urania-Sternwarte. Nach seiner Promotion (1905: „Die Alfonsinischen Tafeln für den Gebrauch eines modernen Rechners") am Aerologischen Observatorium Lindenberg, ab 1909 in Marburg, später Professor in Hamburg und ab 1924 in Graz. Ab 1906 zwischenzeitlich 4 Grönlandreisen, auf deren letzter er verunglückte.
Arbeitete u. a. über Paläoklimatologie, Thermodynamik der Atmosphäre und Meteore (ihre hochatmosphärische Deutung). Besonders bekannt wurde er 1915 durch seine Theorie der Kontinentalverschiebung, wonach die heutigen Kontinente als Ergebnis einer Drift zu verstehen sind. Die Lehre setzte sich nur zögernd durch.

1.3.3. September 1980: **10 Jahre nach Landung von „Luna 16" auf dem Mond** (20. 9.). Erstmaliges weiches Aufsetzen eines Raumflugkörpers auf der Nachtseite unseres Trabanten (Mare Foecunditatis). 21. 9. Start der Rückkehrkapsel mit Mondgestein, am 24. 9. Landung des Rückkehrbehälters auf der Erdoberfläche. Das rund 6 m weit reichende Bohrwerkzeug garantierte Bodenproben aus vom Bremstriebwerk nicht getroffenen Gebieten. Raumfahrttechnisch ist ferner der Rückstart mit dem ersten direkten Erdanflug interessant.

1.3.3. 10. November 1980: **10 Jahre nach Landung des ersten Mondmobils „Lunochod 1"** (mit der Sonde „Luna 17"). Erstes bewegliches automatisches Mondlaboratorium mit einer umfassenden Forschungsautomatik und einer Lebensdauer von rund 11 Monaten. Untersuchte bei einer Fahrstrecke von 10,5 km u. a. 80 000 m^2 Mondoberfläche und verschiedene physikalische Parameter des lunaren, solaren und stellaren Bereiches.

1.4.3. Im Verlauf des Jahres 1981: vor 300 Jahren erschien die Schrift **„Astronomische Betrachtung des Grossen Cometen . . ."** (von 1680), (Plauen 1681). Der Autor **GEORG SAMUEL DÖRFFEL,** bis 1684 Diakon in Plauen und von da ab bis zu seinem Tod (1688) Pfarrer in Weida, interpretierte darin seine Kometenbeobachtungen von 1680. Er erörtert erstmalig für Kometen stark exzentrische bis parabolische Bahnen. DÖRFFEL hat sich auch noch durch Mondbeobachtungen zu seiner Zeit einen Namen gemacht.

1.4.4. 12. April 1981: **20 Jahre nach dem ersten bemannten Raumflug durch JURI ALEXEJEWITSCH GAGARIN** (1934–1968), UdSSR. Der 12. April ist auf Beschluß der FAI (Internationale Luftfahrtföderation) der Tag der Luft- und Raumfahrt. Weiteres s. Lexika.

1.5.2. 15. November: **350. Todestag von JOHANNES KEPLER** (1571 –1630). Mathematiker und Astronom der nachkopernikanischen Epoche (Biographisches s. Wollgast/Marx: Johannes Kepler, Leipzig 1976). Wichtigste Leistungen: mathematische Beschreibung der Planetenbewegungen (1. und 2. Gesetz. 1609, 3. Gesetz 1619). KEPLER korrigierte damit das von COPERNICUS aus der Antike übernommene System von den Kreisbahnen der Planeten und vollzog den wissenschaftlich-methodischen Schritt von der Beobachtung zur Theorie und mit den Rudolphinischen Tafeln (1627) wiederum den Schluß zurück auf die Praxis. Die Tafeln besaßen einen bis dahin unerreichten Genauigkeitsgrad. KEPLER begründete ferner die Theorie des Fernrohrs und schuf das später nach ihm benannte Keplersche bzw. astronomische Fernrohr.

1.5.2. (2.2.1.) 13. März 1981: **200 Jahre nach Entdeckung des Planeten Uranus durch FRIEDRICH WILHELM HERSCHEL** (1738 bis 1822). 1757 von Hannover nach Slough (bei Windsor,

England) übergesiedelt, war HERSCHEL zum Zeitpunkt dieser Entdeckung noch Musiker und beobachtete als Amateur mit selbstgebauten Metallspiegel-Teleskopen eine Fülle verschiedenster Phänomene. Bei Positionsmessungen im Sternbild Zwillinge mit starken Vergrößerungen auf der Spur nach Fixsternparallaxen fiel HERSCHEL der unbekannte Planet zunächst als Objekt mit größerem Durchmesser gegenüber den punktförmig erscheinenden Sternen auf. Vorerst hielt er das entdeckte Objekt für einen Kometen, bis die konstant bleibende Erscheinung (Helligkeit, Kreisform und Durchmesser) in der allmählichen Positionsänderung als Hinweis auf die Existenz eines Planeten verstanden werden mußte. Anhand zurückliegender Beobachtungen von Sternpositionen, u. a. von den Astronomen FLAMSTEED, BRADLEY und T. MAYER, die den Planeten für einen Fixstern angesehen hatten, konnten schon bald genaue Planetentafeln erarbeitet werden. Da sich die Planetenposition, mit deren Berechnung sich neben DELAMBRE auch BESSEL beschäftigte, über Jahre bzw. Jahrzehnte aber nie genauer als um 10 bis 20 Bogensekunden bestimmen ließ, lag schon frühzeitig der Gedanke an eine große Störmasse nahe, die mit einem weiteren „teleskopischen" Planeten in Verbindung gebracht wurde (1846 Entdeckung des Neptun durch den Berliner Astronomen GALLE). So führte die zufällige Entdeckung des Uranus schließlich zur „planmäßigen Entdeckung" des Neptun. Seit seiner Entdeckung umlief Uranus erst 2,38mal die Sonne.

2.4.1. Im zweiten Schulhalbjahr: **50 Jahre „Schmidt-System"**. 1931 veröffentlichte BERNHARD WOLDEMAR SCHMIDT (1879—1935) (vgl. Astronomie in der Schule 1979, 1, 12 f.) seine Erfindung über „Ein lichtstarkes komafreies Spiegelsystem". Die systembedingten Vorteile (knapp beschrieben in „abc brockhaus astronomie" unter „Spiegelteleskope") belegt der Erfinder in der nur rund zwei Seiten umfassenden Originalpublikation u. a. anschaulich durch zwei Foto-Beispiele. Während bei Parabolspiegeln mit einem Öffnungsverhältnis von 1:3 „... die Streuung durch die Koma bei einem Gesichtsfelddurchmesser von nur 1 Grad bereits 37 Bogensekunden beträgt, ..." stellt SCHMIDT eine 16-Grad-Aufnahme mit seiner 1:1,75-Kamera vor. Selbst eine 10fache Vergrößerung der äußersten Randpartie des Fotos (8 Grad Abstand von der Bildmitte) zeigt mehrere 100 Sternbilder mit symmetrischer Lichtverteilung. SCHMIDT schließt seine Erstmitteilung mit den Worten: „Das hier beschriebene lichtstarke komafreie Spiegelsystem bietet nach den vorstehenden Ausführungen große Vorteile hinsichtlich Lichtstärke und fehlerfreier Abbildung. Voraussetzung hierfür ist aber eine technisch vollkommene Herstellung der Korrektionsplatte." Um dieses Verfahren aber lichtete sich erst nach seinem Tod der Schleier (vgl. o. a. Beitrag). Nach wie vor ist das Schmidt-System, inzwischen konstruktiv verschiedenartig variiert, hinsichtlich des Gesichtsfeldes, der Abbildungsgüte und Lichtstärke unübertroffen. Das 2-m-Universalteleskop des Observatoriums Tautenburg ist in der „Schmidt-Variante" mit einem Korrektionsspiegel-Durchmesser von 1,34 m das derzeit größte Instrument.

Chronologische Ordnung der Jubiläen

Sept. 1980	10 Jahre „Luna 16".
4. 10. 1980	100. Todestag von W. LASSELL
1. 11. 1980	100. Geburtstag von A. WEGENER
10. 11. 1980	10 Jahre „Lunochod 1"
15. 11. 1980	350. Todestag von J. KEPLER
Jahr 1981	300 Jahre Kometenschrift von G. S. DÖRFFEL
Jahr 1981	50 Jahre Schmidt-System
13. 3. 1981	200 Jahre Uranusentdeckung
12. 4. 1981	**20 Jahre erster bemannter Raumflug**

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

HARTMUT KEMPF

Zur Erarbeitung von Zusammenhängen in der Stoffeinheit „Das Planetensystem"

Die Erarbeitung von Zusammenhängen hat im Astronomieunterricht eine große Bedeutung, weil eine Fülle von Einzelkenntnissen zu verarbeiten ist, ohne daß dabei das Wesentliche übersehen werden darf. Im folgenden wird an einigen Beispielen versucht, die Erarbeitung wesentlicher Zusammenhänge in der Stoffeinheit *Planetensystem* darzustellen. Es sind Zusammenhänge, die im Unterricht mehrfach gebraucht und weltanschaulich ausgewertet werden können.

Bereits in der ersten Unterrichtsstunde erarbeite ich mit den Schülern im Unterrichtsgespräch bei der *Definition des Begriffs „Astronomie"* die grundlegenden *Unterschiede zweier wichtiger Gruppen von Himmelskörpern, der Planeten und der Sterne.* Die Schüler haben aus vergangenem Unterricht (Geographie, Physik) Einzelkenntnisse über die Erde und die Sonne, die jeweils als typische Mitglieder zweier physikalisch grundverschiedener Gruppen von Himmelskörpern darge-

stellt werden. Dann werden diese Einzelkenntnisse sondiert und gruppiert, etwa wie im folgenden Tafelbild (Folie, Abb. 1; **halbfettgedruckter** Text). In dieser Übersicht erscheinen die Eigenschaften der Sonne (als Stern) entgegengesetzt den Eigenschaften des Planeten Erde. Die Übersicht kann in der ersten Stunde chemischen Eigenschaften, bestimmten Bewegungsformen usw. die Zugehörigkeit eines bestimmten Himmelskörpers zur Gruppe der Planeten zu beweisen. In der Regel bin ich gerade hier auf Besonderheiten der einzelnen Klassen eingegangen und habe verschiedene Formen der Arbeit mit dem Stoff ausprobiert.

Abb. 1

Astronomie **Wissenschaft von den Eigenschaften, der Bewegung und der Entwicklung kosmischer Objekte**		
Sterne (Sonnen)	**Planeten**	**Kleinkörper**
Selbstleuchtende heiße Gaskugeln mit eigener Energiequelle (Kernfusion)	**Von der Sonne beleuchtete und erwärmte kugelförmige Körper, zum Teil mit festen Oberflächen**	Von der Sonne beleuchtete und erwärmte meist unregelmäßig geformte Gebilde (Planetoiden, Kometen, Meteore, Gas- und Staubteilchen
Große Massen *(Sonne: 330 000 Erdmassen)*	*Kleine Massen* *(Alle Planeten zusammen: 1/750 Sonnenmasse)*	Sehr kleine Massen
Große Gravitationskraft *ermöglicht Planetensystem*	**Geringe Gravitationskraft** *ermöglicht System von Monden (Mond: Begleiter, umläuft den Planeten)*	Sehr geringe Gravitationskraft

nicht näher erläutert werden. Sie dient zunächst als Beispiel für die Anwendung der Definition des Begriffes „Astronomie". Die Schüler sind darauf eingestimmt, daß mit diesem Material weitergearbeitet wird. Dies bietet sich bereits in der Unterrichtseinheit 1.2. „Die Erde als Himmelskörper" an. Neu erarbeitete astronomische Kenntnisse (z. B. über die Gestalt der Erde) wie auch reaktivierte Kenntnisse aus dem Geographieunterricht (z. B. über die Atmosphäre) können an dieser Übersicht überprüft werden, z. B. im Auftrag: Beweisen Sie die Zugehörigeit der Erde zu den Planeten! Diese Aufgabe habe ich bevorzugt als Hausaufgabe gestellt. Durch Systematisierung, eventuell vor einer schriftlichen Leistungskontrolle, werden die Kenntnisse über wesentliche Unterschiede zwischen Planeten und Sternen im Unterrichtsgespräch präzisiert. As Ergebnis entsteht eine verbesserte und ergänzte Tabelle (Deckfolie zu Abb. 1; *kursiv* gedruckter Text). Die gegenüber der Tabelle (1) weiterführenden Angaben müssen natürlich aus dem Unterrichtsgeschehen heraus entstehen. Sie müssen verständlich und überschaubar sein. *Die Schüler erleben durch ständige Arbeit an dieser Darstellung die Vervollkommnung ihres Wissens. Sie üben sich im Erkennen und Darstellen des Wesentlichen.*

Die weitere Anwendung dieser Erkenntnisse im Kapitel 1.4. „Das Planetensystem" und 1.5. „Die Entwicklung der Vorstellungen über das Planetensystem" kann vielseitig erfolgen. Zum Beispiel können die Schüler die Hausaufgabe erhalten, aus gegebenen physikalischen und Recht gut kann man von den Erwartungen der Schüler, die sie der Abbildung (2) entnehmen, ausgehen und Wissensspeicher anbieten, z. B. Tabellen, Fotografien, Beschreibungen und dabei neueste Erkenntnisse der Raumfahrt einflechten. Einzelheiten brauchen sich die Schüler nicht einzuprägen, aber sie sollen mit ihnen umzugehen verstehen. Sie lernen so, allgemeine Eigenschaften der Planeten von Besonderheiten zu trennen. Bei der Behandlung

Abb. 2

Jupiter- und erdähnliche Planeten	
jupiterähnliche Planeten	erdähnliche Planeten
große Massen	kleine Massen
– relativ große Gravitationswirkung	– relativ kleine Gravitationswirkung
– Gase können nur schwer aus der Atmosphäre entweichen	– die leichten Gase H und He entweichen aus der Atmosphäre rasch
– Planet besteht im wesentlichen aus leichten Stoffen, z. B. H, He	– Planet besteht im wesentlichen aus relativ schweren Stoffen
– sonnenferne Planeten	– sonnennahe Planeten

der Kleinkörper werden diese Kenntnisse erweitert. Am Ende der Unterrichtseinheit 1.4. „Das Planetensystem" entsteht ein Tafelbild als Zusammenfassung (zweite Deckfolie zu Abb. 1.).

Für die Schüler ist jetzt mit geringen Hilfen erkennbar, welche überragende Bedeutung die

Masse eines Himmelskörpers hat. Wenn zur Behandlung der Sonne als massereicher Himmelskörper übergegangen wird, können eine Reihe wichtiger Zusammenhänge der Astrophysik durch Vergleich mit den Erkenntnissen aus dem Planetensystem rasch abgeleitet werden. So können z. B. folgende Zusammenhänge durch gezielte Fragen leicht dargestellt werden:

Abb. 3

Übersicht über unser Sonnensystem		
$\varnothing$ $1{,}4 \times 10^6$ km	1 Sonne	← über 99 % der Gesamtmasse
140 000 . . . 4 800 km	9 Großplaneten	unter 1 % der Gesamtmasse
5 000 km . . . wenige km	etwa 34 Monde	
1 000 km . . . wenige m	300 000 Planetoiden	
10 km . . . 1 km	10^{11} Komęten	
wenige m bis mm	Meteorite	
Bruchteile von 1 mm	Mikrometeorite, Gas, Staub Felder, Strahlung	

a) Große Massen sind charakteristisch für selbstleuchtende und heiße Himmelskörper, die Sterne. Diese sind unbelebt.
b) Kleine Massen sind charakteristisch für Himmelskörper, die nicht selbst leuchten. Es sind z. B. Planeten, deren Oberflächentemperatur vom Abstand zur Sonne und eventuell vom Vorhandensein einer Gashülle abhängig ist. Sie können belebt sein.

Da den Schülern bereits hier die Bedeutung der Masse dargestellt wurde, fällt es ihnen in der Regel nicht schwer, später die Rolle der Massenunterschiede für die Entwicklung der Sterne zu verstehen.

Mit der Abb. 1 können eine Reihe Übungen durchgeführt werden, die zum weiteren Verständnis des Aufbaus und der Eigenschaften der Körper des Planetensystems führen.

Die drei Abbildungen wurden als Tafelbilder entworfen und von den Schülern als Wissensspeicher genutzt. Am Ende der Stoffeinheit „Planetensystem" mußten die Schüler mit diesem Material in einer Systematisierungsstunde arbeiten: Suchen Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede! Wenden Sie bereits gewonnene Erkenntnisse über die Rolle der Masse an! Versuchen Sie Beziehungen aufzudecken! (Abb. 2, 3.)

In der Regel erfolgt die Arbeit mit diesen Übersichten, um den Schülern die überragende Bedeutung der großen Masse Sonne (Abb. 3) oder den Unterschied zwischen erdähnlichen und jupiterähnlichen Planeten (Masse- und Entfernungsunterschiede; Abb. 2) vor Augen zu führen. Im Unterrichtsgespräch konnten wesentliche Erkenntnisse gewonnen werden; ich hatte nur wenig zu ergänzen.

Natürlich hat die Anwendbarkeit der Übersichten im Unterricht Grenzen. Tiefere Einsichten, z. B. über die Ursache des selbständigen Leuchtens der Sonne, können vor der Behandlung des Kapitels „Astrophysik und Stellarastronomie" nicht erwartet werden. Solche *Arbeitsmaterialien* ermöglichen es aber, mit *einfachsten Mitteln* und *geringstem Zeitaufwand Zusammenhänge* zu erarbeiten. Dabei sollten die Schüler möglichst selbständig oder mit nur geringen Hilfen durch den Lehrer arbeiten.

Anschrift des Verfassers:
HARTMUT KEMPF
60 Suhl
Schul- und Volkssternwarte „K. E. Ziolkowski"

KLAUS ULLERICH

Zur Festigung von Begriffen, dargestellt an der Unterrichtseinheit 2.2.2.[1]

Ein von Astronomielehrern oft beklagter Umstand ist das offenbar vorhandene Mißverhältnis zwischen der Notwendigkeit der Sicherung der Lernergebnisse mit Hilfe festigender Maßnahmen und der dafür zur Verfügung stehenden geringen Zeit. Dieser Widerspruch führt nicht selten zu der Erscheinung, daß jede Minute einer Unterrichtsstunde für die Erstvermittlung des Stoffes genutzt und jegliche Festigung des Wissens und Könnens in die Hausaufgaben oder in die Systematisierungsstunden verlagert wird. Tatsächlich erfordert die Vermittlung des vom Lehrplan geforderten Wissens einen sehr großen Zeitaufwand – denkt man allein an die rund 200 Begriffe, die nach einer Untersuchung von SCHUKOWSKI [3] als

[1] Kurzfassung eines Vortrags auf der Tagung „Inhaltliche und pädagogische Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts und der AGR „Astronomie und Raumfahrt" vom 16. bis 18. Oktober 1979 in Crimmitschau.

notwendiges Wissen aus den Ansprüchen des Lehrplans erwachsen. Will man also das Problem der Stoff-Zeit-Relation im Hinblick auf die Festigung lösen, müssen die Überlegungen in zwei Richtungen gehen: Zum einen muß untersucht werden, wie durch Konzentration des Stoffes auf das Wesentliche ein Zeitgewinn zu erzielen ist, zum zweiten müssen Maßnahmen gefunden werden, die den so erzielten Zeitgewinn optimal für die Festigung nutzen. Im folgenden sollen mögliche Wege zur Entschärfung des Problems in diesen beiden Richtungen auf der Grundlage eigener Unterrichtserfahrungen vorgeschlagen werden.

1. **Zum Gegenstand der Festigung**

Der Verfasser ist mit SCHUKOWSKI [5] der Meinung, daß das den Schülern zu vermittelnde Wissen deutlicher eine Wichtung erfahren muß, als es z. B. Lehrplan und Nachfolgematerialien tun. Das ist auch für die Festigung des Wissens von besonderer Bedeutung, denn Festigen kann nicht einfach Einprägen des Stoffes sein; es muß selektiv vor sich gehen, muß sich also auf das Wesentliche des jeweiligen Stoffgebietes konzentrieren. Dazu gehören z. B. in der Unterrichtseinheit 2.2.2. (unter Zugrundelegung einer Analyse von SCHUKOWSKI [3]) allein zwei Dutzend Begriffe, mit denen die Schüler in drei Stunden konfrontiert werden. Diese Überlegung macht die zwingende Notwendigkeit der unterschiedlichen Wichtung der Begriffe auch in dieser Unterrichtseinheit deutlich.

Betrachten wir mit KLAUS [2] den Begriffsinhalt als die Widerspiegelung des „Komplex(es) der Merkmale, die allen im Begriffsumfang widergespiegelten Dingen gemeinsam ist", dann geht es bei der Bestimmung des Gegenstandes der Festigungsmaßnahmen m. E. darum, **die** Merkmale der betreffenden Klasse herauszustellen, die sowohl für den jeweiligen Begriff wesentlich sind (Invarianzen), als auch der Verwirklichung des Bildungszieles im Astronomieunterricht dienen. Solche Art der Konzentration des Begriffs**inhaltes** auf die wesentlichen **Merkmale** führt erst einmal zu einer Einengung des zu vermittelnden Wissens**umfanges.** Der Komplex der Begriffsmerkmale kann aber im Sinne unseres Vorhabens nicht als eine homogene Menge „gleichgewichtiger" Details angesehen werden. Stellt man sich die Frage, welche Rolle jedes dieser Merkmale bei der Erreichung unseres Bildungszieles spielt, dann kann man die Begriffsmerkmale unterschiedlichen Bedeutungskategorien zuordnen. Der Verfasser stellt die folgenden Kategorien zur Diskussion:

Kategorie A

umfaßt solche Begriffsmerkmale, die der Schüler nach Abschluß seiner Schulzeit möglichst lange selbständig oder mit nur geringen Hilfen reproduzieren können sollte. Seine Kenntnis dieser Merkmale soll es ihm z. B. ermöglichen, über neue Erkenntnisse der Astronomie in populärwissenschaftlichen Darstellungen zu lesen und sie einordnen zu können.

Kategorie B

beinhaltet solche Begriffsmerkmale, die für das Verständnis größerer Abschnitte des Lehrgangs notwendig sind, die er bis zur Abschlußprüfung im Gedächtnis speichern sollte.

Kategorie C

betrifft Merkmale, die nur für die Erarbeitung des folgenden Stoffes benötigt werden, die nur im operativen Gedächtnis gespeichert werden müssen.

Dieser Kategorisierung entsprechend müssen spezielle Festigungsmaßnahmen kontinuierlich, häufig und vielseitig (Kat. A), oder aber von Zeit zu Zeit (Kat. B) bzw. relativ selten (Kat. C) eingesetzt werden.

Beispiele für die mögliche Zuordnung von Begriffsmerkmalen zu diesen Bedeutungskategorien zeigt die Tabelle 1.

Tabelle 1

Kategorisierung der Begriffsmerkmale

Begriff Sternfarbe

A Aus der Farbe des Sternlichts kann man die Temperatur des Sterns bestimmen.

B Die Sternfarben reichen von bläulich über weiß und gelb bis rötlich, wobei in dieser Folge abnehmend jede Farbe einem bestimmten Wert der Oberflächentemperatur entspricht.

C Die bläuliche Farbe des Sternlichts entspricht einer Sterntemperatur von 25 000 K an der Oberfläche, die rötliche einer solchen von 2 800 K.

Begriff Sternspektrum

A Ein Sternspektrum ist das Farbenband, das bei der Zerlegung des Sternlichts entsteht. Aus ihm kann man Informationen über den Stern gewinnen.

B Das Spektrum eines Sterns gibt Auskunft über die Temperatur (und damit auch über die Farbe) eines Sterns. Sterne mit gleichem oder ähnlichem Spektrum werden in Spektralklassen zusammengefaßt.

C Es gibt O-, B-, A-, F-, G-, K-, M-Sterne. In dieser Folge ist die Temperatur abnehmend.

2. **Zur Methode der Festigung**

Nachdem so der Gegenstand der Festigung möglichst genau bestimmt ist, kann in der langfristigen Stoffplanung die geeignet erscheinende didaktische Operation, die günstigste Unterrichtsmethode und die jeweilige Stelle im Unterrichtsablauf einschließlich der benötigten Zeit festgelegt werden. Als zweckmäßige **didaktische Operationen** erweisen sich

für die Festigung von Begriffsinhalten das *Wiederholen*, das *Vertiefen* und das *Anwenden*, wobei der Autor der Wiederholung die Zentralstellung einräumt und bezüglich ihrer (auch in Tab. 2 benutzten) Einteilung auf FUHRMANN/THIEM [1] verweist. Bei der Frage nach der **methodischen Form** erscheinen dem Verfasser die Vielfalt und der öftere Wechsel dieser Form wesentlicher als die Frage, welcher von ihnen der Vorzug zu geben sei. Ganz sicher hat jeder methodische Weg seine berechtigte Stellung nicht nur bei der Vermittlung, sondern auch bei der Festigung im Unterricht. Die Wahl der Methode wird wesentlich von der Lehrerpersönlichkeit und dem Entwicklungsstand des Schülerkollektivs bestimmt, hängt aber auch von der Stellung der konkreten Festigungsmaßnahme im Gesamtprozeß der Festigung eines bestimmten Begriffes ab.

Die Gesamtheit der didaktisch-methodischen Schritte, die für die Festigung eines Begriffsinhaltes von der ersten bis zur abschließenden Wiederholung eingesetzt werden, bezeichnet der Verfasser als *Wiederholungsreihe*. Für eine Festigungsmaßnahme am Anfang einer solchen Wiederholungsreihe wird wegen der besseren Korrekturmöglichkeit ungenau oder fehlerhaft durch den Schüler erfaßten Wissens sicher meist die Form des Unterrichtsgesprächs gewählt werden, während am Ende einer Wiederholungsreihe die selbständige Schülertätigkeit durchaus den Vorzug verdienen kann. Wie eine Wiederholungsreihe angelegt ist, soll am Beispiel des Begriffs Sternspektrum gezeigt werden (Tab. 2).

Die durchgehende Planung solcher Wiederholungsreihen für jeden Begriffsinhalt läßt erkennen, daß die Wiederholungsreihen zum

Tabelle 2

Wiederholungsreihe zum Begriff Sternspektrum

wann?	wie?	was?	mit welchem Unterrichtsmittel?
UE 2.2.2. (1. Std.)	vW – SV	A	Farbtafel Lb. S. 80
	eW – UG	B + C	AT „Spektralklasse der Fixsterne"
UE 2.2.2. (2. Std.)	vW – UG	A + B + C	HRD Lb. S. 79
UE 2.2.2. (3. Std.)	iW – UG	A + B	Abb. 83/2 Lb.
UE 2.2.3.	iW – UG	A + B	Lichtb. 749/2
UE 2.3.	iW – UG	A + B	
UE 2.4.	uW – SV	A	

Anm.: vW = vorbereitende Wiederholung
eW = erste Wiederholung
SV = Schülervortrag
iW = immanente Wiederholung
uW = umfassende Wiederholung
UG = Unterrichtsgespräch
vgl. [1]

Ende eines in sich relativ geschlossenen Stoffgebietes sehr stark kumulieren. Das erfordert Stunden. Diese Maßnahmen können z. B. darin bestehen,

- daß die Auswahl der Festigungsmaßnahmen für die letzten Stunden des Stoffkomplexes nach Quantität und Intensität sehr streng vorgenommen wird,
- daß man u. U. nicht alle Wiederholungsreihen erst in den letzten Stunden des Komplexes enden läßt,
- daß die ebenfalls zu planenden – hier nicht ausdrücklich erwähnten – *permanenten* Wiederholungen vorwiegend in die ersten Stunden des Komplexes gelegt werden.

Das in den Abschnitten 1 und 2 dargelegte System der Kategorisierung der Begriffsmerkmale und ihrer langfristig geplanten Festigung wird als *ein* möglicher Weg zur Milderung des Stoff-Zeit-Problems, insbesondere bei der Festigung von Begriffen angesehen. Er hat sich natürlich Maßnahmen zur Erzielung einer relativen Gleichverteilung der Festigungsmaßnahmen bzw. zum Schutz vor Überlastung der in der Unterrichtspraxis bereits bewährt. Da sich dieses System nur mit einem Teilgebiet des Wissens befaßt, sind weitere Überlegungen notwendig, wie es mit Maßnahmen zur Sicherung anderer Bereiche des Wissens und zur Festigung des Könnens verflochten werden kann.

Literatur:

[1] FUHRMANN, E.; THIEM, W.: **Zur Führung von Einprägungsprozessen im Unterricht.** In: Pädagogik, 34 (1979) 5; 418.

[2] KLAUS, G.; BUHR, M.: **Philosophisches Wörterbuch.** Leipzig 1975.

[3] SCHUKOWSKI, M.: **Begriffe im Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule, 11 (1974) 3, 56.

[4] SCHUKOWSKI, M: **Wichtige Begriffe im Lehrplanabschnitt „Die Sterne".** In: Astronomie in der Schule, 14 (1977) 1, 10.

[5] SCHUKOWSKI, M.: **Zum Problem des Wesentlichen im Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule, 15 (1978) 6, 128.

Anschrift des Verfassers:
OL KLAUS ULLERICH
3270 Burg, Wilhelm-Külz-Straße 30/2

Wir gratulieren

Zum Tag des Lehrers 1980 wurde Prof. Dr. sc. MANFRED SCHUKOWSKI mit der Dr.-Theodor-Neubauer-Medaille in Silber ausgezeichnet.

UNSER FORUM

HILFEN FÜR DEN UNTERRICHT

Welche Erfahrungen sammelten Sie bei der Arbeit mit den Unterrichtshilfen Astronomie?
- **Wird genügend auf das Wesentliche des Unterrichtsstoffs orientiert?**
- **Sind die dargestellten Stundenkonzeptionen in der Praxis realisierbar?**
- **Wird neben der Neuvermittlung in angemessener Weise auf die Festigung von Wissen und Können sowie der Überzeugungen eingegangen?**
- **Gibt es ausreichende Hinweise zur Kontrolle und Bewertung der Unterrichtsergebnisse?**
- **Sind die Bemerkungen zu Unterrichtsmitteln und ihrem effektiven Einsatz konkret genug?**
- **Lassen sich die angeführten Tafelbilder im Unterricht verwirklichen?**
- **Sind die Anleitungen zur Durchführung obligatorischer Beobachtungsabende eine echte Hilfe für die Schulpraxis?**
- **Werden die Beziehungen zwischen Beobachtungen und Unterricht im Klassenraum genügend verdeutlicht?**

Es geht um die Überarbeitung der Unterrichtshilfen! Schreiben Sie uns zu diesen und anderen Fragen Ihre Erfahrungen, Meinungen und Kritiken! Unterbreiten Sie Vorschläge! Geben Sie Impulse!

ERNST-DIETER KÜCHENMEISTER, Karl-Marx-Stadt

Unsere Unterrichtshilfen sind echte Hilfen, aber es erscheint notwendig, sie den neueren Entwicklungstendenzen der Pädagogik anzugleichen. Ich meine speziell die „Konzentration auf das Wesentliche im Unterricht". Damit ergibt sich der Wunsch, die angegebenen Leistungskontrollen unterrichtsfertig zu formulieren und einen Bewertungsmaßstab dafür vorzuschlagen. Weiterhin muß man daraus eine kritische Betrachtung der angegebenen Tafelbilder ableiten, die mir zu umfangreich und zu überladen erscheinen. Der Schwerpunkt müßte mehr auf *Lehrbuchsätze* und *-abbildungen* gelegt werden oder *Tafelbilder mit Merkskizzencharakter* sollten in größerer Anzahl entwickelt werden.

Es gibt viele Zeitungen und Zeitschriften und es ist wenig wahrscheinlich, daß alle Lehrer und alle Schüler die gleichen lesen. Dadurch aber werden die Schüler mitunter mit Theorien konfrontiert, die den Darlegungen im Lehrbuch nicht entsprechen und öfter sehr vage sind, weil die berichtenden Journalisten keine Fachleute für das astronomische Problem waren. Andererseits widerspricht es auch unserem Ziel vom kritischen und denkenden Schüler und unserer Auffassung von der dialektischen Entwicklung in der Wissenschaft, wenn wir unseren Schülern alles mundgerecht und absolut mitteilen. Ich habe z. B. in der Stunde „Entwicklung der Vorstellungen über das Planetensystem" auf Varianten hingewiesen, die bei Dorschner („Planeten, Geschwister der Erde?") eine andere Einteilung (nach dem Chemismus) der Himmelskörper gaben, was manchem logischer erschien. In der Gegenüberstellung sind die Schüler gezwungen, Wissen zu reaktivieren.

Auf Seite 84 der Unterrichtshilfen sollte das Beispiel mit dem 1-Pfennig-Stück verschwinden, denn erst wollen wir den Schüler überzeugen, daß er tagsüber die Sterne der Lichtstreuung wegen nicht sehen kann und hier ignorieren wir dies. Man sollte den Pfennig durch das glühende Ende einer Zigarre oder die Positionslichter eines Flugzeuges ersetzen. Bei der Behandlung des HRD haben die Schüler große begriffliche Schwierigkeiten. Selbst wenn man die Darstellung als „statistische Momentaufnahme" kennzeichnet, neigen die Schüler dazu, Formulierungen wie „Der Stern verläßt die Hauptreihe ..." als Veränderung des Ortes des Sternes im Raum zu interpretieren. Zur Einführung habe ich ein dem HRD ähnliches Bild entwickelt, bei denen die Schüler einer Schule nach Länge und Masse aufgeführt werden. Daraus läßt sich ablesen, daß die Schüler während ihrer Schulzeit größer und schwerer werden, daß die betreffende Schule z. B. drei 4. und drei 9. Klassen hat und die anderen Klassenstufen nur zweimal besetzt sind, daß der statistische Platz „verlassen wird", ohne daß der Schüler einen anderen Wohnort oder eine andere Schule beziehen muß. Damit läßt sich beim HRD zeigen, daß wir durch diese graphische Darstellung „aller Sterne" oder der Sterne eines Sternhäufens aus den Größen Temperatur und Leuchtkraft Schlußfolgerungen für andere Größen einwandfrei ziehen dürfen.

Vielleicht ist es möglich, auch *Varianten von Stoffvermittlungen aufzunehmen.* Mir erscheint es z. B. als logischer und einfacher, das Äquatorsystem vor dem Horizontsystem oder die Sternentstehung vor der Sternentwicklung zu behandeln.

Schließlich wäre auch eine *Sammlung differenzierter Hausaufgaben*/Beobachtungsaufgaben für die Schüler vorzuschlagen, bei der man zumindest sechs Gruppen mit unterschiedlichen Aufgaben versehen kann. Beispiele dafür sind: Ordnen der Sterne deutlich sichtbarer Sternbilder nach scheinbaren Helligkeiten, Bestimmen der Winkelabstände von Hauptsternen oder hellen Sternen verschiedener Sternbilder.

KARL SEIDLER, Rostock

Auf der Grundlage des 1971 in Kraft getretenen Lehrplans für Astronomie und in Abstimmung mit dem Lehrbuch erschienen im gleichen Jahr die zugehörigen Unterrichtshilfen als Unterstützung und Hilfe für die Astronomie unterrichtenden Kollegen. Inzwischen haben diese UH die dritte unveränderte Auflage erreicht. Sie sind trotz der in diesem Jahrzehnt vollzogenen Veränderungen auf gesellschaftlichem und wissenschaftlichem Gebiet und der Anhäufung von Daten und Kenntnissen durch die Erfolge der Raumfahrt *relativ* aktuell geblieben. Diese Feststellung spricht für ihre gute Konzeption. Sie sollte bei einer Neufassung auch beibehalten werden.

Dennoch würden einige Veränderungen den Wert der UH als Arbeitsmittel des Lehrers noch erhöhen. Dazu gehören

- das *Einarbeiten* von inzwischen in der Fachzeitschrift erschienenen Aussagen zu *methodischen Fragen* des Unterrichts und von *Erfahrungen bei* der *Durchführung* von *Beobachtungen,*
- die Aufarbeitung der in letzter Zeit gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse und die Aufnahme wichtiger Ergebnisse der Raumfahrt,
- die Verwendung von SI-Einheiten.

Eine neue UH sollte m. E. folgenden Aufbau zeigen:

Einleitung
Vorbemerkungen zur jeweiligen Stoffeinheit
Übersicht über bereitzustellende Unterrichtsmittel
Literaturangaben
Stundenentwürfe
Anleitungen zu Schülerbeobachtungen
Lösungen zu den Lehrbuchaufgaben
Zusatzaufgaben mit Lösungen
Bedarfsplan für Unterrichtsmittel.

Eine deutliche Veränderung zu den vorliegenden UH müßten die Stundenentwürfe erfahren, zum Beispiel in bezug auf eine stärker herausgehobene Kennzeichnung der jeweiligen Unterrichtsstunde durch Überschrift und Numerierung. Bei der Stundengliederung sollten Form und typographische Gestaltung der auf den Karteikarten verwendeten ähnlich sein, da diese optisch wirksamer sind. Verbesserte *Tafelbilder* sowie Muster von *Folien und Arbeitsblättern* für die jeweilige Stunde könnten den Lehrer unterstützen. Der Inhalt und der Umfang der „Materialien und Hinweise" wird als gut empfunden; doch würde eine *deutliche Kennzeichnung* von *wichtigen Begriffen* und *Fakten* ein schnelleres Orientieren ermöglichen. (Die Verwendung von Randtext würde dem gleichen Ziel dienen.) Natürlich kann man auch ohne diese „Kleinigkeiten" auskommen; doch jede Minute, die durch Verwendung von rationellen Arbeitsmitteln gewonnen wird, kommt der weiteren Verbesserung der Bildungs- und Erziehungsergebnisse zugute.

(wird fortgesetzt)

AUS WISSENSCHAFT UND UNTERRICHT

● Wenig Hoffnung auf Leben auf anderen Himmelskörpern

Im Gegensatz zu der optimistischen Haltung vieler Wissenschaftler in den frühen siebziger Jahren (vgl. „Astronomie in der Schule 11 [1974], 5, 102) mehren sich die Stimmen, die eine sehr skeptische Meinung zur Frage der Existenz außerirdischer Zivilisationen vertreten. Leben kann offenbar nur da existieren, wo es Kohlenstoff und flüssiges Wasser gibt und wo dieser Zustand über einen hinreichend großen Zeitraum hinweg beibehalten wurde. Einer Untersuchung von HART zufolge ist die Ökosphäre der Sonne weit enger begrenzt, als bisher angenommen wurde. Auf der Erde hätte sich kein Leben entwickeln können, wenn ihre Bahn einen um 7,5 Mill. km geringeren oder auch nur einen um 1,5 Mill. km größeren Abstand von der Sonne hätte. Auch für die Planetensysteme anderer Sterne kommt HART zu wenig günstigen Resultaten. Demnach können nur Sterne mit Massen zwischen 0,8 und 1,2 Sonnenmassen eine Ökosphäre ausbilden. Sie dürfen jedoch nicht Komponenten eines Doppel- oder Mehrfachsystems sein, da um solche Systeme stabile Planetenbahnen nur in sehr großen Abständen möglich sind.

„Icarus" **37**, 351, nach GvA Pressespiegel.

● Veränderliche Umlaufzeit des HALLEYschen Kometen

Die Umlaufzeit des HALLEYschen Kometen, der sich 1986 wieder in Erdnähe befinden wird, hat infolge der durch die Planeten bewirkten Störungen im Laufe der Jahrhunderte merkliche Änderungen erfahren. Nach Abschätzungen von CHANG betrug sie um 700 v. u. Z. rund 73 Jahre, im Mittelalter dagegen etwa 80 Jahre. Die derzeitige Umlaufzeit beträgt 76 Jahre. Da der Komet ständig Material verliert, dürfte seine scheinbare Helligkeit relativ gering bleiben. Vor 3 000 Jahren war er mit -8^m neben Sonne und Mond das hellste Gestirn am Himmel (vgl. „Ephemeriden historischer Kometen". Astronomie in der Schule **14** [1977], 3 S. 67).

„Nature" **281**, 428, nach GvA Pressespiegel.

● Schwarzes Loch in SS 433?

SS 433 ist die Bezeichnung eines „exotischen" Objektes in unserer Galaxis. Seine Entfernung beträgt etwa 3,5 kpc, es ist optisch sternförmig, gilt als intensive Radio- und Röntgenquelle und weist Linienaufspaltungen im Spektrum auf, die (als Dopplerverschiebungen gedeutet) auf Radialgeschwindigkeiten von + 50 000 km/s und − 30 000 km/s schließen lassen. Zunächst wurde vermutet, daß das Objekt rotiert und dabei – einem Rasensprenger vergleichbar – an zwei gegenüberliegenden Stellen Gas mit den angegebenen hohen Geschwindigkeiten auswirft. Dabei bleibt jedoch die Frage nach der Quelle für die benötigten hohen Energien unbeantwortet (50 000 km/s sind 20 Prozent der Lichtgeschwindigkeit).

Eine neuere Deutung geben COLLINS und NEWSOM mit dem Modell eines Doppelsternsystems, das aus

einem Riesenstern mit rund 50 Sonnenmassen und einem sehr kompakten Objekt, eventuell einem Schwarzen Loch, besteht. Der Abstand zwischen beiden Komponenten soll 450 Mill. km (3 AE) betragen. Die von dem Riesen abströmende, ionisierte Materie rotiert mit dem System und erreicht in größerem Abstand vom Bewegungszentrum die beobachteten Bahngeschwindigkeiten.
„Nature" 280, 474, nach GvA Pressespiegel.

● **Mond-Venus-Konstellation**
Dem Hinweis in Ahnerts „Sternkalender 1980", wonach am Sonntag, dem 20. Januar, der Mond zwischen 12.52 und 14.10 Uhr die Venus bedeckt, wurde auch in der Volkssternwarte „Adolph Diesterweg" Radebeul, Aufmerksamkeit geschenkt. Wegen des starken Horizontdunstes und der geringen Elongation bestanden freilich nur geringe Chancen, Ein- und Austritt zu beobachten. Rechtzeitig war der 150/2250-Coudé-Refraktor in Verbindung mit einem 40-mm-Huygens-Okular anhand der vorausberechneten Werte für Stundenwinkel und Deklination nach der betreffenden Himmelsgegend eingestellt. Erwartungsgemäß machte der Dunst die unmittelbare Beobachtung des Bedeckungsvorgangs unmöglich. Drei Minuten nach dem Austritt ergab sich jedoch für kurze Zeit die Möglichkeit, das Venus-Scheibchen durch den zeitweilig aufgelockerten Dunst eindeutig zu erkennen, wogegen die schmale Mondsichel sich kaum vom hellen Bliduntergrund abhob.

Am Abend desselben Tages gelang mir um 17.37 Uhr am 120/640-Astrographen die nebenstehende Aufnahme. Sie erfolgte auf einer ZU 21-Platte bei einminütiger Belichtungszeit. Die Entwicklung erfolgte sechs Minuten in MH 28. Die Bildvorlage wurde zweifach nachvergrößert. Die unbeleuchtete Seite des Mondes zeigt deutlich das aschgraue Licht. Um diesen Effekt zu erhalten, wurde der beleuchtete Teil des Mondes überbelichtet und erscheint etwas größer. Der Abstand Mond–Venus beträgt 2°5.

HARALD SEIFERT (16),
Mitglied des Jugendklubs an der Volkssternwarte „Adolph Diesterweg", Radebeul

● **Aktivitäten der AGR „Astronomie und Raumfahrt" an der Wilhelm-Pieck-Oberschule Saßnitz**
Unsere Arbeitsgemeinschaft besteht seit 1973. Den Interessen der Schüler folgend, befaßten wir uns mit ausgewählten Problemen der Astronomie und Raumfahrt. Beobachtungen mit dem „Telementor", erste Versuche mit der Himmelsfotografie, andere Tätigkeiten und Experimente spornten den Tatendrang der Teilnehmer an. Die Ergebnisse der Arbeit spiegeln sich in regelmäßig erscheinenden Wandzeitungen wider. Ferner nahmen wir an der MMM teil.
1975 fertigte die AG anläßlich des sowjetisch-amerikanischen „Sojus-Apollo-Testprojektes" eine mehrseitige Dokumentation an, die allen Astronomielehrern des Kreises Rügen zur Verfügung gestellt wurde. Außerdem entstanden maßstabsgetreue Modelle der Trägerraketen und der beiden gekoppelten Raumflugkörper, die wir auf der Kreis- und Bezirksmesse ausstellten. Ferner entwickelte die AG ein Modell zur Demonstration der Energieumwandlung, welches 1976 auf der zentralen MMM in Leipzig gezeigt wurde.
Im Bezirk Rostock gibt es nur eine Astronomische Station, die besonders von Schülergruppen des Kreises Rügen nur unter ungünstigen Bedingungen zu erreichen ist. Um trotzdem die Lehrplanziele mit hoher Qualität zu erfüllen und die an den einzelnen Schulen vorhandenen Beobachtungsgeräte besser zu nutzen, gestaltete die AGR einen Beobachtungsstützpunkt. Nach Auswahl eines geeigneten Platzes auf dem Schulgelände, wurde eine Fläche von etwa 100 m² planiert und mit Gehwegplatten ausgelegt. Auf dieser Fläche betonierten wir vorerst zwei Rohrstative ein, die ein schnelles Aufstellen und Einrichten der Beobachtungsgeräte zulassen. Gegenwärtig werden weitere Stativsäulen errichtet. Alle Astronomielehrer der Saßnitzer Schulen nutzen den Stützpunkt zur Durchführung der obligatorischen Beobachtungsabende und für die Zusammenkünfte der AGR. Durch die Konzentration der in den Schulen vorhandenen Geräte erreichten wir, daß für jeden Beobachtungsabend sieben Fernrohre vom Typ „Telementor", vier Eigenbaufernrohre und drei selbstgebaute Winkelmeßgeräte zur Verfügung stehen. Je zwei Schüler können an einem Gerät beobachten. Dadurch läßt sich der Beobachtungsabend wesentlich effektiver gestalten. Die Schüler der AGR sind dabei als Helfer tätig.

REINHARD NITKOWSKI

● **Treffen der Planetariumsmitarbeiter**
Mit einer an der Volkssternwarte „Adolph Diesterweg" Radebeul vom VEB Carl Zeiss Jena veranstalteten Zusammenkunft wurden die in Burg, Potsdam und Schneeberg begonnenen Treffen nunmehr in Radebeul fortgesetzt. 36 Teilnehmer aus 21 Einrichtungen erhielten u. a. einen umfassenden Einblick in die Entwicklungsgeschichte und die Arbeitsmöglichkeiten unserer Einrichtung.
In offener und umfassender Form brachten die Vertreter aller Planetarien ihre Probleme zu technischen, baulichen, methodischen und finanziellen Fragen zum Ausdruck. Dabei kam spürbar die Differenziertheit der Bedingungen an allen Einrichtungen zum Vorschein, die von den Großplanetarien in Jena, Cottbus und Halle über die mittelgroßen Einrichtungen bis hinab zu den ausgesprochenen Kleinplanetarien reichte.
Als Gastreferenten waren Dr. GÜRTLER (Jena) (Neuestes von der Sonne) und ARNOLD ZENKERT (Potsdam) (Unterstufe im Planetarium) tätig. Die Tagung fand durch einen Besuch des Mathematisch-Physikalischen Salons im Zwinger ihren Abschluß. Die nächste Zusammenkunft findet 1981 in Halle statt.

RÜDIGER KOLLAR

● **Freundschaftstreffen in Kolobrzeg**
Seit 7 Jahren bestehen freundschaftliche Beziehungen zwischen der Kopernikus-Oberschule Torgelow und dem Kopernikus-Lyzeum in Kolobrzeg.
Im November des vergangenen Jahres war der Astronomiezirkel unserer Schule zu Gast bei der polnischen Arbeitsgemeinschaft „Saturn". Die polnischen Freunde hatten ein vielseitiges Programm für unseren Besuch aufgestellt. Im Laufe dieser Woche konnten wir unser Wissen in einer Reihe von Vorträgen über astrophysikalische Probleme vertiefen. Eine interessante Erweiterung unseres theoretischen Wissens bildete ein Besuch im astrophysikalischen Institut der Kopernikus-Universität Torun. In der Heimatstadt des großen polnischen Astronomen sahen wir die größte und bedeutendste Einrichtung Polens auf dem Gebiet der astronomischen Forschung. Neben dem ältesten Beobachtungsgerät der VR Polen, einem 100 Jahre alten Astrographen, lernten wir ein modernes 90-cm-Spiegelteleskop vom VEB Carl Zeiss Jena kennen. Diese Geräte werden zur Ermittlung der Sternspektren sowie zur Erforschung von veränderlichen Sternen genutzt. Einen weiteren Höhepunkt unserer Exkursion bildete die Besichtigung des neuerbauten 15-m-Radioteleskops, welches vollautomatisch über einen Computer gesteuert wird. Es wird bei der Erforschung des unsichtbaren Spektralbereichs der Sonne eingesetzt. Einen nachhaltigen Eindruck auf uns hinterließ der Besuch des Kopernikus-Museums. An Hand von Dokumenten aus dem 15./16. Jahrhundert wurden uns das Leben im alten

Torun sowie die astronomischen Errungenschaften dieser Zeit vor Augen geführt. Mit einem Bummel durch die Altstadt der alten polnischen Königshauptstadt beschlossen wir unsere Exkursion.
Neben unserer astronomischen Tätigkeit unterstützten wir die polnischen Freunde beim Erlernen der deutschen Sprache. In Vorbereitung auf einen Germanistikkongreß arbeiteten wir gemeinsam mit dem Deutschzirkel eine Textserie anläßlich des 30. Jahrestages der DDR aus. Seit Bestehen unseres Freundschaftsvertrages ist es zur Tradition geworden, Vergleichskämpfe im Volleyball durchzuführen. Das diesjährige Spiel wurde ein Erfolg unserer Freunde. Das geschilderte Treffen stellte eine Vertiefung des Freundschaftsgedankens zwischen unserer Schule und dem Kopernikus-Lyzeum dar.

SIMONE RUMER,
Arbeitsgemeinschaft Astronomie,
Kopernikus-Oberschule Torgelow

● **Astronomische Literatur**

Den nachfolgenden Angaben liegt das Börsenblatt für den Deutschen Buchhandel, Sonderausgabe zur Internationalen Leipziger Buchmesse 1980 zugrunde.

1. **Neuerscheinungen**

I. N. GALKIN/W. W. SCHWAREW: **Reise zum Mittelpunkt des Mondes.** Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig/BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig (Kleine Naturwissenschaftliche Bibliothek Bd. 46). Etwa 64 S. mit etwa 26 Abb., etwa 3,90 M. Ersch. vorauss. III/80. Best.-Nr. 665 993 5.
Ergebnisse der Mondforschung mittels bemannter und unbemannter Raumflugkörper (innerer Aufbau, mechanische Eigenschaften, Zusammensetzung von Mondgesteinen).

S. A. KAPLAN: **Physik der Sterne.** Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig/BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig (Kleine Naturwissenschaftliche Bibliothek Bd. 45). Etwa 224 S. mit etwa 31 Abb., etwa 12,— M. Ersch. vorauss. III/80. Best.-Nr. 365 994 3.
Darstellung der Theorie des inneren Aufbaus der Sterne und der Sternentwicklung.

P. AHNERT: **Kalender für Sternfreunde 1981.** Johann Ambrosius Barth, Leipzig. Etwa 192 S., etwa 50 Abb.; 4,80 M. Best.-Nr. 793 614 8.

K. LINDNER/K.-H. NEUMANN: **Meyers Jugendlexikon Astronomie und Raumfahrt.** VEB Bibliographisches Institut Leipzig. Etwa 232 S., etwa 155 Abb. und 60 Tab., etwa 5,50 M. Best.-Nr. 576 924 3.
Das Taschenlexikon mit etwa 1 400 Artikeln informiert in jugendgemäßer Weise über das Wichtigste dieses Sachgebietes. Dabei werden allgemeine Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten über Objekte und Vorgänge im Weltall vermittelt. Reiche Bebilderung erhöht Verständlichkeit und Aussagekraft. Ein Literaturverzeichnis verweist auf weitere Schriften.

S. MARX/W. PFAU: **Sternwarten der Welt.** Edition Leipzig. etwa 200 S., 18 Strichzeichnungen, 78 SW- und 44 Farbabb.; 36,— M. Best.-Nr. 593 962 8.
40 bedeutende astronomische Forschungseinrichtungen werden vorgestellt. Dabei wird über ihre Geschichte, bedeutende Forscher, hervorragende wissenschaftliche Leistungen sowie die wesentlichsten Forschungsinstrumente berichtet.

F. KADEN: **Rund um die Astronomie.** Kinderbuchverlag Berlin. Etwa 144 S., zahlreiche Abb., etwa 13,80 M. Für Leser von 12 Jahren. Best.-Nr. 630 545 9.

2. **Nachauflagen**

W. N. KOMAROW: **Neue unterhaltsame Astronomie.** Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig/BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig (Kleine Naturwissenschaftliche Bibliothek Bd. 37). 2. Aufl., 315 S., 36 Abb.; 16,50 M. Ersch. vorausschtlich III/80. Best.-Nr. 665 839 3.

J. DOBRZYCKI/M. BISKUP: **Nicolaus Copernicus.** Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig/BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig (Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner Bd. 10). 3. Aufl. Etwa 100 S. mit 9 Abb.; 5,— M. Best.-Nr. 665 661 1.

F. HERNECK: **Albert Einstein.** Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig/BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig (Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner Bd. 14). 5. Aufl., 116 S. mit 9 Abb.; 5,— M. Ersch. vorauss. II/80. Best.-Nr. 665 699 6.

A. KAUFFELDT: **Otto von Guericke.** Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig/BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig (Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner Bd. 11). 4. Aufl., 112 S. mit 7 Abb.; 5,60 M. Best.-Nr. 665 663 8.

S. MARX/W. PFAU: **Drehbare Sternkarte.** Johann Ambrosius Barth, Leipzig. 2. Aufl. Kreisförmige Scheibe mit drehbarem Zeiger, 285 mm Durchmesser. Mit Hinweisen für die Benutzung (in Tasche). 19,— M. Best.-Nr. 793 367 9.

D. B. HERRMANN: **Geschichte der Astronomie von Herschel bis Hertzsprung.** VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin. 3. Aufl. 282 S., 73 Abb., 1 Farbtafel; 12,80 M. Ersch. II/80. Best.-Nr. 570 329 5.

H. MIELKE: **transpress Lexikon Raumfahrt.** transpress Verlag für Verkehrswesen, Berlin. 6., bearbeitete Aufl. 480 S., 630 Abb., 40 Tab.; 24,40 M. Ersch. II/80. Best.-Nr. 566 380 1.

Astronautik. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin. 3. Aufl. 3.15 M. Best.-Nr. 706 500 4.

S. WOLLGAST/S. MARX: **Johannes Kepler.** Urania-Verlag, Leipzig. 2. Aufl. 120 S., 61 SW-Fotos, 6 Zeichn.; 6,60 M. Ersch. III/80. Best.-Nr. 653 359 0.

3. **Lieferbare Titel**

D. B. HERRMANN: **Kosmische Weiten.** Johann Ambrosius Barth, Leipzig. 9,60 M. Best.-Nr. 793 503 0.
Geschichte der Entfernungsmessung im Weltall.

S. MARX/W. PFAU: **Sternatlas.** Johann Ambrosius Barth, Leipzig. 26,70 M. Best.-Nr. 793 463 6.

W. GERLACH: **Johannes Kepler und die Copernicanische Wende.** Johann Ambrosius Barth, Leipzig (Nova Acta Leopoldina Nr. 210). 2. Aufl. 1978. 20 S., 5 Abb.; 2,50 M.

O. HECKMANN: **Copernicus und die moderne Astronomie.** Johann Ambrosius Barth, Leipzig (Nova Acta Leopoldina Nr. 215). 2. Aufl. 1977. 16 S.; 3,— M.

MANFRED SCHUKOWSKI

WIR STELLEN VOR

HERMANN HIRRLE

„Er ist einer von den Lehrern, bei denen mir der Unterricht nie langweilig wird. Man merkt, daß er sein Fach versteht. Als ich ihn nach seiner Meinung über den Lehrerberuf fragte, sagte er mir, er sei sehr gern Lehrer, vor allem, weil dieser Beruf viel schöpferische Tätigkeit erfordere."

Diese Sätze schrieb eine Schülerin über HERMANN HIRRLE, ihren Fachlehrer für Geographie und Astronomie, in einem Wandzeitungsartikel anläßlich des 30jährigen Jubiläums der EOS „Artur Ladwig" in Ludwigsfelde.

In dieser Schule arbeitet Kollege HIRRLE seit 1957, und seit der Einführung des Astronomieunterrichts im Jahre 1959 ist er in diesem Fach tätig. Ein Lehrgang für Astronomielehrer, durchgeführt vom Astrophysikalischen Institut Potsdam im Juli 1959, erweiterte seine fachlichen Kenntnisse wesentlich. Er hatte schon lange ein Herz für die Astronomie, und auf sein eigenes Beobachtungsinstrument ist er besonders stolz: Aus einer Müllkippe in den ersten Nachkriegsjahren geborgen, trägt es die Firmenbezeichnung „Merz und Söhne, vorm. Utzschneider"! Es kommt also aus der Werkstatt, in der FRAUNHOFER Entwicklungsarbeit geleistet hat.

Als einer der ersten erwarb Kollege HIRRLE nach externer Vorbereitung 1964 in einem Zusatzexamen die Lehrbefähigung für den Astronomieunterricht. Auch danach hat er sein Wissen ständig erweitert. Immer wieder sucht er nach neuen und besseren Wegen, um vor allem die Anschaulichkeit und Überzeugungskraft seines Unterrichts zu erhöhen und die Schüleraktivitäten noch mehr herauszufordern.

Seine Schüler kommen täglich aus über einem Dutzend Landgemeinden. Abendliche Himmelsbeobachtungen mit **allen** Schülern sind darum am Schulort nicht immer möglich. Wie er die Schüler zum selbständigen Beobachten und zum Orientieren am Sternhimmel befähigt, wie er Beobachtungsobjekte und -ergebnisse in den Unterricht einbezieht, das hat Kollege HIRRLE in Erfahrungsberichten vor den Astro-

nomielehrern seines Kreises, in Weiterbildungsveranstaltungen des Potsdamer Bezirkskabinetts und auch in mehreren Beiträgen in dieser Zeitschrift dargelegt. Als Sekretär der Fachkommission Astronomie/Physik des Kreises Zossen hat er methodische Hilfen und Beispiele für Prüfungsfragen mit Erwartungsbildern erarbeitet. Seit 1964 leitet er ständig eine Arbeitsgemeinschaft Astronomie.

In seinem Fachunterrichtsraum, der mit Geographie kombiniert ist, findet man eine Sammlung interessanter selbstgefertigter Arbeits- und Anschauungsmittel, darunter ein von ihm weiterentwickeltes „Lindenthaler Arbeitsgerät", das räumliche Modell eines Sternbildes, eine maßstabgerechte Darstellung der Planetenbahnen auf dem Ludwigsfelder Stadtplan. Hier wird sein ständiges Bemühen um größtmögliche Faßlichkeit und Anschaulichkeit bei der Erarbeitung von Begriffen und von Größenvorstellungen sichtbar. Er führt dieses Bemühen selbst zurück auf seine „Universitäten", auf seine ersten Jahre als Neulehrer an einer wenig gegliederten Landschule in dem damaligen Land Brandenburg, auf die er noch heute stolz ist.

Als an anderen Schulen in Ludwigsfelde qualifizierte Astronomielehrer fehlten, übernahm HERMANN HIRRLE den Unterricht an drei weiteren POS, und noch heute ist er an der benachbarten Schule fest eingeplant.

Als ebenso engagierter Geographielehrer ist er auch Mitglied der Geographischen Gesellschaft der DDR. In seinem Wohnort Großschulzendorf ist er seit 1948 Gemeindevertreter und seit 8 Jahren auch Ratsmitglied für Jugendfragen, Kultur und Sport.

Bereits 1953 wurde Kollege HIRRLE zum erstenmal mit der Medaille für ausgezeichnete Leistungen geehrt, und die jüngste Anerkennung seiner vorbildlichen Arbeit war 1977 die Beförderung zum Oberlehrer.

Mit seiner Einsatzbereitschaft und seinem parteilichen Auftreten, seinem nie ermüdenden Drang zum Weiterlernen, mit seinem Optimismus und in seiner persönlichen Bescheidenheit ist er vielen Lehrern ein Vorbild.

StR WOLFGANG KÜNNEMANN, Kreisschulrat
Rat des Kreises Zossen, Abteilung Volksbildung

REZENSIONEN

GERHARD JACKISCH: **J. H. Lamberts Cosmologische Briefe.** Akademie-Verlag, Berlin 1979, 287 Seiten, 7 Abbildungen; DDR 12,50 Mark.

Die Broschüre erschien aus Anlaß der 250. Wiederkehr des Geburtstages von J. H. Lambert im Jahre 1978. Sie würdigt den Beitrag Lamberts zur Entwicklung der Kosmologie. Im ersten Teil des Buches behandelt der Autor aus kritischer Sicht historische Vorstellungen über hierarchische Weltsysteme und stellt dabei Bezüge zur Newtonschen Physik dar. Der zweite Teil des Buches ist eine Textsammlung. Sie enthält u. a. die „Cosmologischen Briefe" von J. H. Lambert und einen Auszug aus Kants „Allgemeiner Naturgeschichte und Theorie des Himmels". Obwohl sich das Buch hauptsächlich an Astronomen, Philosophen und Wissenschaftshistoriker wendet, werden es jene Astronomielehrer mit Gewinn lesen, die sich für wissenschaftshistorische Fragen und damit verbundene philosophische Bezüge interessieren.

HELMUT BERNHARD

UNSERE BILDER

Titelseite – AGR „Astronomie und Raumfahrt" der Wilhelm-Pieck-Oberschule Saßnitz am selbstgebauten Newton-Spiegelteleskop. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Aktivitäten der AGR ‚Astronomie und Raumfahrt' an der Wilhelm-Pieck-Oberschule Saßnitz". Seite 69.

2. Umschlagseite – Merkur und Erdmond im gleichen Maßstab. Der Vergleich zeigt die große Ähnlichkeit in der Ausbildung der von Einschlagkratern übersäten Urkrustenflächen. Beim Erdmond heben sich aber die von basaltischen Schmelzen überfluteten dunkleren Flächen kontrastreicher ab. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Die erdähnlichen Himmelskörper in neuer Sicht" im **Heft 4 1980.**

3. Umschlagseite – Korrektur nach Einstellung des „Telementors" in Azimut und Polhöhe. – Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Wir beobachten" Seite 72.

4. Umschlagseite – Meridiankreis der Firma F. P. GAUTIER (1842–1909, Paris) mit 190-mm-Öffnung, im Jahr 1885 für die Sternwarte Besançon (Frankreich) geliefert. Ein nur im Meridian mit äußerster Präzision bewegliches, in der Ost-West-Richtung mit waagerechter Achse ausgerichtetes Winkelmeßinstrument. Die äußeren Metallkreise dienen zur Aufnahme der Meßmikroskope für die Ablesung der an den inneren Kreisen, auf silbernen Rändern aufgetragenen Teilstriche. Die Ablesegenauigkeit beträgt hier eine Bogensekunde. Aus der Beobachtung von Kulminationshöhen läßt sich bei bekannter geographischer Breite die Deklination des Gestirns direkt bestimmen. Gleichzeitig erlaubt die auf rund $^1/_{100}$ Sekunde gemessene Durchgangszeit des Gestirns durch den Meridian (gemessen in Sternzeit) die Festlegung der Rektaszension (im Himmelsäquator auf entsprechend rund 0°15). Vor dem Okular befindet sich dazu ein „Spinnfaden-Mikrometer", dessen mittlerer senkrechter Faden den Meridian markiert, während der waagerechte Faden die Höhenbestimmung gestattet. Die Abbildung verdeutlicht den Beobachtungsbetrieb: der Beobachter der Durchgangszeit hält die Drucktaste für die elektromechanische Markierung auf dem Chronographenstreifen in der Hand, der seinerseits von der im Vordergrund (links) befindlichen Pendeluhr gesteuert wird. Der andere Beobachter liest gleichzeitig die Durchgangshöhe des Gestirns ab.

Das Bild vermittelt zugleich einen Eindruck über den subjektiv wirksamen „Beobachtungskomfort" im Dienste der Präzision: Fenstervorhänge gegen Fremdlichteinflüsse, bequemer Beobachtersitz, indirekte Platzbeleuchtung.

Foto: Repro-Archiv Archenhold-Sternwarte
Text: K. Friedrich

Die Aufstellung des Fernrohres

Schnelligkeit und Sicherheit beim Aufstellen des Fernrohres sind unumgängliche Voraussetzungen für die Durchführung von Beobachtungen im obligatorischen Astronomieunterricht oder in astronomischen Arbeitsgemeinschaften. Eine grobe Justierung reicht aus, um bei Aufstellung des Fernrohrs im Äquatorsystem ein eingestelltes Objekt mit nur einer Nachführungsbewegung für gewisse Zeit verfolgen zu können. Bei Aufstellung im Horizontsystem können die geforderten Winkelmessungen mit hinreichender Genauigkeit ausgeführt werden.

Die **wesentlichen Schritte beim Aufstellen des Schulfernrohres „Telementor" im Äquatorsystem** sind:

1. **Aufbauen**

1.1. Aufstellen des Dreibeinstativs, Ausrichten nach Dosenlibelle. Damit liegt die Horizontebene fest und der Stativzapfen steht senkrecht.

1.2. Polkopf der parallaktischen Montierung auf Stativzapfen aufsetzen und klemmen. Polhöhe (= geographische Breite des Beobachtungsortes) mit Hilfe des Sechskantschlüsseis am Polkopf einstellen. (Diesen Schritt erspart man sich, wenn die Einstellung beim Abbauen unverändert bleibt.)

1.3. Fernrohr in Prismenführung einsetzen. Es ist darauf zu achten, daß die Schrauben für Klemmung und Feinbewegung in Deklination und Stunde zum Beobachter (Okularende) zeigen. Zwischenstutzen und Steckhülse mit 25-mm-Okular anbringen.

2. **Ausbalancieren**

2.1. Herstellen des indifferenten Gleichgewichts in Deklination durch Verschieben des Rohres in der Prismenführung bei gelöster Grobklemmung in Deklination.

2.2. Ausbalancieren um die Stundenachse durch Verschieben des Gegengewichts bei gelöster Grobklemmung in Stunde.

3. **Grobjustierung**

Dosenlibelle kontrollieren, evtl. Korrektur vornehmen. Deklination auf 90° und Stundenwinkel auf 12h ≙ 180° einstellen, klemmen. Polkopfklemmung lösen und Polkopf um Stativzapfen (horizontal) drehen, bis Polarstern in Gesichtsfeldmitte erscheint (evtl. Deklination verstellen), Polkopf klemmen. Damit liegt die N-S-Richtung der Stundenachse (grob) fest. Die Neigung der Stundenachse (Polhöhe) wurde in 1.2. festgelegt.

Mögliches Vorgehen mit Schülern einer AG (R)

Der AG-Leiter führt die Arbeitsgänge vor und begründet sie. Nach Wiederholung unter Einbeziehung der Schüler üben die Teilnehmer das Aufstellen des Gerätes in Zweiergruppen gemeinsam und einzeln sorgfältig und exakt. Später wird diese Tätigkeit unter natürlichen Bedingungen bis zur Fertigkeit entwickelt. (Erste Einstellungs- und Nachführungsübungen schließen sich an.) Zum geplanten Zeitpunkt erfolgt das Kennen- und Beherrschenlernen der **Aufstellung des Gerätes im Horizontsystem:** a) Ist das Gerät im Äquatorsystem aufgestellt, so kann man durch Einstellung des Stundenachsgehäuses am Polkopf auf die Polhöhe 90° unmittelbar zum Horizontsystem übergehen.

b) Muß das Gerät erst aufgebaut werden, so verfährt man wie bei der Aufstellung im Äquatorsystem mit folgenden Änderungen: 1.2. Polhöhe auf 90° einstellen. (2.2. entfällt.) 3. Höhe des Polarsterns am Beobachtungsort (= geographische Breite) am Höhenkreis und Azimut auf 180° einstellen, klemmen und weiter verfahren wie oben beschrieben.

Reizvoll für AG-Teilnehmer ist das Aufsuchen von Objekten nach vorgegebenen Koordinaten mit dem Fernrohr. Das erfordert eine gute Justierung, die am besten nach der Methode von SCHEINER erfolgt. Die Anwendung dieser Methode eignet sich für interessierte AG-Teilnehmer, wobei in hervorragendem Maße dazu beigetragen wird, zu Geduld, Ausdauer, Sorgfalt und Exaktheit zu erziehen.

Justieren nach der SCHEINERschen Methode

Das Gerät ist im Äquatorsystem aufgestellt und grob justiert. Die Luftblase der Dosenlibelle steht innerhalb des Ringes: Der Stativzapfen steht somit senkrecht.

Benötigt wird ein Strichkreuzokular. Beim Telementor verwenden wir das 16-mm-Okular mit Strichkreuzeinsatz. Um das Fadenkreuz sichtbar werden zu lassen, leuchtet ein Partner seitlich von vorn mit einer kleinen Taschenlampe ins Fernrohr. Damit auch noch eingestellte Sterne sichtbar bleiben, hat das so vorsichtig zu geschehen, daß nur eine leichte Aufhellung erreicht wird. Prinzipiell zum gleichen Ziel gelangt man, wenn ein hinreichend heller Stern etwas unscharf (extrafokal) eingestellt wird. Das entstehende Scheibchen läßt den entsprechenden Strichteil erkennen. Sterne heller als 2.5. Größenklasse bereiten kaum Schwierigkeiten. Bei diesem Verfahren kommt man ohne Helfer aus.

Ein Strich muß parallel zur Stundenbewegung des Instruments ausgerichtet sein. Hierzu stellt man einen hellen Stern auf Strichkreuzmitte ein, schwenkt das Fernrohr langsam um die Stundenachse und dreht dabei das Okular mit Strichkreuz so lange, bis der Stern sich während des Schwenkens ständig auf dem waagerechten Strich bewegt.

1. **Korrektur in Azimut (N-S-Richtung):** Ein genügend heller Stern in Meridiannähe wird auf den Strich eingestellt. Infolge seiner täglichen Bewegung läuft er auf dem Bogen s parallel zum Himmelsäquator (Abb. 1). Er folgt nicht der Instrumentenbewegung i, wenn infolge Abweichung der Stundenachse von der N-S-Richtung Himmels- und Instrumentenäquator nicht übereinstimmen. Weicht das Südende der Montierung nach Westen ab, dann läuft der Stern, bezogen auf die Instrumentenbewegung, am Himmel nach (rechts) unten. Im umkehrenden Fernrohr bewegt er sich demnach vom Strich weg nach (links) **oben.** Das **Südende des Polkopfes** ist etwas nach **Osten** zu drehen. (Stellung am Polkopf durch dünnen Strich markieren!). Beim Abweichen der Montierung in die andere Richtung beobachtet man im Fernrohr ein Weglaufen des Sterns nach **unten:** Das **Südende** der Montierung ist etwas **nach Westen** zu drehen.

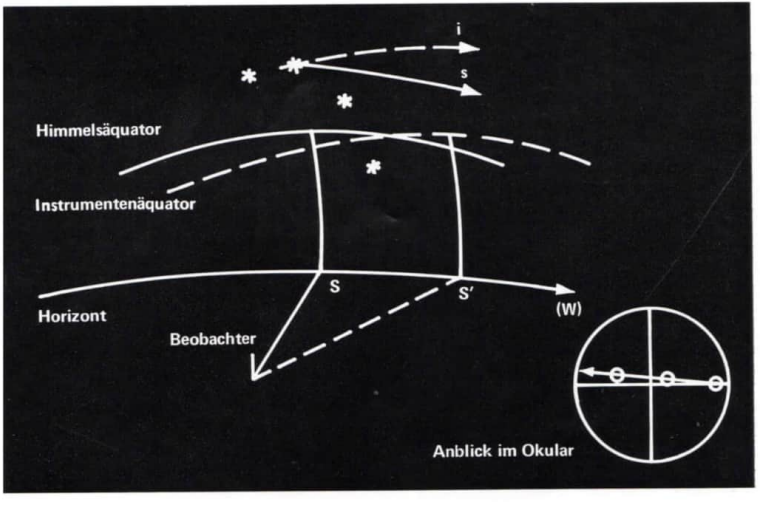
2. **Korrektur der Polhöheneinstellung:** Man stellt einen Stern etwa 30° über dem Osthorizont ein. Bei zu **großer** (kleiner) Polhöhe läuft der Stern bezogen auf die Instrumentenbewegung am Himmel nach oben (unten) (Abb. 2), im umkehrenden Fernrohr nach **unten** (oben): die **Polhöhe** muß etwas **verringert (vergrößert)** werden. Die Veränderung der Einstellung am Polkopf sollte mit einem Helfer vorgenommen werden. Bei Wahl eines Sterns am Westhorizont liegen die Verhältnisse umgekehrt.

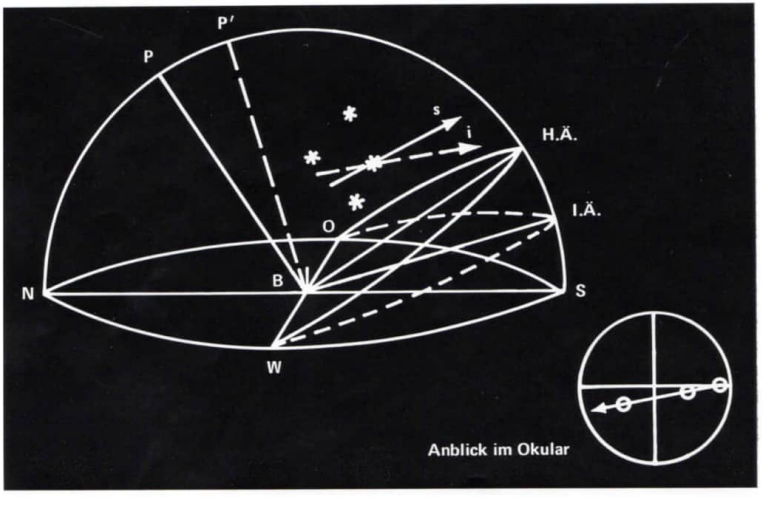
Die Ausrichtung der Stundenachse in Azimut und Höhe erfolgt so lange, bis ein Stern längere Zeit nicht mehr vom Strich abweicht. Zum Abschluß stellt man einen entfernten markanten Punkt auf der Erde ein und notiert dessen Stundenwinkel und Deklination. Bei Wahl genau des gleichen Standortes läßt sich später die Justierung leicht wieder realisieren. Deshalb ist der Aufbau eines ortsfesten Stativs lohnenswert (2).

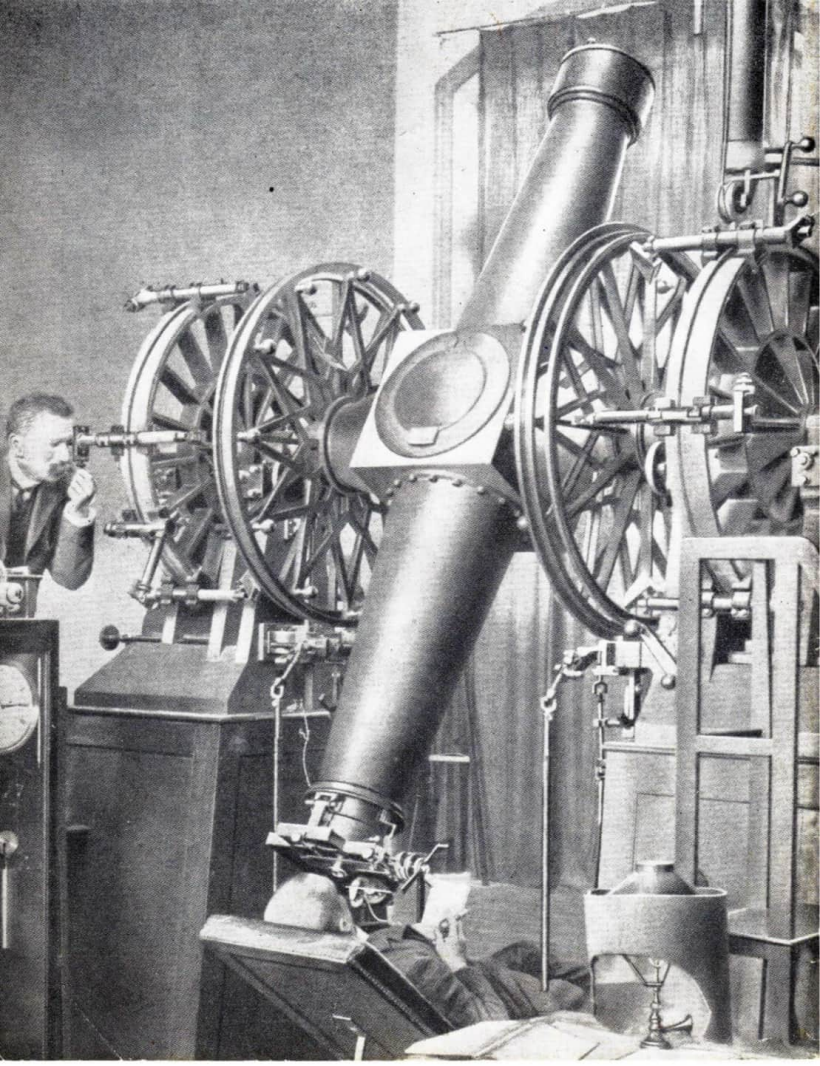
UWE WALTHER

Literatur:

(1), (2), NITSCHMANN, H. J.: **Hinweise zum Einsatz des Schulfernrohres „Telementor".** In: Astronomie in der Schule **10** (1973) 6 und **11** (1974) 4.


i
s
Himmelsäquator
Instrumentenäquator
S
S'
(W)
Horizont
Beobachter
Anblick im Okular


P'
P
s
i
H.Ä.
I.Ä.
O
B
N
S
W
Anblick im Okular



Astronomie

in der Schule

VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

4
1980

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 4 **17. Jahrgang 1980**

Seite
Dokumentation 74
H. GREISER
Zu einigen Aufgaben im Schuljahr 1980/81 75
H.-E. FRÖHLICH
Zur Erforschung des Milchstraßensystems (II) 76
M. REICHSTEIN
Erdähnliche Himmelskörper in neuer Sicht (I) 79
H. KÜHNHOLD
Erkenntnisinteresse, Erkenntnismotiv und Aktivierung im Astronomieunterricht 83
Methodische Hilfen – echte Hilfen für eine effektive Unterrichtsgestaltung? 87
M. SCHUKOWSKI
Theoretische Untersuchungen zum Begriffssystem der Astronomie im Astronomieunterricht 90
Unser Forum 92
Aus Wissenschaft und Unterricht 93
Wir stellen vor 95
Anekdoten 95
Unsere Bilder 95
Wir beobachten 96
Karteikarte: Zur Physik der Planeten und Kleinkörper (J. STIER)

СОДЕРЖАНИЕ
Документация 74
Х. ГРАЙЗЕР
Некоторые задачи в 1980/81ом учебном году 75
Х.-Э. ФРЕЛИХ
Исследование Галактики (II) 76
М. РАЙХШТАЙН
Землеподобные небесные тела с современной точки зрения (I) 79
Х. КЮНХОЛЬД
Познавательная любопытность, причина стремления к познанию и мобилизирование деятельности при преподавании астрономии 83
Методические помощи — являются ли они действительной помощью для целесообразного преподавания астрономии? 87
М. ШУКОВСКИЙ
Теоретические соображения по поводу астрономической терминологии при изучении курса астрономии 90
Картотечная карта: Физика планет и малых тел (Й. ШТИР)

CONTENTS
Documentation 74
H. GREISER
Some Problems of the 1980/81 School Year 75
H.-E. FRÖHLICH
Galaxy Research (II) 76
M. REICHSTEIN
Earthlike Heavenly Bodies from a Modern Point of View 79
H. KÜHNHOLD
Interest for Knowledges, Motivation of Study and Stimulation of Activities in Astronomy Instruction 83
Methodical Aids – Aren't They Real Aids for an Effective Astronomy Instruction 87
M. SCHUKOWSKI
Theoretical Inquiry into Astronomical Terminology in Astronomy Instruction 90
Register Card: Physics of Planets and Small Bodies (J. STIER)

Redaktionsschluß: 21. Juni 1980

Ein Nachdruck der in „Astronomie in der Schule" veröffentlichten Beiträge ist nur mit Zustimmung der Redaktion gestattet.

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

HÜBNER, DIETER

Wir bereiten das neue Schuljahr vor

Astronomie in der Schule, Berlin **17** (1980) 3, 50 bis 51

Der Schulrat des Kreises Köthen berichtet, wie in seinem Kreis vor allem durch die engagierte Arbeit des Fachberaters ein stabiler Fachlehrereinsatz im AU erreicht wurde. Der Beitrag enthält weiterhin viele Anregungen für die Arbeit der Fachberater und der Fachkommissionen Astronomie.

Astronomie *in der Schule*

Methodik AU · Festigung

ULLERICH, KLAUS

Zur Festigung von Begriffen, dargestellt an der Unterrichtseinheit 2.2.2.

Astronomie in der Schule, Berlin **17** (1980) 3, 64 bis 66; 2 Tab.

An Beispielen aus der Unterrichtseinheit „Ausgewählte Zustandsgrößen der Sterne" stellt der Autor dar, welche Überlegungen notwendig sind, festigende Maßnahmen zu planen und kontinuierlich im Unterricht einzusetzen.

Astronomie *in der Schule*

Fachwissenschaft · Milchstraßensystem

FRÖHLICH, HANS-ERICH

Zur Erforschung des Milchstraßensystems (I)

Astronomie in der Schule, Berlin **17** (1980) 3, 52 bis 57; 3 Abb.

Der Artikel beginnt mit einem kurzen historischen Abriß der Erforschung des Milchstraßensystems, in dem auch auf besondere Schwierigkeiten und Probleme hingewiesen wird. Dann geht der Autor ausführlich auf die Ergebnisse der Erforschung unseres Sternsystems mit Hilfe der optischen Astronomie ein.

Astronomie *in der Schule*

Fachwissenschaft · Milchstraßensystem

FRÖHLICH, HANS-ERICH

Zur Erforschung des Milchstraßensystems (II)

Astronomie in der Schule, Berlin **17** (1980) 4, 76 bis 79, 3 Abb., 5 Lit.

Fortsetzung des Beitrages aus Heft 3/1980. Es werden Forschungsergebnisse vorgestellt, die aus Untersuchungen der Radiostrahlung aus verschiedenen Regionen des Milchstraßensystems (Spiralarme, Kernregion) gewonnen wurden.

Astronomie *in der Schule*

Methodik AU · Sonnensystem

LINDNER, KLAUS

Astronomische Daten für das Schuljahr 1980/81

Astronomie in der Schule, Berlin **17** (1980) 3, 57 bis 60; 3 Lit.

Übersicht über die für den Unterricht wichtigen astronomischen Erscheinungen und Daten im Schuljahr 1980/81, die als Hilfe für die Planung und Vorbereitung der obligatorischen Beobachtungen und zur Aktualisierung des Unterrichts und der Arbeitsgemeinschaftstätigkeit gedacht sind.

Astronomie *in der Schule*

Fachwissenschaft · Planetensystem

REICHSTEIN, MANFRED

Erdähnliche Himmelskörper in neuer Sicht (I)

Astronomie in der Schule, Berlin **17** (1980) 4, 79 bis 82

Der Autor setzt sich einleitend mit der Definition des Begriffes „erdähnliche Himmelskörper" auseinander und führt dann aus, daß durch die Einbeziehung entwicklungsgeschichtlicher Aspekte in die vergleichende Planetologie wichtige Gesetzmäßigkeiten erkannt werden konnten. Er begründet dann eine differenzierte Einteilung der Planeten unter Einbeziehung der Planetoiden und der großen Monde.

Astronomie *in der Schule*

Methodik AU · Geschichte der Astronomie

FRIEDRICH, KLAUS

Jubiläen in Astronomie und Raumfahrt im Schuljahr 1980/81

Astronomie in der Schule, Berlin **17** (1980) 3, 60 bis 62

Übersichtliche Zusammenstellung wichtiger Jubiläen, die durch ihren Lehrplanbezug geeignet sind, die Arbeit im AU und den Arbeitsgemeinschaften zu beleben.

Astronomie *in der Schule*

Methodik AU

KÜHNHOLD, HELMUT

Zur Frage der Einheit von Erkenntnisinteresse, Erkenntnismotiv und Aktivierung im Astronomieunterricht

Astronomie in der Schule, Berlin **17** (1980) 4, 83 bis 86

Um die Schüler zum Lernen zu motivieren ist es wichtig, Probleme und Aufgaben so zu formulieren, daß sie interessant und für Jugendliche persönlich bedeutsam sind. An einer Reihe von Beispielen wird gezeigt, wie der AU in diesem Sinne gestaltet werden kann.

Astronomie *in der Schule*

Methodik AU · Planetensystem

KEMPF, HARTMUT

Zur Erarbeitung von Zusammenhängen in der Stoffeinheit „Das Planetensystem"

Astronomie in der Schule, Berlin **17** (1980) 3, 62 bis 64; 3 Abb.

Autor erläutert, wie er mit Hilfe von Übersichten, die im Laufe des Astronomielehrgangs ergänzt werden, mit seinen Schülern wesentliche Zusammenhänge erarbeitet.

Astronomie *in der Schule*

Methodik AU · Forschung

SCHUKOWSKI, MANFRED

Theoretische Untersuchungen zum Begriffssystem der Astronomie im Astronomieunterricht

(Autorreferat zur Dissertation B)

Astronomie in der Schule, Berlin **17** (1980) 4, 90 bis 92; 3 Lit.

Es werden einige wichtige Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen angeführt. Dazu gehören u. a. eine Wichtung der im Astronomieunterricht verwendeten astronomischen Begriffe und die Anfertigung eines Katalogs, der 242 astronomische Begriffe mit didaktisch vereinfachten Definitionen enthält.

HANS GREISER

Zu einigen Aufgaben im Schuljahr 1980/81

Die Fachberater für Astronomie des Bezirkes Potsdam berieten im Mai auf ihrer zweiten Arbeitstagung des Schuljahres 1979/80 Ergebnisse und weitere Aufgaben des Astronomieunterrichts und der Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt". Kriterien für die Einschätzung waren für uns die „Führungsschwerpunkte" [1] und die vom Stellvertreter des Ministers für Volksbildung, Oberstudienrat KARL DIETZEL, unter Bezug auf den VIII. Pädagogischen Kongreß formulierten Aufgaben [2]. Auf dieser Beratung wurde deutlich, daß sich die Arbeit der Fachberater intensiviert hat. Sie konnten über den Stand des Wissens und Könnens der Schüler konkretere Aussagen treffen, als dies noch vor zwei Jahren der Fall war.

Zusammengefaßt können wir sagen:
Der Astronomieunterricht hat den Schülern die Grundzüge eines astronomischen Weltbildes auf materialistischer Grundlage vermittelt. Sie besitzen, wenngleich sehr unterschiedlich ausgeprägt, wichtige Einsichten und auch Überzeugungen, wie z. B. die von der Materialität und Erkennbarkeit der Welt. So haben die meisten Schüler im wesentlichen richtige Vorstellungen über unser Planetensystem. Sie können wichtige Erscheinungen **beschreiben**, aber ihr Wesen nicht immer befriedigend **erklären.**

Beispielsweise hat in den untersuchten Klassen nur etwa die Hälfte der Schüler die Entfernung Erde – Sonne nennen oder die Entstehung der Mondphasen erklären können. Den Begriff „Planet" konnten viele Schüler nicht definieren, doch die meisten gaben wenigstens zwei Merkmale an.

Wir müssen solche Ergebnisse von Untersuchungen der Fachberater verschiedener Kreise unter der Sicht der Positionen des VIII. Pädagogischen Kongresses kritischer werten und können trotz mancher Fortschritte keinesfalls zufrieden sein.

Bei der Planung und Vorbereitung des Unterrichts muß weiterhin noch konsequenter auf die Aneignung und die sichere Beherrschung **grundlegender** Fakten, Begriffe und Zusammenhänge sowie Gesetze und Theorien geachtet werden. Fachkommissionen und Fachzirkel sollten die Erfahrungen über eine effektive Festigung austauschen und dabei die Vorschläge aus dieser Zeitschrift nutzen.

Erkennbare Fortschritte gibt es bei der Durchführung der *Beobachtungen*. Das spiegelt sich z. B. darin wider, daß in einem Kreis zwei Drittel der befragten Schüler mindestens Venus, Jupiter und Mars als am Abendhimmel beobachtbare Planeten anführten, in einem anderen Kreis konnten zwölf von vierzehn angesprochenen Schulen je zwei Beobachtungsabende nachweisen. Wir wissen jedoch, daß dies noch nicht der „Durchschnittswert" im Bezirk ist und daß vor allem die Ergebnisse der Beobachtungen noch nicht ausreichend für die Erarbeitung astronomischer Erkenntnisse im Unterricht genutzt werden. Darum sind Beobachtungen eine ständige „Kontrollgröße" bei unseren Beratungen, und wir tauschen vor allem Erfahrungen darüber aus, wie diese Aufgaben auch unter erschwerten Bedingungen realisiert werden können. Wir befürworten, daß Lehrer vor allem an Schulen mit großem Einzugsbereich das Schulfernrohr zeitweilig zuverlässigen und daran unterwiesenen Schülern – oft Teilnehmern der AGR – übergeben, um mit Schülern ihres Wohnortes die Beobachtungen auszuführen. Auch dies ist möglich: An acht Potsdamer Schulen hat bisher während einer Schüler-Disco an klaren Abenden das Schulfernrohr für zusätzliche Beobachtungen gesorgt.

Wir konnten weiterhin als positiv werten, daß die am Ende des Lehrplanes stehenden *Themen* über die *Sternentwicklung* sowie über *Struktur und Entwicklung des Weltalls* bis auf wenige Ausnahmen behandelt wurden. Das ist sicher auf die gewachsene Erfahrung der Lehrer bei der Planung des Unterrichts und auf ihre zunehmende Qualifizierung zurückzuführen. In mehreren Kreisen haben die Astronomie-Fachberater, manchmal unterstützt vom Fachberater und der Fachkommission für Physik, beim Erfahrungsaustausch mit Astronomielehrern einfache *Demonstrationsexperimente* zur Darstellung von Spektren, zur anschaulichen Erarbeitung der Begriffe „scheinbare" und „absolute Helligkeit" oder der Lichtkurve von Doppelsternen vorgeführt. Zur *unterrichtlichen Behandlung der Stellarastronomie* gibt es in unseren Bezirk mehrere Erfahrungsberichte und Pädagogische Lesungen. Diese wurden oft noch vor ihrer Veröffentlichung bei Zusammenkünften der Fachberater vorgetragen und diskutiert. Da sich aber die Berichte über Unterrichtsergebnisse fast nur auf die Lehrplanabschnitte Planetensystem und Sonne bezogen und zum Wissen der Schüler über die Stellarastronomie kaum fundierte

Aussagen vorliegen, ist dieses Gebiet bei der analytischen Tätigkeit künftig mehr zu beachten.

Wir haben auch die Tätigkeit in den *Arbeitsgemeinschaften nach dem Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt"* eingeschätzt.

Die Mehrzahl unserer fast 50 AGR wird seit mehreren Jahren von inzwischen erfahrenen und begeisterten Lehrern geleitet. Sie begrüßen das 1978 eingeführte neue Rahmenprogramm und schöpfen die darin angelegte „Bandbreite" weitgehend aus. Dabei bilden Beobachtungsreihen an Mond, Planeten oder Sonne sowie die Himmelsfotografie, oft auch die Fotolaborarbeiten, fast überall feste Bestandteile. Die erfahrensten AG-Leiter heben hervor, daß ihre Schüler nicht nur astronomische Spezialkenntnisse erwerben, sondern daß sie auch an wissenschaftlich-schöpferisches Arbeiten herangeführt werden und daß sich dabei wertvolle Persönlichkeitsqualitäten wie Beharrlichkeit, Zuverlässigkeit, Selbständigkeit und Eigeninitiative entwickeln. Als Fachhelfer tragen diese Schüler zu einem effektiven Verlauf der obligatorischen Beobachtungen bei.

Damit noch bestehende größere Niveauunterschiede rascher abgebaut werden können, müssen die Fachberater die AGR als eine Form des fakultativen Unterrichts konsequenter als bisher in ihren Aufgabenbereich einbeziehen. Ebenso ist auch die ungerechtfertigt starke Differenzierung der Anzahl der AGR zu überwinden.

Weil die meisten AG-Leiter kaum Partner zur Beratung über ihre Probleme im Kreis finden, haben wir mit dem Bezirkskabinett für Weiterbildung für die Herbstferien 1980 einen Erfahrungsaustausch vorbereitet.

Wir sind gewiß, daß die Astronomielehrer unseres Bezirkes die Zeit der Vorbereitung auf den X. Parteitag der SED gut nutzen und viel Initiative entwickeln werden, um auch in ihrem Unterrichtsfach Niveau und Qualität der Bildungs- und Erziehungsarbeit weiter zu erhöhen.

Literatur:

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

[2] **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.

Anschrift des Verfassers:

StR HANS GREISER
1500 Potsdam
Rat des Bezirkes
Abt. Volksbildung/Arbeitsgruppe Unterricht

HANS-ERICH FRÖHLICH

Zur Erforschung des Milchstraßensystems (II)[1]

3. Radiobilder des Milchstraßensystems

Gegen Ende des zweiten Weltkrieges war von VAN DE HULST und von SCHKLOWSKI auf Grund theoretischer Überlegungen eine *Wasserstoffemissionslinie bei 21 cm Wellenlänge* vorhergesagt worden, deren Entdeckung 1951 gleich mehreren Radioobservatorien gelang. In der Folgezeit erwies sich diese aus dem Milchstraßensystem stammende 21-cm-Strahlung als Schlüssel zum Verständnis der globalen Struktur unseres Sternsystems, da Radiowellen, im Gegensatz zum Licht, die galaktischen interstellaren Staubmassen unbehelligt durchdringen.

Der Emissionsmechanismus dieser Linienstrahlung führt uns auf das Gebiet der Quantenphysik; wir begnügen uns deshalb hier mit einer bildhaften Erklärung: Entsprechend den beiden Orientierungsmöglichkeiten des Elektronenspins zum Kernspin ist der Grundzustand des Wasserstoffatoms energetisch aufgespalten. Dem Umkippen aus der parallelen Spinstellung in die antiparallele entspricht ein freiwerdender Energiebetrag von $5{,}9 \cdot 10^{-6}$ eV, der als Radiowelle mit einer Frequenz von 1420,4 MHz bzw. einer Wellenlänge von 21,11 cm ausgesendet wird. Da es sich um einen sogenannten „verbotenen" Übergang handelt, ist die Übergangswahrscheinlichkeit extrem gering. Ein ungestörtes Atom verbleibt im Mittel 11 Millionen Jahre im angeregten Zustand, bevor es spontan in den energieärmeren zurückfällt.

Der Nachweis von neutralem Wasserstoffgas in unserer Galaxis war lange Zeit auf die Radiobeobachtungen der 21-cm-Linie beschränkt, da er optisch vom Grunde der Lufthülle unseres Planeten aus nicht möglich ist. Sämtliche Übergänge vom Grundniveau aus liegen im Ultravioletteil des Spektrums, der von der Ozonschicht absorbiert wird.

3.1. Radiostrahlung aus den Spiralarmen der Galaxis

Als wichtigster Bestandteil der extremen Population I, gewissermaßen als deren Baumaterial, ist das neutrale Wasserstoffgas (HI-Gas) in den Spiralarmen der Galaxis konzentriert. Radiobeobachtungen des HI-Gases erlauben damit, das Spiralarmskelett des Milchstraßen-

[1] s. Astronomie in der Schule 17 (1980) 3, 52 bis 57

systems, so wie es sich aus der Draufsicht darböte, zu enthüllen.

Neben Richtung und Intensität der Wasserstoffstrahlung interessiert uns vor allem auch das Linienprofil, da sich aus den meßbaren Linienverschiebungen die Radialgeschwindigkeiten der längs der Sichtlinie aufgereihten Wasserstoffwolken ablesen lassen. Diese enthalten, wie wir bei den Rotationsparallaxen gesehen haben, wertvolle Informationen über die Entfernungen der emittierenden Atome, falls uns das Rotationsgesetz bekannt ist. Doppeldeutigkeiten, die sich dabei leider für den inneren Teil der Galaxis ergeben, versucht man dadurch zu umgehen, daß man zusätzlich die Winkelausdehnung der Wasserstoffwolken, d. h. die Intensitätsverteilung der Strahlung bei fest vorgegebener Radialgeschwindigkeit senkrecht zur galaktischen Ebene mißt. Erscheint uns eine Wolke unter einem recht großen Blickwinkel, wird sie wahrscheinlich nahe sein und sicherlich die kürzere der beiden möglichen Entfernungen zutreffen. Trotzdem ist die Interpretation der 21-cm-Daten, wie dieses Beispiel zeigt, nie frei von einer gewissen Willkür.

Abb. 4: Rotationskurven für die nördliche und südliche Seite der Galaxis (nach KERR).

Zumindest für den inneren Teil der Galaxis kann die Rotationskurve (Abb. 4) aus den 21-cm-Messungen abgeleitet werden. Das Verfahren ist denkbar einfach. Man geht davon aus, daß die längs einer Sichtlinie gemessene extremale Radialgeschwindigkeit Gasmassen zugeordnet werden kann, die sich in der Nähe des Tangentialpunktes (T) befinden (Abb. 5). In diesem Falle ist nämlich der Geschwindigkeitsvektor voll auf den Beobachter oder von ihm weg gerichtet, während von anderen HI-Wolken nur ein Teil ihrer Rotationsgeschwindigkeit auf die Sichtlinie projiziert wird. Die Abbildung verdeutlicht auch das Zustandekommen der erwähnten Doppeldeutigkeiten. Sowohl die Gaswolke im Punkt (A) als auch die im Punkt (B) weisen trotz unterschiedlicher Entfernungen die gleiche Radialgeschwindigkeit auf.

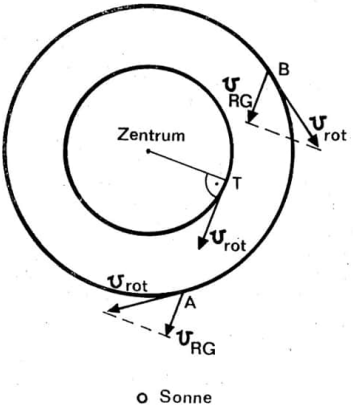


Abb. 5: Zur Erklärung der Tangentialpunktmethode.

Die bei diesen Überlegungen gemachte Annahme, daß die interstellaren Wasserstoffwolken das galaktische Zentrum auf Kreisbahnen umströmen, steht sicherlich auf schwachen Füßen, wie beispielsweise die unterschiedlichen Rotationskurven für den „nördlichen" und „südlichen" Teil der Galaxis (Abb. 4) zeigen, und ist nur als grobe Annäherung an die tatsächlichen Gegebenheiten zu betrachten. Einige Spiralarmtheorien fordern sogar meßbare Abweichungen von der Kreisbahnbewegung. Als Erschwernis für die Rekonstruktion der Wasserstoffarme erweist sich außerdem, daß auch die Gaswolken Pekuliarbewegungen von etlichen Kilometern pro Sekunde ausführen, die wir nicht von dem systematischen Anteil trennen können.

Für die Randbereiche der Galaxis stehen uns überhaupt nur hypothetische Rotationskurven zur Verfügung, die sich auf das beobachtete Rotationsverhalten extragalaktischer Sternsysteme stützen.

Die hier nur angedeuteten Probleme verdeutlichen die Schwierigkeiten, die nach wie vor einer Interpretation der umfangreichen 21-cm-Daten entgegenstehen. Die in der Vergangenheit ab und zu publizierten Radiobilder unserer Milchstraße, eines zeigt Abb. 6, sind deshalb mit etwas Zurückhaltung zu betrachten.

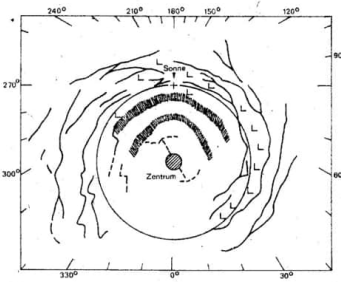


Abb. 6: Die Anordnung der Wasserstoffarme in der galaktischen Ebene nach Beobachtungen von KERR, HINDMAN und HENDERSON. Gebiete geringer Wasserstoffdichte sind mit L bezeichnet.

Es gibt auch alternative Interpretationsversuche, die keineswegs einfach von der Hand zu weisen sind und mit ganz anderen Ansichten von unserer Milchstraße aufwarten. Die Existenz der langgestreckten Wasserstoffarme steht indes außer Zweifel, wenn wir zur Zeit auch noch keinerlei detaillierte Aussagen über ihren Verlauf zu geben vermögen. Innerhalb der Arme beträgt die Wasserstoffdichte 1 bis 3 H-Atome cm^{-3}, in den Zwischenarmgebieten ist sie verschwindend gering: $< 0{,}1\ cm^{-3}$. Die Gasarme spannen die galaktische Zentralebene auf, die allerdings an den Rändern hutkrempenartig verbogen ist. Als Ursache für diese Verformung wird die Gezeitenwirkung der benachbarten Mangellanschen Wolken angesehen. Mit einer mittleren Dicke von nur 220 pc ist die galaktische Gasscheibe im Vergleich zu ihrer Ausdehnung (etwa 40 kpc) extrem dünn.

Merkwürdig ist das völlige Fehlen von neutralem interstellarem Wasserstoff im zentralen Bereich der Galaxis. Die dort befindlichen Molekülwolken deuten allerdings darauf hin, daß vielleicht große Wasserstoffmengen in Form von H_2-Molekülen gebunden sind.

Neben der 21-cm-Strahlung empfangen unsere Radioteleskope noch eine Reihe anderer Radiolinien und eine kontinuierliche Radiofrequenzstrahlung aus den Tiefen des Milchstraßensystems. So geht von den galaktischen H-II-Gebieten, von denen wir nur wenige optisch als Emissionsnebel wahrnehmen können, sowohl eine thermische (frei-frei-)Strahlung im cm-Bereich als auch Linienstrahlung von Wasserstoff und anderen Elementen aus; es handelt sich dabei um Rekombinationslinien bei Übergängen zwischen hohen Quantenzahlen ($n > 100$). (Da der Atomdurchmesser mit dem Quadrat der Quantenzahl anwächst, könnten derart „aufgeblähte" Wasserstoffatome mit einem Durchmesser von $\approx 0{,}001$ mm theoretisch bereits mit einem guten Mikroskop zu sehen sein!) Im m-Bereich ist die galaktische Synchrotronstrahlung intensiver als die thermische Emission des H-II-Gases. Synchrotronstrahlung entsteht immer dann, wenn schnelle geladene Teilchen mit Magnetfeldern wechselwirken, beispielsweise in Supernovaüberresten, wie im Krebsnebel, oder aber auch in den Spiralarmen, die ein schwaches Magnetfeld von wenigen Mikrogauß (1 Mikrogauß $= 10^{-10}$ Tesla) mit sich führen. Die benötigten hochenergetischen Elektronen, die die magnetischen Feldlinien in spiralförmigen Bahnen umlaufen, werden durch Supernovaexplosionen ständig nachgeliefert.

Der Mikrowellenspektroskopie verdanken wir die Kenntnis über eine reichhaltige Sammlung diverser Moleküle und Radikale, die in kalten, interstellaren Staubwolken in großer Zahl vorkommen. (Ein prominenter Astronom hat einmal abgeschätzt, daß die Menge an CH_3CH_2OH, die im Sagittarius-B 2-Wolkenkomplex nachgewiesen worden ist, ausreichte, 10^{28} Whiskyflaschen zu füllen. Das beweist, daß die Astronomie keine „trockene" Wissenschaft ist!) Die sich stürmisch entwickelnde Molekülastronomie verspricht, auch einiges Licht auf die Embryonalstadien der Sterne zu werfen. Sterne bilden sich ja vermutlich durch Kondensation aus solch kalten, molekülreichen Staubwolken. Einige der Moleküllinien, wie die des OH-Radikals, deuten darüber hinaus auf die Wirkung interstellarer Masermechanismen[1] hin.

3.2. Radiostrahlung aus dem Kern der Galaxis

Zum Abschluß werfen wir noch einen Blick auf den Kern unserer Galaxis. Das Milchstraßenzentrum fällt mit der Radioquelle Sagittarius A (West) zusammen, einer riesigen H-II-Region, die ein thermisches Spektrum aussendet und in eine ausgedehnte Wolke ionisierten Wasserstoffs eingebettet ist. Daneben beobachten wir eine nichtthermische (Synchrotron-) Quelle, Sagittarius A (Ost), die an einen Supernovaüberrest erinnert. Hinzu kommen noch einige Molekülwolken, wie die bereits genannte Sgr-B 2-Wolke, die sich um den Kern der Galaxis gruppieren.

Molekülbeobachtungen sind für das kinematische Verständnis der Kernregion von hohem Wert, da sie bei kurzen Wellenlängen, wo das Auflösungsvermögen der Radioteleskope sehr

[1] Maser: ein Verstärker für hochfrequente elektromagnetische Wellen (etwa 10^9 Hz), der auf der Grundlage quantenmechanischer Wechselwirkungen arbeitet.

gut ist, gemacht werden und weil die Moleküle faktisch nur im Zentrum vorkommen. Eine, wie im Falle der 21-cm-Linie, Verfälschung der Ergebnisse durch den Vordergrund, ist also ausgeschlossen. Das Ganze ist eingehüllt in eine schnell rotierende Wasserstoffscheibe von einigen Millionen Sonnenmassen. Dynamisch wird der galaktische Zentralkörper durch einen dichten Sternhaufen von etwa 100 Millionen Sternen markiert, der sich durch seine intensive Infrarotstrahlung zu erkennen gibt.

Ähnlich kompakte zentrale Sternwolken sind auch in Nachbargalaxien (z. B. im Andromedanebel) bekannt. Im Zentrum dürfte die Sterndichte millionenfach höher sein als in der Sonnenumgebung. Die im langwelligen Infrarot, bei 100 µm, emittierte Strahlung stammt wahrscheinlich von aufgeheizten Staubpartikeln, welche die kurzwellige Strahlung des Sternhaufens thermalisieren[1]. Die im Zentrum angehäufte Staubmasse wird auf 3 000 Sonnenmassen geschätzt.

Die Energiequelle, die die riesigen Wasserstoffmengen (rund 1 Million Sonnenmassen) ionisiert, ist noch unbekannt. Von FOWLER und HOYLE sind vor Jahren bereits supermassive Sterne von 10^5 Sonnenmassen vorgeschlagen worden, die eventuell bei Sternverschmelzungen in einem extrem dichten Sternhaufen gebildet werden. Allerdings scheinen dafür die Dichte und die Rate der Sternzusammenstöße im Milchstraßenzentrum viel zu gering zu sein. In diesem Zusammenhang sind Beobachtungen mit hohem Auflösungsvermögen von besonderem Interesse. So konnte vor einiger Zeit noch innerhalb der thermischen Komponente Sgr A (West) eine ungewöhnlich kompakte, nichtthermische Kernquelle mit einem Durchmesser von höchstens 140 astronomischen Einheiten ausgemacht werden, die stark variabel ist und Ausgangspunkt jener Aktivitäten zu sein scheint, die — wenn auch im stärkeren Maße — für die Kerne aktiver Galaxien charakteristisch sind. Auf explosive Vorgänge im galaktischen Zentrum weisen beispielsweise die im 21-cm-Bereich registrierten expandierenden Gasarme hin, die vor wenigen Jahrmillionen, vielleicht in mehreren Schüben, aus dem Milchstraßenkern ausgeschleudert worden sind und sich heute noch mit Geschwindigkeiten von 53 bzw. 135 km s^{-1} von diesem wegbewegen. Auf Grund ihrer abgeschätzten Entfernung vom Milchstraßenzentrum werden diese Arme als 3-kpc-Arme bezeichnet.

[1] thermalisieren: der Vorgang, bei dem das von den Sternen ausgestrahlte Licht durch den Staub absorbiert und als langwellige Strahlung wieder abgegeben wird.

Weiterführende Literatur:

ORT, J. H.: **Struktur und Entwicklung des galaktischen Systems.** In: Die Sterne **41** (1965) 169.

WENDKER, H.: **Die Radiostrahlung unserer Galaxis.** In: Die Sterne **42** (1966) 136.

SCHMIDT, K.-H.: **Maser-Effekte im interstellaren Raum.** In: Die Sterne **46** (1970) 220.

FRÖHLICH, H.-E.: **Die Spiralstruktur der Sternsysteme.** In: Die Sterne **49** (1973) 65, 130.

PFAU, W.: **Das Zentralgebiet unseres Sternsystems.** In: Die Sterne **54** (1978) 1.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Phys. HANS-ERICH FRÖHLICH
Zentralinstitut für Astrophysik der AdW der DDR
1502 Potsdam-Babelsberg, Rosa-Luxemburg-Straße 17a

MANFRED REICHSTEIN

Erdähnliche Himmelskörper in neuer Sicht (I)

1. Neue Grenzfragen durch wissenschaftlichen Fortschritt

In erster Linie ist es dem umfangreichen Datenmaterial der Planetensonden von nun schon mehr als zwei Jahrzehnten zu verdanken, daß in modernen Studien zur Struktur und Entwicklungsgeschichte der Erde der „kosmische Vergleich" zu unseren Nachbarplaneten immer häufiger gesucht wird. Man hat längst begriffen, daß Entwicklungsetappen, die der eine oder andere der erdähnlichen Himmelskörper längst durchlaufen hat und deren Spuren hier und da kaum noch auffindbar oder nur schwer zu deuten sind, bei einem anderen Glied der „Erdähnlichen" vollständiger erhalten sein können. Die Kraterlandschaft des Mondes für die vergängliche Urkruste der Erde war hierzu lange Zeit das Paradebeispiel.

Der moderne kosmische Vergleich hat aber auch den Begriff der „erdähnlichen Himmelskörper" immer populärer werden lassen. Bezogen auf einen relativ groben Vergleich, z. B. von unserem Heimatplaneten zu Venus und Mars, weiß wohl fast jeder, was etwa gemeint ist. Doch, sucht man nach einer Definition des Begriffes, stößt man sehr bald auf Schwierigkeiten — vor allem bei Abgrenzungsfragen von dem was dazu gehört und was nicht. Einmal mehr hat sich bestätigt, daß Wissenszuwachs ältere Unterscheidungsmerkmale entwerten kann, weil plötzlich „Zwischenformen" zu bisher bestehenden und wohl definierten Kategorien bekannt werden.

Für die Definition des Begriffs der „Erdähnlichkeit" gilt nun, daß man sich von Anfang an nicht auf ein einzelnes herausragendes Merkmal beziehen konnte, sondern gleich ein

ganzes Bündel von „Gemeinsamkeiten" zur groben Abgrenzung vor allem gegen die Planetenriesen aufgeführt hat.
Wir werden im folgenden nach dem neuen Forschungsstand der Planetologie kritisch deren verbliebene Wertigkeit sichten, wollen dann die wesentlichsten neu erkannten Verwandtschaftsbeziehungen deutlich machen und daraus resultierend Empfehlungen für ergänzende Definitionen zur neuen, dem modernen Forschungsstand mehr angepaßten Interpretation des Begriffs der „erdähnlichen Himmelskörper" darlegen.

2. Leitmerkmale der Erdähnlichkeit

Zunächst sei vorausgeschickt, daß man in den älteren Definitionen oft statt der neutralen Bezeichnung „Himmelskörper" von „Planeten" sprach und unter den „Erdähnlichen" nur die vier — nämlich Merkur, Venus, Erde und Mars — verstand. Mond und Merkur sind aber offensichtlich nach ihren Oberflächenformen miteinander mehr verwandt als jedes beliebige andere Planetenpaar dieser Gruppe. Also sollten grundsätzlich der „Satellitencharakter" von Bahnformen unbewertet bleiben und Planeten und Monde gleichwertig in den Vergleich einbezogen werden. Man hat in jüngster Zeit dem rein formalen Dilemma auch dadurch beizukommen versucht, daß man anfängt, die großen Monde, z. B. die des Jupiter und der Erde, als „sekundäre Planeten" zu bezeichnen.
Der bekannten groben Zweiteilung unseres Planetensystems in eine innere Gruppe (A) der erdähnlichen Himmelskörper und eine Gruppe (B) der sonnenferneren Riesenplaneten oder jupiterähnlichen liegen außer den schon aus der Kurzbezeichnung ablesbaren Eigenschaften über Sonnenabstand und relative Größe oder Masse noch folgende kontrastierende Hauptkennzeichen zugrunde:

1. Substantiell sind die Himmelskörper der Gruppe A (erdähnliche) gekennzeichnet durch die Vormacht der Elemente Sauerstoff, Silizium und Eisen; die der Gruppe B durch Wasserstoff, ferner Helium sowie leichtflüchtige Verbindungen des Wasserstoffs wie CH_4, NH_3 und H_2O.
2. Bedingt durch die Substanzunterschiede ergeben sich solche der mittleren Dichte: Gruppe A weist hohe Werte um 3,3 bis 5,5 $g \cdot cm^{-3}$ auf, Gruppe B solche von geringer Dichte zwischen 0,7 und 1,7 $g \cdot cm^{-3}$.
3. Die Mitglieder der Guppe A rotieren langsamer als die der Gruppe B.
4. Satelliten fehlen oder sind selten bei Gruppe A im Gegensatz zum Satellitenreichtum der Gruppe B.

Zählen wir die den Kennzeichnungen zugrunde liegenden physikalischen und chemischen Parameter auf, so erhalten wir 6 Unterscheidungsmerkmale:

1. Sonnenabstand
2. Masse
3. chemische Zusammensetzung
4. Dichte
5. Rotation
6. Satellitenzahl

Die Mängel des Systems werden uns zum ersten Mal deutlich, wollen wir den fernen Planeten Pluto einer der beiden Gruppen zuordnen. Der Sonnenentfernung und Substanz nach (hauptsächlich Methaneis an der Oberfläche) verhält er sich — wie wir heute wissen — wie ein normales Glied der B-Gruppe. Aber Rotation und Masse lassen ihn der A-Gruppe zugehörig erscheinen.
Auch die vier großen Jupitermonde weisen gemischte Merkmale der A- und B-Gruppe auf, obwohl gerade hier die Summe und Art der Merkmale teilweise für eine erstaunlich nahe Verwandtschaft zu den erdähnlichen Himmelskörpern spricht — trotz ihrer großen Entfernung von der Sonne!
Gerade die Gesetzmäßigkeiten im Aufbau der vier großen Jupitermonde, wie sie durch jüngste Raumfahrtergebnisse der Voyager-Sonden, aber auch schon durch die in den letzten Jahren intensivierten Studien von der Erde aus bekannt geworden sind, haben erkennen lassen, daß der Definition des Begriffs der „erdähnlichen Himmelskörper" bisher mehr oder weniger eine entwicklungsgeschichtliche Orientierung fehlt; durch sie wird aber eine zum Teil sonst nur formale Erdähnlichkeit erst zum echten Verwandtschaftsverhältnis. Auch die schon immer problematische Abgrenzung zu den Planetoiden läßt sich unter solchen Gesichtspunkten neu fassen. Im allgemeinen besteht bei ihnen Dominanz von A-Gruppen-Merkmalen, aber auch solche der B-Gruppe liegen zumindest formal vor, wie die häufige schnelle Rotation, großer Sonnenabstand (z. B. Trojaner) oder die jüngst beobachteten Anzeichen von Planetoiden mit mehreren Satelliten zu erkennen geben.

3. Entwicklungsgeschichtliche Aspekte

Doch ehe wir weiter auf die Planetoiden und auf die interessanten Beziehungen der Oberflächenformen unter den Jupitermonden eingehen, seien die bisherigen 6 Unterscheidungsmerkmale in ihrer Wertigkeit nach entwicklungsgeschichtlichen Aspekten eingeschätzt. Ihre Numerierung von 1 bis 6 entspricht an sich schon (nicht ganz unbeabsichtigt) einer ständig

nachlassenden Bedeutung für unsere Klassifizierung.

Gehen wir vom Urnebelstadium aus und beziehen wir uns auf die Grundbedingungen in einer kondensierenden Materiewolke in der Phase eines sich gleichzeitig formierenden und daher mit der Zeit strahlungskräftiger werdenden Zentralgestirns, so wird die herausragende Bedeutung der Sonnenentfernung (Merkmal 1) für diesen Aggregationsprozeß und seine Folgen deutlich. Durch diese Distanzbedingung im Verein mit einem sich verstärkenden Temperaturgefälle nach außen wird in erster Linie entschieden, wieviel und welche Substanzen zur Verfügung stehen, und was davon als sogenannte leichtflüchtige Komponenten in noch sonnenfernere Räume im wahrsten Sinne des Wortes ausgetrieben werden wird.

Eine nur aus pauschal physikalisch-chemischen und Bahnparametern (wie Masse, Substanz, Dichte, Albedo usw.) abgeleitete „Erdähnlichkeit" bestimmter Himmelskörper nutzt aber demgegenüber keineswegs in genügendem Maße die vielen neuen Erkenntnisse über Strukturformen der Planetenoberflächen und ihre Entwicklungsprozesse. Wir wollen also neben eine Erdähnlichkeit im Sinne eines Geburtsmerkmals nun auch eine solche der Planetenentwicklung zu stellen versuchen.

Damit treffen wir auf einen Themenkreis, mit dem sich die Geowissenschaften und die vergleichende Planetologie zur Zeit sehr intensiv beschäftigen. Viele Probleme bleiben noch ungelöst. Dennoch sind einige fundamentale Gesetzmäßigkeiten kaum noch umstritten. Wir fassen ihre Aussagen hier in drei Hauptetappen der planetaren Evolution zusammen:

I. **Hauptphase der Aggregation der Materie bis zum Urkrustenstadium** – Der Himmelskörper wächst durch Zusammenballung von Planetesimalen. Im Endstadium bildet sich auf der Oberfläche eine von Einschlagskratern übersäte Trümmerkruste heraus.

II. **Haupthase der magmatischen Aktivität** – Der Zerfall radioaktiver Elemente und die Gezeitenkräfte rufen eine endogene Aufheizung hervor. Es kommt zur teilweisen oder vollständigen Krustenerneuerung durch magmatische Prozesse, insbesondere durch aus dem Planeteninnern hervorbrechende und sich weitflächig ergießende Schmelzen.

III. **End- oder Erstarrungsphase** – Durch Verlust oder Nachlassen der soeben genannten Wärmeenergiequellen stabilisiert sich die Kruste unter langsamer Auskühlung. Vulkanische Prozesse kommen zum Erliegen. Der Vorgang der Erstarrung bis zum Verschwinden der flüssigen Phase im Innern kann Zeiträume in der Größenordnung von Jahrmilliarden beanspruchen.

Wenden wir dieses Phasenschema auf die zur Verfügung stehende Palette der „Erdähnlichen" an, so wird sofort die Abhängigkeit davon, welche Phasen überhaupt erreicht bzw. durchlaufen werden in bezug zur Masse des jeweiligen Himmelskörpers deutlich.

In erster Linie entscheidet der Grad der thermischen Evolution der Phase II, wie intensiv die krustennahen magmatischen Prozesse werden können, das heißt mit anderen Worten, ob überhaupt noch Merkmale der Phase I, also Kraterlandschaften der Urkruste, bis in die Erstarrungsphase hinein konserviert bleiben. Bei Mond und Merkur scheint dies in starkem Maße der Fall zu sein; bei Venus und Mars sichtlich weniger, aber immer noch erheblich mehr als auf unserer Erde. Sie selbst ist also ein extremes Glied der Reihe, für die sie den Namen hergibt. Das gilt übrigens für die Jupiterähnlichen in bezug auf Jupiter selbst ebenso.

4. „Marsähnlichkeit" – ein besserer Begriff?

Legen wir unsere nur allzu verständliche erdorientierte historische Befangenheit einmal ab und schauen wir uns nach einem typischeren Glied der Reihe der sogenannten erdähnlichen Himmelskörper um, so bietet sich eigentlich sofort der Planet Mars als geeigneter Vermittler im wahrsten Sinne des Wortes an. Das Inventar seiner Oberflächenstrukturen vermittelt z. B. deutlich zwischen dem des Erdmondes und unserer Erde, während wir uns ja sonst eigentlich schwer tun, Beziehungen zwischen so fremdartigen Landschaften, wie sie sich bei der direkten Gegenüberstellung von Erde und Mond ergeben, herzustellen. Erst über Marsbilder läßt sich veranschaulichen, wie und über welche Zwischenformen aus der exotischen Mondlandschaft eine erdähnliche Morphologie entwickelt werden kann.

Die Bezeichnung „marsähnlich" statt „erdähnlich" für die inneren Planeten würde fast automatisch auch eine weitere Unterscheidung, nämlich in zwei jeweils näher miteinander verwandte Untergruppen der Himmelskörper kleiner und größer als Mars erschließen. Typische Vertreter der ersten Gruppe wären Merkur und der Erdmond sowie zumindest die großen Planetoiden. Man könnte sie nach ihren wichtigsten Vergleichsparametern zusammenfassend als im wesentlichen atmosphärefreie marsähnliche Himmelskörper mit deutlich erhaltenen Urkrustenmerkmalen bei fehlender oder nur partieller Magmaüberflutung bezeichnen. Für die hinzugerechneten Planetoiden gilt, daß es bis jetzt für die untere Abgrenzung der

erdähnlichen Himmelskörper keine Festlegung über eine Mindestgröße gibt. Das liegt einerseits am praktisch lückenlosen Vorhandensein aller Größen bis hin zum kosmischen Staub, ohne daß dabei ein deutlicher Merkmalssprung leicht nachzuweisen wäre, andererseits aber auch an der zunehmenden Bedeutungsarmut dieser Kleinkörper für den Vergleich. Daß sie dagegen nicht von vornherein ausgeklammert werden können, beruht wiederum auf der überragenden Rolle der stofflichen Beziehung, die durch das Vorhandensein chondritischer Urmaterie als Hauptbau- und Ausgangssubstanz aller erd- oder marsähnlichen Himmelskörper gegeben ist.

Eine neue mögliche Grenzziehung mindestens zur Unterscheidung eines höheren oder niedrigeren Verwandtschaftsgrades zur Entwicklung der marsähnlichen kleineren Planeten zeichnet sich aber nach den moderneren Forschungsergebnissen dadurch ab, daß wir aus den Durchmessern und den Albedoververhältnissen mindestens der größeren Planetoiden schon jetzt von der Erde aus in der Lage sind abzuschätzen, inwieweit sie sich aus chondritischer, achondritischer oder metallangereicherter Materie aufbauen. Der unumstrittene Bezug zu den bereits auf der Erde vorhandenen meteoritischen Vergleichsmaterialien lehrt uns, daß sich bei einigen ein gewisser geochemisch differenzierterer Schalenbau im Inneren abzeichnet. Im Falle, daß selbst kleinere Planetoiden (-Trümmer) solche Eigenschaften aufweisen, muß man wohl annehmen, daß sie als Kollisionsbruchstücke ehemaliger Planetoidenmutterkörper von vielleicht über 100 km Durchmesser aufzufassen sind.

Typische Vertreter der zweiten Gruppe — der der massereicheren Körper als Mars — sind Venus und Erde. Sie wären zu definieren als Himmelskörper, bei denen die thermische Evolution der Phase II durch magmatische Prozesse zu verstärkter bis nahezu vollständiger Löschung der Urkrustenmerkmale geführt hat. Neben den Lavaüberflutungen der Krustendepressionen erscheinen nun auch bedeutendere vulkanische Großformen an der Planetenoberfläche. Ebenso hat die Zerspaltung der Kruste zugenommen. Außerdem ist eine mit ihren dynamischen Prozessen auf die Oberflächenformen modellierend einwirkende Gashülle stets vorhanden.

Von der Venus wissen wir zur Zeit nur, daß Großgräben, Vulkankomplexe sowie alte Einschlagkrater — den von Radarstrahlen abgeleiteten Konturen zufolge — reichlich vorhanden sein dürften. Doch sichere optische Belege fehlen noch. Es deutet sich aber schon jetzt an, daß eventuell die globale Venusmorphologie der des Mars näher steht als der der Erde, obwohl die Masseverhältnisse die Beziehung zunächst umgekehrt vermuten ließen. Diese wahrscheinlich gemachten Verwandtschaftsgrade werden aber verständlicher, wenn wir zum Faktor des Masseüberschusses der Erde im Vergleich zur Venus auch noch deren sonnenfernere Position in Rechnung setzen. Schon mehrfach wurde darauf aufmerksam gemacht, daß neben der primären auch eine sekundäre Verarmung der Venus an leichtflüchtigen Elementen, vor allem an Wasserstoff, deren weitere Entwicklung gegenüber der Erde im Laufe der Jahrmilliarden, vor allem was Krustenmorphologie und atmosphärische Zusammensetzung anbelangt, mehr und mehr divergieren ließ.

Es klingt vielleicht drastisch, aber durchaus nicht mehr unlogisch, sondern deckt eher bisher zu wenig beachtete Zusammenhänge auf, wenn man jetzt sagt, die Erde sei nur ein Grenzfall der marsähnlichen Himmelskörper und zeigt ihrer Größe und Position entsprechend deutliche Übergangsmerkmale zur Jupitergruppe. So findet man bei ihr zonal gebundene atmosphärische Strömungen wie bei Jupiter selbst. Die Mobilität der Kruste ist im Vergleich zu den übrigen inneren Planeten extrem gesteigert und so stark erhöht, daß von Zirkulationsströmungen nahe der Oberfläche gesprochen werden kann, dokumentiert z. B. durch die laufende Erneuerung großer Teile der ozeanischen Krusten in Zeitspannen von 100 bis 200 Millionen Jahren nach den Regeln der Plattentektonik.

Man nimmt ferner heute an, daß auch die Oberfläche Jupiters unter seiner Atmosphäre nicht fest ist, sondern sich in flüssigem Zustand befindet. Und auch auf der Erde schiebt sich eine flüssige Phase in Gestalt der weiten ozeanischen Räume als einmaliges Phänomen unter den inneren Planeten zwischen Gashülle und Kruste ein.

Aber wir fragen uns gerade an dieser Stelle: Ist dieses irdische Phänomen des Vorhandenseins von Ozeanen über silikatischer Kruste wirklich nur ein irdisches? Hier haben einige der jüngsten Raumfahrtergebnisse insbesondere durch die Voyager-Sonden 1979 am Beispiel der Jupitermonde auch bildhaft belegen lassen, was zuvor schon wissenschaftlich im Prinzip begründet vermutet bzw. vorausgesagt wurde, daß nämlich mindestens drei der großen Jupitermonde stark vereiste Krusten aufweisen, unter denen sich auch zeitweise flüssige Ozeane befunden haben könnten oder noch befinden.

(wird fortgesetzt)

HELMUT KÜHNHOLD

Erkenntnisinteresse, Erkenntnismotiv und Aktivierung im Astronomieunterricht

Aktivität ist ein charakteristisches Merkmal der Lerntätigkeit im Unterricht. Sie äußert sich u. a. in einer lebhaften Beteiligung, in geistig emotionaler Erregung. Aktivität ist nicht permanent vorhanden, sie muß immer wieder geweckt werden. Aktivität entsteht dann, wenn interessante Aufgaben gestellt werden, wenn Schüler vom Reiz der inhaltlichen Probleme angezogen und zum Suchen nach Lösungen angeregt werden. Aktivität führt zum Erkenntnisinteresse.

Es ist uns bekannt, daß das Lerninteresse aus den verschiedensten Gründen nicht über die gesamte Schulzeit konstant bleibt. Deshalb ist zu überlegen, wie das Bestreben zu lernen aufrechterhalten werden kann, d. h. die entsprechenden Stimuli für einen erfolgreichen Verlauf des Unterrichtsprozesses zu finden. Für das Lernen der Schüler ist eine Reihe verschiedener Motive ausschlaggebend, in den oberen Klassen ist eines der wichtigsten das *Erkenntnismotiv*. Unser Anliegen sollte es deshalb sein, Probleme und Aufgaben so zu formulieren, daß sie interessant und für Jugendliche persönlich bedeutsam sind. NEUNER [1; 126] stellte fest: „Jedes Erkennen setzt die Zuwendung der Persönlichkeit zum Erkenntnisgegenstand, Interesse und aktive Reaktion voraus. Wenn Erkennen aber zum Werten und Erleben werden soll, dann sind erst recht aktive, innere Anteilnahme und lebhaftes Engagement vonnöten, sonst werde ich höchstens erreichen, daß formulierte Erkenntnisse und gebrauchte Argumente ohne ein wirkliches inneres Beteiligtsein übernommen und nachgebetet werden. Um aber Interesse, Aktivität, Engagement zu erzeugen, muß ich den Punkt finden, an dem ich einhaken kann."

Unter einem *Motiv* begreifen wir den inneren Antrieb des Menschen zur Tätigkeit und zum Verhalten. Unter *Stimuli* verstehen wir äußere Anreize, die bewußt als Einwirkung auf die Motivationssphäre der Persönlichkeit gestaltet werden. Stimuli nehmen Einfluß auf die emotionalen Prozesse und haben eine positive emotionale Wirkung.

Die Entwicklung des Erkenntnisinteresses hängt bei Schülern oberer Klassen von Stimuli verschiedenen Ursprungs ab.

STSCHUKINA [2; 155] weist darauf hin, daß z. B. neuartige und attraktive Sachverhalte geeignet sind, Aktivität und Wachheit zu fördern.

Auch von uns Astronomielehrern wird erwartet, Verstand und Gefühl bei unseren Schülern harmonisch zu entwickeln. Im Erkenntnisprozeß stellen Rationales und Emotionales eine Einheit dar. Unterrichtsanalysen bringen aber zum Ausdruck, daß uns das viel zu selten gelingt. Als Ursachen für diesen Mangel werden u. a. angeführt:

„– Möglichkeiten emotionaler Einwirkung auf die Persönlichkeit werden nur für wenige Fächer gesehen (Literatur, Musik, Zeichnen, Geschichte, Staatsbürgerkunde), weniger oder gar nicht für Mathematik und die naturwissenschaftlichen Fächer. (Also auch nicht für Astronomie, d. A.)

– Es wird angenommen, die heutige Jugend lehne auch eine emotional wirksame Unterrichtsgestaltung ab. . . . .

– Und schließlich wird die Auffassung vertreten, der emotionalen Seite mehr Beachtung zu schenken, verschärfe das Stoff-Zeit-Problem im Unterricht." [3; 202 f.]

An einer Reihe von Beispielen soll nunmehr gezeigt werden, wie der Unterrichtsprozeß im Fach Astronomie dem eingangs genannten Anliegen entsprechend gestaltet werden kann.

1. Beispiele für die Einbeziehung von neuartigen und attraktiven Sachverhalten in den Unterrichtsprozeß

1.1. Einführung in die Beobachtung (UE 1.1.)

Beim Vorzeigen von Bildern großer astronomischer Instrumente entwickelt sich u. a. auch die Vorstellung, daß die Arbeit eines Astronomen eine verlockend einfache und deshalb erstrebenswerte Tätigkeit sei. Folgender kurzer Bericht führt zu einer eindeutigen Klärung der Schwierigkeiten in der Arbeit eines Sternforschers: „An der Sternwarte in Tautenburg arbeiten fünf Astronomen, acht technische und zehn weitere Mitarbeiter. Sie alle führen, entgegen sicher vorhandenen falschen Vorstellungen, absolut kein romantisches Dasein. Denn alle Astronomen arbeiten im Schichtdienst. Immerhin kostet eine nicht genutzte klare Nachtstunde am Teleskop 1 500,– M. Da heißt es für den wachhabenden Assistenten, sobald die Dunkelheit eintritt, den Moment abzupassen, um den Astronomen entweder aus seinem Arbeitsraum oder aus dem Schlaf zu holen . . . Sobald er den Spalt des Kuppeldaches geöffnet hat, steht der Astronom bis zum Morgengrauen auf der Beobachtungsbühne. Nur das Licht von Mond und Sternen

erhellt die Dunkelheit, die ihn umgibt. Im Winter kommt noch die Kälte hinzu, der er mit Fudelmütze, Spezialanzügen und beheizten Stiefeln trotzt." [4; 20]
Diese Erklärung löst Aktivitäten aus, die sich im Frageverhalten äußern.
Wie kann man Schülern Vorstellungen über die Dimensionen des Tautenburger Spiegelteleskops verschaffen? Das Betrachten von Abbildungen aus dem Lehrbuch oder aus einer Bildmappe könnte mit folgendem Begleittext versehen werden:
„Besucher bestaunen das riesige Teleskop, das an Gewicht und Dimensionen einem D-Zugwagen gleich kommt und auf einem besonderen Fundament ruht. Elektromechanisch bewegen sich 65 t um ihre eigene Achse. 10 m lang ist das Fernrohr. Der Spiegel hat einen Durchmesser von 2 Metern ... Über Schaltknöpfe am Steuerpult oder den Handtaster bewegt der Astronom Kuppel, Bühne und Teleskop, bis das jeweilige Sternobjekt eingestellt ist. 150 unterirdische Kabel bringen es zuwege, daß dies mit einer Genauigkeit von 10 Tausendstel Grad geschieht. Ein 50-W-Motor sorgt dafür, daß sich das Teleskop der Erdumdrehung anpaßt, damit das Objekt nicht aus dem Sucher wandert." [4; 21]
Diese Schilderung ist wenig zeitaufwendig und erspart viele erklärende Worte.

1.2. Natürliche Kleinkörper im Sonnensystem (UE 1.4.)

Attraktive Sachverhalte sind auch geeignet, eine Problemstellung wirkungsvoll zu unterstützen. Nach der Aufarbeitung dessen, was über das Planetensystem bereits bekannt ist (Erde, Mond, Planeten), erfolgt die Problemstellung: „Ist der interplanetare Raum leer?"
Diese Frage wird durch folgenden Impuls unterstützt:

„Raumsonde im Trommelfeuer"

„Die amerikanische Raumsonde Pioneer 10 hat am 4. 12. 1973 den Riesenplaneten Jupiter in einer Entfernung von 42 600 km passiert. Als sie den Strahlungsgürtel durchflog, ist die Sonde radioaktiv geworden. Drei der insgesamt 11 Meßgeräte wurden dadurch beschädigt. Der Meteoritendetektor verlor stark an Meßgenauigkeit. Nach Ansicht von Experten hat ein Trommelfeuer von Protonen und Elektronen die Raumsonde radioaktiv verseucht. Die Feldstärke des Jupiter wurde an einigen Stellen mit 20 Gauß gemessen. Pioneer 10 hatte auf seinem 21 Monate dauernden Flug zum Jupiter entdeckt, daß der Raum zwischen dem Planetoidengürtel und dem Jupiter weitaus staubiger sei, als bisher angenommen." [5; 12]

Nach kurzer Diskussion kann das Ergebnis zusammengefaßt werden: Der interplanetare Raum ist nicht leer. In ihm befinden sich Protonen, Elektronen, Magnetfelder, Staub, Meteorite, Planetoiden und Kometen. Damit ist das Stundenziel umrissen. Auf die Meteorite und Kometen wird nunmehr schwerpunktmäßig eingegangen. Nach Klärung dieser Fragen ist nicht zu versäumen, auf die Kometenfurcht im Mittelalter hinzuweisen. Dazu können die Schüler folgende Aufgabe erhalten:
„Vergleichen Sie unser heutiges Wissen mit dem Wissen der Menschen vor 400 Jahren!"
Zur Aufgabe kann zitiert werden:
„Wie die überlieferten Berichte erkennen lassen, müssen die hellen Kometen einen besonders tiefen Eindruck hinterlassen haben. Nicht umsonst wurden sie als Zuchtruten Gottes bezeichnet und mehr gefürchtet als andere Wunderzeichen am Himmel. Die große Angst vor den Kometen rührte vor allem daher, daß man sie für Körper hielt, die sich in der Atmosphäre der Erde befanden. So sollten ihre Dünste die Wasser in den Brunnen vergiften. Daher wurden zur Abwendung drohenden Unheils die Brunnen abgedeckt und die Menschen zu Bittgebeten aufgerufen. Sie mußten nach damaliger Ansicht Erhörung gefunden haben, da sich die Kometen jedesmal wieder von der Erde entfernten." [6; 16]
Aufgabe und Zitat enthalten die Anwendung des erlangten Wissens.

1.3. Künstliche Kleinkörper im Sonnensystem (UE 1.4.4.)

Um die Aufgabenstellung für diese Stunde formulieren zu können, wird von folgender Frage ausgegangen: Welche Bedeutung hat eigentlich die Raumfahrt heute?
Diese Frage ist absichtlich so allgemein gehalten, damit jeder Schüler aus seinem individuellen Wissens- und Erfahrungsbereich Beispiele nennen kann. Mit Sicherheit ist zu erwarten, daß u. a. auch die Antwort gegeben wird, Aufgabe der Raumfahrt sei es, nach Leben auf anderen Himmelskörpern zu suchen. Hinter solchen Antworten verbirgt sich die Tatsache, daß vielen Jugendlichen noch nicht bewußt ist, daß heute der Nutzen der Raumfahrt in erster Linie der Verbesserung unserer Arbeits- und Lebensbedingungen auf der Erde dient:
„Der am meisten zitierte Weltraumwerkstoff ist der sogenannte Schaumstahl, der aus Stahl und Helium gewonnen wird. Auf der Erde läßt sich Schaumstoff allenfalls aus Kunststoffen herstellen, z. B. Schaumgummi durch Einblasen von Luft. Das ist jedoch bei Metall nicht möglich, weil die in das dünnflüssige Material ein-

geblasene Luft eine geringere Dichte hat und sofort nach oben steigt. In der Schwerelosigkeit hingegen bildet das geschmolzene Material Tröpfchen, die sich mit Gasbläschen mühelos mischen lassen. Bei Abkühlung entsteht ein völlig neuartiger poröser und schwammartiger Stoff, der so leicht ist wie Kork und hart wie Stahl. Auf ähnliche Weise können Schaumaluminium, Schaumglas und Schaumkeramik hergestellt werden. Schaumstahl ist ein idealer Werkstoff für leichte Unterwasserfahrzeuge zur Erforschung und Nutzung des Reichtums der Meere. In großen Tiefen halten sie dem gleichen Druck stand, wie Schiffe aus Stahl; bei einem Leck jedoch steigen sie nach dem Abwerfen von Ballast wie Holz allein zur Oberfläche empor." [7; 80]

Dieser Ausschnitt unterstützt die Weiterführung des Unterrichtsprozesses insofern, als die Aktivität der Schüler in eine vom Lehrer angestrebte Richtung gelenkt wird.

1.4. Das Milchstraßensystem und extragalaktische Systeme (UE 2.3.)

Die Anforderungen an das Vorstellungsvermögen unserer Schüler werden um so größer, je weiter wir uns in unseren Überlegungen von unserem Sonnensystem entfernen. Der Einfallsreichtum des Lehrers ist gefordert, wenn er das o. g. Stundenthema als Problemfrage ableiten und formulieren will. Hier ergibt sich eine Gelegenheit, die Phantasie unserer Jugendlichen anzusprechen. Einer Anregung von WORONZOW-WELJAMINOW [8; 210] nachgehend wurde folgende Situation simuliert:

„Stellen Sie sich vor, uns als Erdbewohnern soll aus einem uns noch gar nicht bekannten Teil des Weltalls eine Botschaft von intelligenten Lebewesen zukommen. Unter welcher Anschrift wären wir zu errreichen?" Mit Hilfe einer Folie wird die „Anschrift" (zunächst unvollständig) abgeleitet: Klasse, Schule, Ort, Bezirk, Staat, Planet Erde, „unser" Sonnensystem.

Das Problem wird zugespitzt: Reicht diese „Anschrift" aus? Sie wird vervollständigt: „unsere" Galaxis, lokale Galaxiengruppe, „unsere" Metagalaxis.

Mit diesem Anspruch an die Phantasie unserer Jugendlichen wird die Differenz zwischen „bekannt" und „nicht bekannt" bewußtgemacht und der Denkprozeß eingeleitet.

2. Beispiele für Problemstellungen, die die persönliche Bedeutsamkeit berücksichtigen *(demonstriert an der UE 2.1.)*

In der 1. Unterrichtsstunde könnten folgende Schwerpunkte behandelt werden:

1. Die Sonne als Stern
2. Der Aufbau der Sonne
3. Der Energiehaushalt der Sonne

Nach einer Zielorientierung bietet es sich an, vom 3. Schwerpunkt, dem Energiehaushalt, auszugehen. Einem Gedanken von STIER [9; 40] folgend, könnte die Problemstellung lauten:

„Die Sonne ist ein riesiges Atomkraftwerk. Sie strahlt seit etwa 4,5 Mrd. Jahren nahezu unverändert. Wann geht der Sonnenofen aus? Alle Länder der Erde sehen sich mit der Tatsache des Energiesparens konfrontiert. Könnte die Sonnenenergie (auch in der DDR) über einen längeren Zeitraum genutzt werden? Bedenken Sie, daß in Freyburg/Unstrut das Wasser eines Freibads mit Sonnenergie erwärmt wird!"

„Energiesparen" ist ein persönlich sehr bedeutsamer Sachverhalt. Damit wird das Interesse der Jugendlichen angesprochen. Von dieser Frage ausgehend lassen sich in der Folge auch die ersten beiden Abschnitte erarbeiten, wobei es darauf ankommt, das Interesse an dem eingangs aufgeworfenen Problem immer wieder wachzuhalten (z. B. unter dem Aspekt von Teilzusammenfassungen, die darüber Aufschluß geben müssen, wie weit wir auf dem Wege zur Lösung gelangt sind).

Ein Schwerpunkt der 2. Stunde der UE „Unsere Sonne" liegt in der Erklärung des Begriffs „Sonnenaktivität". Wie können Jugendliche an diesen Komplex herangeführt werden, der an sich recht weit entfernt zu liegen scheint? Vor der Erörterung können Schüler mit folgendem Sachverhalt konfrontiert werden:

„Seit geraumer Zeit gehört die Erforschung der Herz- und Kreislauferkrankungen zu den Schwerpunkten medizinischer Forschung. Natürlich war und ist dabei auch das Problem der auslösenden Faktoren Gegenstand fachwissenschaftlicher Diskussionen. Einige statistische Untersuchungen deuten auf einen Störeinfluß durch solare Eruptionen hin. In Swerdlowsk ereigneten sich 60 Prozent der Herzinfarkterkrankungen und der daraus resultierenden Todesfälle während oder im Anschluß an starke magnetische Stürme. ... Auffällig ist auch eine andere Beobachtung, nach der in einigen sowjetischen Großstädten wie Moskau, Minsk u. a. innerhalb von 5 Tagen ebensoviele Menschen Herzinfarkte erlitten und Kreislaufstörungen bekamen, wie sonst im ganzen Monat. ... Untersuchungen ergaben, daß diese Häufungen zeitlich mit dem Durchzug einer großen Fleckengruppe durch die Mitte der Sonnenscheibe zusammenfielen." [6; 117]

Dieser Ansatz beeindruckt Schüler erfahrungsgemäß sehr stark. Auch hier wird die subjektive Bedeutsamkeit erlebt. Meistens werden

dann spontan Fragen gestellt, wie: Was sind Sonnenflecken? Was sind Eruptionen? Die Klärung des Begriffs „Eruptionen" und der damit verbundenen Folgen ermöglicht das Anknüpfen an die Energieproblematik der 1. Stunde, wenn vom folgender Erscheinung ausgegangen wird:

„Einer Besatzung des Raumlaboratoriums ‚Skylab' gelang es, eine starke Eruption auf der Sonne zu beobachten. Bei diesem Ereignis wurde eine Gaswolke ausgeworfen, deren Masse etwa siebenmal so groß war wie die Erde. Die Strahlungsenergie entsprach ungefähr der Energiemenge, die – bezogen auf 1976 – von der Erdbevölkerung in 500 Jahren verbraucht wird. [6; 65] So kann die Problembewußtheit akzentuiert werden: Wenn es in Zukunft gelänge, nur diese Energien der Menschheit nutzbar zu machen . . .

3. Beispiele für die Motivierung von Hausaufgaben

Die Motivierung von Hausaufgaben, die die Lösungsbereitschaft fördern soll, wird in der Schulpraxis noch zu oft vernachlässigt. Wenn aber Hausaufgaben nicht motiviert werden, dann sind unsere Schüler auch weniger bereit, diese gründlich und sorgfältig zu erledigen.

1. Beispiel: Gegenstand der *2. Unterrichtsstunde* ist unser Beobachtungsgerät. Der „Telementor" muß aber schon in der 1. Unterrichtsstunde aufgebaut sein. Ein Blick durch das Gerät am Stundenende führt die Schüler zu dem überraschenden Ergebnis, daß „alles auf dem Kopf steht". Aus dieser einfachen Beobachtung aus dem Fenster des Unterrichtsraumes ergibt sich dann die vorbereitende Hausaufgabe: Warum sehen wir ein „auf dem Kopf stehendes" Bild? Wie verläuft der Strahlengang im astronomischen Fernrohr? Diese Aufgabe kann an die ganze Klasse, eine Schülergruppe oder auch an einen einzelnen Schüler vergeben werden, natürlich verbunden mit sehr exakten Literaturhinweisen.

2. Beispiel: In der *1. Stunde der UE 1.3.* sind die Schüler über den synodischen Monat zu informieren, die Dauer von etwa 29,5 Tagen ist einzuprägen. Hier kann folgende Hausaufgabe erteilt werden, die von Schülern erfahrungsgemäß gern erfüllt wird: Fast jeder Taschenkalender enthält die Symbole für die Lichtgestalten des Mondes, mit denen die Schüler bekanntgemacht werden:

Zunehmender Mond: ☽
Vollmond: ☺
Abnehmender Mond: ☾
Neumond: ●

Die Aufgabe lautet: Stellen Sie fest, an welchen Tagen des laufenden Jahres (z. B. 1980) Vollmond eintritt und überprüfen Sie die Dauer des synodischen Monats, indem Sie die Differenzen errechnen! Die Lösung bringt den Nachweis, daß der Abstand von Vollmond zu Vollmond wechselnd 29 bzw. 30 Tage dauert. Für besonders interessierte Schüler (Möglichkeit der Differenzierung!) ergibt sich eine Zusatzaufgabe: Die Ostertage sind Festtage, die auf kirchliche Traditionen zurückgehen. Diese Festtage gleiten im Kalender (März/April). Der Ostersonntag fällt immer auf den Sonntag nach dem ersten Vollmond nach Frühlingsbeginn (21. 3.). Überprüfen Sie, ob das im laufenden Jahr stimmt! Diese Aufgabe knüpft an das Interesse der Schüler an, die gern wissen wollen, wann dieses lange Wochenende im Kalender liegt.

Schlußfolgerungen

Es kommt in unserem Unterricht darauf an, als Ausgangspunkt neuer Erkenntnisse Konkretes zu wählen, dessen Erklärung für die Schüler interessant und persönlich bedeutsam ist. Zeichnet sich nicht auch in unserem Unterrichtsfach die Tendenz ab, daß die erkenntnisaktivierende Rolle von interessanten, unerwarteten und auch kuriosen Fakten unterschätzt wird? Astronomische Literatur populärwissenschaftlichen Charakters und Tagespresse bieten viele Möglichkeiten, deren sinnvolle Nutzung das Erkenntnisinteresse anregt und Aktivitäten auslöst. Es ist nicht notwendig, daß Beispiele dieser Art in jedem Falle direkt in den Unterrichtsprozeß eingeplant werden, sondern der Astronomielehrer kann über ihren Einsatz situativ entscheiden. Die Unterrichtsvorbereitung sollte aber solche Elemente enthalten; die ständig verfügbar sind.

Literatur:

[1] NEUNER, G.: **Sozialistische Persönlichkeit – ihr Werden, ihre Erziehung.** Dietz Verlag Berlin, 1975.
[2] STSCHUKINA, G. I.: **Erkenntnisinteresse und erkenntnisfördernde Aktivität der Schüler im Erkenntnisprozeß.** In: Aktivität und Erkenntnis (bearbeitet von E. DREFENSTEDT). Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, 1975.
[3] JAHN, W.: zitiert nach DREWS, U.: **Widerspruchsproblematik und Unterrichtsprozeß.** In: Pädagogik 34 (1979) 1.
[4] STÜTZER, H.: **Den Sternen näher.** In: „Für Dich", 1975, 31.
[5] **Raumsonde im Trommelfeuer (ADN).** In: Neues Deutschland, 28 (15. 12. 1973).
[6] FRIEDEMANN, C.: **Leben wir unter kosmischen Einflüssen?** Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin, 1976.
[7] HOFFMANN, H.: **Raumfahrt und Volkswirtschaft.** In: Astronomie in der Schule 14 (1977), 4.
[8] WORONZOW-WELJAMINOW, B. A.: **Das Weltall.** Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin, 1976.
[9] STIER, J.: **Problemhafter Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule 11 (1974) 2.

Anschrift des Verfassers:
OL HELMUT KÜHNHOLD
4270 Hettstedt
Novalisstraße 24

Methodische Hilfen – echte Hilfen für eine effektive Unterrichtsgestaltung?

Zu den in der Zeitschrift erschienenen methodischen Hilfen für bestimmte Stoffgebiete meldeten sich Lehrer zu Wort, um Erfahrungen, Meinungen und Standpunkte, die sich aus der praktischen Erprobung dieses Materials ergeben, darzulegen. Die Äußerungen beinhalten wertvolle Vorschläge und kritische Hinweise, welche wir nachfolgend veröffentlichen, um zur weiteren Diskussion anzuregen. Es kommt nicht auf Vollständigkeit der Darstellung an! Jeder Vorschlag, jeder Hinweis ist für uns wichtig!

Leserkonferenz im Astronomischen Zentrum Burg

Die Redaktion unserer Zeitschrift führte am 13. Mai 1980 im Astronomischen Zentrum Burg eine Leseraussprache durch. Es nahmen Astronomielehrer und Fachberater aus den Kreisen Greiz, Burg sowie aus weiteren Kreisen des Bezirkes Magdeburg teil. Des weiteren waren anwesend Dr. H. Bernhard (Chefredakteur), Dr. K. Lindner (stellvertretender Chefredakteur), Dr. H. Bienioschek (wissenschaftlicher Mitarbeiter der APW), E. Otto (Leiter der Sternwarte „Juri Gagarin" Eilenburg). In einer schöpferischen und kritischen Aussprache wurden Erfahrungen beraten, die die Astronomielehrer bei der Arbeit mit den 1979/80 in unserer Zeitschrift veröffentlichten methodischen Hilfen gesammelt haben. Die Erfahrungen der Schulpraktiker sollen bei der Arbeit an den neuen Unterrichtshilfen berücksichtigt werden. Die Aussprache ist deshalb in die Diskussion einzuordnen, die wir gegenwärtig in der Rubrik „Unser Forum" durchführen.

Im Zentrum des Gesprächs standen 3 Fragen. Zu jeder Frage geben wir wesentliche Auffassungen einiger Kollegen wieder, ohne damit alle vorgetragenen Äußerungen berücksichtigen zu können.

Welche Vorzüge haben die in unserer Zeitschrift publizierten Hilfen gegenüber den Unterrichtshilfen?

D. Kraczyk, Karl-Liebknecht-Oberschule Berga: Die methodischen Hilfen „Die Sterne" und „Künstliche Kleinkörper" sind eine gute Fortsetzung der Reihe „Die Sonne". Klar herausgearbeitet sind die Zielstellungen für die Unterrichtsabschnitte und jede Einzelstunde. Gerade für die Behandlung von Fragen der Raumfahrt ist eine solche Präzisierung für die Lehrer notwendig gewesen.

K. Ullerich, Hermann-Matern-Oberschule Burg: Die Angabe des Umfangs und der Tiefe der von den Schülern zu erwerbenden Kenntnisse in Form von Aufgaben und Antworten schränkt Möglichkeiten der subjektiven Lehrplanauslegung weiter ein.

H. Fritz, Artur-Becker-Oberschule Greiz: Das Bestreben der Autoren, auf die Durchführung vielfältiger Schülertätigkeiten zu orientieren, ist anzuerkennen. Der Lehrer muß aber aus der Fülle der Vorschläge eine Auswahl treffen. Besonders günstig sind Tabellen und Diagramme, die für Schülertätigkeiten genutzt werden können, wenngleich solche Materialien eigentlich Bestandteil des Lehrbuches sein sollten.

W. Markert, Clara-Zetkin-Oberschule Elsterberg:
Die vorgeschlagenen Experimente unterstützen die Erkenntnisgewinnung durch die Schüler und sind wichtig für die weltanschauliche Erziehung. Sie regen das Interesse der Schüler an und sind eine methodische Abwechslung. Zu bemerken ist jedoch, daß für Astronomielehrer ohne Ausbildung im Fach Physik eine Qualifizierung notwendig ist, um die Experimente durchführen zu können. Die gegenwärtigen Hinweise in der Zeitschrift reichen dafür nicht aus.

G. Zimmermann, Theodor-Neubauer-Oberschule Greiz:
Gut gelöst ist der Vorschlag zur Stoffumstellung bei der Behandlung von Sternentstehung und Sternentwicklung. Ähnliches muß auch bei den Inhalten zur Raumfahrt beachtet werden, damit nicht an unpassender Stelle des Lehrgangs die Schüler motivierende Fragen ungerechtfertigt kurz erörtert werden. Zu Recht ist in den Vorschlägen die Bedeutung der Raumfahrt für die Erde in den Mittelpunkt gestellt.

Welche methodischen Probleme sind in den methodischen Hilfen noch nicht ausreichend gelöst?

G. Einecke, Ernst-Thälmann-Oberschule Halberstadt:
Entscheidend für den Erfolg des Astronomieunterrichts ist, daß es dem Lehrer gelingt, durch geeignete Motivierung das Interesse der Schüler zu wecken und wachzuhalten. Vorschläge zur Motivierung, insbesondere in verschiedenen Varianten, sind zu wenig in den methodischen Hilfen ausgearbeitet.

D. Kraczyk:
Die Angabe möglicher Schülertätigkeiten ist sehr zu begrüßen. Manche der Angaben gehen aber zu sehr ins Einzelne. Zu detaillierte Vorgaben werden vom schöpferisch arbeitenden Lehrer nicht genutzt.

H. Fritz:
Wichtig ist, für alle Unterrichtsstunden vielfältige Schülertätigkeiten vorzuschlagen. In der

letzten Stunde bei Behandlung der Sterne ist das nicht im möglichen Rahmen gelungen.

G. Zimmermann:
In den Vorschlägen sind Kürzungen möglich, um das Stoff-Zeit-Verhältnis günstiger zu gestalten. Das betrifft z. B. die Berechnung der mittleren Dichte von Sternen und die Vereinfachung des HRD auf zwei Zustandsgrößen.

G. Einecke:
Die Reduzierung auf zwei Zustandsgrößen bei Behandlung des HRD ist nur bei dessen Einführung ratsam. Dabei sollte von Helligkeit und Farbe (Spektralklasse) ausgegangen werden, da diese von der Erde aus zu beobachten sind.

W. Markert:
Bei der Hilfe zur Raumfahrt ist die methodische Seite wenig ausgearbeitet. Der Lehrer wird zwar darauf orientiert, welche Ergebnisse im Wissen und Können, welche Überzeugungen und Einstellungen im Stoffgebiet von den Schülern erworben werden können, zum methodischen Weg der Prozeßgestaltung sind die Aussagen dürftig.

K. Ullerich:
Vorschläge zur Zusammenfassung, Wiederholung, Systematisierung des Wissens fehlen. Damit bleiben Möglichkeiten zur Festigung des Wissens unerschlossen.

Wie sollen methodische Hilfen angelegt sein? Zu welchen Stoffgebieten erwarten Sie entsprechende Veröffentlichungen in der Zeitschrift?

B. Seidel, Magnus-Poser-Oberschule Waltersdorf:
Die veröffentlichten Hilfen machen durch die Art der Darstellung deutlich, wie die Schwerpunkte der Stunde methodisch gestaltet werden können. Allerdings sind die Beschreibungen unübersichtlich und erfordern einen hohen Leseaufwand. Sie sollten deshalb durch eine kürzere Stundenübersicht — ähnlich den Karteikarten aus der Zeitschrift — ergänzt werden. Die Karteikarten allein sind jedoch kein ausreichendes Hilfsmittel für den Lehrer, um methodische Wege deutlich zu machen.

G. Zimmermann:
Der Wissenszuwachs in der Astronomie und damit auch die Stoffülle im Unterricht zwingen zur Beschränkung. In methodischen Hilfen sollte deshalb der Lehrer darauf hingewiesen werden, welche Inhalte er unbedingt tief behandeln muß und welche nur ergänzenden Charakter haben.

G. Einecke:
Wichtig ist, in allen methodischen Hilfen auszuarbeiten, wie die Erziehungsprozesse in den entsprechenden Unterrichtsstunden gestaltet werden können.

K. Stransky, Station Junger Techniker Greiz:
Hilfen erwarten wir vor allem immer wieder zur Behandlung von konkreten und aktuellen Fragen der Raumfahrt. Das Interesse der Schüler an der Raumfahrt ist nicht mehr von vorherein vorhanden, sondern muß auf vielfältige Art geweckt werden. Dafür sind konkrete Nachweise des Nutzens der Raumfahrt ebenso wichtig, wie aktuelles Bildmaterial.

B. Seidel:
Nützlich und notwendig wäre eine methodische Hilfe zur Behandlung der Orientierung am Sternhimmel in solchen Schulen, die nur ein Fernrohr und kein Planetarium haben, die also unter ganz normalen Bedingungen arbeiten. Für das Erfassen der räumlichen Beziehungen in den beiden Koordinatensystemen ist ein sehr großer methodischer Aufwand erforderlich.

Zum Abschluß der Leseraussprache konnte eingeschätzt werden, daß sie ein schöpferischer Beitrag zur Diskussion über Fragen des Astronomieunterrichts war. Für das Entwicklungskollektiv der Unterrichtshilfe wurden viele Anregungen aus der Praxis gegeben. Es wurden Wünsche und Forderungen vorgetragen, die es zu beachten und zu berücksichtigen gilt.

Stellungnahme der Fachkommission des Kreises Pirna

Einmütig wurde die Meinung vertreten, daß die Artikelserie neben den Karteikarten eine weitere Hilfe für alle Astronomieunterricht erteilenden Kollegen darstellt. Das Material bietet eine Fülle von Anregungen. Besonders begrüßt wurden die auf das Wesentliche orientierenden Kontrollfragen, die Zielorientierung (nicht nur in der ersten Stunde), das erneute Herausstellen der Verbindung zu anderen Fächern und die konkreten Darstellungen der möglichen Experimente.

Der Einsatz der Experimente hängt auch in unserem Kreis sehr stark vom Ausbildungsstand des jeweiligen Astronomielehrers ab. Die oft sehr ins Detail gehende Darstellung des Stoffes konnte von keinem Kollegen voll ausgeschöpft werden.

Wir unterbreiten einige Vorschläge zur Ergänzung oder Veränderung des Materials. Die Tafel VI kann entfallen, wenn in der Lehrbuchtabelle 10 zusätzlich als 11. Spalte die Temperaturen ergänzt werden. Dadurch wird den Schülern die Möglichkeit zur selbständigen Arbeit mit den Tafeln VII und X[1] gegeben. Zur

[1] Tafel VI, VII, X s. Heft 6/79, S. 132 bis 133.

Tafel VII empfehlen wir, durch die Sonne (Punkt 11) eine besonders auffällige Linie mit der Zahl 1 an der Achse zu ziehen. Erst dadurch wird das Verhältnis zu Leuchtkräften der anderen Sterne richtig deutlich. Entsprechend sollte auch Tafel X ergänzt werden. Für die Leuchtkraft halten wir die Verwendung des Verhältnisses der Leuchtkräfte zur Leuchtkraft der Sonne für das Günstigste. Die Einheit kW sollte hier auf den Hinweis beschränkt bleiben. Zur Veranschaulichung der Sternfarben haben wir gute Erfahrungen mit Sterncolordias gemacht. Dabei kommen die Farbunterschiede kräftiger als am Nachthimmel. Die zentrale Ergänzung des Diasatzes wäre zu empfehlen. In Zusammenhang mit den Experimenten gab es nicht uneingeschränkte Zustimmung. Für Kollegen, die nicht im Fach Physik unterrichten, gibt es folgende Probleme:

- Das Bereitstellen der Geräte bereitet viel Mühe.
- Der Aufbau der Versuchsanordnung ist sehr zeitaufwendig.
- Störungen im Versuchsablauf werden in ihrer Ursache nicht erkannt.

Es ist also erforderlich, daß für den Astronomieunterricht ein Gerätesatz zusammengestellt wird mit einem entsprechenden Anleitungsheft, der mit wenig zeitlichem Aufwand eine sichere Durchführung und Auswertung aller notwendigen Demonstrationsversuche gestattet.
Hinweise für notwendige Leihgeräte aus anderen Fachsammlungen mit Ausweichmöglichkeiten sind zu empfehlen.

OL WERNER TREPTE, Fachberater für Physik/Astronomie im Kreis Freiberg

Ich finde es sehr gut, allen Astronomielehrern Hilfen für die Behandlung bestimmter Stoffgebiete durch die Fachzeitschrift zu geben. Meine Zustimmung finden diese Veröffentlichungen, weil damit neben den Karteikarten und den Unterrichtshilfen noch eine dritte Variante zur Unterrichtsführung zur Verfügung steht. Gleichzeitig wird hier erstmals in so großem Umfange die experimentelle Seite im Astronomieunterricht vorgestellt.
Probleme ergaben sich bei der Umsetzung der methodischen Hilfen an zwei Stellen. Hier meine Erfahrungen:
Zur 3. Stunde („Das HRD"): Diese Stunde ist im vorgestellten Stoffumfang von meinen zwei Klassen nicht bewältigt worden, weil ich der Eintragung von Sternen aller Besetzungsgebiete (aus Lehrbuchtabellen 10—13) in das Stempel-HRD mehr Aufmerksamkeit gewidmet habe.
Mein Vorschlag: Das 3. Teilziel der 3. Stunde (Masse-Leuchtkraft-Beziehung) sollte unter Kürzung des 1. und 2. Teilzieles der 4. Stunde (Doppelsterne; mittlere Dichte) dort behandelt werden. Die Erfahrung zeigt, das dies möglich ist.
Zur 5. Stunde (Entstehung und Entwicklung von Sternen): Diese Stunde wird von mir seit Herausgabe des Filmes „Werdegang eines Sternes" (Tonfilm T-F 995 mit Standort KfU) durch eine konzeptionell andere Stundenteilzielgestaltung realisiert. Die in der 5. Stunde durch die Autoren angegebene Variante A im Stundenverlauf führte bei mir nicht zu dem erhofften Resultat, weil die Fülle der Informationen im Film (und dies bei lauter „ansprechender" Musik) für die Laufzeit von 14 min zu groß ist. Ich habe deshalb folgendes Vorgehen gewählt:

- Ein Lehrervortrag in kurzer Form macht die Schüler mit der interstellaren Materie vertraut, soweit es für das Verständnis der Sternentwicklung notwendig ist.
- Anschließend wird der 1. Teil des Films gezeigt. Es erfolgt eine Filmunterbrechung an der Stelle, wo der Stern entstanden ist und in der Hauptreihe erscheint.
- Eine gemeinsame Zusammenfassung, die durch eine Folie (etwa der Darstellung in den Unterrichtshilfen folgend) unterstützt wird, faßt die wesentlichen Erkenntnisse des Filmes zusammen. Diese Zusammenfassung übernehmen die Schüler gleichzeitig in ihre Niederschriften.
- Nach einer kurzen Motivierung wird der 2. Teil des Filmes gezeigt.
- Die anschließende Zusammenfassung im Unterrichtsgespräch erfolgt mit einer zeichnerischen Darstellung des Entwicklungsweges des Sternes im HRD. Dazu wurde durch einen Schüler in der Pause der HRD-Stempel in alle Schülerhefte gestempelt.
- Als Hausaufgabenstellung wird die Wiedergabe des Filminhaltes gestellt. Sie wurde bisher immer gut von den Schülern gemeistert.

Diese Konzeption verlangt eine sehr zügige und straffe Unterrichtsführung.
Damit ergibt sich eine Veränderung der Stundenkonzeption zu den interstellaren Wolken und der Sternentstehung. Dies wurde von mir in folgender Art in der Unterrichtspraxis erprobt:

1. Teilziel: Einordnen von Sternen (einschließlich der veränderlichen Sterne); die Charakterisierung des HRD als Entwicklungsdiagramm; Angabe der weiteren Entwicklungsstadien.
2. Teilziel: Zusammenfassung und Wiederholung der Kenntnisse über die Stern-

entstehung und Sternentwicklung, wobei die Niederschrift zur Sternentstehung vervollständigt wurde.

3. Teilziel: Stoffliche Behandlung der interstellaren Wolken anhand von Dias meist im Lehrervortrag.

Mir ist bekannt, daß dies bestimmt kein Optimum in der methodischen Behandlung des Stoffes darstellt. Es ist aber eine in einer 10. Klasse der POS zu realisierende Möglichkeit der Unterrichtsführung.

MANFRED SCHUKOWSKI

Theoretische Untersuchungen zum Begriffssystem der Astronomie im Astronomieunterricht

Autorreferat zur Dissertation B

1. Gesellschaftliche Notwendigkeit und Problemstellung der Arbeit

Wenige Monate vor Einführung des Astronomielehrplans im Jahre 1971 war die inhaltliche Ausgestaltung der Oberschule durch den VIII. Parteitag der SED als der wichtigste gesellschaftliche Auftrag der Pädagogen unserer Republik bezeichnet worden. Die Arbeit der Astronomielehrer mit dem neuen Lehrplan war damit von Anfang an mit der Forderung nach immer besserer Erschließung der in ihm enthaltenen Bildungs- und Erziehungspotenzen verknüpft.

Im Zusammenhang mit dem Bemühen der Lehrer um die Verwirklichung des Astronomielehrplans traten Entwicklungsprobleme, Widersprüche und Unzulänglichkeiten um so deutlicher hervor, je tiefer die Lehrer in das Anliegen des Lehrplans eindrangen und Erfahrungen in der Arbeit mit ihm gewannen.

Das Bemühen um Konzentration auf das Wesentliche z. B. ließ deutlich werden, daß das Wesentliche im Astronomielehrplan nicht genügend ausgewiesen ist. So sind die zu vermittelnden bzw. zu benutzenden Begriffe nicht klar genug genannt und nicht gewichtet. Der Versuch, Begriffe herauszuheben (insgesamt sind im Astronomielehrplan 32 Begriffe gesondert angeführt), hat mehr Verwirrung gestiftet als Klarheit geschaffen. Subjektiven Auslegungen über die Wichtung des Stoffes, insbesondere auch über die zu vermittelnden astronomischen Begriffe, blieb weiter Spielraum.

Der Widerspruch zwischen der bedeutenden Funktion der Begriffe im Erkenntnisprozeß und ihrer unzureichenden Ausweisung im Astronomielehrplan und die daraus erwachsende Notwendigkeit fundierter Hilfen für die Arbeit der Astronomielehrer waren einer der Ausgangspunkte unserer theoretischen Untersuchungen, die von Anfang an praxisorientiert angelegt waren. Gleichzeitig stellte sich die Aufgabe, Erfahrungen der Arbeit am und mit dem Astronomielehrplan auch für die Zukunft auszuwerten. Damit richtete sich unser Anliegen sowohl auf einen Beitrag zur Realisierungsforschung als auch zur Vorlaufforschung.

2. Ergebnisse der Untersuchungen

2.1. Die Untersuchungen zur *Realisierungsforschung* konzentrierten sich auf

- die Analyse des Astronomielehrplans hinsichtlich der für den Astronomieunterricht notwendigen astronomischen Begriffe,
- die Wichtung dieser Begriffe,
- die Aufstellung eines Begriffssystems,
- die Erarbeitung und Auswertung eines Begriffskataloges.

Anliegen dieser Untersuchungen war es, den Astronomielehrern für die Verwirklichung der Ziele des Lehrplanes direkte und wirksame, theoretisch begründete und praktisch handhabbare Hilfe zu geben und ihnen bessere Voraussetzungen zu schaffen, sich stärker auf *ihre* schöpferische Aufgabe zu konzentrieren: die Umsetzung zentraler Vorgaben unter den konkreten Bedingungen ihres Unterrichts und ihrer Schüler.

Die Erarbeitung einer Begriffsliste, die Wichtung der Begriffe, die Aufstellung eines Begriffssystems und die Anfertigung eines Begriffskataloges mit schulgemäßen Definitionen ergaben Grundlagen, mit deren Hilfe die Astronomielehrer den Erkenntnisprozeß ihrer Schüler bewußter, planmäßiger und zielstrebiger führen können. Auf der Basis dieses Materials können auch Überlegungen zum Wesentlichen des Astronomieunterrichts gezielter und begründeter geführt werden.

Die Untersuchungen bestätigten, daß der Astronomieunterricht gegenwärtig begrifflich überhäuft ist. Es ergab sich eine „mittlere Begriffsdichte" von 9 Begriffen je Unterrichtsstunde. Daraus erwuchsen zwei Forderungen:

a) die Begriffe müssen aus ihrer Gleichrangigkeit herausgelöst und methodisch differenziert behandelt werden.
b) Alle weiterführenden Überlegungen müssen die Forderung nach Verringerung der

Anzahl der im Astronomieunterricht zu behandelnden Fachbegriffe mit im Auge haben.

Die der Wichtung der Begriffe zugrunde gelegten Kriterien

- schulpolitisch-pädagogische Bedeutung,
- fachwissenschaftliche Wichtigkeit,
- weltanschauliche Relevanz und Basis für das Weiterlernen

erwiesen sich als geeignet, die Wichtung weitgehend zu objektivieren.

Um das aufzustellende Begriffssystem handhabbar zu machen, erwies sich eine Gliederung in drei Ebenen – grundlegende, wichtige, sonstige Begriffe – und die Aufteilung der beiden unteren Ebenen in Anlehnung an den Lehrplan in eine Reihe von Gliedern für zweckmäßig [2]. Im Ergebnis dieser Arbeiten und unter Beachtung von wiederholten Forderungen von Astronomielehrern entstand ein Katalog von 242 astronomischen Begriffen mit didaktisch vereinfachten Definitionen. Bei der Analyse dieser Definitionen gewannen wir ein viertes Kriterium für die Wichtung von Begriffen: das Kriterium der logischen Analyse. Es ergänzt das bisherige Instrumentarium und kann in bestimmten Grenzfällen für die Zuordnung von Begriffen zu der einen oder anderen Klasse ausschlaggebend sein.

Mit diesen theoretischen Untersuchungen wurde eine für den Astronomieunterricht brauchbare Methode der Aufbereitung des Lehrplans unter bestimmtem Aspekt gezeigt. Für die Zukunft ist zu prüfen, ob und wie Überlegungen zum Begriffssystem des Astronomieunterrichts bereits in der konzeptionellen Phase der Erarbeitung des Lehrplans zum Tragen gebracht werden können, um bei seiner Einführung bereitzustehen, so daß die Kurve der inhaltlichen Ausgestaltung dann steiler verlaufen kann.

2.2. Die Untersuchungen der *Vorlaufforschung* richteten sich auf die Weiterentwicklung des Astronomielehrplans mit den Varianten

(1) Präzisierung des gegenwärtigen Lehrplans
(2) neuer Lehrplan

sowie auf Überlegungen zur Bereicherung der Methodik der Lehrplanerarbeitung.

In *Variante 1* wurden Erkenntnisse und Erfahrungen aus der praktischen Arbeit mit dem gültigen Lehrplan verarbeitet, fachwissenschaftliche Erkenntnisse und Entwicklungstendenzen in einer der Zielsetzung der allgemeinbildenden Schule entsprechenden Weise berücksichtigt, schulpolitische Aufgabenstellungen beachtet und Ergebnisse unserer theoretischen Untersuchungen genutzt, um den gegenwärtigen Astronomielehrplan unter Beibehaltung seiner Grundstruktur weiterzuentwickeln. Dabei gelang es, den Anteil der Astrophysik zu erhöhen und eine angemessene begriffliche Entlastung des Astronomieunterrichts zu erreichen.

Bei *Variante 2* ging es um auf lange Sicht angelegte lehrplanvorbereitende Überlegungen, die auf vorliegende Untersuchungen zur Grundstruktur eines künftigen Astronomieunterrichts aufbauen (SCHUKOWSKI 1970; GEBHARDT 1974). Davon und von der begründeten Auffassung ausgehend, daß die Zielsetzung des gültigen Astronomielehrplans im Prinzip auch für die Zukunft tragfähig ist, wurde eine Begriffsliste für einen neuen Astronomielehrplan erarbeitet. Anliegen dieser Untersuchungen war es, Grundlagen für einen zukünftigen Astronomielehrplan bereitzustellen und den notwendigen wissenschaftlichen Vorlauf für seine effektive Erarbeitung zu gewinnen.

2.3. Der Ansatzpunkt für unsere Überlegungen zur *qualitativen Weiterentwicklung der Methodik der Lehrplanerarbeitung* ergab sich aus dem Widerspruch, daß einerseits die Unterrichtspraxis explizite Aussagen zum Begriffssystem des Unterrichtsfaches fordert und daß andererseits systematische Überlegungen zum Begriffssystem bei der Erarbeitung des jetzigen Astronomielehrplans noch keine Rolle spielen konnten, u. a. deshalb, weil es an entsprechenden Vorarbeiten fehlte. Aus diesem Widerspruch leiteten wir die Notwendigkeit ab, das Begriffssystem des Astronomieunterrichts bereits in einer frühen Phase der Lehrplanerarbeitung bereitzustellen. Unsere Überlegungen zur Realisierbarkeit dieser Aufgabe führten zu dem Vorschlag, die bewährten Methoden der Zuordnung von Lehrstoffen zu den Lehrplanzielen [3] zu ergänzen und dabei das Instrumentarium der Lehrplanerarbeitung zu erweitern.

Bei dem von uns vorgeschlagenen *approximativen Verfahren* der Lehrplanerarbeitung soll auf der Grundlage der Ziele des Lehrplans und unter Zugrundelegung einer Grobstruktur der Stoffabfolge sowie eines Vorschlages für die zeitlichen Relationen zwischen den Stoffeinheiten eine Begriffsliste als wesentliche Komponente des Stoffes erarbeitet werden. Ihr werden die weiteren Komponenten des Stoffes zugefügt, die Begriffsliste wird gegebenenfalls korrigiert, ein Begriffssystem wird erarbeitet, die Stoffabfolge und die zeitlichen Relationen werden überprüft, die Umsetzung der Ziele wird kontrolliert und *schrittweise und wechselwirkend wird die Annäherung an die Endfassung des Lehrplans erreicht.*

Mit den vorliegenden Materialien könnte auf diese Weise in relativ kurzer Zeit eine Lehr-

planstudie gewonnen, praktisch erprobt werden und unter Beachtung dabei gewonnener Erfahrungen zum Lehrplan ausreifen.
Exemplare dieser Arbeit [1] sind in den einschlägigen wissenschaftlichen Bibliotheken, auch in der Bibliothek der Archenhold-Sternwarte Berlin sowie in der Redaktion dieser Zeitschrift, hinterlegt.

Literatur:
[1] SCHUKOWSKI, M.: **Theoretische Untersuchungen zum Begriffssystem der Astronomie im Astronomieunterricht der zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule. Dissertation B.** Wilhelm-Pieck-Universität Rostock 1979. 211 S., LI S. Anlagen.
[2] Im Hinblick auf eine rasche Praxiswirksamkeit wurden Einzelergebnisse dieser Untersuchungen bereits publiziert. S. Astronomie in der Schule **11** (1974) 3, **12** (1975) 2, **13** (1976) 2, **14** (1977) 1.
[3] NEUNER, G.: **Zur Theorie der sozialistischen Allgemeinbildung.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1974.

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. sc. MANFRED SCHUKOWSKI
2520 Rostock 22
Helsinkier Straße 79

UNSER FORUM

HILFEN FÜR DEN UNTERRICHT

FRANK GEISSLER, Tröbitz

Als Anfänger im Fach Astronomie habe ich mich seit 1978 in meinen Stundenvorbereitungen an den Unterrichtshilfen orientiert. Viele Anregungen zum Gestalten methodisch durchdachter Astronomiestunden konnte ich diesem Buch entnehmen. Es traten aber auch Schwierigkeiten bei der Realisierung mancher Gedanken auf, die neben meiner geringen Erfahrung auf kleinere Mängel der Unterrichtshilfen zurückzuführen sind.
In den Stundenentwürfen wird häufig ein sehr vereinzelter Einsatz von Lichtbildern empfohlen (je ein Lichtbild in den Stunden 1/1; 3/1; 2/2, je zwei Lichtbilder in den Stunden 5/2; 6/2; 3/2 usw.). Der Aufwand bei der Aufstellung des Projektors und beim Verdunkeln des Raumes entspricht dabei vermutlich nicht dem Nutzen. In manchen Fällen finden sich geeignete Abbildungen auch im Lehrbuch (z. B. Stunde 3/1 R 658/2 Abb. 13/2 LB S. 13). Es wäre rationeller, die Lichtbilder in zusammenhängender Form bei Wiederholungen und Zusammenfassungen einzusetzen.
Für einige astronomische Vorgänge existieren mehrere Demonstrationsmittel (z. B. Planetenschleife — Planetenschleifengerät und Kassetenfilm). Die Unterrichtshilfen sollten auf einen sinnvollen und dosierten Einsatz dieser Geräte orientieren. Ein übermäßiger Einsatz würde den Unterrichtsprozeß eher verwirren als fördern, vom Zeitproblem ganz zu schweigen.
Die Unterrichtshilfen bieten zu vielen Lehrplanabschnitten recht weitschweifige (und umfassende Information vermittelnde) Stundenentwürfe an. Die Fülle der Fakten und Zusammenhänge in den Stunden 3/1; 7/1; 4/2 usw. konnte ich nie realisieren. Mir scheint, daß in diesen Abschnitten mehr *auf das Wesentliche orientiert* werden muß und *in einigen Fällen eine andere Aufteilung des Stoffes auf die Stunde* besser wäre. Im Lehrplanabschnitt 2.2. gelang mir z. B. eine Realisierung nach folgender Stoffverteilung:

1. Std. trigonometrische Entfernungsbestimmung
2. Std. scheinbare und absolute Helligkeit (photometrische Entfernungsbestimmung)
3. Std. Temperatur und Spektralklasse, Einführung HRD
4. Std. HRD, Masse, Radius und mittlere Dichte
5. Std. Sternentwicklung

In der ersten Stunde konnte ich dadurch auch eine größere Wiederholung der Arbeit mit der drehbaren Schülersternkarte unterbringen.
Seit 1979 besitze ich die Fachzeitschrift „Astronomie in der Schule". Die Empfehlungen für die Behandlung von Stoffgebieten bzw. für einzelne Stunden finde ich zum großen Teil besser als in den Unterrichtshilfen. Die in Heft 1/1980 von BIENIOSCHEK/LINDNER dargelegte Variante der Stunde 4.2.2. „Doppelsternsystem, mittlere Dichte" führte mich zur Behandlung der Zustandsgrößen Masse, Radius und mittlere Dichte in dieser Reihenfolge. Dieser Weg erwies sich als sehr effektiv und machte den Schülern die Bedeutung von Doppelsternsystemen und des Spezialfalles Bedeckungsstern für die Ableitung der Zustandsgrößen Masse und Radius (nach denen ja das HRD „geeicht" wird) deutlich. Die gruppenweise Berechnung der mittleren Dichte von 3 ausgewählten Sternen führte die Schüler selbständig zur Erkenntnis der Dichteverteilung im HRD. Das von BIENIOSCHEK/LINDNER empfohlene methodische Vorgehen in dieser Stunde ist für mich beispielhaft für die Gestaltung einer Unterrichtsstunde und sollte beim Überarbeiten der Unterrichtshilfen Berücksichtigung finden.
Wie in den Artikeln von LINDNER und

ULLERICH in Heft 1/1980 der Fachzeitschrift ausgeführt, liegen einige Reserven im Astronomieunterricht in der Konzentration auf das Wesentliche. Der Festigung sollte mehr Zeit eingeräumt werden. Bei der Arbeit mit den Unterrichtshilfen hat es mich immer verwundert, daß die Schülersternkarte so selten in den Unterricht einbezogen wird (in 8 von 28 Stunden). Nach den Stunden 4/1; 5/1 und 6/1 wird kaum noch das Bestimmen von Koordinaten bzw. das Aufsuchen von Objekten nach gegebenen Koordinaten planmäßig geübt und wiederholt. Dabei können gerade über die Arbeit mit der drehbaren Sternkarte, verbunden mit aktuellen Informationen, die Schüler zur eigenen Beobachtung angeregt und auch angeleitet werden.

Zur guten Unterrichtsarbeit gehört ein entsprechendes Kabinett. In vielen Schulen existieren Fachunterrichtsräume in Kombination mit der Astronomie. Durch entsprechende Ausstattung können die Zugriffsbedingungen für audiovisuelle Unterrichtsmittel und Demonstrationsgeräte optimal gestaltet werden. Ergänzt durch auswechselbare Anschauungs- und Übersichtstafeln wird damit ein effektiver Einsatz der Unterrichtsmittel erst möglich. Es wäre für viele sicher interessant, über gute Lösungen in dieser Frage zu diskutieren und vielleicht sogar Anregungen (wenn das im Rahmen eines solchen Buches möglich ist) in überarbeitete Unterrichtshilfen aufzunehmen. An unserer Schule wurde der Fachraum nach einer entsprechenden Konzeption gestaltet (zum großen Teil mit selbstentwickelten Anschauungstafeln). Dies hat sich als sehr fördernd auf den Unterricht ausgewirkt. Vor allem läßt sich durch die auswechselbaren Übersichtstafeln Informationswissen unter Einsparung von Unterrichtszeit an die Schüler herantragen.

So wie auch immer wieder neue Demonstrationsgeräte in den Unterricht Einzug halten (auch Demonstrationsexperimente sollten unter entsprechenden Bedingungen ihren Platz finden – siehe „Astronomie in der Schule" 6/1979, S. 136), bemühen sich viele Fachlehrer um verbesserte Darstellungsvarianten für astronomische Sachverhalte. An unserer Schule wurde eine dynamische Projektionsfolie zur Darstellung von Bewegungen an der Himmelskugel entwickelt. Mit dieser Folie lassen sich die Bewegung der Sterne und der Sternbilder, der Sonne (tägliche und jährliche Bewegung), des Mondes (tägliche und monatliche Bewegung), der Planeten sowie die Mondphasen, die Sichtbarkeit der Planeten und Grundelemente der astronomischen Koordinatensysteme demonstrieren. Durch die Wahl verschiedener Deckscheiben und Folieplättchen kann die gleiche Grundplatte für alle Darstellungen verwendet werden. Ein ausführliches Informationsmaterial wird derzeit im Rahmen eines Schulmesseexponates erarbeitet. Interessierten Kollegen kann es ab Juli 1980 zugesandt werden. (Anschrift des Verfassers: 7971 Tröbitz, Ernst-Thälmann-Schule).

(wird fortgesetzt)

AUS WISSENSCHAFT UND UNTERRICHT

● Newtons Teleskop ist nicht von Newton oder Ehrfurcht macht blind

ISAAC NEWTON (1642–1726), der große englische Physiker, hat sich auch in der Geschichte der astronomischen Beobachtungsinstrumente unsterblich gemacht. Um den bei Linsenfernrohren damals unvermeidlichen Fehler der chromatischen Abberation auszuschalten, wendete sich NEWTON dem bereits bekannten Abbildungsprinzip mittels Hohlspiegeln zu. Zu diesem Zweck richtete er sich eine chemische Werkstatt ein, erprobte die zweckmäßigsten Legierungen für Metallspiegel und entwickelte einfache Schleif- und Polierverfahren. Das erste Muster eines kleinen Spiegelteleskops entstand im Jahre 1668. Die Resultate waren allerdings wenig befriedigend. Drei Jahre später hatte NEWTON jedoch ein weitaus besseres Instrument fertiggestellt, das er dem englischen König Charles II. schickte. Die Sachverständigen des Königs äußerten sich sehr zufrieden und NEWTON wurde zum Mitglied der Royal Society gewählt. Als eine Kostbarkeit ersten Ranges bewahrt die ehrwürdige Akademie dieses historische Instrument bis zum heutigen Tage auf – so konnte man es bisher lesen. Da ich dieses Instrument 1975 mit eigenen Augen in den Räumen der ehrwürdigen Royal Society bewundern durfte, zögerte ich nicht, die Existenz des Original-Newtonschen Spiegelteleskops aus dem Jahre 1671 ebenfalls zu behaupten [1].

Eine kritische Untersuchung lieferte nun jedoch den Befund, daß es sich hierbei nicht um Newtons Original-Instrument handelt. Gegen die bisherige Annahme sprechen mehrere Argumente, hauptsächlich aber folgende:

1. Die Brennweite des Spiegels beträgt 8,2 inch. Das zweite Newton-Teleskop hatte nach NEWTONS eigenen Angaben 6,3 inch Brennweite.
2. Der Spiegel enthält nicht die geringste Spur von Silber, obwohl NEWTON selbst versichert hat, seinem nach London gesendeten Spiegel Silber hinzugefügt zu haben.
3. Die Qualität des Sekundärspiegels ist so schlecht, daß er ausgeschlossen aus NEWTONS Werkstatt stammen kann.

Man nimmt an, daß sich in der Royal Society ein von der Fa. Heath and Wing gebautes Teleskop befindet, das möglicherweise einzelne Bestandteile des ersten Original-Teleskops von NEWTON enthält. THOMAS HEATH, Londoner Instrumentenmacher, besaß wahrscheinlich NEWTONS erstes Instrument vor dem Jahre 1758. Das zweite Teleskop scheint schon kurz nach dem Jahre 1700 verschwunden zu sein. Das jetzt in London ausgestellte Instrument befindet sich seit 1766 im Besitz der Royal Society. Als ich es vor einigen Jahren in Augenschein nahm, las ich mit einiger Ehrfurcht die Inschrift der gravierten Metallplatte: „The first reflecting Tellescope inuented by Sr. Isaac Newton and made with his own hands in the year 1671 . . .". Die bedeutungsvollen Gesten, mit denen

mich meine englischen Kollegen an die Vitrine führten, trugen das ihre dazu bei, daß ich nicht im entferntesten auf die Idee gekommen wäre, die Echtheit des Instruments anzuzweifeln. Offensichtlich ist es anderen Betrachtern während der letzten zweihundert Jahren genauso ergangen.

Literatur:
[1] HERRMANN, D. B.: **Vom Schattenstab zum Riesenspiegel.** Verlag Neues Leben, Berlin 1978.
[2] BISHOP, R. L.: **Newtons Telescope Revealed.** In: Notes and Records of the Royal Society 33 (1979) 133.

DIETER B. HERRMANN

● Astronomie an sowjetischen Oberschulen mit Berufsausbildung

Der XXV. Parteitag der KPdSU stellte die Aufgabe, „die Ausbildung von Arbeitern mit hoher Qualifizierung aus den Reihen der Jugend für alle Zweige der Volkswirtschaft, vor allem in den Oberschulen mit Berufsausbildung (OSB) sicherzustellen, die gleichzeitig Fachausbildung und Allgemeinbildung vermitteln" (1). In den OSB erhalten die Schüler fundierte Kenntnisse in den Grundlagen der Wissenschaft sowie Arbeitsfertigkeiten für die Tätigkeit in der Volkswirtschaft, die bis an die Beherrschung eines bestimmten Berufes heranreichen. Im 10. Fünfjahrplan wird verlangt, die Ausbildung von Arbeitern mit Oberschulbildung in den OSB um das 2,5fache zu steigern, d. h., daß die Anzahl junger Menschen, mit Oberschulbildung, die eine OSB besucht haben, von Jahr zu Jahr größer wird. Im September 1977 befaßten sich das ZK der KPdSU und der Ministerrat der UdSSR mit „der weiteren Vervollkommnung des Bildungs- und Erziehungsprozesses für die Schüler der OSB" (2). In dem verabschiedeten Beschluß wird besonders hervorgehoben, daß die OSB als Hauptausbildungsstätte für die Berufs- und Fachausbildung anzusehen ist. Es werden konkrete Maßnahmen für die Entwicklung und Verbesserung der Lehrstätten vorgeschlagen. Die Entwicklung des OSB-Netzes ist einer der effektivsten Wege zur Verwirklichung der allgemeinen Oberschulpflicht. Die Lehrpläne der OSB schließen die Allgemeinbildung des 9. und 10. Schuljahres der allgemeinbildenden Oberschule, abgesehen von einigen zeitlichen und inhaltlichen Abstrichen zuungunsten des Literatur-, Geographie-, Biologie- und Astronomieunterrichts, in vollem Maße ein.

Es muß hervorgehoben werden, daß, der Tradition der allgemeinbildenden Oberschule folgend, auch in den Lehrplänen der OSB ein selbständiger Astronomieunterricht vorgesehen ist. Darin widerspiegelt sich das tiefe Verständnis für die Entwicklung der Astronomie, ihre Rolle im Rahmen der modernen Wissenschaft und ihre enge Verbindung mit der Erschließung des erdnahen Raumes durch die Menschen. Für die Lösung der Aufgaben des komplexen Vorgehens bei der kommunistischen Erziehung der Arbeiter der Zukunft hat das weltanschauliche Potential der Astronomie, aber auch die sich andeutende Tendenz der Kosmisierung der Wissenschaft, Technik, Kultur und des Denkens der Menschen, die am Ende des 20. und Anfang des 21. Jahrhunderts leben und arbeiten werden, eine große Bedeutung. Die moderne Astronomie, die mit unvorstellbaren raumzeitlichen Maßstäben und extremen Zustandsgrößen der verschiedenen Bewegungsformen der Materie umgeht, regt die Schüler zum „kosmischen Denken" an, einem Sonderfall des logisch-abstrakten Denkens. Es leuchtet ein, daß dieses untraditionelle schöpferische Denken der Menschen, die mit der modernen Technik arbeiten und unmittelbar die materiell-technischen Grundlagen des Kommunismus bauen, unbedingt erforderlich ist.

Die jungen Absolventen der OSB müssen genau wie ihre Altersgenossen von der allgemeinbildenden Oberschule das astronomische Weltbild kennen, sich eine Vorstellung von den im Weltall wirkenden physikalischen Gesetzen machen, beobachtete Himmelserscheinungen materialistisch deuten können und verstehen, wie und wozu der Mensch die Erschließung des Weltraums betreibt.

Die Aufnahme eines selbständigen Astronomielehrgangs in die Lehrpläne der OSB stellt neue Aufgaben, die in der Methodik des Astronomieunterrichts vordem nicht bestanden. Vor allem muß begründet werden, daß das Studium der Astronomie an der OSB im Rahmen eines selbständigen Unterrichtsfaches notwendig ist, daß man die Astronomie nicht einfach mit anderen Unterrichtsfächern koppeln kann, z. B. mit der Physik. Bekanntlich erhalten die Schüler einige Bruchstücke astronomischen Wissens auf verschiedenen Klassenstufen der Oberschule im Rahmen der Lehrfächer Geographie, Geschichte und Physik. Jedoch genügt das nicht, weil die Mitteilung über verschiedene Sachverhalte vom Weltall nicht den entscheidenden Beitrag zur kommunistischen Erziehung der Jugend leistet, sondern nur das systematische Studium und die philosophische Durchdringung des Systems der modernen Vorstellungen vom Universum. Außerdem mußte der Lehrplan für den Astronomielehrgang der OSB ausgearbeitet werden. Dieser Lehrgang umfaßt an den OSB 17 Unterrichtsstunden und 3 Stunden für Beobachtungen (das sind etwa 50 Prozent der Stunden, die dem Astronomieunterricht an den allgemeinbildenden Oberschulen zur Verfügung stehen). Andererseits beginnt in der OSB der Astronomieunterricht erst nach Abschluß des Physikunterrichts. Folglich kann der Astronomieunterricht hier (im Unterschied zu den allgemeinbildenden Oberschulen) auf die physikalischen Kenntnisse der Schüler aufbauen. Dadurch wird es möglich, den Astronomielehrgang wirklich zum abschließenden Höhepunkt der physikalisch-mathematischen Ausbildung der Schüler werden zu lassen.

Der Astronomielehrgang an der OSB gliedert sich in drei Stoffeinheiten: Einführung; Sonnensystem; Sterne und Galaxien. In der ersten Stunde lernen die Schüler den Gegenstand des Faches kennen, beginnen das Studium des Sternhimmels, erfahren die Ursachen für die Änderung des Sternhimmels im Tages- und Jahresgang und lernen, sich nach den Sternen zu orientieren. Die zweite Stoffeinheit beschäftigt sich mit der Entwicklung der Vorstellungen vom Sonnensystem, mit den Bewegungen der Planeten, mit ihrer Größe und Entfernung, mit der Bewegung des Erdmondes, mit seiner Natur, mit der Physik der Planeten und Kleinkörper des Planetensystems sowie mit der Sonne. Auch auf Haupterrungenschaften der Raumfahrt und ihre Perspektiven wird eingegangen. Die dritte Stoffeinheit vermittelt Kenntnisse über die Natur der Sterne und Vorstellungen von der Galaxis und von extragalaktischen Systemen, von der Kosmogonie und Kosmologie.

Literatur:
[1] **Materialien des XXV. Parteitages der KPdSU.** Moskau 1976, S. 221.
[2] **Beschluß des Zentralkomitees der KPdSU und des Ministerrates der UdSSR „Über die weitere Vervollkommnung von Unterricht und Erziehung der Schüler an den allgemeinbildenden Schulen und ihrer Vorbereitung auf die Arbeit".** 1977

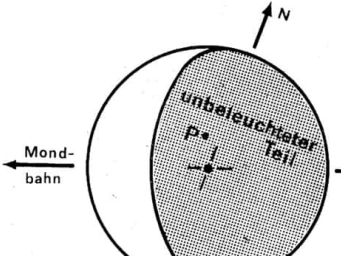
E. P. LEVITAN, Moskau

● Zur Konjunktion Mond – Venus am 5. Oktober 1980

In der Jahresübersicht „Astronomische Daten für das Schuljahr 1980/81" wurde bereits darauf hingewiesen, daß am Sonntag, dem 5. Oktober 1980, der Mond für Orte in den Nordbezirken der DDR den Planeten Venus bedeckt. Zu dieser interessanten Konstellation sollen nachfolgend noch einige Details gegeben werden.

Das Ereignis findet gegen 7^h MEZ statt; die Sonne ist bereits aufgegangen (Sonnenaufgang in Berlin $6^h 14^{min}$ MEZ), Venus befindet sich in reichlich 40° Höhe über dem Horizont. Der Planet steht somit außerhalb der horizontnahen Dunstschicht und kann auch mit kleinen Fernrohren leicht aufgefunden werden. Die Sichel des abnehmenden Mondes nähert sich der Venus von Westen her. Für Orte südlich einer Linie, die etwa mit dem Verlauf der Autobahn Marienborn – Frankfurt (Oder) zusammenfällt, geht der Mond nördlich an Venus vorbei. Die größte Annäherung der südlichen Sichelspitze (im astronomischen Fernrohr oben) an den Planeten wird gegen $6^h 50^{min}$ MEZ erreicht: der geringste Abstand beträgt für Beobachter in Leipzig 0°02, für Beobachter in Plauen 0°03.

Beobachter nördlich der genannten Grenzlinie beobachten eine Bedeckung der Venus durch den Mond. In Berlin beginnt sie um $6^h 45^{min}$ und endet um $7^h 01^{min}$ MEZ. Venus tritt dann am unbeleuchteten Rand des Mondes wieder hervor. Für weiter nördlich gelegene Beobachtungsorte steigt die Dauer der Bedeckung rasch an: in Rostock dauert sie von $6^h 33^{min}$ bis $7^h 10^{min}$ MEZ.



Die Skizze zeigt die Positionen von Mond und Venus für einen Beobachter in Rostock kurz vor Beginn der Bedeckung. P. wäre der Ort des Mondmittelpunktes für einen Beobachter in Plauen zum gleichen Zeitpunkt.

KLAUS LINDNER

WIR STELLEN VOR

Schulsternwarte „Alter Wasserturm"

Anläßlich des 725jährigen Bestehens der Stadt Frankfurt (Oder) wurde im Sommer 1978 unsere Schulsternwarte durch den Stadtbaudirektor an die Abteilung Volksbildung übergeben. Sie befindet sich in dem sogenannten „Alten Wasserturm" Frankfurts, der Anfang der siebziger Jahre außer Betrieb gesetzt worden war.

Das Objekt ist ein über hundert Jahre altes gut erhaltenes massives Bauwerk von etwa 27 m Höhe. Es befindet sich am südlichen Stadtrand auf einem rund 65 m über NN gelegenen, vom Odertal stark ansteigenden Plateau. Von den natürlichen Gegebenheiten her (freistehendes Gebäude, auf einem der höchsten Punkte der Stadt, relativ staubarmes Gebiet, kaum Störlichteinflüsse!) eignet sich das Objekt besonders für die im Lehrplan ausgewiesenen Schülerbeobachtungen und die außerunterrichtliche Tätigkeit.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt wird zunächst vor allem das vom VEB Kombinat Halbleiterwerk Frankfurt (Oder) erworbene Zeiss-Klein-Planetarium genutzt. Die 8-m-Kuppel bietet 30 Personen Platz. Sie befindet sich in der ehemaligen Wasserbehälteretage und ist so projektiert und gebaut worden, daß die Nordseite dieser Etage als halbrundes Foyer für Ausstellungszwecke Verwendung finden kann. Im ersten und zweiten Geschoß sind, außer dem Treppenhaus, je drei Räume mit einer Fläche von jeweils etwa 12 m² vorhanden, die als AG-, Ausstellungs-, Lager- oder Werkstatträume genutzt werden können.

Nach dem Sammeln erster Erfahrungen im Schuljahr 1978/79 nutzen wir jetzt systematisch das Planetarium mit den Zusatzprojektoren (Sonnensystem-, Jupiter-, Sternschnuppen- und Satellitenprojektor) sowie die vorhandenen Unterrichtsmittel für den Astronomieunterricht und die Tätigkeit der AGB „Astronomie und Raumfahrt". Darüber hinaus arbeiten wir mit unserer provisorischen Beobachtungsstation.

WILLI GEISELER

ANEKDOTEN

Der Direktor der Göttinger Sternwarte, Prof. Karl Schwarzschild, beteiligte sich oft an einem gemeinsamen Mittagessen mit seinen dortigen Kollegen. Nachdem Schwarzschild geheiratet hatte, blieb er der Mittagstafel fern, bis er nach einigen Wochen plötzlich wieder auftauchte und seinen altgewohnten Platz einnahm, um sich rege an der Diskussion wissenschaftlicher Probleme zu beteiligen. Dabei fragte ihn unvermittelt ein neben ihm sitzender Professor: „Na, Herr Schwarzschild, wie gefällt Ihnen das Eheleben?" – Schwarzschild bekam einen roten Kopf, sprang auf, ergriff seinen Hut und stammelte verwirrt: „Eheleben – ich hab' ja ganz vergessen, daß . . .", und ging schnellen Schrittes hinaus.

Nach: M. Born, Physik im Wandel meiner Zeit, Braunschweig 1958, S. 172.

JÜRGEN HAMEL

UNSERE BILDER

Titelseite – Astronomieunterricht im Planetarium der Schulsternwarte Frankfurt/O. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Schulsternwarte ‚Alter Wasserturm'" auf Seite 95.

Aufnahme: KLAUS-DIETER RÜHS

2. Umschlagseite – Typische Marslandschaft, aufgenommen von Viking 1 (1976) in der Capri-Region des Planeten dicht südlich des Äquators. Trotz der zahlreichen großen und kleinen Einschlagkrater ist ihre Häufigkeit – absolut gesehen – doch geringer als auf den Urkrustenfeldern von Merkur und Erdmond. Der Große Graben in der Bildmitte mit den nach links weisenden Strömungsstreifen einst ausgebrochener Wassermassen hat im Bild etwa 360 km Länge. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Erdähnliche Himmelskörper in neuer Sicht" auf Seite 79.

3. Umschlagseite – Beobachtungshilfen zum Aufsuchen der Objekte M 31 und M 33, NGC 752, M 36, M 37 und M 38 und M 15. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Wir beobachten" auf Seite 96.

4. Umschlagseite – Titelseite der Originalpublikation JOHANN CARL FRIEDRICH ZÖLLNERs (1834–1882) aus dem Jahre 1861 (Berlin). In der Schrift „Grundzüge einer allgemeinen Photometrie des Himmels", die auf eine von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien im Jahre 1857 formulierte Preisaufgabe hin entstand, erörterte ZÖLLNER theoretische Probleme der Fotometrie, stellte ein schon wenig später nach ihm benanntes Astrofotometer vor und teilte 226 nach dem geschilderten Prinzip bestimmte Helligkeitsmessungen mit. Das aufgeprägte Foto zeigt ein um 1950 von der Firma OTTO TOEPFER & SOHN (Potsdam) konstruiertes ZÖLLNERsches Fotometer.

Das Instrument wird von der unteren Seite her an das Okularende eines Fernrohres angesetzt. Über den Bildrand hinausführend deutet sich rechts die Halterung für ein kleines Gegengewicht an.

ZÖLLNER perfektionierte das fotometrische Prinzip unter Verwendung einer Vergleichslichtquelle (hier eine Glühlampe, im Original eine konstante Gasflamme). Durch Polarisation (Drehung NICOLscher Prismen, innerhalb eines Zylinders zwischen den beiden Kreisteilungen gelegen) wurde die Helligkeit des Vergleichssterns, dessen Bild zweifach neben dem Visierstern entstand, der scheinbaren Helligkeit desselben angeglichen. Farbgläser ließen ferner Abstufungen zur Farbangleichung des künstlichen Sterns zu. Die Ablesung der Polarisationswinkel, die ein Maß für die Intensitätsveränderung darstellten, erfolgte über Lupe an den Teilkreisen. Bei dem hier gezeigten Gerät ist durch Stanzung die Ablesung auch auf Papierstreifen fixierbar. Dazu dienten zwei Handhebel. Der durch den Prismengang im Vordergrund angedeutete Lichtweg lieferte die Skalenbeleuchtung.

ZÖLLNERs sehr rasch in den astronomisch führenden Ländern zur Anwendung gekommene bequeme, genaue und rationelle Meßmethode verbesserte Helligkeitsbestimmungen um rund eine Größenordnung. Die große wissenschaftliche Resonanz des Verfahrens drückte sich u. a. auch durch zahlreiche Instrumente-Bestellungen ausländischer Sternwarten aus, für die ZÖLLNER selbst die Vermittlung übernahm. Das Prinzip stellt methodisch den Übergang von der Helligkeitsschätzung zur Helligkeitsmessung dar.

Bildvorlagen: Originale Archenhold-Sternwarte
Montage und Text: K. Friedrich

WIR BEOBACHTEN

Justieren des Telementor nach der Sternzeitmethode für AG nach Rahmenprogramm

Diese Justierungsmethode führt bei entsprechender Vorbereitung schnell und recht genau zum Ziel und ist mit Hilfe der Sonne auch am Tage realisierbar (ermöglicht somit Tagbeobachtungen der Venus bzw. die Vorbereitung abendlicher Beobachtungen). Notwendige **Hilfsmittel:** drehbare Sternkarte, Kalender für Sternfreunde, genau gehende Uhr(en).

Voraussetzung: Kenntnisse über das rotierende und ruhende Äquatorsystem und die Beziehung Stundenwinkel α = Ortssternzeit $\ominus$ − Rektaszension α, da am Telementor neben der Deklination nur der Stundenwinkel eingestellt werden kann.

Der AG-Leiter teilt den Teilnehmern die von ihm ermittelte Ortssternzeit mit. Hierzu muß die geographische Länge des Beobachtungsortes auf $0^{\mathrm{h}}1$ Genauigkeit bekannt sein (aus geeigneter Karte entnehmen!).

Beispiel 1 (Tagjustierung):

Berechnung der Ortssternzeit am 11. 5. 1980 für 11^{h} MEZ (12 h Sommerzeit) für einen Ort $10^{\mathrm{h}}9$. Länge.

a) Sternzeit am 11. 5. 1980 um 0^{h} MEZ auf 15° ö. L. : $15^{\mathrm{h}}\,15.6^{\mathrm{min}}$

b) Zeitdifferenz des Ortes $10^{\mathrm{h}}9$ ö. L. gegenüber 15° ö. L. (Längendifferenz = $4^{\mathrm{h}}1$)[1] : $16.4^{\mathrm{min}} - 14^{\mathrm{h}}\,59.2^{\mathrm{min}}$

c) Seit 0^{h} MEZ verflossene Sonnenzeit umgerechnet in Sternzeit (1 h Sonnenzeit ≙ 1 h 10 s Sternzeit) : $11^{\mathrm{h}}\,01.8^{\mathrm{min}}$ +

d) Ortssternzeit für 11^{h} MEZ am Beobachtungsort : $26^{\mathrm{h}}\,01^{\mathrm{min}}$

$(-24\,\mathrm{h}) = 2^{\mathrm{h}}\,01^{\mathrm{min}}$

Stellt man eine Uhr um 11^{h} MEZ (12 h Sommerzeit) auf $2^{\mathrm{h}}\,01^{\mathrm{min}}$, so verfügt man für nachfolgende Beobachtungen über die Ortssternzeit. Die Uhr geht nach einer Stunde 10 s ≙ 0.17 min in Sternzeit nach.

Beispiel 2 (Nachtjustierung):

Berechnung der Sternzeit am 11. 12. 1980 für 18^{h} MEZ in Jena (ö. L. $11^{\mathrm{h}}6 \mathrel{\widehat{=}} 13.6^{\mathrm{min}}$ Zeitdifferenz gegenüber 15° ö. L.).

Ergebnisse: a) $5^{\mathrm{h}}\,19.3^{\mathrm{min}}$, b) $5^{\mathrm{h}}05.7^{\mathrm{min}}$, c) $18^{\mathrm{h}}03^{\mathrm{min}}$, d) $23^{\mathrm{h}}\,09^{\mathrm{min}}$

Praktische Vorbereitung der Justierung: Gerät genau horizontal aufstellen (Dosenlibelle), möglichst genaue Einstellung der Polhöhe des Beobachtungsortes am Polkopf der Montierung, Einsetzen des Okulars mit der geringsten Vergrößerung: größtes Gesichtsfeld (1° 9′ beim 25-mm-Okular; falls vorhanden 40-mm-Okular), Wahl eines leicht identifizierbaren Sterns ungefähr in Südrichtung (drehbare Sternkarte!) in Äquatornähe (Verfahren dort am empfindlichsten!) bzw. der Sonne bei Tagjustierung, Bereitstellen der Koordinaten α und δ! Berechnen des Stundenwinkels für den bevorstehenden Zeitpunkt der Justierung:

Zu Beispiel 1: $\alpha = 3^{\mathrm{h}}\,14^{\mathrm{min}}$ (scheinbare Sonnenbewegung wurde berücksichtigt!), $\delta = 18°$

$\tau = \ominus - \alpha = 26^{\mathrm{h}}\,01^{\mathrm{min}} - 3^{\mathrm{h}}\,14^{\mathrm{min}} = 22^{\mathrm{h}}\,47^{\mathrm{min}}$.

Zu Beispiel 2: Stern α Peg : $\delta = 23^{\mathrm{h}}\,3.8^{\mathrm{min}}$,

$= +15°\,06'$

$(\tau = 23^{\mathrm{h}}\,09^{\mathrm{min}} - 23^{\mathrm{h}}\,04^{\mathrm{min}} = 0^{\mathrm{h}}\,05^{\mathrm{min}}$.

Justierungsablauf: δ und τ für den vorgesehenen Zeitpunkt rechtzeitig vorher an den Teilkreisen einstellen, Polkopfklemmung lösen, Polkopf um Stativzapfen drehen bis das gewählte Objekt im Gesichtsfeld erscheint — bei Nachtjustierung kann noch auf das 16-mm-Okular umgestellt werden, falls ein Okularrevolver vorhanden ist —, genau zum Justierungszeitpunkt muß das Objekt exakt in der Gesichtsfeldmitte stehen, evtl. ist wegen ungenauer Einstellung in δ die Deklination noch leicht zu korrigieren. Der Polkopf wird geklemmt. (Beim Justierungsobjekt Sonne Huygens-Okular verwenden, Unfallgefahr beachten; Sonnenprojektionsschirm verwenden!)

[1] Man erhält die Zeitdifferenz in Minuten, wenn man die Längendifferenz (in Grad) mit 4 multipliziert: $4{,}1 \cdot 4 = 16{,}4$

Einstellung von Objekten am Telementor

Man beginnt stets mit der geringsten Vergrößerung (größtes Gesichtsfeld!). Am Fernrohr werden die Feinstellschrauben bis auf etwa eine Umdrehung herausgeschraubt, um beim Einstellen noch pointieren (Einstellung auf Gesichtsfeldmitte) und danach den Nachführungsspielraum ($7^{\mathrm{h}}9 \mathrel{\widehat{=}} 30$ min) ausnutzen zu können.

1. **Auffällige Objekte:** Wegen der bequemeren Nachführung empfiehlt sich die äquatoriale (parallaktische) Aufstellung bei grober Justierung. Nach Schwenken des Fernrohrs in Objektrichtung werden die Klemmschrauben leicht angezogen. Mit Hilfe der Visiereinrichtung am Rohr wird das Objekt unter Nutzung der eingeschränkten Grobbewegungsmöglichkeit „eingefangen". Der vordere Visierring kann durch einen Helfer zur Markierung schwach angeleuchtet werden. Die Klemmschrauben werden festgezogen, mittels der Feinstellschrauben wird pointiert.

2. **Das Einstellen weniger auffälliger oder mit bloßem Auge nicht mehr erfaßbarer Objekte** setzt genaue Kenntnis ihrer relativen Lage voraus. Neben der drehbaren Sternkarte bedarf es eines Sternatlasses oder spezieller Umgebungskarten bzw. der Kenntnis der Koordinaten.

Nebenstehende Abbildung gibt Beobachtungshilfe zum Aufsuchen der extragalaktischen Objekte M 31 und M 33, der offenen Sternhaufen NGC 752 (obere Karte), M 36, M 37 und M 38 (rechte untere Karte) und des Kugelsternhaufens M 15 (linke untere Karte). Es werden Sterne bis etwa $7^{\mathrm{m}}5$ dargestellt. Der Telementor hat im günstigsten Falle eine Reichweite bis $11^{\mathrm{m}}5$. Man beachte die Größe des Gesichtsfelddurchmessers für das 25-mm-Okular, symbolisiert durch den kleinen Kreis in der rechten unteren Ecke der oberen Karte! Die Sichtbarkeitsbedingungen sind mit der drehbaren Sternkarte zu ermitteln!

2.1. **Schrittweises Herantasten über auffällige Objekte:** M 31 wird von β And über μ und ν And gesucht, M 33 erreicht man z. B. von β And über g Psc, M 15 ausgehend von ϵ Peg und M 36 usw. von ϑ Aur. Stellt man den Doppelstern γ And ein, so findet man M 31 auch durch Verstellen des Fernrohres um einen Gesichtsfelddurchmesser in δ in Äquatorrichtung und anschließende Bewegung in Richtung des Stundenwinkels. Notwendig ist eine gute Justierung des Fernrohres, vor allem auch bei den folgenden Verfahren.

2.2. **Einstellung nach Koordinatendifferenzen:**

Bei Einstellung von M 31 von γ And aus errechnet man die Stundenwinkeldifferenz $\triangle\,\tau = 2^{\mathrm{h}}\,01^{\mathrm{min}}$ (γ And) $- 0^{\mathrm{h}}\,40^{\mathrm{min}}$ (M 31) $= 1^{\mathrm{h}}\,21^{\mathrm{min}}$ „ die Deklinationsdifferenz ergibt sich zu $\triangle\,\delta = 42°1' - 41°0 = 1°1$. γ And wird in die Gesichtsfeldmitte gebracht, und die entsprechenden Koordinatendifferenzen ($\triangle\,\delta$ in Richtung abnehmender Deklination und $\triangle\,\tau$ in Richtung zunehmenden Stundenwinkels werden rasch an den Teilkreisen eingestellt. Ein nachhaltiges Erlebnis hinterläßt die Einstellung des Planeten Venus am Tage ausgehend von der Sonne.

2.3. **Einstellung nach den Koordinaten des ruhenden Äquatorsystems**

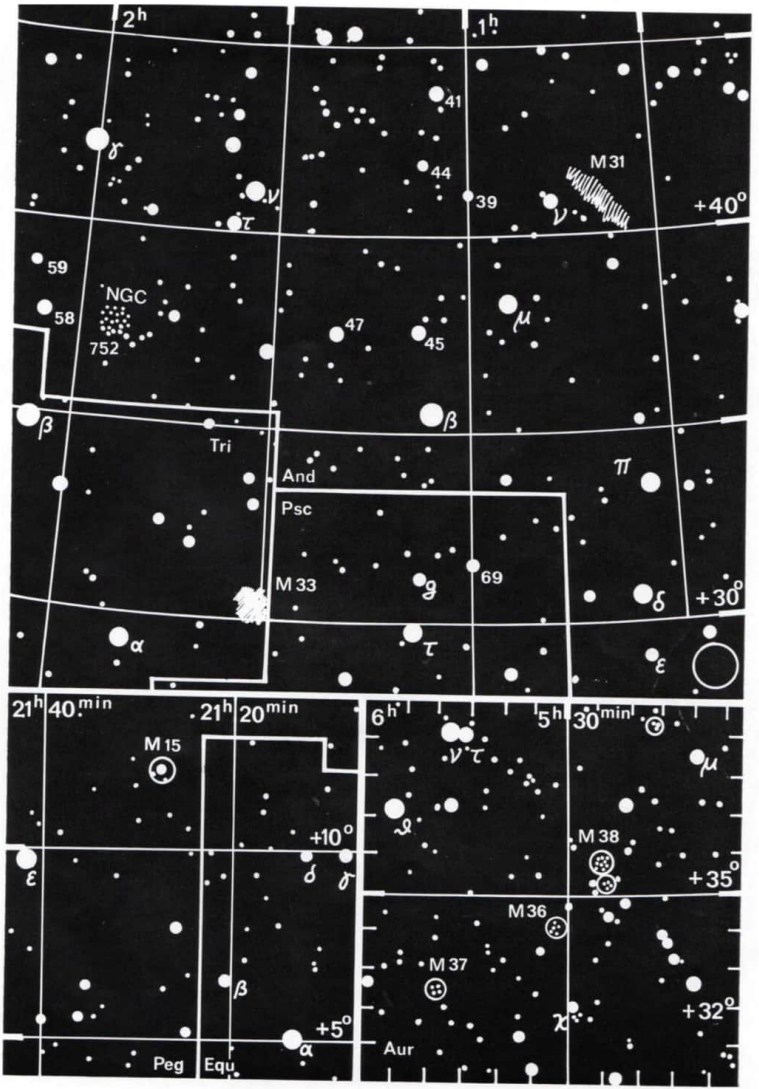
Zunächst ist wieder der Stundenwinkel zu berechnen. Die Ortssternzeit zum bevorstehenden Zeitpunkt muß gegeben bzw. errechnet werden (evtl. auch die nach Sternzeit gestellte Uhr benutzen!).

Beispiel: M 31 am 11. 12. 1980 um $18^{\mathrm{h}}\,30^{\mathrm{min}}$ in Jena (vgl. Beispiel 2) einstellen!

$\tau = \ominus - \alpha = 23^{\mathrm{h}}\,39^{\mathrm{min}}$ (angezeigte Sternzeit) $- 0^{\mathrm{h}}\,40^{\mathrm{min}} = 22^{\mathrm{h}}\,59^{\mathrm{min}}$, $\delta = 41°0$.

Zum vorgesehenen Zeitpunkt muß M 31 nach Einstellung der Koordinaten im Gesichtsfeld erscheinen. Das Verfahren sollte zunächst an auffälligen Objekten geübt werden.

UWE WALTHER


2h
1h
41
44
39
M31
+40°
59
58
NGC
752
47
45
Tri
And
Psc
M33
69
+30°
21h 40min
21h 20min
M15
+10°
+5°
Peg
Equ
6h
5h 30min
M38
+35°
M36
M37
+32°
Aur

GRUNDZÜGE

EINER

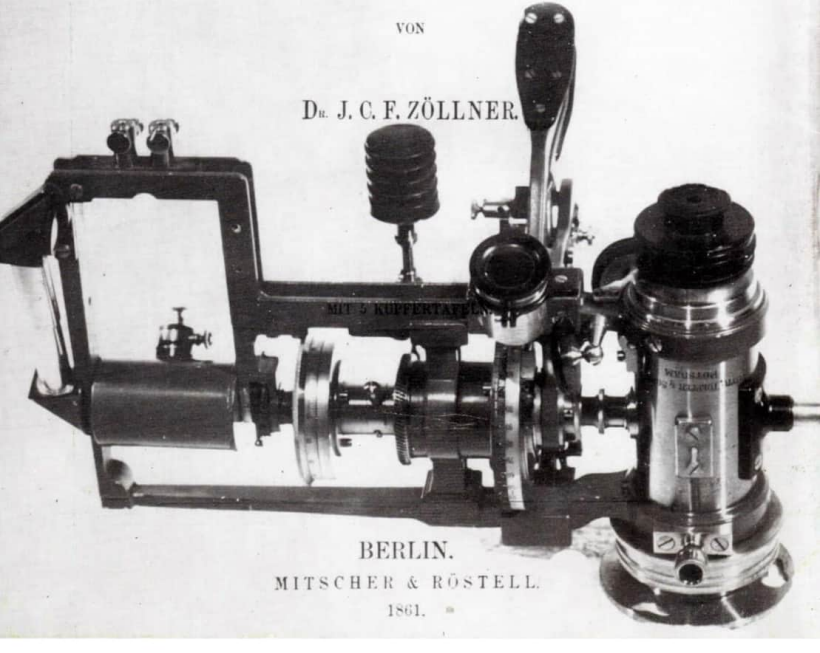
ALLGEMEINEN

PHOTOMETRIE DES HIMMELS

VON

Dr. J. C. F. ZÖLLNER.

MIT 9 KUPFERTAFELN.



BERLIN.
MITSCHER & RÖSTELL.
1861.

Astronomie

in der Schule

VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

5
1980

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, 1080 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:
8600 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8, Postfach 440, Telefon 4 25 85

Gesamtherstellung:
Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen
AN (EDV 427)
III-4-9-1576-4,8 Liz. 1488

ISSN 0004-6310

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 5 **17. Jahrgang 1980**

Seite

E. SCHMUTZER
9. Internationale Konferenz über Allgemeine Relativitätstheorie und Gravitation (GR 9) 98
M. REICHSTEIN
Erdähnliche Himmelskörper in neuer Sicht (II) 99
D. B. HERRMANN
Planet Pluto 101
O. MADER
Unterrichtstheorie und Astronomieunterricht 104
N. FRANKE
Empfehlungen zur Nutzung von Unterrichtsmitteln in der AG (R) „Astronomie und Raumfahrt" 108
V. KLUGE
Erfahrungen mit neu zusammengestellten Dia-Reihen 111
Unser Forum 113
Aus Wissenschaft und Unterricht 114
Wir stellen vor 118
Rezensionen 118
Anekdoten 119
Unsere Bilder 119
Wir beobachten 120
Karteikarte: Die Sonne I (J. STIER)

СОДЕРЖАНИЕ

Э. ШМУТЦЭР
IX Международная конференция по общей теории относительности и гравитации 98
М. РЕЙХШТЕЙН
Землеподобные небесные тела с новой точки зрения (II) 99
Д. Б. ХЕРРМАНН
Планета Плутон 101
О. МАДЭР
Теория преподавания и преподавание астрономии 104
Н. ФРАНКЕ
Рекомендации по использовании учебных средств в кружке «Астрономия и космонавтика» 108
Ф. КЛУГЭ
Опыт с новыми сериями диапозитивов 111
Картотечная карточка: Солнце I (Й. ШТИР)

CONTENTS

E. SCHMUTZER
The 9th International Conference about the General Theory of Relativity and Gravitation 98
M. REICHSTEIN
Earthlike Heavenly Bodies from a New Point of View (II) . . . 99
D. B. HERRMANN
The Planet Pluto 101
O. MADER
Theory of Instruction and Astronomy Instruction 104
N. FRANKE
Recomendations for the Use of Instruction Means within the Circle "Astronomy and Astronautics" 108
V. KLUGE
Expiriences with New Slides series 111
Register Card: The Sun I (J. STIER)

Redaktionsschluß: 20. August 1980

Ein Nachdruck der in „Astronomie in der Schule" veröffentlichten Beiträge ist nur mit Zustimmung der Redaktion gestattet.

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.

9. Internationale Konferenz über Allgemeine Relativitätstheorie und Gravitation (GR 9)

Am Kongreß GR9 vom 14. 7. bis 19. 7. 1980 in Jena nahmen 828 Teilnehmer aus 51 Ländern teil. Es hatten sich die führenden Vertreter der Relativistischen Physik aus aller Welt versammelt, um ihre seit GR8 (Waterloo/Kanada 1977) gewonnenen neuesten Erkenntnisse bekanntzumachen und zu diskutieren. Da die Internationale Gesellschaft für Allgemeine Relativitätstheorie und Gravitation (Sitz Bern) im Jahre 1979 turnusmäßig keinen Kongreß durchzuführen hatte, ergab sich erst in Jena die Gelegenheit, ALBERT EINSTEINS Centenarium zu feiern. Der Eröffnungsvortrag von J. WHEELER (USA) stand deshalb unter der Thematik „Einsteins zweites Jahrhundert". In dieser Sicht ist GR9 als Ausklang der EINSTEIN-Feierlichkeiten der DDR anläßlich des 100. Geburtstages dieses großen Physikers, Philosophen und Humanisten anzusehen.

Den hauptsächlichsten wissenschaftlichen Inhalt des Kongresses bildeten 19 Plenarvorträge sowie 21 korrespondierende Diskussionskreise, die sich noch weiter aufgliederten. Grob gesprochen hat sich die Arbeit auf sechs Schwerpunkte konzentriert: *Mathematische Analyse der Einstein-Theorie, Weiterführung der Einstein-Theorie im Sinne des Programms einer Einheitlichen Feldtheorie der Physik (Einstein-Cartan-Theorie der Raum-Zeit mit Krümmungs- und Torsionseigenschaften, 5-dimensionale Projektive Feldtheorie, Supergravitations-Theorie in einem 8dimensionalen Raum), Gravitationswellen-Experimente, exotische Himmelskörper, Kosmologie und planetare Experimente (Viking-Projekt).* Die zuletzt genannten Gegenstände sind für den Leserkreis dieser Zeitschrift einer gesonderten späteren Behandlung vorbehalten. Doch sollen einige wichtige Gesichtspunkte hier schon gestreift werden.

An der Entdeckung der Gravitationswellen, von A. EINSTEIN und A. S. EDDINGTON bereits vor etwa 60 Jahren vorausgesagt, wird in etwa 20 Forschungszentren der Welt eifrig theoretisch und experimentell gearbeitet. Es ist immer noch nicht endgültig gesichert, ob die Massenquadrupol-Strahlungsformel, für deren Herleitung bisher einschneidende Näherungsannahmen gemacht werden mußten, völlig korrekt ist. Diese theoretische Fundierung ist aber von prinzipieller Bedeutung, da erst nach Klärung dieser Sachlage der Schluß auf die Ausstrahlung von Gravitationswellen durch das binäre Pulsarsystem PSR 1913+16 (Abklingen der Revolutionsperiode) ernster genommen werden darf. Hinsichtlich der irdischen Gravitationswellen-Detektoren konkurrieren immer noch stark die Weber-Alu-Zylinder und die Braginsky-Monokristalle. Durch weitere Senkung der Arbeitstemperatur konnte für letztere inzwischen ein Gütefaktor $Q \approx 10^9$ erreicht werden, womit Schwingungselongationen von 10^{-17} cm meßbar werden. Es wird vermutet, daß die Präzision um etwa noch 2 Größenordnungen weitergetrieben werden muß, um die Gravitationswellen, die bei Kollapsphänomenen entstehen, messen zu können. Die Experten rechnen mit der Entdeckung der Gravitationswellen im nächsten Jahrzehnt.

Zu den exotischen Himmelskörpern (Quasare, Pulsare, Schwarze Löcher) ist kurz zu sagen, daß die Suche nach den Schwarzen Löchern intensiv weitergeführt wird. Neuere Einsichten in die Struktur und Topologie der Singularitäten werden diesen Prozeß sicherlich erleichtern. Der bisher noch umstrittene Gravitationslinsen-Effekt für die elektromagnetische Strahlung des Quasars 0957+561 A, B, der wegen der Krümmung der Strahlenrichtung an einem eventuellen Schwarzen Loch doppelt zu sehen sein soll, wurde weiter intensiv diskutiert.

Die Vorträge und Diskussionen zur Kosmologie befaßten sich hauptsächlich mit dem Verhalten des Kosmos in den ersten Momenten nach dem Urknall (die Plancksche Zeiteinheit von etwa 10^{-43} Sekunden gibt dabei eine Orientierung). In diesem Zusammenhang spielte die kürzlich von sowjetischen Physikern bekanntgegebene Entdeckung einer eventuellen Ruhmasse der Neutrinos eine große Rolle.

Die Präzisions-Meßtechnik der planetaren Experimente (Laufzeitverzögerung elektromagnetischer Wellen im Gravitationsfeld der Sonne, Periheldrehung der Planeten usw.) überraschte viele Teilnehmer. Das Viking-Projekt, insbesondere zur Verifizierung der Effekte 2. Ordnung der Einstein-Theorie gedacht, wird uns bis Ende dieses Jahrhunderts noch manche Überraschung bescheren.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. ERNST SCHMUTZER
Wissenschaftsbereich Relativistische Physik
der Sektion Physik
6900 Jena
Friedrich-Schiller-Universität

MANFRED REICHSTEIN

Erdähnliche Himmelskörper in neuer Sicht (II)[1]

5. Die vier großen (Galileischen) Jupitermonde als neuer Typ erdverwandter Himmelskörper

Da diese Ergebnisse noch recht neu sind, lohnt es hier, auf die wichtigsten Erscheinungen etwas genauer einzugehen. Das eigentliche Motiv ergibt sich aber aus der Tatsache, daß sich die vier großen Jupitermonde eindeutig als Verwandte der mars- oder erdähnlichen Himmelskörper erwiesen haben und noch dazu geeignet sind, als Zeugen für bisher unbelegte Stadien von deren Krustenevolution — oder sagen wir hier einmal noch verallgemeinernder von der Entwicklung der Kruste von Himmelskörpern mit vorwiegend chondritischer Ausgangssubstanz — zu dienen.

Name	mittlerer Abstand von Jupiter in 10^3 km	Umlaufzeit in Tagen	Durchmesser km	Masse Erdmond = 1	mitt. Dichte Wasser = 1	Albedo %
Io	350,2	1,77	3638 (±10)	1,21	3,53	63
Europa	599,5	3,55	3126 (±10)	0,66	3,03	64
Ganymed	998,6	7,16	5266 (±10)	2,03	1,93	43
Kallisto	1808,6	16,69	4848 (±10)	1,45	1,79	17

Tabelle 1: Datenübersicht zu den großen Jupitermonden

Wie unsere Tabelle 1 der wichtigsten und nach Ergebnissen der Jupitersonden teilweise korrigierten Parameter der Jupitermonde I bis IV ausweist, nimmt die Dichte der ihrer Masse nach mit dem Erdmond verwandten Jupitermonde mit wachsendem Abstand von ihrem Zentralkörper deutlich ab. Das ist grundsätzlich auf in gleicher Richtung in zunehmendem Maße erhalten gebliebene Anteile leichtflüchtiger Stoffe, vor allem der Komponente H_2O, zurückzuführen. Als Trendursache wird umgekehrt die sekundäre Verarmung an leichtflüchtigen Substanzen auf diesen Monden durch Wärmestrahlung des Protoplaneten Jupiter angesehen, die gegenüber der Gegenwart in erheblich verstärktem Maße während seines Kollapsstadiums frei wurde.

Die Erkenntnis bzw. Vermutung, daß das Jupitersystem mit seinen großen Monden in gewissen Grenzen sozusagen die Entwicklungsverhältnisse im inneren Teil des Sonnensystems widerzuspiegeln vermag, ist schon mehr als 10 Jahre alt. Nun darf man aber nicht einfach die Reihe Merkur — Venus — Erde — Mars mit der Jupiter-Mondfolge Io — Europa — Ganymed — Kallisto parallelisieren. Jupiters Einwirkungen sind, relativ gesehen, viel schwächer; auch hat der große Sonnenabstand wegen der hier auf der Tagseite der Jupitermonde maximal herrschenden niedrigen Temperaturen (zur Zeit sind es 120 bis 150 K) das Verweilen von leichtflüchtigen Verbindungen (in erster Linie H_2O, CO_2, NH_3 und CH_4) gestattet bzw. überhaupt erst möglich gemacht. Steckbriefartig seien hier zunächst zum besseren Verständnis der Zusammenhänge die neuerkannten Oberflächen- und Entwicklungsmerkmale der vier großen Jupitermonde in ihrer Abfolge von innen nach außen vor Augen geführt:

1. Io: Mit einem Durchmesser von 3 640 km ist sie mit Abstand der erdmondähnlichste unter den Jupitertrabanten; doch hat ein spezielles Schicksal sie inzwischen fast all ihres primären Gehaltes an leichtflüchtigen Substanzen beraubt. Bahnstörungen mit Gezeiteneffekten, ausgelöst durch die relativ nahen und kurzperiodischen Vorübergänge der Nachbartrabanten Europa und Ganymed, haben ihr Inneres so stark aufgeheizt, daß ein intensiver Vulkanismus in Gang gekommen ist. Dessen Dauerwirkung seit wohl nun schon mehr als 4 Milliarden Jahren ist die Aufrechterhaltung eines relativ stabilen vulkanischen Schwefel- bzw. Schwefeldioxid-Kreislaufes. Die Ausbrüche dieser Substanzen erfolgen zur Zeit in Form gewaltiger Fontänen bis zu rund 300 km Höhe. 1979 konnten 6 bis 8 davon gleichzeitig in Tätigkeit beobachtet werden. Die Oberfläche wird von „Lava"-Strömen, die vermutlich fast nur aus Schwefel bestehen und die mehr als 100 km lang sein können, über und über bedeckt. Diese noch heute anhaltende ungewöhnliche vulkanische Aktivität hat alle Merkmale der Urkruste gelöscht. Einschlagkrater sind überhaupt noch nicht gesichtet worden. Zur Zeit kennt die dominant vulkanische Entwicklungsgeschichte der rotorangefarbenen Io im Planetensystem nicht ihresgleichen.

2. Europa: Sie ist mit einem Durchmesser von

[1] s. „Astronomie in der Schule" 17 (1980) 4.

3 130 km der kleinste unter den vier großen Jupitermonden. Dennoch hat ihre Masse von $^2/_3$ der unseres Mondes ausgereicht, einen Anteil von etwa 20% an leichtflüchtigen Substanzen auf diesem Himmelskörper bis heute zu erhalten. Die Hauptmasse davon soll H_2O sein und dieses bildet einen etwa 100 km mächtigen, wohl bis zum Grund durchgefrorenen Eisozean. Keine silikatische „Landmasse" scheint diesen Eispanzer zu durchragen. Einschlagkrater über 20 km Durchmesser wurden nur wenige beobachtet. Auf Grund dieser stark reduzierten Urkrustenmerkmale wird angenommen, daß die Oberfläche der Europa durch Eisaufschmelzungen wiederholt umgeformt wurde. Ein gegenüber den Verhältnissen auf Io erheblich abgeschwächter Vulkanismus, der aber zur Zeit nicht als aktiv belegt werden konnte, wird unter Bezug auf ähnliche thermische Gezeiteneffekte wie beim Nachbarn Io für möglich gehalten. Das äußere Bild der Europa mit dem auffälligen globalen Spaltennetz, durch das auch dunklere Massen (Eis-Gesteinsgemisch?) aufgedrungen zu sein scheinen, spricht sehr für zeitweilige vulkanisch ausgelöste dynamische Vorgänge mit lokalen Aufschmelzungen am Boden des Eisozeans.

3. Ganymed: Als größter Jupitermond umläuft er mit ziemlich genau der doppelten Masse des Erdmondes in rund 1 Million km Entfernung von seinem Planeten diesen in nur reichlich einer Woche einmal. Für seine Masse wird heute ein an der Oberfläche konzentrierter Anteil von 50 Gewichtsprozent Wasser angenommen. Es besteht aber noch keine Sicherheit, ob diese äußere Planetenschale bei einer angenommenen Dicke von rund 700 bis 800 km unter der sehr dünnen Atmosphäre bis zum Grunde vereist ist, oder minimal nur die obersten 100 km gefroren sind. Unabhängig davon haben die Sondenaufnahmen erkennen lassen, daß in Form von Schollen von zum Teil sogar riesigen, fast schon „kontinentalen" Flächenausmaßen erhebliche Reste der sehr kraterreichen Urkruste noch erhalten geblieben sind. Benutzt man die bewährte Methode der Kraterdichtezählung für die Aufstellung relativer Altersunterschiede, so wird durch die geringere Kraterzahl auf der helleren Kruste, die die dunkleren Schollen nunmehr einhüllt, deren jüngeres Alter sofort belegbar. Dabei weist uns aber die im Vergleich zu Europa immer noch stark erhöhte Kraterzahl in den auf Ganymed weniger von kosmischen Geschossen getroffenen Gebieten darauf hin, daß sich die unvollständig gebliebene Krustenerneuerung schon vor Milliarden Jahren vollzogen haben muß.

4. Kallisto: Dieser mit etwa eineinhalbfacher Erdmondmasse und 4 840 km Durchmesser immerhin zweitgrößte der vier Jupitermonde ist gleichzeitig der in seiner Eigenentwicklung zurückgebliebenste unter ihnen. Kallistos Oberfläche ist noch am dichtesten mit Einschlagkratern übersät. Viele davon haben über 100 km Durchmesser und sind durch Überlappung mit jüngeren Einschlägen nur noch unvollständig erhalten geblieben. Wichtig ist, daß die relativ jüngeren Einschläge durch ihre weißlichen, radial verstreuten Auswurfmassen anzeigen, daß unter der relativ dunklen Kruste sehr oberflächennah wieder die schon auf Europa und Ganymed beobachteten Eismassen zu finden sind. Auf Grund des gegenüber Ganymed noch geringeren globalen Dichtewertes von 1,79 läßt sich abschätzen, daß hier ein Eispanzer von ebenfalls etwa 600 bis 800 km Dicke vorliegen dürfte. Falls eine flüssige Phase im unteren Teil überhaupt vorkommen sollte, wird sie weniger mächtig als bei Ganymed angenommen. Als besonders ausgeprägtes Phänomen gilt bei Kallisto die erhalten gebliebene Durchmischung einer mehrere zehn Kilometer mächtigen Schicht mit dunklen silikatischen Meteoritensubstanzen. Das starke Absinken der Albedowerte von 64% bei Europa, über 43% bei Ganymed, auf nur noch 17% bei Kallisto wird auf diese Weise voll verständlich. Als Erklärung für die relativ passive Krustenevolution bei Kallisto wird angenommen, daß dieser Jupitermond primär den geringsten Anteil an chondritischer Urmaterie in sein Inneres aufnahm, so daß der Wärmefluß aus der damit ebenfalls reduzierten Menge eingefangener radioaktiver Substanzen nicht mehr ausreichte, die eigene Oberfläche durch Aufschmelzungen stärker umzuformen.

Rückblickend können wir schon nach diesem kurzen Abriß einiger Leitmerkmale der Oberflächenformen und der Evolution der vier großen galileischen Jupitermonde festhalten, daß uns dieser Wissenszuwachs auch für die Erkenntnisse über die Entwicklungsgeschichte der inneren Planeten ein Anschauungsmaterial ersten Ranges geliefert hat. Der Hauptgrund für diese neuartige Erdähnlichkeit — oder wie immer man diese Beziehung zu unserem eger benachbarten Planetenkreis bezeichnen wird — ist in dem einfachen physikochemischen Effekt zu sehen, wonach mit wachsendem Sonnenabstand wegen der allgemein sinkenden Bestrahlungstemperaturen ein immer schwächer werdendes Gravitationsfeld pro Himmelskörper genügt, um noch bestimmte Mengen an leichtflüchtigen Stoffen festzuhalten.

Zwar ist die damit betonte stoffliche Zusammensetzung eine sehr wesentliche Voraussetzung der Erdähnlichkeit eines Himmelskörpers; doch alleiniger Maßstab darf sie nicht sein. Es läßt sich, wie wir ja gesehen haben, nicht einfach eine lineare Reihe der Verwandtschaft zur Erdentwicklung unter den Planeten aufstellen. Je nachdem, welches Merkmal vordergründig betrachtet wird, muß das Urteil verschieden ausfallen. Venus steht z. B. der Erde zumindest der Masse nach am nächsten. Das gilt ebenso für die Dichte, die sich aber auch nur wenig von der Merkurs unterscheidet, der vermutlich den erdähnlichsten Eisenkern aufweist. Doch bereits auf Mars und sogar auf Jupiter gibt es atmosphärische Prozesse, die (wie z. B. die driftenden Sturmwirbel) erdverwandtere Erscheinungen darstellen, als wir sie in der Venusatmosphäre je finden werden. Andererseits stehen uns der Jupitermond Europa und bedingt auch Ganymed durch den Besitz von Eisozeanen, also dem Medium der Hydrosphären, wenigstens in dieser Hinsicht näher als alle anderen inneren Planeten, während die erdverwandtesten vulkanischen Strukturen sich bis heute auf Mars und dem Jupitermond Io belegen ließen. Wir sagen einschränkend „bis heute", denn vielleicht ist es nur eine Frage der Zeit, bis wir die erdähnlichsten Vulkane auf Venus nachweisen können. Auch ist uns die Morphologie der Planeten und Monde jenseits der Jupiterbahn noch so gut wie unbekannt. Sind z. B. bei Saturns Titan oder bei Triton, dem großen Mond Neptuns, auch Eisozeane zu erwarten?

Noch zu viele Fragen sind im Planetensystem offen, als daß die Zeit reif schiene, den Begriff der „Erdähnlichkeit" ganz exakt zu definieren bzw. eine endgültige Abgrenzung vorzunehmen. Aber Verbesserungen der Definition sind sinnvoll und notwendig, will man dem gewaltigen Fortschritt gerecht werden, den die Planetologie vor allem durch die Raumfahrtergebnisse hat erzielen können. Die Brauchbarkeit des Begriffes „marsähnlich" sei zur Diskussion gestellt. Hier geht es letztlich nicht darum, den einen Terminus durch einen anderen zu ersetzen, sondern der Begriff „marsähnlich" — vielleicht nur zusätzlich verwandt — soll es erlauben, die Rolle der Erde im sammenhang zu sehen, nämlich als vermittelndes Glied einer Planetenreihe mit vielen Übergängen.

Anschrift des Verfassers:
Doz. Dr. MANFRED REICHSTEIN
Martin-Luther-Universität, Sektion Geographie
4020 Halle
Domstraße 5

DIETER B. HERRMANN

Planet Pluto

(Zum 50. Jahrestag seiner Entdeckung)

Am 18. Februar 1980 war genau ein halbes Jahrhundert vergangen, seit der bisher sonnenfernste Planet unserer näheren kosmischen Heimat entdeckt wurde. Die Suche nach diesem neunten Planeten des Sonnensystems hängt eng mit dem Triumph der Neptunentdeckung vom Jahre 1846 zusammen. Bekanntlich wurde dieser Planet aufgrund von Bahnstörungen des 1781 gefundenen Planeten Uranus entdeckt. Insbesondere die scharfsinnigen Rechnungen des damals jungen französischen Astronomen U. J. J. LEVERRIER führten zu der Voraussage der Existenz eines außerhalb der Uranusbahn umlaufenden großen Planeten, der die bis dahin unerklärlichen Abweichungen in der Bewegung des Uranus hervorrufen sollte. Die von LEVERRIER berechnete Ephemeride war so ausgezeichnet, daß der Planet an der Berliner Sternwarte, die damals unter Leitung von JOHANN FRANZ ENCKE stand, nach kurzer Suche in der angegebenen Gegend durch den Astronomen JOHANN GOTTFRIED GALLE gefunden wurde.

Die weitere Beobachtung des langsam umlaufenden Uranus zeigte mit der Zeit erneut Abweichungen, obschon inzwischen die von Neptun ausgehenden Störungen bereits berücksichtigt worden waren. Was Neptun selbst anbelangte, so verhielt auch er sich nicht den Ergebnissen seiner Bahnberechner entsprechend. Schon LEVERRIER hatte eine Tafel der Neptunbahn berechnet, die bald Differenzen gegenüber der tatsächlichen Neptunbewegung aufwies. Daraufhin wurde durch den amerikanischen Astronomen NEWCOMB eine neue Neptun-Tafel zusammengestellt, die aber auch bald keine Übereinstimmung mehr mit den Beobachtungen zeigte. Man neigte allgemein zu der Ansicht, daß auch in diesem Fall — wie schon früher beim Uranus — ein noch unerkannter Planet die Ursache der beobachteten Abweichungen sei. Da die Umlaufzeit des Neptun um die Sonne jedoch knapp 165 Jahre beträgt, war das seit der Entdeckung des Planeten zurückgelegte Bahnstück noch zu kurz, um darauf eine so folgenschwere Berechnung aufzubauen. Deshalb wendete sich der Begründer der Flagstaff-Sternwarte, LOWELL,

der sich vornehmlich der Planetenbeobachtung verschrieben hatte, wieder den Reststörungen der Uranus-Bahn zu und berechnete daraus die Bahn eines noch unbekannten Planeten, nach dem nun im Jahre 1915 eine groß angelegte Suche begann. Unabhängig davon hatte auch W. H. PICKERING eine Position für den transneptunischen Planeten berechnet, die er zur Grundlage seiner Suchaktion am Mt.-Wilson-Observatorium machte. Nachdem er die betreffende Gegend mit fotografischen Hilfsmitteln etwa ein Jahr lang ohne Erfolg abgesucht hatte, brach sein Glaube an den neuen Planeten zusammen und er beendete seine Nachforschungen. Anders LOWELL: er setzte die Suche fort, wenn auch zunächst ebenfalls ohne Erfolg. Rückwirkend läßt sich sagen, daß man den Planeten am Flagstaff-Observatorium schon 1915 hätte entdecken können, wenn LOWELL nicht so hartnäckig davon überzeugt gewesen wäre, daß der neue Planet eine Helligkeit von etwa 11 bis 12 Größenklassen besäße. Deshalb wurden die meisten Platten nur solange belichtet, bis man Objekte der 13. Größenklasse abbildete. Pluto hat aber eine Helligkeit von etwas weniger als 14 Größenklassen, so daß er von den Platten nicht erfaßt wurde.

Im Jahre 1929 wurde am Lowell-Observatorium eine Weitwinkelkamera in Betrieb genommen, die eine Objektivöffnung von 32 cm besaß und ein Himmelsfeld von 12°×14° abbildete. Man beauftragte einen jungen Amateurastronomen mit der relativ eintönigen Routineaufgabe, Platten des Großformats 35×42 cm zu belichten und mittels Blinkkomparator miteinander zu vergleichen. Nachdem der junge Mann namens CLYDE TOMBAUGH sich etwa ein Jahr lang dieser Tätigkeit gewidmet hatte, kam sein großer Tag: beim Vergleich einer Aufnahme vom 21. Januar 1930 mit einer zweiten vom 29. Januar fand er ein Objekt 15. Größenklasse im dichten Sterngewimmel, das seine Position innerhalb der Zeitspanne geringfügig geändert hatte. Man ging sofort zu Beobachtungen mit größeren Instrumenten über und fand die Entdeckung bestätigt. Am 75. Geburtstag LOWELLS, am 13. März 1930, wurde die Entdeckung des neuen Planeten durch den 24-jährigen neuen Mitarbeiter des Observatoriums bekanntgegeben – eine reizvolle Parallele zur Neptun-Entdeckung, die 1846 just am 55. Geburtstag des Direktors der Berliner Sternwarte, ENCKE, gelungen war. Zugleich war jener 13. März 1930 der 149. Jahrestag der Uranus-Entdeckung durch FRIEDRICH WILHELM HERSCHEL.

Zum Zeitpunkt seiner Auffindung stand Pluto rund 6° (= 12 Vollmonddurchmesser) von jenem Ort entfernt, den LOWELL aus seinen Berechnungen erschlossen hatte. Allein diese doch recht beträchtliche Differenz ließ die Frage aufkommen, ob es sich bei dem gefundenen Objekt tatsächlich um den gesuchten Himmelskörper gehandelt habe oder nicht. LOWELL war bei seinen Berechnungen davon ausgegangen, daß Pluto knapp die siebenfache Masse der Erde aufweise. Aus den Störungen, die Pluto auf die beiden Planeten Neptun und Uranus ausübt, folgte allerdings eine beträchtlich geringere Masse von etwa 0,9 Erdmassen. Auch Durchmesserbestimmungen des Planeten erbrachten relativ kleine Werte. Um 1950 wurde mit dem 5-m-Spiegel auf dem Mt. Palomar ein Radius von knapp 3000 km gefunden, was noch unterhalb des halben Erdradius liegt. Daraus würde sich nun wiederum eine unwahrscheinlich hohe Dichte des Planeten ergeben, die ganz außerhalb der Werte für die anderen Planeten des Sonnensystems liegt und erst recht weit oberhalb der geringen Dichten der äußeren Planeten des Sonnensystems. Bekanntlich finden wir bei allen äußeren Planeten von Jupiter bis Neptun mittlere Dichten, die um die Dichte des Wassers liegen und somit beträchtlich geringer sind als die Dichten der inneren Planeten des Sonnensystems von Merkur bis Mars, die vier- bis fünfmal so hohe Werte aufweisen. Für unsere Vorstellungen von der Entstehung des Sonnensystems sind diese Befunde von großer Bedeutung. Sie ließen allerdings auch für transneptunische Planeten einen annähernd gleichartigen Aufbau erwarten. Andere Autoren haben die Durchmesserbestimmungen des Pluto angezweifelt und aus eigenen Messungen größere Werte abgeleitet, so daß damit auch die Dichtewerte geringer wurden und eher in den Rahmen des zu Erwartenden einzufügen waren.

Über die Beschaffenheit der Oberfläche des Pluto ließen sich trotz intensiver Bemühungen wegen seiner großen Entfernung nur wenige Einzelheiten sicher ermitteln. Fotometrische Untersuchungen erbrachten eine geringfügige periodische Schwankung der Helligkeit des Planeten, die auf seine Rotation zurückgeführt wird. Daraus ergab sich eine Rotationsperiode des Pluto von 6,39 Tagen. Da die Amplitude der Helligkeitsschwankungen in den letzten beiden Jahrzehnten ständig größer geworden ist, kann man annehmen, daß sich der Winkel zwischen der Polachse des Planeten und der Verbindungslinie Pluto – Erde vergrößert hat. Wir blicken heute stärker auf die Äquatorzone des Planeten, während früher vornehmlich die Polgegenden in Richtung

Erde zeigten. Die Äquatorebene des Pluto muß demzufolge um über 50° gegen die Erdbahnebene geneigt sein. Auch die Bahn des Pluto stört das harmonische Bild des Sonnensystems. Einerseits ist die Exzentrizität der Bahn ungewöhnlich, d. h. sie weicht stärker von der Kreisform ab als die aller anderen Planeten. Pluto kann sich von der Sonne bis auf 49,3 Astronomische Einheiten (AE) entfernen, sich ihr auch bis auf 29,7 AE nähern. Da die mittlere Entfernung des Neptun von der Sonne 30,1 AE beträgt, bedeutet dies, daß Pluto sich in das Innere der Neptun-Bahn hineinbewegt. Zu einem Zusammenstoß beider Planeten kann es dennoch nicht kommen, weil Pluto sich auf einer ungewöhnlich stark geneigten Bahn – wiederum eine Absonderlichkeit – bewegt. Die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik beträgt 17°, während sich die mittlere Neigung der anderen 8 Planetenbahnen nur auf 2,3° beläuft. An den Kreuzungspunkten der Bahnen von Neptun und Pluto befindet sich Pluto daher stets entweder über oder unter der Neptunbahn. Wegen seiner großen Sonnenferne läuft er entsprechend langsam. Er vollendet einen Umlauf auf seiner Bahn um die Sonne in 248 Jahren.

auf die Plutoentfernung umgerechnet eine Abmessung von rund 17 000 km, also einem Vielfachen des Plutodurchmessers. Man kann daher sicher sein, daß wir es nicht mit einem von Pluto-Oberflächendetails hervorgerufenen Effekt zu tun haben. Unter der Annahme, daß es sich bei der fotografierten Ausbuchtung um einen synchron umlaufenden Plutomond handelt, dessen Umlaufzeit mit der Rotationsdauer des Planeten übereinstimmt, wurden Ephemeriden für die Bilddeformation berechnet. Beobachtungen und Berechnungen stimmten gut miteinander überein. Nimmt man einen Bahnradius entsprechend der maximalen Ausbuchtung auf den Bildern sowie als Bahnform eine Kreisbahn und als Umlaufzeit die beim Pluto gemessene Lichtwechselperiode von 6,3867 Tagen an, so läßt sich unter Anwendung des 3. Keplerschen Gesetzes die Plutomasse abschätzen. Das Ergebnis erbrachte eine der größten Überraschungen in der nunmehr 50jährigen Geschichte der Pluto-Forschung, nämlich 0,0017 Erdmassen, rund ein Hundertstel des bisher angenommenen Wertes. Pluto hätte demnach nur etwa $^1/_7$ der Masse des Erdmondes. In Verbindung mit den wahrscheinlichsten Annahmen für den Plutodurchmesser ergibt sich hieraus eine sehr ge-

Große Bahnhalbachse		Siderische Umlaufzeit in Jahren	Mittlere Bahngeschwindigkeit in km s^{-1}	Neigung der Bahn gegen die Ekliptik in °
in AE	in 10^6 km			
39,75	5 946	247,7	4,7	17,1

Äquatorradius		Abplattung a	Masse		mittlere Dichte in g · cm^3	Rotationsperiode in d	Entweichgeschwindigkeit in km · s^{-1}
in km	in Erdradien		in 10^{24} kg	in Erdmassen			
3 000	0,47	?	0,006	0,0017	1,2	6,39	–

nach Astronomie, Lehrbuch für Klasse 10, S. 130 bis 131, Tab. 5 und 6.

Eine echte Überraschung bezüglich des sonnenfernsten rätselhaften Planeten ergab sich im Jahre 1978: Als der amerikanische Astronom J. W. CHRISTY Plutoaufnahmen durchmusterte, fiel ihm auf einigen Bildern eine Deformation in Gestalt einer Ausbuchtung auf. Zunächst glaubte der Astronom, daß es sich um einen Bildfehler handele. Jedoch ließen sich die Deformationen auch auf älteren Plutoaufnahmen nachweisen und auf eigens angefertigten neuen bestätigen, wobei die Lage der Ausbuchtung jeweils unterschiedlich war. Die Ausbuchtungen betragen knapp eine Bogensekunde. Dies bedeutet im linearen Maß

ringe Dichte des Planeten, ähnlich der Dichte der Monde der Riesenplaneten. Daraus ist nun abzuleiten, daß wahrscheinlich auch seine Beschaffenheit mit der jener Satelliten im äußeren Sonnensystem einige Verwandtschaft aufweist. Pluto sollte also möglicherweise zu einem beachtlichen Teil aus gefrorenen Gasen bestehen, einem lockeren Gemisch aus Schnee und interplanetarem Staub. Damit läßt sich auch einigermaßen befriedigend die Tatsache vereinbaren, daß Pluto ein relativ großes Rückstrahlungsvermögen für Sonnenlicht besitzt. In der Tat ist es mehreren Wissenschaftlergruppen in den letzten Jahren ge-

lungen, anhand von spektrophotometrischen Untersuchungen Methan und Ammoniak nachzuweisen, wobei Methan sogar eindeutig im gefrorenen Zustand gefunden wurde. Dies ist nicht verwunderlich, hat man doch in Plutoentfernung mit Temperaturen um 40 Kelvin zu rechnen. Aus der Kenntnis des Rückstrahlvermögens des Planeten läßt sich sein Durchmesser mit größerer Sicherheit ableiten. Er folgt unter Annahme von hauptsächlich vorhandenem gefrorenen Methan zu etwa 2 800 km. Hieraus wiederum ergibt sich eine mittlere Dichte des Planeten von 1,2 g · cm^{-3}, ganz in Übereinstimmung mit den bereits vorgetragenen Schlußfolgerungen. Der Entdecker des Mondes setzte eine alte Tradition bei der Benennung von Objekten des Sonnensystems fort: Er taufte den Mond auf den Namen einer Gestalt der griechischen Mythologie, den Namen jenes Fährmannes, der die Seelen der Toten über den Fluß setzte, an dessen anderem Ufer der Hades begann: Charon.

Die Bestimmung von Daten des Plutomondes selbst ist nicht ganz einfach, da er im Grunde nicht einmal tatsächlich direkt beobachtet werden kann. Geht man jedoch von bestimmten Überlegungen aus, so kann man eine Helligkeitsdifferenz zwischen Pluto und Charon von 2 Größenklassen annehmen. Unter der plausiblen Annahme, daß Pluto und sein Mond ähnliche Dichte und Albedo aufweisen, ergibt sich dann für den Mond eine Masse von etwa einem Zehntel der Plutomasse und ein Durchmesser von knapp dem halben Plutodurchmesser. Die Besonderheiten der Plutobahn gaben und geben nach wie vor Anlaß, über die Herkunft dieses Planeten nachzudenken, der sich in vieler Hinsicht von einem normalen Wandelstern unseres Sonnensystems unterscheidet. Die Bahndaten lassen uns auf die Idee kommen, daß es sich möglicherweise um einen Vertreter aus der Gruppe der Kleinen Planeten handelt, die ja bekanntlich keineswegs auf den Gürtel zwischen Mars und Jupiter beschränkt sind. Auch ist die Hypothese in der Diskussion, wonach Pluto ursprünglich ein Satellit des Planeten Neptun gewesen sei, der durch einen nahen Vorübergang an dem anderen Neptun-Satelliten Triton so stark beschleunigt wurde, daß der dem Schwerefeld des Planeten entkommen konnnte. Computerrechnungen haben die Möglichkeit eines solchen Vorgangs in einer fernen Vergangenheit bestätigt.

Kommen wir zum Schluß noch einmal auf die Entdeckungsgeschichte des Pluto zurück. Diese hat durch die Entdeckung des Plutomondes Charon und die daraus folgenden Konsequenzen für die Plutomasse ihre Logik vollständig eingebüßt: niemals konnte ein Planet, dessen Masse nur ein Bruchteil der Masse unseres Erdmondes ausmacht, jene Bahnstörungen hervorrufen, auf deren Grundlage die Ephemeride von Pluto berechnet worden war. Mit anderen Worten: die Plutoentdeckung war reiner Zufall und kann nicht im entferntesten als eine Wiederholung des historischen Triumphes der Neptunentdeckung angesehen werden. LOWELL wäre sicherlich über diese Tatsache sehr enttäuscht gewesen. Viel schwerer aber wiegt die jetzt gewonnene Erkenntnis, daß Pluto sich in das Gesamtbild der Verteilung von Planeten unterschiedlichen Dichte-Typus gut eingepaßt und damit die ansonsten bereits bestätigten Hypothesen über die Bildung der Planeten des Sonnensystems nicht in Frage stellt.

Anschrift des Verfassers:
Dr. rer. nat. DIETER B. HERRMANN
1193 Berlin-Treptow
Archenhold-Sternwarte

OSKAR MADER

Unterrichtstheorie und Astronomieunterricht

In Anbetracht der Ergebnisse des VIII. Pädagogischen Kongresses erhebt sich die Frage, auf welche Weise der Unterricht in den einzelnen Fächern hohe Qualität und jenes Niveau erreichen kann, das den Erfordernissen der weiteren Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft gerecht wird. Es handelt sich dabei in erster Linie um die Verwirklichung der gültigen Lehrpläne, aber auch um das Erkunden einer möglichen Weiterentwicklung des Unterrichts in der Zukunft. Diese Frage bedarf einer Lösung vor allem durch die pädagogische Wissenschaft, gestützt auf die Erkenntnisse anderer Wissenschaften und auf die Erfahrungen der fortgeschrittenen Unterrichtspraxis, über deren Gedankenvielfalt der Kongreß ein anschauliches Bild vermittelt hat [1] [2].

Für eine Qualitäts- und Niveauerhöhung des Unterrichts besteht gegenwärtig eine sichere unterrichtstheoretische Basis und, darauf aufbauend, eine tragfähige Konzeption der Ziele und Aufgaben, des Inhalts, der Methoden und der Organisation. Das Bestehende hat sich, was das Fach Astronomie betrifft, im Prinzip bewährt.

Die Unterrichtstheorie hat sich in der letzten Zeit vor allem auf zwei eng miteinander verbundene und ineinander eingreifende Bereiche — die Theorie der Ziel-Stoff-Strukturen und die Theorie des Prozeßverlaufs — konzentriert. Sie hat dabei auf zwei Ebenen operiert, auf der allgemeinen und der fachlichspeziellen.

Bei der inhaltlichen Planung und Gestaltung des Unterrichts spielt die **Konzentration auf das Wesentliche** eine entscheidende Rolle (vgl. [1; 78]). Was im Unterrichtsstoff „wesentlich" ist und was demgegenüber eine mehr ergänzende, teils auch nur illustrative Funktion hat, wird von den aktuellen (akzentuierten oder neu gesetzten) Zielen des Unterrichtsfaches bestimmt. Die Konzentration auf das Wesentliche bedingt somit eine schärfere Strukturierung des gegebenen Systems des Unterrichtsstoffes, wobei den Überlegungen ein weitgefaßter Stoffbegriff, wie er auch in den lehrplanerläuternden Schriften (z. B. [3]) zum Ausdruck kommt, zugrunde liegt. Die Konzentration auf das Wesentliche betrifft nicht nur den Lehrplan, sondern auch die Folgematerialien des Lehrplans, vor allem das Lehrbuch.

Die Konzentration auf das Wesentliche im Astronomieunterricht muß unter mehreren Aspekten erfolgen, vor allem unter

- dem *sachlogischen* Aspekt,
- dem *weltanschaulichen* Aspekt und
- dem Aspekt der Ausprägung des *polytechnischen* Charakters der Schule.

Unter *sachlogischem* Aspekt ist das Allgemeingültige, Grundlegende für das weitere Eindringen in die astronomische Wissenschaft wesentlich. Sowohl periphere Einzelheiten als auch theoretische Überhöhungen haben unter diesem Aspekt einen geringeren Rang; bedeutsam sind demgegenüber Grundbegriffe, Grundzusammenhänge, grundlegende Theorien, die als allgemeinbildender Stoff in Betracht kommen, beginnend mit der Orientierung am Sternhimmel, über die Himmelsmechanik bis zu den physikalischen Fundamenten der Beschaffenheit, Entwicklung und Veränderung der kosmischen Objekte. Gleiches gilt für die wichtigsten Methoden und Mittel der Gewinnung astronomischer Erkenntnisse, die sich gegenwärtig nicht nur wie früher auf den engen Bereich der sichtbaren Strahlung, sondern praktisch auf das gesamte elektromagnetische Spektrum und die Korpuskularstrahlung beziehen.

Unter *weltanschaulichem* Aspekt beschränkt sich das Wesentliche nicht auf Logisch-Grundlegendes, sondern schließt z. B. auch Einzelheiten ein (wobei manches Logisch-Grundlegende unter weltanschaulichem Aspekt nur geringere Bedeutung haben kann). Bedeutsam, „wesentlich", sind unter diesem Aspekt einerseits Inhalte, welche die Erkenntnisse des materiellen Charakters und der materiellen Einheit der Welt, des allseitigen Zusammenhanges, der universellen Bewegung in der Welt und der Erkennbarkeit der Welt fördern, andererseits aber auch Inhalte, die zu konkreten Vorstellungen und Auffassungen beitragen, die man allgemein als das Bild der Wissenschaft vom Universum, das „astronomische Weltbild" bezeichnet. Dessen Grundzüge reichen von der Erkenntnis der physischen Beschaffenheit charakteristischer Objekte über Fragen der Struktur und Bewegung bis zu einigen Grundzügen der Kosmogonie. Eine besondere Rolle spielen dabei auch die historischen Betrachtungen, und zwar sowohl bezüglich der Realobjekte als auch im Hinblick auf die Erkenntnis dieser Objekte, die Auffassungen und Theorien.

Unter *polytechnischem* Aspekt ist besonders die Kenntnis der Wirkprinzipien astronomischer Geräte und Methoden sowie die terrestrische Orientierung nach dem Stand der Himmelskörper (sie schließt die Elemente der Orientierung am Sternhimmel und der Zeitrechnung mit ein) wesentlich.

Die genauere Strukturierung und Optimierung des Inhalts im Hinblick auf die gesteckten Erziehungs- und Bildungsziele, die mit der Konzentration auf das Wesentliche bewirkt wird, bedingt auch eine günstige Nutzung der Beziehungen zwischen den Unterrichtsfächern. Da ein erheblicher Teil des Astronomieunterrichts Inhalte der Astrophysik betrifft, ist ein Aufbauen auf den Kenntnissen, die die Schüler im Physikunterricht gewonnen haben, besonders wichtig. Müssen z. B. im Astronomieunterricht Größen oder Einheiten verwendet werden, die spezifisch für die Astronomie als Wissenschaft sind, so müssen (und können!) diese mit den allgemeinen physikalischen Größen und Einheiten in Beziehung gesetzt werden; die Anzahl solcher Größen und Einheiten sollte möglichst gering gehalten sein. In den anderen Fällen wird man — wie auch im Physikunterricht — auf die Größen und die Einheiten des SI-Systems zurückgreifen. Auf die Erkenntnisse anderer Unterrichtsfächer Bezug zu nehmen, dürfte für den Astronomielehrer kaum Probleme schaffen — das betrifft namentlich Gesellschaftswissenschaften (Geographie, Geschichte, in philosophischen und allgemein weltanschaulichen Fragen auch Staatsbürgerkunde) und Mathematik.

Weiterhin sind die Untersuchungen zum **erkenntnisprozeßgerechten Unterricht** zu nennen. Ihre Ergebnisse haben zu einem bedeutenden

Teil bereits Eingang in die „Methodik Astronomieunterricht" [4] gefunden. Im Unterschied zu mancher früheren Anwendung der Erkenntnistheorie auf den Unterricht wurden Einseitigkeiten, die sich in einem engen und teilweise formalen Vorgehen zeigten, überwunden. Nicht zuletzt kommt das in der Entwicklung der Unterrichtsmittel zum Ausdruck. Bedeutung für die Praxis der Unterrichtsgestaltung haben auch die Untersuchungen an den **Methoden und den Gestaltungsgrundsätzen** des Unterrichts. Im Hinblick auf die Unterrichtsmethoden sind Erkenntnisse nicht nur über neue, den Erfordernissen einer allseitigen und harmonischen Entwicklung der Heranwachsenden adäquaten Methoden erzielt worden (vgl. [5]), sondern auch über die Zusammenhänge zwischen Unterrichtsmethoden, Unterrichtsprinzipien, Verfahren und Mittel, widergespiegelt im kategorialen Apparat der Unterrichtstheorie [6]. Dabei wurde auch der Begriff der didaktischen Funktion präzisiert und der Begriff der typischen Situation im Unterricht herausgearbeitet. Diese *typischen Situationen*, von denen erstmalig in erläuternden und interpretierenden Schriften zum gültigen Lehrplanwerk (z. B. [7]) und in einigen Fachmethodiken die Rede war, stellen (nach Ansicht des Verfassers) bedeutsame und häufige unterrichts-fachspezifische Kombinationen didaktischer Funktionen, Lehrertätigkeiten, Schülertätigkeiten, logischer Schritte bzw. Schrittfolgen u. ä. im Unterricht dar; sie sind in der Hauptsache von den Zielen der Persönlichkeitsentwicklung, die im Unterrichtsfach verfolgt werden, dem Unterrichtsinhalt und den methodischen Grundsätzen seiner Behandlung abhängig. Die Diskussion über die typischen Situationen im Unterricht ist allerdings bisher nicht zu einem befriedigenden (relativen) Abschluß geführt worden, was offenbar damit zusammenhängt, daß diese Situationen mehr als allgemeindidaktische denn als fachdidaktische (fachmethodische) Kategorien angesehen wurden; allgemeingültige typische Situationen für alle Fächer oder für größere Fächergruppen zu suchen, hat sich als wenig fruchtbar erwiesen. Im Unterschied z. B. zur „Methodik Mathematikunterricht" [8] geht die „Methodik Astronomieunterricht" [4] auf solche typischen Situationen nicht ein.

Von den **typischen Situationen, die im Astronomieunterricht** bestehen und sich von solchen in anderen Unterrichtsfächern nicht nur im Inhalt, sondern auch im Prinzip deutlich unterscheiden, sind besonders zu nennen:

- Komplexe Himmelsbeobachtungen – in der Regel außerhalb der täglichen Folge der Unterrichtsstunden –, bei denen teils bereits Gelerntes ergänzt, bestätigt oder vertieft wird, teils Ergebnisse festgehalten werden, die erst später im Unterricht auszuwerten, zu verallgemeinern, zu verdichten und mit anderen, z. B. theoretischen Erkenntnissen in Beziehung zu setzen sind.
- Arbeit mit Vergleichsobjekten, -prozessen und -darstellungen, um kosmische Dimensionen (räumliche, zeitliche, Masse und Energie betreffende usw.) verständlich werden zu lassen.
- Weltanschaulich akzentuierte Erörterungen über die historische Entwicklung der wissenschaftlich-astronomischen Erkenntnis, der Methoden, Theorien und Modelle („Weltbilder", „Weltmodelle").
- Weltanschaulich akzentuierte Erörterungen über Struktur und Entwicklung kosmischer Objekte, die von gleichzeitig beobachteten Zuständen oder kurzfristig verlaufenden Prozessen ausgehen und auf langzeitige Entwicklungs- und Veränderungsprozesse schließen lassen (Nebeneinander – Nacheinander).

Anerkennung und Herausarbeitung typischer Situationen im Fachunterricht können auch in Astronomie – wie in anderen Fächern – die Ausbildung und Weiterbildung der Lehrer rationeller, „gezielter" gestalten helfen. Was die Vervollkommnung der Grundsätze und Regeln für die Unterrichtsgestaltung durch den Lehrer betrifft, so ging es sowohl um eine Präzisierung und Ergänzung der bekannten (allgemeinen) didaktischen Prinzipien und um die Neuordnung des Prinzipiensystems mit dem Ziel logischer Einfachheit, praktischer Überschaubarkeit und Anwendbarkeit [9], als auch um eine Konkretisierung dieser Prinzipien für die einzelnen Unterrichtsfächer. Hierbei erwies es sich allerdings als günstiger, nicht jedes (allgemeine didaktische) Prinzip für sich fachbezogen zu konkretisieren, wie dies z. B. Anfang der fünfziger Jahre mit den „didaktischen Prinzipien der deutschen demokratischen Schule" [10] geschah, sondern Systeme von **Gestaltungsgrundsätzen für den Unterricht** aufzustellen, die hauptsächlich vom Unterrichtsinhalt, seinen Erziehungspotenzen und seiner Logik ausgehen. Bisher liegen allerdings nur wenige Arbeiten zu solchen Gestaltungsgrundsätzen vor, z. B. eine Arbeit für den Russischunterricht [11]. Für das *Fach Astronomie* lassen sich – in Anlehnung an eine ähnliche Arbeit für den Mathematikunterricht [12] – z. B. folgende *Gestaltungsgrundsätze* formulieren:

- Optimale Nutzung der primären Erkenntnisquellen und Erkenntnismethoden (Beobachtung von Strahlung) und Einführung in

die methodisch richtige Anwendung von Sekundärquellen (insbesondere Fachliteratur).
- Kontinuität im Vorgehen vom Einfachen zum Komplizierten, vom Nahen zum Entfernten (Erde – Metagalaxis).
- Verbindung von weltanschaulich Wichtigem mit praktisch Bedeutsamem bei Betonung des Allgemeinbildend-Grundlegenden (vgl. Bemerkungen zur Konzentration auf das Wesentliche).
- Verbindung von Intellektuellem und Emotionalem, von Sachlichem und Ästhetischem unter dem Aspekt, eine hohe Lern-, Arbeits- und Verhaltenskultur zu erreichen.
- Verbindung von logischer und historischer Betrachtungsweise bei Anerkennung des Primats des Logischen.
- Einheit von Reduktion und Deduktion beim logischen Voranschreiten im Prozeß der Erkenntnis der gesetzmäßigen Zusammenhänge im Universum; Primat der Reduktion bei der Erkenntnisfindung, Primat der Deduktion bei der Erkenntnissicherung (Theoriebildung und -weiterentwicklung).
- Verbindung der Analyse der Realität mit der Modellierung des Widergespiegelten (besonders im Interesse der Veranschaulichung und Verständlichmachung „unanschaulicher" Raum-, Teil-, Energie- und Massenverhältnisse, besonders bei der Erkenntnis der Strukturen, Bewegungen und Entwicklungen im Universum).
- Einheit von verbaler Darstellung, Gebrauch von Symbolen und zeichnerischer Darstellung (seitens des Lehrers und der Schüler).
- Sachgerechte Anwendung der Erkenntnisse benachbarter Wissenschaften, vor allem der Philosophie, der Physik, der Geographie und der Mathematik (Begriffe, Termini, Gesetze, Methoden).

Eine bemerkenswerte Weiterentwicklung zeichnet sich auch auf dem Gebiet der Erforschung der **Schülertätigkeiten** im Unterricht ab. Solche Untersuchungen werden insbesondere an der Karl-Marx-Universität Leipzig durchgeführt (vgl. [13], [14]); sie setzen in gewisser Weise die Untersuchungen zum Problem der Fähigkeitsentwicklung im Unterricht fort (vgl. [15]). Sie gehen davon aus, daß sich die Persönlichkeit nur in der aktiven Tätigkeit, in der Auseinandersetzung mit der Umwelt, durch Aneignung der Errungenschaften der materiellen und geistigen Kultur der menschlichen Gesellschaft entwickeln kann und daß Anforderungen an den einzelnen Menschen dann entwicklungsfördernd sind, wenn sie in der Zone der nächsthöheren Entwicklung liegen [16]. Schülertätigkeiten spielen auch eine wesentliche Rolle bei der Diagnostik und Förderung der einzelnen Seiten und Qualitäten der Persönlichkeit der Schüler – eine solche differentielle Diagnostik und Förderung erweist sich als eine wichtige Bedingung dafür, im Rahmen der vom Lehrplan vorgeschriebenen (und ggf. neu festgesetzten oder akzentuierten) Ziele und Inhalte des Unterrichts die Persönlichkeitsentwicklung aller Schüler möglichst optimal voranzubringen. Da als Mittel einer solchen frontalen wie individuellen Diagnostik und Förderung des Standes der Persönlichkeitsentwicklung nur solche in Betracht kommen, die vom Lehrer in einem „normalen" Unterricht angewendet bzw. kontrolliert werden können (z. B. verbietet sich die Anwendung eines solch komplizierten Instrumentariums von Geräten und Tests, wie sie bei einer speziell psychologischen Untersuchung zur Diagnostik herangezogen werden), sind als ein erfolgversprechender didaktischer bzw. methodischer Ansatz **fachliche Arbeitsweisen** anzusehen. Im Rahmen dieser Arbeitsweisen führen die Schüler bestimmte Tätigkeiten aus und üben sich im Verhalten – sie haben etwas Bestimmtes „zu tun und zu lassen". So verstandene fachliche Arbeitsweisen haben verschiedene, teils spezifische Beziehungen zu den einzelnen Seiten und Qualitäten der Persönlichkeit. Ihre Realisierung läßt auf den Entwicklungsstand spezieller Persönlichkeitsqualitäten schließen und hilft, diesen Stand zu verändern, in der Regel zu erhöhen. Ihr Einsatz kann somit zu einer differentiellen Diagnostik und Förderung der Persönlichkeitsentwicklung der Schüler im Fach mit fachlichen Mitteln genutzt werden. Analog zu einem System solcher Arbeitsweisen für den Geometrieunterricht [12] erscheinen folgende hauptsächliche Arbeitsweisen im Astronomieunterricht diskutabel:
- Vorbereiten einer Himmelsbeobachtung (z. B. Studium einer Beobachtungsanleitung, auch in algorithmenähnlicher Form, Aufstellen eines Beobachtungsplanes).
- Praktisches Ausführen einer Himmelsbeobachtung (z. B. mit bloßem Auge, mit dem Fernrohr oder dem montierten Feldstecher, evtl. Himmelsphotographie und Sternspektroskopie) in qualitativer oder quantitativer Weise (z. B. Vergleich von Helligkeiten, Messung), als Einzelbeobachtung oder Beobachtungsreihe.
- Festhalten der Beobachtungsergebnisse (Protokoll, ggf. mit graphischen Darstellungen oder bildlichen Zeichnungen), Auswerten (durch Konfrontation mit einem vorgegebenen Erkenntnissystem, z. B. einer Teiltheorie).
- Arbeiten mt der Sternkarte und anderen

Hilfsmitteln zur Orientierung am Sternhimmel.
- Erschließen eines ggf. illustrierten Lehrtextes (z. B. Studium der Struktur, Bewegung und Entwicklung kosmischer Objekte, die nicht beobachtet werden können, historischer Erscheinungen, weltanschaulicher Folgerungen).
- Notieren bei Vorträgen, Diskussionen u. ä. (im wesentlichen zu den vorstehend genannten Gegenständen).
- Arbeit mit Nachschlagewerken.
- Berechnungen (als Hilfsmittel der Erkenntnisgewinnung oder -anwendung).
- Darstellen (z. B. Beschreiben, Begründen, Erklären) eines Sachverhalts (vor allem im Rahmen einer Leistungskontrolle) in mündlicher oder schriftlicher, kleinerer oder größerer Form.

Abschließend sei zusammenfassend hervorgehoben, daß die notwendige Qualitätserhöhung des Unterrichts, das sichere Erreichen der neu gesteckten oder akzentuierten Ziele der Entwicklung sozialistischer Persönlichkeiten im Unterricht, nur mit einem ganzen Ensemble aufeinander abgestimmter Maßnahmen erreicht werden kann, die von der Planung bis zur didaktisch-methodischen Gestaltung und bis zum Einsatz von Unterrichtsmitteln reichen.

Literatur:

[1] HONECKER, M.: **Der gesellschaftliche Auftrag unserer Schule (VIII. Pädagogischer Kongreß).** Dietz Verlag, Berlin 1978.
[2] **Die große Aussprache der Lehrer und Erzieher,** „Neues Deutschland" Berlin 33 (1978), Nr. 248, 20. 10. 1978, B-Ausgabe, S. 3 ff.
[3] **Allgemeinbildung – Lehrplanwerk – Unterricht.** Volk und Wisssen Volkseigener Verlag, Berlin 1972.
[4] **Methodik Astronomieunterricht.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1977.
[5] FUHRMANN, E.: **Didaktische Untersuchungen zum Problem „Unterrichtsmethoden".** Diss. B. APW der DDR, Berlin 1978.
[6] FUHRMANN, E./WECK, H.: **Forschungsproblem Unterrichtsmethoden.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1976.
[7] **Lehrplanwerk und Unterrichtsgestaltung.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1969.
[8] **Methodik Mathematikunterricht.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1975.
[9] Autorenkollektiv, Leitung DREWS, U.: **Didaktische Prinzipien – Standpunkte, Diskussionsprobleme, Lösungsvorschläge.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1976.
[10] **Didaktische Prinzipien der deutschen demokratischen Schule.** „Die neue Schule" Berlin 6 (1950) 36.
[11] UTHESS, S.: **Prinzipien der methodischen Gestaltung des Russischunterrichts in der zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule der DDR und ihre theoretischen Grundlagen.** Diss. B APW der DDR, Berlin 1978.
[12] MADER, O.: **Skizze einer lehrplaninterpretierenden Arbeit „Methodische Notizen zum Geometrieunterricht".** (Material für den Volkseigenen Verlag Volk und Wissen, bisher unveröffentlicht.)
[13] FAUST, H.: **Zu unterrichtstheoretischen Aspekten des Zusammenhangs von Schülertätigkeiten und pädagogischer Führung.** „Pädagogische Forschung" Berlin 18 (1977) 2.
[14] **Ausgewählte Diskussionsbeiträge von der 4. Tagung des Koordinierungsrates für pädagogische Forschung.** Diskussionsbeitrag H. Faust. „Pädagogische Forschung" Berlin 18 (1977) 4, 32 ff.
[15] FAUST, H.: **Ergebnisse und Probleme von Untersuchungen zur Entwicklung des Könnens der Schüler im Fachunterricht der sozialistischen Schule.** „Pädagogische Forschung" Berlin 16 (1975) 6.
[16] WYGOTSKI, L. S.: **Die Entwicklung der höheren psychischen Funktionen.** Moskau 1960 (russ.).

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. OSKAR MADER
Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR
Institut für pädagogische Theorie
1100 Berlin
Schulstraße 29

NORBERT FRANKE

Empfehlungen zur Nutzung von Unterrichtsmitteln in der AG (R) „Astronomie und Raumfahrt"

Die Arbeitsgemeinschaft „Astronomie und Raumfahrt" soll – entsprechend den Forderungen des Rahmenprogramms – dazu beitragen, den Schülern Wissen über Objekte, Prozesse und Erscheinungen im Weltall und über Probleme der Raumfahrt zu vermitteln. Gleichzeitig sollen die Schüler damit im Zusammenhang stehende Theorien und Gesetzmäßigkeiten kennenlernen und mit Forschungsmethoden sowie Anwendungsgebieten der Astronomie und Raumfahrt vertraut gemacht werden [1;5].

Als spezifische Form des Unterrichts – die Fragen der Astronomie und Raumfahrt umfassender und tiefer als der obligatorische Astronomieunterricht behandeln kann – zeichnet sich die Arbeitsgemeinschaft durch eine besonders enge Verbindung von Theorie und Praxis aus und trägt wesentlich zur konsequenten Auslösung und Ausprägung geistiger und geistig-praktischer Schülertätigkeiten bei, die einen hohen Grad von Selbständigkeit und Schöpfertum verlangen. Dabei erfüllen die Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogrammen die vom VIII. Pädagogischen Kongreß gestellte Aufgabe, das Wissen und Können der Jugendlichen zu erweitern und zu vertiefen, kommunistische Verhaltensweisen weiter auszuprägen und das Interesse sowie Begabungen und Talente der Schüler zu fördern [2;98].

Um dieser hohen Forderung gerecht zu werden, ist es erforderlich, den Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogrammen notwen-

dige Unterrichtsmittel und Verbrauchsmaterialien zur Verfügung zu stellen, denn die Schaffung einer soliden materiellen Ausstattung der Schulen unserer Republik ist eine entscheidende Voraussetzung für eine effektive und in hoher Qualität geführte Realisierung des gesamten Bildungs- und Erziehungsprozesses.

Die nachfolgenden Empfehlungen zum Einsatz von Unterrichtsmitteln in der AG (R) „Astronomie und Raumfahrt" sollen die Leiter der Arbeitsgemeinschaften auf zur Verfügung stehende Unterrichtsmittel sowie auf weitere Möglichkeiten der Ausstattung (insbesondere durch Selbstbau und Selbstbeschaffung von Unterrichtsmitteln) aufmerksam machen und sie so bei ihrer Planungsarbeit unterstützen. Die Empfehlungen geben einen Überblick, welche Unterrichtsmittel in welchen Kursen in die methodisch-pädagogische Gestaltung der Tätigkeit der AG (R) einbezogen werden können und sollten. Sie orientieren vorrangig auf den Einsatz von Unterrichtsmitteln aus dem obligatorischen Unterricht des Faches, weisen aber auch auf zu nutzende Mittel aus anderen Fächern (z. B. Physik- oder Geographieunterricht) hin. Ferner beinhalten sie eine Reihe von Unterrichtsmitteln, die nicht mehr im Gesamtausstattungsplan für die allgemeinbildende Oberschule enthalten sind und so nur für den Bereich der AG (R) zu nutzen sind. In die Planung der Arbeit sollen weiterhin Mittel anderer Bereiche (z. B. Urania, Hoch- und Fachschulen, Sternwarten) sowie aktuelle Materialien — insbesondere Zeitungen, Zeitschriften (aber auch Hinweise auf Funk- und Fernsehsendungen) — einbezogen werden.

Der AG-Leiter muß sich deshalb — zur inhaltlichen und organisatorischen Vorbereitung der Tätigkeit der AG (R) — über die an der Schule befindlichen Unterrichtsmittel und über Wege und Möglichkeiten zu ihrer Besorgung sowie zu ihrem Einsatz in der AG (R) „Astronomie und Raumfahrt" informieren.

Die Empfehlungen bilden **keine** Grundlage für eine gesonderte Versorgung der Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogrammen mit Unterrichtsmitteln.

Ein Schwerpunkt der Arbeit der AG (R) muß vielmehr auf einem kontinuierlichen und zielgerichteten Selbstbau von Unterrichtsmitteln in der AG (R) selbst liegen. Auf dieser Grundlage können durch die direkte praktische und schöpferische Tätigkeit der Schüler Unterrichtsmittel geschaffen werden (z. B. Funktionsmodelle für wissenschaftlich-technische Arbeitsgemeinschaften u. ä.), die zur Ausstattung der jeweiligen AG (R) beitragen und teilweise (in Abhängigkeit von den entsprechenden Lehrplänen) auch im obligatorischen Unterricht eingesetzt werden können.

Zur Arbeit mit den Empfehlungen

Die für den Einsatz in der AG (R) „Astronomie und Raumfahrt" empfohlenen Unterrichtsmittel sind in Abhängigkeit von den Teilkursen des Programms in einer Tabelle zusammengefaßt und analog dem Gesamtausstattungsplan für Unterrichtsmittel nach Unterrichtsmittelarten geordnet.

In Spalte 1 der Tabelle werden die Titel der Unterrichtsmittel, ihre Signatur sowie notwendige technische Daten (Laufzeit von Film und Tonbildreihe, Bildanzahl, schwarz/weiß — s/w — oder farbige — col. — Gestaltung der Unterrichtsmittel) angegeben. Dabei bedeuten K-F = Kassettenfilm oder 16-mm-Film mehrmals hintereinander auf **einer** Spule kopiert; F = 16-mm-Film; T-F = 16-mm-Tonfilm; R = Lichtbildreihe; T-R = Tonbildreihe.

In Spalte 2 sind die Unterrichtsmittel den einzelnen Kursen des Rahmenprogramms zugeordnet, dem Grundkurs (1), den Wahlkursen Positionen und Bewegungen der Himmelskörper (2), Methoden der Erforschung der Himmelskörper (3) und Physik der Himmelskörper (4). Gleichzeitig werden durch die Zeichen x (Einsatz empfohlen) und — (Einsatz möglich) weitere Hinweise zur Nutzung der Unterrichtsmittel gegeben.

In Spalte 3 ist angegeben, aus welchem Fach das Unterrichtsmittel stammt. Dabei bedeuten A = Astronomie, P = Physik, G = Geographie, K = Körpererziehung, D/U = Deutsch (Unterstufe), U = Urania-Reihe (Bezirksstelle), Ü = Überarbeitung, N = Neuentwicklung.

In Spalte 4 ist der Standort für die einzelnen Unterrichtsmittel angegeben. Außerdem findet man hier Hinweise zu empfohlenen bzw. staatlich festgelegten (Normativ) Ausstattungsmengen von Unterrichtsmitteln. Dabei bedeuten 1 je SAP = Das Unterrichtsmittel sollte einmal je Schülerarbeitsplatz vorhanden sein; 1 je POS (Normativ) = Das Unterrichtsmittel ist nur einmal je Schule in die Ausstattung aufzunehmen.

Literatur:

[1] **Rahmenprogramm für Arbeitsgemeinschaften der Klassen 9 und 10 — Astronomie und Raumfahrt.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1978.

[2] HONECKER, M.: **Der gesellschaftliche Auftrag unserer Schule.** In: Pädagogischer Kongreß der Deutschen Demokratischen Republik. Protokoll. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1979.

Anschrift des Verfassers:
NORBERT FRANKE
Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR
Institut für Unterrichtsmittel
Fachgebiet Astronomie
1080 Berlin
Krausenstraße 8

Unterrichtsmittel (UM)	Verwendung zum Thema 1 2 3 4	UM aus dem Fach	Standort Normativ
1. Filme			
K–F 55 Sonnenfinsternis (s/w, 3 min)	× × × ×	A	POS
K–F 130 Bahnschleife eines Planeten (s/w, 3 min)	– × × –	A	POS
K–F 117 Keplersche Gesetze (s/w, 2 min)	– × × ×	A	POS
K–F 109 Protuberanzen (col., 7 min) als 16-mm-Film ausgeliefert	– × × ×	A	POS
T–F 995 Werdegang eines Sternes (col., 14 min)	– – – ×	A	KfU
F 806 Gesetze der Planetenbewegung (s/w, 9 min)	– × × ×	A	KfU
F 839 Sonnen- und Mondfinsternisse (s/w, 13 min)	– × × ×	A	POS
2. Lichtbildreihen/ Diafilme			
R 650 Die Sonne (s/w, 7 B.: Nr. 3, 5, 6, 8, 16, 17, 20)	– × × ×	A	POS
R 658 Astronomische Entfernungsbestimmung (s/w, 10 B.)	– × × –	A	POS
R 749 Sternphysik I Zustandsgrößen (s/w, col., 13 B.)	– – × ×	A	POS
R 823 Astronomie I: Bilder zum Planetensystem (s/w, col., 20 B.)	× × × ×	A/Ü	POS
R 824 Astronomie II: Bilder zur Astrophysik (s/w, col., 20 B.)	× × × ×	A/Ü	POS
R . . . Nutzen der Raumfahrt (col., 36 B.)	× – × ×	A	POS
R . . . Orientierungshilfen zur Himmelsbeobachtung, **nur für AG (R)**	× × × –	A/N	POS
R 542 Gesetze der Planetenbewegung (s/w, 19 B.)	– × – –	A	KfU
R 608 Sternbilder (s/w, 20 B.)	× – × –	A	KfU
R 641 Aufbau und Struktur des Weltalls (s/w, 30 B.)	× × × ×	A	KfU
R 726 Aufbau des Milchstraßensystems (s/w, 22 B.)	× × × –	A	KfU

Unterrichtsmittel (UM)	Verwendung zum Thema 1 2 3 4	UM aus dem Fach	Standort Normativ
3. Tonbildreihen/ Tondiafilme			
T–R 53 Wichtige Etappen der Raumfahrt (col., 27 B., 13 min)	× × × ×	A/N	POS
T–R 86 Leben und Werk Johannes Keplers (s/w, 20 B., 12 min)	× × × –	P	POS
T–R 96 Vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild (s/w, col., 20 B., 14 min)	× × × ×	A	POS
T–R 119 Unsere Vorstellungen vom Weltall (col., 24 B., 10 min)	× – × –	A	POS
T–R . . . Entwicklung astronomischer Beobachtungsmethoden **nur für AG (R)**	× – × ×	A/N	POS
R . . . Raumfahrt für die Erde (s/w, col., 72 B.)	– × × –	U	BfU
4. Projektionsfolien			
Drehbare Demonstrationssternkarte	× × × ×	A	POS
Hertzsprung-Russel-Diagramm	– – × ×	A	POS
Aufbau und Funktion des astronomischen Fernrohrs	× – × ×	A	POS
Die Sonne: Aufbau u. Aktivität	– × – ×	A	POS
Die Sonne: Solar-terrestrische Beziehungen	– × – ×	A	POS
Interstellares Medium	– × × –	A	POS
Bildentstehung an Sammellinsen	× – × –	P	POS
Bestimmung der Gravitationskonstanten	– × – ×	P	POS
5. Anschauungstafeln/ Anschauungsbilder			
Hertzsprung-Russel-Diagramm	– – × ×	A	POS
Spektralklassen der Sterne	– – × ×	A	POS
Astronomische Objekte	× × × ×	A	POS
Größenverhältnisse im Sonnensystem	× × – ×	A/N	POS
Horizontsystem	× × × –	A	POS
Äquatorsystem (rotierender Himmel)	× × × –	A	POS
6. Karten			
Wandkarte „Nördlicher Sternhimmel“	× × × ×	A	POS
Schiefertuchkarte „Tierkreiszone“ haftbar	× × × ×	A	POS
Drehbare Schülersternkarte (Klassensatz)	× × × ×	A	POS 1 je SAP
Arbeitskarte „Nördlicher Sternhimmel“	× × × ×	A	POS 1 je SAP

Unterrichtsmittel (UM)	Verwendung zum Thema 1	2	3	4	UM aus dem Fach	Standort Normativ
Arbeitskarte „Tierkreiszone“ **nur für AG (B)**	×	×	×	×	A	POS 1 je SAP
Reliefkarte „Erdmond“ (Großformat)	×	×	×	×	A	POS
Sternatlas (Marx/Pfau)	×	×	×	×		POS
7. Geräte/Modelle						
Schultellurium	×	×	×	×	A	POS
Erdglobus, physisch	×	×	—	×	G	POS
Mondglobus	×	×	×	×	A	POS 1 je POS (Normativ)
Induktions-Schieferglobus	×	×	—	×	G	POS
Planetenschleifengerät	—	×	×	×	A	POS
Schulfernrohr „Telementor“ (63/840)	×	×	×	×	A	POS 1 je POS (Normativ)
Ansatzgeräte zum Telementor!						
Okularrevolver (4fach)	×	×	×	×	A	POS 1 je POS (Normativ)
Okulare:						–
Hf = 40 mm	×	×	×	×		
Hf = 25 mm	×	×	×	×		
Of = 16 mm	×	×	×	×		
Sonnenprojektionsschirm **nur für AG (B)**	×	×	×	×	A	POS
Optikbausatz für Spiegelteleskop	×	×	×	×	A	POS
Zusatz zum Optikbausatz	×	×	×	×	A	POS

Unterrichtsmittel (UM)	Verwendung zum Thema 1	2	3	4	UM aus dem Fach	Standort Normativ
Stoppuhr	×	×	×	—		POS 1 je SAP
Marschkompaß	×	×	—	—	D U	POS 1 je SAP
Grundgerät „Optische Bank“	—	—	×	×	P	POS
Zusatzeinrichtung Wellenoptik zur optischen Bank	—	—	×	×	P	POS
Kronglasprisma (60°)	—	—	×	×	P	POS
Geradsichtprisma	—	—	×	×	P	POS
Spektralröhre mit H_2	—	—	×	×	P	POS
Spektralröhre mit Hg	—	—	×	×	P	POS
Stromversorgungsgerät für Niederspannung	—	—	×	×	P	POS
Funkeninduktor oder Stromversorgungsgerät für Hochspannung	—	—	×	×	P	POS
Satz Verbindungsleitungen 100 cm	—	—	×	×	P	POS
8. Sonstige Mittel						
Satz Manipermhaftplättchen 20 mm ∅, 6 mm hoch 26 mm ∅, 5 mm hoch	×	×	×	×		POS
Maniplast	×	×	×	×		POS
Wandtafellineal	×	×	×	×		POS
Wandtafelwinkelmesser	×	×	×	×		POS
Winkelmeßinstrument	×	×	×	×		POS 1 je 5 SAP
Pendelquadrant	×	×	×	—		POS 1 je 5 SAP

VOLKER KLUGE

Erfahrungen mit neu zusammengestellten Dia-Reihen[1]

1. Bemerkungen über den Einsatz von Unterrichtsmitteln

Um den Forderungen des Lehrplanes voll gerecht zu werden, ist der Einsatz von Unterrichtsmitteln im Astronomieunterricht eine zwingende Notwendigkeit. Das Verstehen der astronomischen Sachverhalte verlangt vom Schüler ein gutes Abstraktionsvermögen, zumal viele astronomische Objekte der Beobachtung mit den schulischen Mitteln verschlossen bleiben. Wenn trotzdem ein hoher Grad an schöpferischer bzw. aktiver Schülertätigkeit erreicht werden soll, muß der Lehrer nach Methoden und Organisationsformen suchen, die einen interessanten, problemreichen und anschaulichen Unterricht sichern.

In meiner Tätigkeit als Fachberater sah ich mich 1974 veranlaßt, für 9 Schulen unseres Kreises, an denen sich der Astronomieunterricht künftig konzentrieren sollte, Dia-Material nach thematischem Ordnungsprinzip in Magazin-Kassetten zusammenzustellen. Das Bildmaterial wurde von mir aus den im Unterrichtsmittel-Katalog enthaltenen Lichtbildreihen, Dias aus dem Fundus der URANIA, eigenen Aufnahmen der Schulsternwarte sowie aus Dia-Reproduktionen von Abbildungen aus Büchern und Fachzeitschriften ausgewählt, für die 28 Unterrichtsstunden nach methodischen Gesichtspunkten in 7 Kassetten eingeordnet und teilweise für unsere 9 astronomischen Zentren kopiert.

2. Probleme beim Einsatz thematisch geordneten Dia-Materials

Der Lehrplan sieht eine Anzahl von Filmen und Dia-Reihen als verbindliche Unterrichtsmittel für das Fach Astronomie vor. Darüber

[1] Kurzfassung eines Vortrages auf der Tagung „Inhaltliche und pädagogische Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts und der AGR ‚Astronomie und Raumfahrt“ vom 16. bis 18. Oktober 1979 in Crimmitschau.

hinaus stehen empfohlene Anschauungsmaterialien in den Kreisstellen für Unterrichtsmittel bereit. Um die Bilder dieser Dia-Reihen mit denen aus den anderen genannten Bezugsquellen sinnvoll zu vereinen, gleichzeitig einen rationellen Einsatz im Unterricht zu sichern, wählte ich als Aufbewahrung des neu zusammengestellten Materials Dia-Magazin-Kassetten. Die Auswahl und Reihenfolge der Dias in den Kassetten richtete sich dabei nach folgendem Prinzip: Der Astronomielehrer soll vor Beginn jeder Stunde die jeweilige Kassette in den Projektor (J 24) setzen; er kann während des Unterrichts in genau für den Stundenverlauf didaktisch-methodisch richtiger Reihenfolge den Schülern ohne großen Aufwand die geplanten Bilder zeigen. Ausschlaggebend für die Bilderfolge in den Kassetten war der geplante Stundenverlauf, wie ihn die Unterrichtshilfen für das Fach Astronomie vorschlagen. Vielen Fachlehrern wurde dadurch die Planungsarbeit erleichtert. Durch die Festlegung der Bilderfolge wird allerdings die didaktische Freiheit der Kollegen eingeengt, denn die Methodik der Darstellung und das System der Erkenntnistätigkeit sind für jede Unterrichtsstunde vorprogrammiert. Andererseits schafft diese Variante der Unterrichtsmittelgestaltung die Möglichkeit einer sehr effektiven Unterrichtsarbeit.

Notwendige Voraussetzung für den Einsatz dieser Serien sind zugriffsgünstige Bedingungen im Fachraum! Projektionseinrichtungen für J 24, Polylux und KP 8 sollen fest installiert sein, so daß ihre Benutzung keiner besonderen Vorbereitung bedarf. Wir sind als Astronomielehrer gut beraten, wenn wir gerade unter diesem Aspekt an der fachgerechten und ästhetischen Gestaltung der Kabinette mitwirken (Fachkabinett Geographie/Astronomie oder Physik/Astronomie). Ich sehe in der materiellen Basis einen bedeutenden Faktor zur erfolgreichen Lösung meiner Erziehungs- und Bildungsaufgaben.

An unseren 9 astronomischen Zentren im Kreis sind auch heute noch nicht überall Idealbedingungen geschaffen worden bzw. das angestrebte Kabinettsystem ist noch nicht voll realisiert. Trotzdem setzt jeder Kollege die Dia-Serien im Unterricht gern ein. Der Zweck, den Zeitaufwand für die materiell-technische Vorbereitung der Astronomiestunden gering zu halten sowie den Einsatz im Unterricht zu sichern, wird einhellig begrüßt. Folgende Vorteile sprechen für die thematische Ordnung:

- Verminderung des Zeitbedarfs für die Bereitstellung benötigter Unterrichtsmittel;
- Konzentration auf pädagogische Probleme der betreffenden Unterrichtsstunde;
- Schneller, sicherer, fehlerloser Bildwechsel ohne Störung des Unterrichtsablaufs;
- Möglichkeiten der Rückblendungen, Wiederholungen ohne Aufwand. Möglichkeit der Vorführung bildlich dargestellter, zeitlich hintereinander liegender Ereignisse (z. B. Phasen der Finsternisse).

3. Wie wird mit dem Material gearbeitet?

Gleichzeitig mit der Übergabe des Dia-Materials beschäftigen wir uns im Kreisfachzirkel mit technischen und methodischen Problemen des Einsatzes der Diapositive im Unterricht. Neben der Klärung prinzipieller theoretischer Positionen des Einsatzes von Unterrichtsmitteln sowie der didaktischen Gestaltung legte ich meinen Kollegen einige Unterrichtsentwürfe zur Diskussion vor, um an konkreten Beispielen die Planung des Unterrichtsprozesses zu veranschaulichen. Gerade diese Diskussionen im Fachzirkel als Grundstein für die theoretische Durchdringung der eigenen Arbeit erwiesen sich als besonders wertvoll.

An einem konkreten Beispiel möchte ich die optimale Variante der thematischen Ordnung erläutern:

Für die 7. Stunde („Der Mond als Begleiter der Erde") ergänzte ich das vorhandene Material durch sternwarteneigene Aufnahmen vom Verlauf der Mondphasen und den letzten Finsternissen. Dia-Reproduktionen von Skizzen aus dem Mondatlas (Haack Handkarte Erdmond, VEB Hermann Haack, Gotha/Leipzig 1977), verdeutlichen dem Schüler sehr anschaulich die Bewegungsvorgänge sowie das Entstehen von Finsternissen. (Ich setze bei den folgenden Erörterungen die Kenntnis des Unterrichtsablaufes voraus.)

Zum Stundenbeginn kann der Lehrer in schneller Folge im Rahmen der Motivation den Schülern die einzelnen Beleuchtungsphasen demonstrieren (5 Bilder). Bei der sich nach der Motivation und Stundenzielangabe anschließenden selbständigen Erarbeitung der Bewegungen des Mondes wird ein Diapositiv über den siderischen und synodischen Mondumlauf projiziert. Es veranschaulicht den Bewegungsablauf und übt erkenntniserschließende Funktion aus. Die Demonstration am Tellurium kann anschließend zusammenfassenden Charakter tragen. Bei der Erarbeitung der Beleuchtungsphasen sollte, ausgehend von der Abbildung im Lehrbuch, das Zustandekommen der Lichtgestalten als Folge der unterschiedlichen Positionen der drei Objekte Sonne, Erde und Mond erklärt werden können. Dabei ist es sehr günstig, in Verbindung mit einer von der Lehrbuchabbildung abweichenden Tafelskizze einzelne Bilder der eingangs gezeigten Beleuch-

tungsphasen zu wiederholen und die den Phasen entsprechenden Positionen in die Skizze an der Tafel eintragen zu lassen.
Die Finsternisse sind als Spezialfall (Mond im Knotenpunkt seiner Bahn) hervorzuheben. Die Dia-Reihe bietet hier dem Lehrer die Möglichkeit, auf neueste Ereignisse zurückzugreifen. Fünf Bilder, im zeitlichen Abstand von je 20 Minuten fotografiert, zeigen den Verlauf einer Mondfinsternis. Ohne besondere Anregungen erkennen die Schüler den Tatbestand. Ein weiteres Dia veranschaulicht nun in einer Skizze die Vorgänge und Zusammenhänge. Eine induktive Erarbeitung der Zusammenhänge bei einer Sonnenfinsternis an diesem Bild ist als nächster Erkenntnisschritt geplant.
Anschließend werden 3 Bilder der letzten partiellen Sonnenfinsternis gezeigt. Weil sehr viele Schüler das Ereignis selbst verfolgt haben, kann der Unterrichtende mit diesen Aufnahmen Emotionen wecken und das Interesse der Schüler am Fach steigern.
Bei sinnvoller Verbindung des Einsatzes der Diapositive mit dem Schultellurium dürfte diese Unterrichtsstunde einen hohen Grad an schöpferischer Aktivität vom Schüler fordern, gleichzeitig aber durch die emotionelle Wirkung einen Erkenntnisgewinn sichern!
In dem vorliegenden Beitrag konnten nur die wesentlichsten Akzente der Arbeit mit thematisch geordnetem Diamaterial dargestellt werden. Der Verfasser hofft aber, einige Anregungen für eine effektive Unterrichtsgestaltung gegeben zu haben.

Anschrift des Verfassers:
VOLKER KLUGE
2110 Torgelow
Kopernikus-Oberschule

UNSER FORUM

HILFEN FÜR DEN UNTERRICHT

WERNER TREPTE, Freiberg

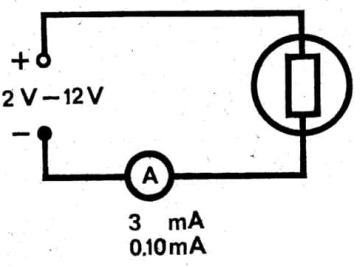
Weder die Unterrichtshilfen noch die Karteikarten schenkten bisher den Experimenten im Astronomieunterricht größere Aufmerksamkeit, lediglich drei Experimente wurden in jedem dieser Materialien explizit ausgewiesen. Die Veröffentlichungen zur Stoffeinheit „Die Sterne" weisen für die 5 Stunden 6 Experimente aus, die nach meiner Erfahrung teils weniger aufwendig ausführbar sind. Hier geben die Veröffentlichungen von KLEE und RASSL zur Thematik in der Fachzeitschrift gute Anregungen, die in den überarbeiteten Unterrichtshilfen Beachtung finden sollten.
Ich meine:

- Der Einsatz von physikalischen Experimenten ist eine notwendige Bedingung für die Führung eines wissenschaftlichen und erkenntnisprozeßgerechten Astronomieunterrichts.
- Demonstrationsexperimente im Astronomieunterricht erhöhen Anschaulichkeit, Faßlichkeit und Qualität des Unterrichts.
- Der Einsatz von Experimenten sollte dort erfolgen, wo durch das Experiment der Sachverhalt anschaulicher und überzeugender dargeboten werden kann, als mit anderen Mitteln der Methodik.

Dazu müssen nach meiner Ansicht bei der Überarbeitung der Unterrichtshilfen Astronomie hinsichtlich des Einsatzes physikalischer Experimente folgende Probleme beachtet werden:

- Es unterrichten nicht nur Physiklehrer im Fach Astronomie. Deshalb sollten Hinweise für mögliche Experimente so gegeben werden, daß sie von *allen* Kollegen umgesetzt werden können.
- Die Experimente sollten so ausgelegt werden, daß mit einem Versuchsaufbau möglichst viele unterschiedliche Sachverhalte veranschaulicht werden können.
- Die Versuche müssen einfach überschaubar sein und keine langen Erklärungen (Funktion, Wirkungsweise, Meßprinzip usw.) im Einsatz erfordern.

Ich möchte dies an drei Beispielen belegen. Dazu habe ich mir schwerpunktmäßig die Stoffeinheit „Die Sterne" ausgewählt, weil dazu auch für alle Kollegen die recht guten Veröffentlichungen von LINDNER und BIENIOSCHEK vorliegen.
Ich meine, daß man mit einer mehrfach ein-



setzbaren Meßanordnung für fotometrische Messungen auskommen kann.

Meßanordnung:

Geräte und Hilfsmittel: 1 Fotowiderstand, 1 Meßgerät DsD oder ähnlicher Typ, 1 Schülerstromversorgungsgerät, 3 Glühlämpchen 6 V (0,8 A, 0,4 A, 0,1 A), 1 Polwender (aus Aufbaugerät E-Lehre), 3 Illuminationslämpchen 14 V/5 W (rot, grün, blau).

Folgende Experimente sind mit der Meßanordnung möglich:

1. *Experiment:* **Scheinbare Helligkeit und Sternentfernung**
- Meßanordnung und Glühlämpchen (6 V/0,4 A und 6 V/0,1 A) auf gleiche Höhe bringen und Abstand variieren;
- Variation der Leuchtkraft bei gleicher Entfernung (unterschiedliche Glühlämpchen verwenden);
- die Glühlämpchen unterschiedlicher Leistung in solche Entfernung bringen, daß die gleiche scheinbare Helligkeit angezeigt wird.

2. *Experiment:* **Absolute Helligkeit**
- Meßanordnung und drei Glühlämpchen in gleiche Entfernung bringen und scheinbare Helligkeit messen.

3. *Experiment:* **Scheinbare Helligkeit und Sternfarbe**
- Meßanordnung und drei Glühlämpchen (14 V/5 W in den Farben Rot, Grün, Blau) mit gleicher Spannung betreiben bei etwa 1 m Abstand;
- die Helligkeiten der drei Glühlämpchen nacheinander mittels der Meßeinrichtung bestimmen;
- eine wichtige Teilaussage zur Mehrfarbenfotometrie (Sterne strahlen den Hauptteil ihrer Energie in verschiedenen Bereichen ab) wird für die Schüler überzeugungswirksam.

4. *Experiment:* **Lichtkurve eines Bedeckungssternes**
- Meßanordnung und zwei Glühlämpchen (6 V/0,4 A und 6 V/0,1 A) mittels Polwender drehbar lagern; Glühlämpchen auf dreibuchsiger Grundplatte auf die Scheibe des Polwenders montieren (Abstand etwa 2 cm); Spannungsanschluß über Polwenderbuchsen an die Glühlämpchen;
- Anordnung mit der Hand drehen (sehr langsam). Es entsteht für alle Schüler sehr gut sichtbar die Lichtkurve eines Bedeckungssternes.

Man ist selbst als Physiklehrer vom experimentellen Ergebnis des Versuches überrascht. Ich möchte hier noch auf eine dritte Versuchsmöglichkeit verweisen, um damit meine Aussagen hinsichtlich des Einsatzes physikalischer Experimente zu belegen. Nach meiner Meinung scheiden bei der Darstellung Versuche mit erhöhtem Aufwand aus, da sie von „Nichtphysikern" unter den Astronomielehrern nicht bewältigt werden können. Deshalb einen sehr einfachen Vorschlag für die Darstellung des kontinuierlichen Spektrums und des Absorptionsspektrums:

Kontinuierliches Spektrum

Geräte: Lichtschreiber (mit Abdeckung, wobei ein Spalt von etwa 0,7 cm Breite und etwa 4 cm Höhe bleibt)
Reflexionsgitter (oder Geradesichtprisma/oder Gitter 2 aus SEG-Optik)
Aufbau: Spalt auf Lichtschreiber herstellen und Reflexionsgitter im Strahlengang bringen. Das Spektrum entsteht an der Projektionswand.

Oder: Schüler betrachten subjektiv das Spektrum mittels Gitter 2

Oder: Geradsichtprisma in den Strahlengang bringen und das Spektrum an die Projektionswand projizieren.

Ergebnis: Kontinuierliches Spektrum

Absorptionsspektrum

Geräte: Wie Versuch Spektrum und Filter aus SEG-Optik (rot, gelb, blau); wer will, kann auch Lösungen (Kaliumkarbonat, Kupfersulfat, Natriumphosphat) verwenden.
Aufbau: Wie oben – Spalt mit Filtern (oder Küvetten mit Lösungen) nacheinander abdecken und das Spektrum beobachten.
Ergebnis: Absorptionsspektrum in einfachster Form.

Das Experiment zur Farbänderung eines Glühdrahtes in Abhängigkeit von der Temperatur bereitet bei der Durchführung erhebliche Schwierigkeiten. Als günstig hat sich erwiesen, die Lampe des Haftoptiksatzes zu verwenden. Dabei ist die Spannung mittels Spannungsteiler zu regeln. Die Lampe wird frei im verdunkelten Raum betrieben, so daß alle Schüler die Farbänderung beobachten können. Dies ist vorteilhaft für den Folgeversuch, weil damit keine experimentelle Umrüstung erfolgen muß. Der in „Astronomie in der Schule", Heft 5/79, als 5. Experiment aufgeführte Versuch kam bei meinen zwei POS-Klassen nicht an.

Mein Experiment in zwei Varianten:

1. Variante:

Geräte: Optikleuchte mit Spalt (aus Haftoptiksatz), Reflexionsgitter (oder Gitter 2 aus SEG-Optik), Spannungsquelle (z. B. Stromversorgungsgerät aus SEG), Regelwiderstand (z. B. 14 Ohm/5 A).
Aufbau: Optikleuchte mit Spalt (also mit Fassung des Herstellers) wird über Spannungsteiler an die Spannungsquelle angeschlossen. Das Reflexionsgitter wird in etwa 0,5 m Entfernung aufgestellt.
Ablauf: Die Klasse beobachtet subjektiv das entstehende Spektrum am Reflexionsgitter. Dazu müssen Lampe und Reflexionsgitter leicht gedreht werden, damit alle Schüler das entstehende Spektrum beobachten können.
1. Teil: Spannung ganz niedrig wählen. Es fehlen im Spektrum alle Anteile außer der Farbe Rot.
2. Teil: Spannung kontinuierlich erhöhen. Das Spektrum bildet sich immer mehr aus, d. h. die anderen Anteile des Spektrums werden sichtbar.
3. Teil: Optikleuchte mit Normalspannung betreiben. Das Spektrum ist voll ausgebildet.

2. Variante:

Geräte: Wie Variante 1 – nur anstelle des Reflexionsgitters tritt das Gitter 2 der SEG-Optik.
Aufbau: Wie Variante 1 – Spalt der Leuchte aber zur Klasse gerichtet.
Günstiger ist es, dazu alle drei Leuchten mit Spalt auf einem drehbaren Tischchen anzuordnen.
Ablauf: Subjektive Betrachtung des Versuches vom Schülerplatz mittels der ausgeteilten Gitter 2.
Der Ablauf der Teilversuche bleibt wie bei Variante 1.

(wird fortgesetzt)

AUS WISSENSCHAFT UND UNTERRICHT

● **Leserfrage**

HEINZ RICHTER aus Plauen stellt folgende Frage: *„Ich sah in der Tagespresse ein Bild von der Anlage des Observatoriums ‚Jantar Mantar' in Delhi. Was weiß man über diese astronomische Einrichtung?"*

Antwort von JÜRGEN HAMEL, Archenhold-Sternwarte Berlin:

„Schon aus der Zeit um 700 u. Z. sind uns Nachrichten

über indische Sternarten übermittelt. Von diesen Bauten ist jedoch nur noch wenig erhalten. In neuerer Zeit wurden in Indien erst wieder Anfang des 18. Jh. astronomische Observatorien errichtet. Sie entstanden auf direkte Veranlassung des Maharaja Sawai Jai Singh II. von Jaipur in den Städten Jaipur, Delhi, Benares, Ujjain und Mathura. In der Instrumentierung gingen die indischen Astronomen weitgehend andere Wege, als die mitteleuropäische Astronomie. Das Fernrohr fand in der Zeit Jai Singhs keine Anwendung. Die Instrumente ähneln in gewisser Weise den großen Mauerquadranten, wie sie z. B. Tycho Brahe und Ulugh Beg verwandten. Andere waren Sonnenuhren, Sextanten, Astrolabien u. a. von gewaltigen Ausmaßen. Sie sind teils aus Mauerwerk, teils aus Marmor mit Metalleinlagen gefertigt. Die erste dieser Sternwarten, erbaut um 1724, ist die von Delhi, genannt „Jantar Mantar". Ihr Hauptinstrument ist eine 22 m hohe äquatoriale Sonnenuhr (Samratyantra), deren „Schattenstab" eine dreieckige gemauerte Wand darstellt. Ihre Hypotenuse weise auf den Himmelsnordpol. Der Schatten der Mauerkante fällt auf zwei rechtwinklig zur Mauer stehende Quadranten. Sie tragen die Skale, ähnlich wie bei einer normalen Äquatorial-Sonnenuhr. Wegen der Größe des Maßstabes legt der Schatten der Mauerkante auf der Skale in einer Minute einen Weg von 6,6 m zurück, wodurch die Zeit auf etwa 15 sec genau abgelesen werden kann. Da die Mauerkante ebenfalls eine Skale trägt, eignet sich das Gerät auch zur Bestimmung von Gestirnsörtern. Der Samrat-yantra in Delhi entspricht genau dem in Jaipur, der lediglich etwa 5 m höher ist. Ein weiteres Instrument ist der Jaya-prakasa. Er besteht aus zwei in den Boden eingearbeiteten halben Hohlkugeln. Vom Rand aus sind 2 Drähte gespannt, die sich im Mittelpunkt kreuzen. Die Hohlkugeln tragen ein „Koordinatensystem", in dem die gekreuzten Drähte einen Schatten werfen, wodurch der Ort der Sonne bestimmt werden kann. Die Hohlkugeln waren begehbar. Auf einem ähnlichen Prinzip beruht der Rama-yantra, der aus einem zylinderförmigen Bau besteht, in dem der Schatten durch Säulen geworfen wird.

Das vierte große Instrument dieser Sternwarte ist der Misra-yantra. Er stellt eine Kombination mehrerer Sonnenuhren (ähnlich dem Samrat-yantra) dar und gestattet auch die Messung von Meridianöhen der Gestirne.

Die Instrumente wurden in den letzten Jahrzehnten mehrmals restauriert und bilden ein bedeutendes Freilichtmuseum."

● **Zur Suche nach außerirdischen Zivilisationen**

Die Suche nach außerirdischen Zivilisationen, vor sechs Jahren fast schlagartig in das Licht der Öffentlichkeit unseres Landes gerückt (vgl. Astronomie in der Schule 11 (1974), H. 5, 102) bildet seither ein immer wieder aufgegriffenes und neu diskutiertes Thema. Auch und gerade im Astronomieunterricht werden wir Lehrer mit Fragen konfrontiert, die die Existenz solcher Zivilisationen und mögliche Kontakte mit ihnen – bis zur interstellaren Raumfahrt – zum Inhalt haben. Informationen über den aktuellen Stand der Suche nach Extraterrestriern aber sind nur schwer zu erhalten.

Es ist deshalb außerordentlich zu begrüßen, daß sich die Redaktion der Zeitschrift „Die Sterne" entschloß, dieser Thematik ein ganzes Heft (56/1980/1) zu widmen. Sie nahm als Anlaß die zwanzigste Wiederkehr jenes Tages, an dem in Green Bank (West Virginia, USA) unter dem Namen „Ozma" das erste radioastronomische Suchprogramm nach außerirdischen Intelligenzen – d. h. nach deren Radiosignalen – begann. Die Redaktion der „Sterne" hat sich aber nicht nur mit dem Vorhaben, sondern vor allem mit der hohen Qualität seiner Realisierung Dank und Anerkennung verdient.

Schon die Liste der Autoren ist beachtenswert. Das Heft enthält Arbeiten von F. D. DRAKE (von ihm stammt die oft zitierte Formel für die Abschätzung der Anzahl belebter Planeten in der Galaxis und er ist Initiator und prominentester Mitwirkender an dem Suchobjekt „Ozma"), G. COCCONI und P. MORRISON (die vor 20 Jahren errechneten, daß die vorhandenen Radioteleskope den Nachweis außerirdischer Zivilisationen ermöglichen), von W. S. TROITZKI, C. SAGAN, N. S. KARDASCHEW, I. S. SCHKLOWSKI und anderen Autoren, die in ihren jeweiligen Arbeitsbereichen wesentliche Einblicke in die behandelte Problematik gewinnen konnten. Dadurch vermittelt die Lektüre ein großes Maß an authentischer Information.

Daß einige Beiträge Nachdrucke aus anderen Zeitschriften und zum Teil schon mehr als 20 Jahre alt sind, beeinträchtigt den Wert des Ganzen in keiner Weise. Im Gegenteil – der Vergleich zwischen den unbekümmert optimistischen Worten von 1959 (COCCONI und MORRISON: „Die Suche nach interstellaren Verbindungen") und der eher pessimistischen Betrachtung von 1979 (MORRISON: „Zwanzig Jahre danach") gibt Aufschluß über eine Entwicklung der Einstellungen und der Erwartungen, die mindestens ebenso bedeutsam ist, wie die Entwicklung der Empfängertechnik. Damit soll aber nicht gesagt sein, daß heute niemand mehr so recht an die Existenz außerirdischer Intelligenzen glaubt. Drei optimistischen Beiträgen stehen drei pessimistische gegenüber; in weiteren drei Artikeln wird die Existenz außerirdischer Zivilisationen bejaht, aber die Möglichkeit der Kontaktaufnahme weitgehend ausgeschlossen. Ein Beitrag (W. D. HEINTZ) verneint die Nachweisbarkeit von Planeten bei anderen Sternen aus der Sicht der beobachtenden Astronomie. Was ist heute von der Begeisterung der späten fünfziger und der frühen sechziger Jahre übriggeblieben? (F. D. DRAKE erinnert sich in einem sehr persönlich gehaltenen und fast wie eine Reportage zu lesenden Bericht an den Beginn des Suchprojekts „Ozma".) Damals sprach man noch in wohl übersteigertem Optimismus von „Communication with Extra Terrestrial Intelligence" (CETI). Inzwischen ist allgemein anerkannt, daß die „Communication" – wenn überhaupt – sicher nur auf einer Einbahnstraße vor sich gehen wird. Es entspricht daher den Realitäten und drückt die oben erwähnte Entwicklung der Einstellungen aus, wenn heute bescheidener von „SETI" gesprochen wird: Search for Extra Terrestrial Intelligence". Aber auch eine solche Einbahnstraße wäre sinnvoll:

„Die Entfernung potentieller Partner bedingt auch sehr lange Wartezeiten, bis eine Antwort eintrifft. Die Grenzgeschwindigkeit von Signalen jeglicher Art ist die Lichtgeschwindigkeit. Ist unser Partner 1000 Lichtjahre von uns entfernt, so müssen wir 2000 Jahre lang auf seine Antwort warten. Eine echte Zweikommunikation mit Fragen und Antworten ist also nur zwischen ganzen Zivilisationen möglich. Auch dies ist nur sinnvoll, wenn das Zeitmaß der allgemeinen Entwicklung größer ist als die erwähnte Wartezeit. Sonst besteht an der Antwort auf Fragen, die vor so langer Zeit gestellt wurden, kein Interesse mehr. Unsere eigene Entwicklung verläuft aber so rasch, daß nur die Einwegkommunikation sinnvoll ist, wobei wir hoffen müssen, wichtige Informationen zu erhalten, die wir gar nicht verlangt hatten. Diese Möglichkeit sollte nicht unterschätzt werden: alle Traditionen und kulturellen Werte, die wir von unseren Vorfahren übernommen haben, sind Beispiele für erfolgreiche Einwegkommunikation." (S. v. HOERNER)

Von den extrem optimistischen und den extrem pessimistischen Haltungen abgesehen, läßt sich aus dem Heft herauslesen: Es gibt wahrscheinlich außerirdische Zivilisationen, aber es ist sehr ungewiß, ob wir jemals Signale von ihnen auffangen werden. Man sollte jedoch weitersuchen, denn: *„Wenn wir niemals suchen, ist die Erfolgschance gleich Null"* (COCCONI und MORRISON). Natürlich muß auch erwogen werden, zu welchem Aufwand eine Zivilisation genötigt wäre, wollte sie eine Art interstellaren Radioleuchtturm betreiben. TROITZKI errechnet, daß für einen solchen Strahler eine Bauzeit von 30 Millionen Jahren erforderlich wäre; BATES kommt zu dem Resultat, daß die Ruf-Antwort-Zeit (das ist die geringste sinnvolle Betriebssicherheit des Systems) bei 10 000 Jahren liegen müßte, und er diskutiert die Entscheidungen einer Regierung, die die Mittel für ein derartiges Sendeprogramm zu bewilligen hätte: „Sogar, wenn man optimistische Annahmen macht, was die Häufigkeit langlebiger extraterrestrischer Zivilisationen betrifft, ist die Erfolgschance geringer als 1/10 der Chance, daß sich eine Regierung eines anderen Planeten entscheiden würde, ihre Aktivitäten . . . auf die Finanzierung eines in alle Richtungen abstrahlenden Projekts . . . auszudehnen, für das – wiederum unter optimistischen Annahmen – nur eine Eins-zu-zehn-Chance bestünde, nach etwa 10 000 Jahren eine Antwort zu erhalten."

Das mag weit hergeholt erscheinen, ist es aber nicht. Mehr als einmal wird in den Beiträgen des Heftes die Frage nach den Kosten und dem Sinn interstellarer Verbindungen gestellt und auf unterschiedliche Weise beantwortet. Meist fällt die Entscheidung zugunsten der Suche, aber gegen die aktive Ausstrahlung kosmischer Nachrichtenprogramme aus. Das ist verständlich, denn unsere Zivilisation steht am Anfang ihrer Entwicklung. Erst vor wenigen Jahrzehnten haben wir gelernt, radiofrequente elektromagnetische Wellen zu erzeugen und zu empfangen. Wenn es überhaupt interstellare Kommunikation gibt, dann kann sie *aktiv* nur von fortgeschritteneren Zivilisationen betrieben werden, als wir es sind. Aber das könnte uns sehr nützlich sein:

„Es gibt Leute, die unsere planetenweiten Probleme hier auf der Erde betrachten, z. B. die Kernwaffenarsenale, die sozialen Gegensätze zwischen Arm und Reich, das Bevölkerungswachstum, die Verknappung der Rohstoffe und Nahrungsmittel, die Umweltverschmutzung, und daraus die Schlußfolgerung ziehen, daß wir in einem System leben, das plötzlich instabil werden kann. Andere glauben, daß unsere Probleme lösbar sind, daß die Menschheit noch in den Kinderschuhen steckt, daß sie aber bald erwachsen wird. Die Existenz einer einzigen Botschaft aus dem Weltall wird zeigen, daß es möglich ist, das technologische Jugendstadium zu überleben: Die Zivilisation, die uns die Botschaft schickte, hat sie überlebt. Ein solches Wissen scheint mir einen hohen Preis wert zu sein." (C. SAGAN)

Nahezu alle Überlegungen zum Für und Wider, zu den Möglichkeiten und Unmöglichkeiten des Nachrichtenempfangs von außerirdischen Zivilisationen gehen aber von der Annahme aus, daß solche Nachrichten mittels elektromagnetischer Wellen übermittelt werden. Gerade darin jedoch scheint eine bemerkenswerte Beschränkung des Denkansatzes zu liegen. Weshalb sollten technisch weitaus fortgeschrittenere Zivilisationen nicht über andere, geeignetere, weniger aufwendige Nachrichtenträger verfügen? „Ähnelt unsere Situation nicht der der isolierten Gesellschaften im Amazonasbecken, denen die Mittel zum Nachweis des mächtigen internationalen Radio- und Fernsehverkehrs fehlen, der sie alle umgibt?" (C. SAGAN) Die Thematik ist im ganzen so unkonventionell, daß die Eingrenzung auf das *für uns heute modernste* Kommunikationsmittel nicht so recht dazu passen will. N. S. KARDASCHOW („Zur Strategie der Suche nach außerirdischen Zivilisationen") faßt das in die wohl treffendsten Worte: „Es gibt einen . . . sehr wichtigen Umstand, den wir nicht außer acht lassen dürfen, wenn wir die Möglichkeit der Existenz von Supercivilisationen und ein Programm der Suche nach ihnen erörtern. Die Tätigkeit dieser Zivilisationen könnte hauptsächlich mit Erscheinungen verbunden sein, die wir gar nicht vermuten."

KLAUS LINDNER

● Zum 350. Todestag von JOHANNES KEPLER

JOHANNES KEPLER fand die Bewegungsgesetze der Planeten, trug damit zur Weiterentwicklung der copernicanischen Lehre bei und schuf auf dieser Basis die theoretische Astronomie. Er gehört zu den bedeutendsten Naturforschern der Menschheitsgeschichte. Trotz der religiösen Auseinandersetzungen seiner Zeit und der damit verbundenen persönlichen Probleme, trat KEPLER in seiner Grundhaltung für eine generelle Trennung von Theologie und Naturwissenschaft ein. In der Einleitung zur „Astronomia Nova" äußert er dazu in spöttischer Form folgende Gedanken:

„*So viel über die Autorität der Heiligen Schrift. Auf die Meinungen der Heiligen aber über diese natürlichen Dinge antworte ich mit dem einzigen Wort: In der Theologie gilt das Gewicht der Autoritäten, in der Philosophie aber das der Vernunftgründe. Heilig ist nun zwar Laktanz, der die Kugelgestalt der Erde leugnete, heilig Augustinus, der die Kugelgestalt der Erde zugab, aber die Antipoden leugnete, heilig das Offizium unserer Tage, das die Kleinheit der Erde zugibt, aber ihre Bewegung leugnet. Aber heiliger ist mir die Wahrheit, wenn ich bei aller Ehrfurcht vor den Kirchenlehrern, aus der Philosophie beweise, daß die Erde rund, ringsum von Antipoden bewohnt, ganz unbedeutend und klein ist und durch die Gestirne hinellt.*" (J. KEPLER, Neue Astronomie. In: R. WAHSNER: Mensch und Kosmos, S. 238 bis 239.)

● Internationale Astrophysiker-Tagung

Vom 19. bis 24. Mai 1980 kam in Burg bei Magdeburg die Problemkommission „Physik und Entwicklung der Sterne" der Akademien der Wissenschaften der sozialistischen Länder zu ihrer 6. Tagung zusammen. Die Hauptaufgabe dieser Kommission, die von Frau Prof. Dr. MASSEWITSCH (Astronomischer Rat der Akademie der Wissenschaften der UdSSR) geleitet wird, besteht in der Koordinierung der gemeinsamen wissenschaftlichen Arbeit der Observatorien und anderer Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet der Astrophysik.

Die Zusammenkunft in Burg stand unter der Leitung von Prof. Dr. G. RUBEN, stellvertretender Direktor des Zentralinstituts für Astrophysik der Akademie der Wissenschaften der DDR, als Vertreter des gastgebenden Landes. Probleme und Ergebnisse der Zusammenarbeit der Astrophysiker wurden an mehreren Tagen im Plenum beraten. Von den sieben Unterkommissionen – Entwicklung der Sterne, Sternatmosphären, Veränderliche Sterne, Magnetsterne, Doppelsterne, Sternhaufen, Instrumente – tagte gleichzeitig die erste. Wichtigstes Ergebnis der Beratungen war der Plan gemeinsamer Arbeit für die nächsten fünf Jahre, der in einer feierlichen Abschlußveranstaltung von den Leitern der Delegationen unterzeichnet wurde.

Die Tagungsteilnehmer lernten in einer vom Kulturbund organisierten Stadtführung ihren Tagungsort näher kennen und stellten sich in einem öffentlichen Forum den Fragen der interessierten Amateurastronomen des Territoriums. Die besonders von Jugendlichen gestellten Probleme betrafen u. a. Fragen der Neutrinoastronomie, Schwarze Löcher, Pulsare, Neutronensterne, Radiogalaxien und die Perspektiven der Instrumentenentwicklung.

KLAUS ULLERICH

● Zum Einsatz der Tonbildreihe T-R 96 „Vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild"

Systematisierungsstunden besitzen neben anderen Vorteilen bedeutsame weltanschaulich-erzieherische Möglichkeiten. Um diese restlos auszuschöpfen, sind solche Unterrichtsstunden besonders anschaulich und emotional wirkungsvoll zu gestalten. Das Anliegen unterstützt die Tonbildreihe „Vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild", die vor allem für den Einsatz in der Unterrichtseinheit 1.5. „Die Entwicklung der Vorstellungen über das Planetensystem" vorgesehen ist. Mit Hilfe ausgewählter und typischer Beispiele gibt die Reihe einen überzeugenden Einblick in die Entwicklung astronomischer Erkenntnis. Die Schüler erleben in Bild und Wort den Werdegang unserer heutigen Vorstellungen von Planetensystem, von den Anfängen der Astronomie im Altertum über die geozentrische zur heliozentrischen Weltvorstellung, den Kampf um den Wahrheitsgehalt und die Weiterentwicklung der copernicanischen Auffassungen bis zur Entdeckung des Planeten Neptun.

Der Einsatz der Tonbildreihe (Laufzeit 14 Minuten) kann Ausgangspunkt für eine vertiefende und systematisierende Betrachtung des historischen Werdegangs der Erkenntnisgewinnung über das Planetensystem sein, wobei die Schüler ihre in Astronomie, Physik und Geschichte erworbenen Kenntnisse nutzen können. Der Vorteil dieser Art des Einsatzes der Tonbildreihe besteht darin, daß die Schüler sofort auf das Wesentliche orientiert werden, zu einer ersten Verallgemeinerung ihres Wissens über das Weltall gelangen und Impulse zur ideologischen Wertung erhalten. Aus der Anordnung der Tonbildreihe ergeben sich mit zwingender Logik Ansatzpunkte für das Erkennen bedeutender Entwicklungsabschnitte der Astronomie. Die mit den Bildern verbundenen Textaussagen bilden eine solide Grundlage für ein vertiefendes Unterrichtsgespräch und für die Zusammenfassung wichtiger Erkenntnisse zum Stoffgebiet „Das Planetensystem". Die Schüler sollen dabei erfassen, daß sich die astronomische Wissenschaft in ständiger Entwicklung befindet, daß überholte ideologische Anschauungen den wissenschaftlichen Fortschritt zwar hemmen, aber nicht aufhalten können. In diesem Sinne wird mit Hilfe der Tonbildreihe die materialistische Geschichtsauffassung der Schüler gefestigt. Die Tonbildreihe läßt sich auch für eine zusammenfassende Betrachtung am Ende der oben genannten Unterrichtsstunde einsetzen. In diesem Fall geht eine ausführliche unterrichtliche Erörterung der Entwicklung unserer Vorstellungen vom Planetensystem

voran. Dazu eignet sich ein Lehrer- oder Schülervortrag bzw. auch ein Unterrichtsgespräch, wobei das Lehrbuch einbezogen werden kann. Die Tonbildreihe faßt am Ende der Unterrichtsstunde die Erörterungen zusammen. Sie arbeitet nochmals wesentliche Erkenntnisse und damit verbundene ideologische Akzente heraus. Einzelne Bilder der Tonbildreihe lassen sich auch in Abschnitten des Astronomielehrgangs einsetzen, in die geschichtliche Betrachtungen eingeflochten sind, oder wo Forschungsergebnisse und Arbeitsmethoden der Astronomie sowie damit verbundene historische Aspekte erörtert werden. Dazu gehören die Unterrichtseinheiten 1.1. (Bilder 2, 3, 4), 1.2.1. (Bilder 5, 6), 1.4.1. (Bilder 1, 7, 8, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 20), 2.4.1. (Bilder 1, 14, 15, 17, 18, 19). Da zu dieser Tonbildreihe bisher kein Beiheft vorliegt, seien hier die einzelnen Bilder genannt:

Bild 1: Copernicus bei Himmelsbeobachtungen
Bild 2: Kalendertafel im Alterturm
Bild 3: Steinrelief mit Sonnengott
Bild 4: Beobachtungsturm E-te menanki
Bild 5: Tierkreis
Bild 6: Erdschatten bei Mondfinsternissen (Beobachtung des Aristoteles)
Bild 7: Ptolemäus (Porträt)
Bild 8: Geozentrisches Weltbild
Bild 9: Epizykel
Bild 10: Arbeitsstätte des Copernicus in Frombork
Bild 11: Heliozentrisches Weltbild
Bild 12: „De revolutionibus" (Titelblatt)
Bild 13: Brahe am Mauerquadranten
Bild 14: Kepler (Porträt)
Bild 15: 1. und 2. Keplersches Gesetz
Bild 16: Hetzerverbrennung im Mittelalter
Bild 17: Fernrohr Galileis
Bild 18: Erkenntnisse aus Fernbeobachtungen Galileis
Bild 19: Newtons „Mathematische Prinzipien ..."
Bild 20: Herschel; Entdeckungskarte des Neptun

HELMUT BERNHARD

● Konferenz über den Astronomieunterricht in der ČSSR

„Vyuka Astronomie" – zu deutsch „Astronomieunterricht" – war das Thema einer Konferenz, zu der sich am 19. und 20. Juni 1980 in der mährischen Universitätsstadt Brno über 60 Astronomen, Physiker, Leiter von Sternwarten und Planetarien und Pädagogen zusammenfanden. Die naturwissenschaftliche Fakultät der Purkyně-Universität Brno und die Astronomische Gesellschaft der tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften hatten dazu in- und ausländische Fachleute eingeladen und mit dieser Veranstaltung eine 15jährige Tradition fortgesetzt. Seit 1965 finden in der ČSSR Hochschulkonferenzen über methodische und organisatorische Fragen des Astronomieunterrichts statt. Die Konferenz in Brno war die vierte dieser Reihe; Tagungsorte früherer Jahre waren Plzen (1965), Olomouc (1968) und Smolenice (1974). Eine Vielzahl von Vorträgen und Diskussionen bildete den Hauptteil der Veranstaltungen; eine Exkursion zur Volkssternwarte „Nicolaus Copernicus" in Brno, der auch ein Kleinplanetarium angeschlossen ist, und ein abendliches geselliges Beisammensein lockerten die Tagung auf und gaben Gelegenheit zu ungezwungenem Gedankenaustausch.

In der ČSSR wird Astronomie nicht als selbständiges Fach, sondern innerhalb der Physik unterrichtet. Dieser Gegebenheit trugen die meisten Referate Rechnung; sie gingen aber auch auf Möglichkeiten der außerunterrichtlichen astronomischen Arbeit mit Schülern ein. (Die ČSSR weist bekanntlich ein engmaschiges Netz gut ausgerüsteter und straff geleiteter Volkssternwarten auf, das für solche unterrichtsergänzenden Programme gute Voraussetzungen bietet.) Der Inhalt des Astronomieunterrichts in den Gymnasien (unseren EOS vergleichbar) und in den Fachschulen der ČSSR wird gegenwärtig neu überdacht: Probleme der Modernisierung – im Stofflichen wie im Methodischen – spielten daher in den Konferenzvorträgen eine große Rolle. Dabei wurden auch einschneidend neue Ideen mit Interesse diskutiert.

Sowohl in den Referaten als auch in der Diskussion zeigte sich, daß die wichtigen inhaltlichen Fragen der Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts nicht an ein bestimmtes Land oder an eine bestimmte schulorganisatorische Form gebunden sind. Vieles von dem, was in der Crimmitschauer Tagung im Oktober 1979 (vgl. „Astronomie in der Schule" 17 (1980), 1, S. 2) beraten wurde, fand sich auch in den in Brno vorgetragenen Überlegungen wieder. Mehrfach wurde betont, daß kaum ein Unterrichtsgegenstand der allgemeinbildenden Schule so dynamisch in der Entwicklung begriffen ist, wie die Astronomie. Das gilt für die Länder, in denen sie innerhalb eines anderen Faches unterrichtet wird in der gleichen Weise wie für die Länder, in denen Astronomie ein selbständiges Fach bildet.

Die Astronomie-Methodiker der ČSSR haben mit dieser gelungenen Konferenz einen bemerkenswerten Impuls für ein Anliegen gegeben, dem auch wir verpflichtet sind: die weitere inhaltliche Ausgestaltung des Astronomieunterrichts.

KLAUS LINDNER

● 7 Jahre erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Torgelow und Kolobrzeg

Als im Februar 1973 anläßlich der Ehrung des großen Copernicus zwischen dem Kopernikus-Lyzeum Kolobrzeg und der Kopernikus-Oberschule in Torgelow ein Freundschaftsvertrag abgeschlossen wurde, der den Austausch von Arbeitsgemeinschaften, die Durchführung von Sportveranstaltungen der Schüler und den Meinungsaustausch zwischen den Pädagogenkollektiven vorsah, gab es beiderseits noch viele Skeptiker, ob sich auf der Grundlage dieses Vertrages auch tatsächlich kontinuierliche Kontakte entwickeln würden.

Heute, nach 7 Jahren, hört man diese Stimmen nicht mehr. Das Bemühen um eine enge Zusammenarbeit zwischen beiden Schulen, das Vertragswerk mit Leben zu erfüllen, ist auf beiden Seiten spürbar. Neben kontinuierlichem Austausch und Vergleichen auf kulturellem und sportlichem Sektor sind auch die Astronomiezirkel beider Schulen auf das engste miteinander verknüpft. In beiden Fachkabinetten künden Gastgeschenke und ausgetauschte Arbeitsmaterialien von einer regen Tätigkeit.

Wie jedes Jahr im Frühling, so konnten wir auch dieses Mal Mitte April eine Delegation der polnischen Amateurastronomen aus Kolobrzeg in unserer Sternwarte begrüßen. Die jungen Astronomen unserer Partnerschule sind in ihrem Land unter ihresgleichen recht gut bekannt, da sie bei Olympiaden und Leistungsvergleichen stets vordere Plätze belegten.

Ziel des diesjährigen Arbeitsbesuches war die Vertiefung des Wissens auf den Gebieten der Astrophysik und der Raumfahrt, sowie die weitere Festigung der freundschaftlichen Beziehungen. Es wurden Vorträge über Raumfahrt, Sonne und Galaxis gehalten. Die Abende waren praktischer Arbeit vorbehalten. Am großen Refraktor (130/1950) unserer Sternwarte wurden die Planeten des Sonnensystems, Galaxien und Sternhaufen beobachtet. Im Laufe von drei Beobachtungen der Sonne wurden Veränderungen auf der Sonnenoberfläche registriert und fotografiert. Traditionsgemäß stellten wir den Freunden eine Stadt in unserer Republik vor. Nachdem 1979 die Hauptstadt Berlin das Reiseziel war, führte unsere diesjährige Exkursion beide Arbeitsgemeinschaften nach Stralsund. Das Museum für Meereskunde war für unsere polnischen Freunde eine große Attraktion, aber auch die Stadt selbst und ihre Geschichte hat sie beeindruckt. Ihr Temperament zeigten die polnischen Schüler beim traditionsgemäßen Volleyball-Vergleich und auf der Astro-Disko.

Einige Mitglieder des polnischen Zirkels waren erstmals in unserem Bezirk. Darum sollten sie mit dem Besuch des Torgelower Heimatmuseums und einem Bummel durch die Kreisstadt Ueckermünde einen Einblick in unseren Heimatkreis erhalten.

Ein Rundgang durch die „Galaxis im Keller" unserer Schule und das anschließende Gespräch zwischen den jungen Astronomen und Mitgliedern des Zirkels für Malerei an unserer Schule waren für alle Seiten recht aufschlußreich. Die Gäste zeigten sich sehr beeindruckt von den großartigen Veränderungen, die unser Land in den letzten 35 Jahren erfahren hat. Durch diese Entwicklung wurde unsere gemeinsame Arbeit überhaupt erst möglich.

Schwer fiel uns der Abschied nach einer Woche Arbeit und gemeinsamer Erlebnisse. Doch die Mitglieder der Torgelower AG freuen sich auf den Herbst 1980, wenn es in polnischer Sprache auf dem Bahnhof Kolobrzeg klingt: „serdeczny witamy".

AG Astronomie an der Kopernikus-OS Torgelow

WIR STELLEN VOR

Schulsternwarte Graupa

Die Schulsternwarte Graupa (Kreis Pirna) liegt im Schulgelände der Oberschule Graupa, etwa 100 m vom Schulgebäude entfernt. Die Idee für die Schulsternwarte entstand aus der Notwendigkeit, auch den Astronomielehrplan voll zu erfüllen, also auch die vorgesehenen Beobachtungen durchzuführen und die vorhandenen Geräte maximal zu nutzen. Nach dem Besuch bereits bestehender Einrichtungen und ausführlicher Diskussion übergaben auf Initiative der FDJ-Leitung die Schüler des Entlassungsjahrgangs 1976 in der Abschlußfeier dem Direktor einen Scheck in Höhe von 1000,– M als Grundstock für den Bau einer Schulsternwarte. Das Geld hatten sie sich durch einen Produktionseinsatz nach der Abschlußprüfung erarbeitet. Sie riefen gleichzeitig alle nachfolgenden Abgänger auf, diesem Beispiel zu folgen. Das Projekt wurde erarbeitet, und 1977 begann der Bau als Jugendobjekt. Neben der finanziellen Unterstützung leisteten die Schüler Arbeitseinsätze bei der Gewinnung und beim Transport von Abbruchziegeln und anderer Baumaterialien. Als echtes Gemeinschaftswerk konnte die Schulsternwarte zum 30. Jahrestag der Deutschen Demokratischen Republik übergeben werden. Sie repräsentiert einen Wert von 100 000,– M.

Die Einrichtung enthält einen Unterrichtsraum von 50 m², einen Geräteraum von 10 m² und eine Beobachtungskuppel von 3 m Durchmesser. Vor dem Gebäude befindet sich eine betonierte Beobachtungsfläche. Die Bestückung mit Geräten besteht aus einem Refraktor 80/1200, 2 Schulfernrohren „Telementor" 63/840 und einigen kleineren Geräten älterer Bauart. Auf der Freifläche steht eine Sonnenuhr, die von einem Schüler in der MMM-Bewegung konstruiert und gebaut wurde. Die Schulsternwarte dient dem Astronomieunterricht, sie ist zugleich Arbeitsstätte einer Arbeitsgemeinschaft Astronomie nach Rahmenprogramm. Auch die Fachkommission Astronomie des Kreises Pirna führt hier Tagungen durch, und an die Öffentlichkeitsarbeit ist gedacht. Brigaden aus Betrieben sowie Hausgemeinschaften und Einzelpersonen interessieren sich für Beobachtungen und populärwissenschaftliche Erläuterungen.

Die Schüler verpflichteten sich, das Außengelände der Schulsternwarte zu pflegen, und die Abgangsklassen werden zur weiteren Ausstattung mit Geräten die Tradition des Abschiedsgeschenkes für die Sternwarte beibehalten, so daß diese Einrichtung auch weiterhin Jugendobjekt der FDJ-Grundorganisation und Pionierfreundschaft unserer Schule sein wird.

HELMUT GUTSMANN

REZENSIONEN

ROTHENBERG, E.: **Blick in die Sternenwelt 1980.** Astronomischer Kalender der Archenhold-Sternwarte, Berlin 1979.

Diese 48seitige Broschüre ist vor allem für diejenigen Freunde der Astronomie zusammengestellt, die mit dem bloßen Auge oder mit bescheidenen Hilfsmitteln beobachten und eine rasche Übersicht über lohnende Objekte wünschen. Sie bietet für jeden Monat des Jahres ein hinreichend genaues Zahlenmaterial über die Bewegungen der Sonne, des Mondes und der hellen Planeten an der scheinbaren Himmelskugel und macht auf besondere Erscheinungen aufmerksam. Übersichten über die im Jahre 1980 wiedererwarteten Kometen, über die Finsternisse, den Verlauf der Zeitgleichung und die Sternzeit um 0h MEZ ergänzen den eigentlichen Kalenderteil. Mit einer sehr ausführlichen Darstellung der Erscheinungen im System der vier hellen Jupitermonde und einer Meteoromtabelle schließt das Heft, das in einer sauberen Kleinoffset-Ausgabe mit ansprechender Umschlaggestaltung auch äußerlich einen guten Eindruck hinterläßt.

Der „Blick in die Sternenwelt" – dieser Kalender wird jährlich von der Archenhold-Sternwarte herausgegeben – nimmt in bezug auf die Ausführlichkeit und den „Abstraktionsgrad" der Darstellung eine vermittelnde Position ein. Er ist nicht so ausführlich und genau wie das Standardwerk „Kalender für Sternfreunde" von P. AHNERT, enthält aber mehr und exaktere Angaben als eine vorwiegend verbale Darstellung der Abläufe (wie sie z. B. in den jährlichen Beiträgen „Astronomische Daten für das Schuljahr . . ." in unserer Zeitschrift formuliert ist). Beschreibende Texte sind in ihm kaum enthalten – wer z. B. Informationen über die Sichtbarkeit eines Planeten sucht, muß sie aus den Zahlenwerten entnehmen. Da allerdings sind sie reichlich: In 5- bis 10tägigen Intervallen werden für Merkur bis Saturn die Zeitpunkte der oberen Kulmination, der halbe Tagbogen, die scheinbare Helligkeit, die Rektaszension, die Deklination und die Entfernung von der Erde gegeben. Verbale Aussagen über die Sichtbarkeitsperioden der einzelnen Planeten würden jedoch sicher manchem Benutzer, der mit den Zahlen allein noch nicht viel anzufangen weiß, willkommen sein.

Im Vorwort wird der Kalender auch als Hilfsmittel für den Astronomieunterricht vorgestellt. Das ist zweifellos eine richtige Zuordnung: das zur Vorbereitung der Schülerbeobachtungen benötigte Zahlenmaterial ist im „Blick in die Sternenwelt" vollständig enthalten. Aber auch für die meisten Beobachtungsvorhaben in den Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt" dürfte die Broschüre aus Berlin-Treptow hinreichend genau und ausführlich sein.

KLAUS LINDNER

Autorenkollektiv (UdSSR und DDR): **Raketen – Satelliten – Raumstationen.** VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1979. 275 Seiten, 240 vorwiegend farbige Bilder; DDR 24.– Mark.

Das Buch gibt einen interessanten Einblick in den Werdegang der Raumfahrt, angefangen von den Ideen Ziolkowskis bis zum heutigen Stand. Es verdeutlicht den Weg der UdSSR und anderer sozialistischer Staaten in den Weltraum und geht dabei auch auf die Zusammenarbeit mit kapitalistischen Staaten ein. Insbesondere werden Raumfahrtaktivitäten der DDR und ihr Beitrag am Interkosmosprogramm gewürdigt. Die vorliegende Schrift enthält eine Vielzahl bisher kaum zugänglicher Informationen und eindrucksvolle Abbildungen. Sie kann vor allem zur Aktualisierung des Unterrichtsstoffs im Lehrplanabschnitt 1.4.4. sowie im Grundkurs und im zweiten Wahlkurs der AGR „Astronomie und Raumfahrt" genutzt werden.

HELMUT BERNHARD

HEINZ MIELKE: **Rund um die Raumfahrt.** Der Kinderbuchverlag Berlin, 1. Auflage 1979. 160 S., zahlr. Illustrationen (Fotos, Zeichnungen, Graphiken). Best.-Nr. 629 735 6, Preis 16.80 M.

Ein ausgesprochenes Kinderbuch ist der vorliegende Titel nicht. Die Tatsache, daß es im Kinderbuchverlag Berlin erschienen ist und den Vermerk trägt „Für Leser von 12 Jahren an" täuscht eventuell leichte Faßlichkeit vor. Urteilen Sie selbst: „. . . Bei jedem Umlauf des Satelliten dreht sich die Erde unter seiner raumstabilen Bahn um einen bestimmten Winkelbetrag weiter. Dadurch nimmt er bei den folgenden Umläufen jeweils einen seitlich versetzten Bodenstreifen auf, was dann Bilder von der globalen Wolkenverteilung ergibt" (S. 67 Bildunterschrift).

Bei der Auswahl dieser Textstelle habe ich nicht etwa lange nach Schwierigkeiten gesucht; sie ist wahllos herausgegriffen und zeigt, daß das Vertrautsein mit einem gewissen wissenschaftlich-technischen Vokabular Voraussetzung ist, um das Buch mühelos lesen zu können. Dies soll keine Kritik am Autor sein. HEINZ MIELKE hat vielmehr in der durch ihn bekannten Art (sachlich, übersichtlich, umfassend, gut gegliedert) versucht, Grundlagen der Astronautik und moderner Forschungsergebnisse des Raumfluges (in einem gut bebilderten und mit reichhaltigem Faktenmaterial ausgestatteten Band) miteinander zu verbinden, um somit dem Bedürfnis der Jugend nach aktueller Information gerecht zu werden. Die gegenüber früheren Büchern des Autors zusätzlich aufgenommenen ganzseitigen, bunten, etwas kindhaft anmutenden Zeichnungen mögen als Blickfang ihre Berechtigung haben, deswegen bleibt es doch ein Buch, an dem jeder Erwachsene seine Freude haben kann, der sich für die Entwicklung der Astronautik von ZIOLKOWSKI bis JÄHN interessiert.

WOLFGANG KÖNIG

Autorenkollektiv unter Leitung von HELMUT STOLZ. Herausgegeben von der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR: **Erziehung junger Patrioten und Internationalisten – theoretische Erkenntnisse und praktische Erfahrungen.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1980, 144 S., DDR 4,30 Mark. Bestell-Nr. 707 235 1. Kurzwort 202744 Patriot. Intern. Erz.

Das Buch ist ein Ergebnis des Zusammenwirkens von erfolgreichen Lehrern und Schulfunktionären des Bezirks Frankfurt/Oder mit Erziehungstheoretikern der APW in der Sozialistischen Arbeitsgemeinschaft „Patriotische und internationalistische Erziehung der Schuljugend". Seit Jahren wird in den Kreisen des Bezirks Frankfurt/Oder ein lebhafter Erfahrungsaustausch über effektive Formen der Erziehung der Schüler zum sozialistischen Patriotismus und proletarischen Internationalismus geführt. Die Neuerertätigkeit in den Arbeitsgruppen der Gemeinschaft und die traditionellen „Frankfurter Gespräche" belegen in vielfältiger Weise die Feststellung des VIII. Pädagogischen Kongresses der DDR, daß die Pädagogen unsere Jugend zur Liebe zum sozialistischen Vaterland erziehen, daß sie helfen, bei den Schülern internationalistische Denk- und Verhaltensweisen herauszubilden. Insofern sind die Aussagen der Autoren des Buches verallgemeinerungswürdig und ihre Erkenntnisse abgesichert.

Mit den Erfahrungsberichten und ihrer Verallgemeinerung sollen Lehrer und Erzieher, Schul- und Jugendfunktionäre angeregt werden, ihre persönlichen Erfahrungen zu analysieren und mit den im Buch vorgestellten zu vergleichen. Damit kann die Schrift zum Erfahrungsaustausch beitragen.

SIEGFRIED BIRKNER

ANEKDOTEN

● **Entdeckung des Neptun**

Bald nach der Entdeckung des Planeten Neptun mit Hilfe der Berechnungen von U. J. J. Leverrier traten einige Neider auf den Plan, die die Entdeckung als eine zufällige herabzuwürdigen suchten. C. G. J. Jacobi (1804–1851), Professor der Mathematik in Berlin, der u. a. wichtige Beiträge zur Himmelsmechanik veröffentlichte und der gegen Dummheit, Selbstgefälligkeit und Neid häufig mit recht sarkastischen und geistreichen Bemerkungen zu Felde zog, schrieb im Oktober 1848 an H. C. Schumacher: „Es muß aber als unwürdig erscheinen, eine durch tiefe Gedanken und jahrelange Arbeit eroberte Entdeckung, um welche unsere Nachkommen unsere Zeit beneiden werden, durch die monströse Behauptung zu verdächtigen, als habe dabei ein Zufall obgewaltet oder mitgespielt. Man muß bewundern, daß aus so kleinen und unsichern Quantitäten, wie die hier gegebenen, so genaue Resultate gezogen werden konnten, und kann dies nur der umsichtigen Behandlung dieser Data, und der musterhaften Benutzung aller Hilfsmittel zuschreiben. Denen, welche die Entdeckung für zufällig ausgeben, weil die Übereinstimmung nicht größer ist, als es die Natur der Sache verstattet, wäre der Rat zu geben, auch solche zufälligen Entdeckungen zu machen."

Nach: Astronomische Nachrichten, Nr. 657, Bd. 28 (1848), Sp. 44–46.

UNSERE BILDER

Titelseite – Gerät des ehemaligen Großplanetariums von Dresden auf einer Ausstellung in der Volkssternwarte „A. Diesterweg" in Radebeul.
Foto: W. MOHN, Radebeul

2. Umschlagseite – Jupitermond Io nach Voyager I-Aufnahme vom März 1979. Fast alle schwarzen Flecken werden als junge Ausbruchstellen vulkanischer Schwefelmassen gedeutet. Die herzförmige Struktur rechts unterhalb der Bildmitte stellt die Projektion einer Ausbruchfontäne mit schirmartig ausgebreiteten Schwefeldioxid-Kondensat dar, das über eine Fläche von fast 1000 km Durchmesser niederregnet. – Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Die erdähnlichen Himmelskörper in neuer Sicht (II)" Seite . . .
Foto: ADN-ZB/AP-Tele

3. Umschlagseite – Zustandekommen der parallaktischen Verschiebung bei der Beobachtung des Mondes von einem geozentrischen und topozentrischen Standort aus (obere Skizze); topozentrischer und geozentrischer Anblick eines Mondvorübergangs (untere Skizze). – Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Wir beobachten" Seite 120.

4. Umschlagseite – Bruce-Teleskop der Königstuhl-Sternwarte Heidelberg und verschiedene Planetoiden-Strichaufnahmen. An der Herstellung des Instruments – aus Mitteln einer Stiftung der Amerikanerin KATHERINE WOLFE-BRUCE finanziert und im Jahr 1900 fertiggestellt – waren verschiedene Firmen beteiligt: GRUBB/Dublin (Montierung), SCHOTT bzw. BRASHEAR/Jena bzw. Allegheny (Guß bzw. Schliff der jeweils 4-Linser Foto-Optik 400/2020 mm und 396/2027 mm), PAULY-ZEISS/Jena (212/4450-mm-Refraktorobjektiv), REINFELDER und HERTEL/München (Okulare), TOEPFER/Potsdam (Zusatzgeräte). Die Konzeption für das Instrument beruhte auf Erfahrungen des rund zweieinhalb Jahrzehnte bis zu seinem Tode amtierenden Direktors der Sternwarte MAX WOLF (1863–1932). WOLF, der sich u. a. auch erfolgreich dem Studium von Kometen und Meteorströmen, des Zodiakallichts, der Milchstraße und Galaxien widmete, verwendete bereits vor seiner Amtszeit kurzbrennweitige Porträtobjektive zur „Jagd" nach Planetoiden. Der scheinbaren täglichen Drehung des Himmels über längere Expositionszeiten nachgeführt, hinterlassen Planetoiden fotografisch Strichspuren auf dem ansonsten punktförmig erscheinenden Sternhintergrund der Fotoplatte. Der Möglichkeit zur genaueren Positionsbestimmung wegen ging WOLF aber später auf längere Brennweiten und damit zu größeren Abbildungsmaßstäben über (Plattenformat hier 24×30 cm). Um mögliche Fehler (etwa durch die Entwicklung oder bei den Platten selbst) durch Vergleich mehrerer Aufnahmen ausschließen zu können, praktizierte WOLF die Methode der (gleichzeitigen) Doppelfotografie. Nach anfänglichen Zweifeln verfuhr er später auch nach entgegengesetzter Methode: er erteilte den Astrographen eine rechtläufige Beschleunigung (von etwa 2 Zeitsekunden pro Stunde, in Bewegungsrichtung der Planetoiden). Hierbei hinterlassen die Sterne Strichspuren, während der Planetoid annähernd punktförmig erscheint. Der Vorteil besteht hier in der größeren Reichweite für Planetoiden, da sich die Punkthelligkeit des Objekts summiert und nicht mehr über die Strichspur „verschmiert". In Verbindung mit stereoskopischen Betrachtungstechniken vermochte WOLF zuweilen auch Zweifelsfälle zu klären. WOLF entdeckte vor allem dank des zuerst beschriebenen Verfahrens insgesamt 450 kleine Planeten.
Fotos: Repro-Archiv Archenhold-Sternwarte
Text und Montage: K. FRIEDRICH

WIR BEOBACHTEN

Mondvorübergänge an Planeten

Von Meteoren und künstlichen Erdsatelliten abgesehen ist der Erdmond das Objekt an der scheinbaren Himmelskugel, das seinen Ort – relativ zu Sternen und Planeten – am schnellsten verändert. Im Mittel legt er in 24 Stunden 13°2 zurück; stündlich beträgt die Mondbewegung etwa einen Vollmonddurchmesser. Nahe Vorübergänge des Mondes an auffälligen Objekten – wie z. B. hellen Planeten – bieten deshalb dem Beobachter die Möglichkeit, sich auch ohne optische Hilfsmittel diesen Bewegungsvorgang in eindrucksvoller Weise vor Augen zu führen. Schon innerhalb weniger Stunden wird die Ortsveränderung des Mondes in bezug auf den Planeten deutlich.

Mondvorübergänge an hellen Planeten eignen sich deshalb bevorzugt als Beobachtungs-Hausaufgaben (Reihenbeobachtungen) für den Astronomieunterricht oder die AG (R). (Für die Arbeit im Klassenverband oder im Kollektiv der Arbeitsgemeinschaft sind sie weniger empfehlenswert, da immerhin zwischen der ersten und der letzten Beobachtung einer derartigen Reihe mindestens zwei bis drei Stunden verstreichen sollten.) Orientierungsprobleme treten dabei nicht auf; den Mond findet jeder Schüler, und der in Frage kommende Planet ist in der Regel durch seine große scheinbare Helligkeit genügend auffällig. Die Schüler erhalten die Aufgabe: *„Skizzieren Sie die Stellungen von Mond und Planet ... am kommenden Abend zwischen ... Uhr und ... Uhr in Abständen von jeweils 30 Minuten! Schätzen Sie jedesmal den Abstand des Planeten vom Mondrand in Einheiten des Vollmonddurchmessers!"* (Abb. 1; ein Vollmonddurchmesser beträgt 0°5, in der gezeichneten Stellung ist der Planet also 1°25 vom Mondrand entfernt.) Aus der so erhaltenen Folge einzelner Skizzen läßt sich ablesen, wie sich der Mond innerhalb eines vergleichsweise kurzen Zeitraumes an dem betreffenden Planeten vorbeibewegt.

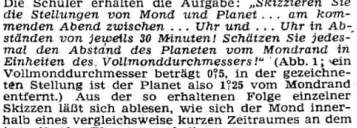


Abb. 1

Wir vernachlässigen bei dieser Beobachtung die scheinbare Bewegung des Planeten. Sie ist im Vergleich zur Mondbewegung unerheblich; selbst wenn als Bezugsobjekt der Planet Venus gewählt wird, steht den 13° täglicher Bewegung des Mondes nur ein Betrag von maximal 1°5 täglicher Bewegung der Venus gegenüber. Bei Mars beträgt sie 0°8, bei Jupiter 0°2, bei Saturn nur 0°1.

Datenmaterial für diese Beobachtungen kann aus dem „Kalender für Sternfreunde" oder aus dem jährlich in unserer Zeitschrift erscheinenden Beitrag „Astronomische Daten für das Schuljahr'..." entnommen werden. Auch andere astronomische Jahres- und Monatsübersichten (z. B. der astronomische Kalender der Archenhold-Sternwarte Berlin „Blick in die Sternenwelt" oder Beiträge in Zeitschriften und Tageszeitungen) enthalten oft Hinweise auf bevorstehende attraktive Mondvorübergänge. Jedoch ist in allen Fällen zu beachten, daß der Winkelabstand Mond – Planet für einen im Erd*mittelpunkt* gedachten Beobachter berechnet ist und daß ein auf der Erd*oberfläche* befindlicher Beobachter deshalb wegen der parallaktischen Verschiebung einen anderen Abstand ermitteln wird (s. Abb. 3, Umschlagseite). Das kann z. B. dazu führen, daß für einen Beobachter in Berlin der Mond im Abstand von 1°1 an Jupiter vorbeigeht, obwohl in der Datenübersicht angekündigt war: „Jupiter 0°3 nördlich vom Mond" (s. Abb. 3, Umschlagseite). Außerdem ist zu bedenken, daß sich die genannten Abstände jeweils auf den *Mondmittelpunkt* beziehen; geringere Abstände als 0°25 würden also eigentlich eine Bedeckung des Planeten durch den Mond bedeuten.

Der für einen Beobachter im Erdmittelpunkt berechnete scheinbare Ort eines Himmelskörpers wird *geozentrischer Ort* genannt, die für einen bestimmten Beobachter auf der Erdoberfläche berechnete Position ist der *topozentrische Ort*. Je geringer die Entfernung des Himmelskörpers von der Erde ist, desto größer ist die als *tägliche Parallaxe* bezeichnete Differenz beider Örter. Außerdem hängt diese Differenz von der Höhe des betreffenden Gestirns über dem Horizont des Beobachters ab; je geringer die Höhe, desto größer ist die tägliche Parallaxe. Sie erreicht nur beim Mond und bei künstlichen Himmelskörpern sowie bei Meteoren so große Werte, daß man sie für Beobachtungen mit dem bloßen Auge berücksichtigen muß; schon die erdnächsten Planeten Venus und Mars haben maximale tägliche Parallaxen unter 0°01. Für den Mond gilt, daß sein topozentrischer Ort am Himmel bis zu 1° vom geozentrischen Ort abweichen kann. In mittleren Höhen liegt diese Abweichung bei 0°7, und zwar befindet sich für Beobachter in unseren Breiten der topozentrische Monddort stets weiter südlich als der geozentrische. Außerdem tritt meist eine Rektaszensionsdifferenz auf. Sie hat zur Folge, daß der „topozentrische Zeitpunkt" des geringsten Abstandes zwischen dem Mond und dem betreffenden Gestirn vom berechneten „geozentrischen Zeitpunkt" um maximal etwa eine Stunde abweichen kann.

Es ist deshalb eine reizvolle Aufgabe für die Schüler, durch eigene Beobachtungen in der eingangs angeregten Art die Angaben der astronomischen Jahrbücher und Datenübersichten zu präzisieren. Immerhin ist eine Differenz von 1° gleichbedeutend mit zwei Vollmonddurchmessern; sie kann auch einem Beobachter, der keinerlei Winkelmeßgeräte einsetzt, nicht verborgen bleiben.

Der Standort des Beobachters auf der Erdoberfläche hat Einfluß auf die Höhe des Mondes über dem Horizont und damit auf die tägliche Parallaxe. Allerdings ergeben sich hierbei innerhalb eines Landes nur sehr geringe Differenzen. Beobachter in Rostock sehen den Mond nur wenige Hunderstel eines Grades südlicher als Beobachter in Plauen. Natürlich ist ein derartig geringer Unterschied nicht mit dem bloßen Auge wahrzunehmen; er erlangt jedoch Bedeutung, wenn der Mondrand beim Vorübergang den Planeten streifend bedeckt. Dann kann bereits innerhalb eines begrenzten Territoriums entweder ein naher Vorübergang oder eine Bedeckung des Planeten durch den Mond beobachtet werden. (Ein gutes Beispiel hierfür bietet der streifende Vorübergang des Mondes an Venus am 5. Oktober 1980; vgl. Astronomie in der Schule 17 (1980) 4, 94).

KLAUS LINDNER

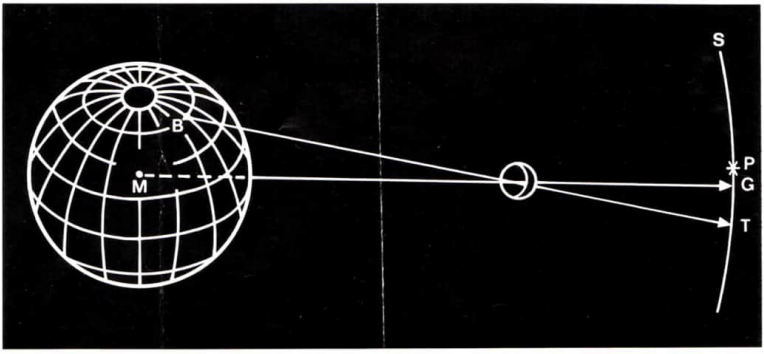


Abb. 2: M = Erdmittelpunkt, B = Beobachter, G = geozentrischer Mondort, T = topozentrischer Mondort, S = scheinbare Himmelskugel, P = geozentrischer Planetenort (≈ topozentrischer Planetenort).

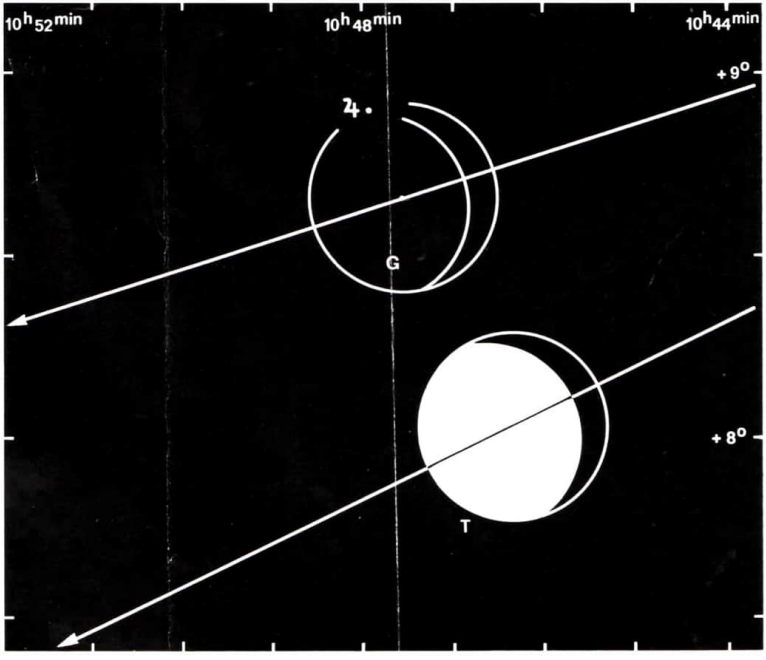
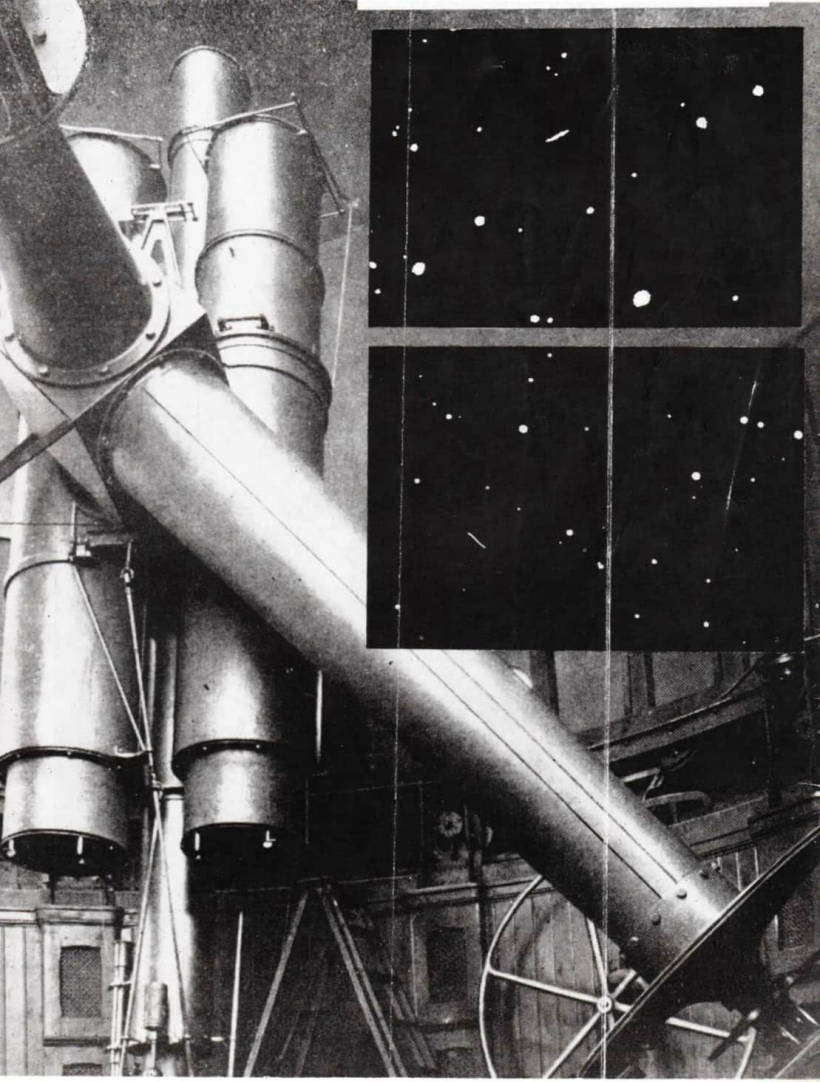
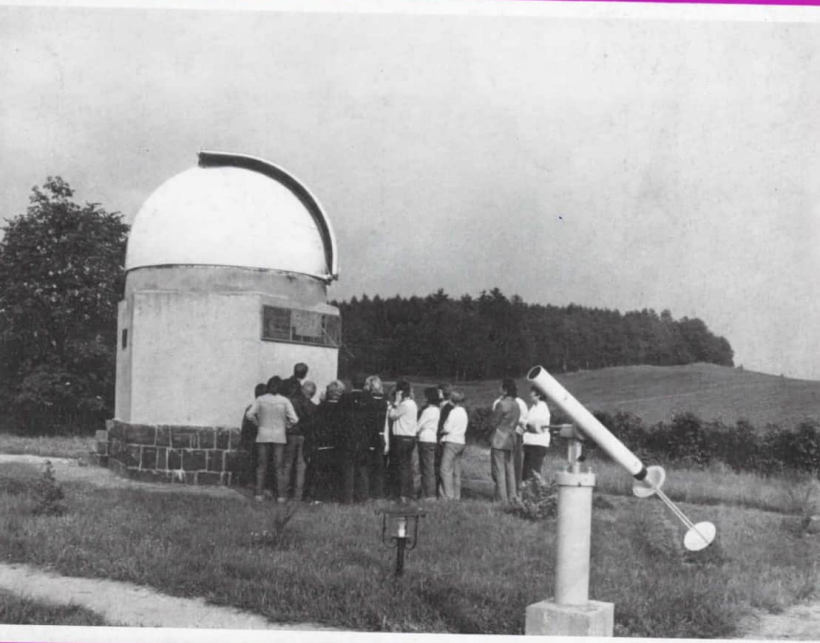


Abb. 3: Jupiter, geozentrischer (G) und topozentrischer (T) Mondort am 7. 1. 1980, 4h Weltzeit.



Astronomie
in der Schule



VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

6
1980

INDEX 31053
PREIS 0,60 M

Astronomie
in der Schule
Zeitschrift für die Hand des Astronomielehrers

Herausgeber:
Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag Berlin, 1080 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:
8600 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8, Postfach 440, Telefon 4 25 85

Gesamtherstellung:
Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen
AN (EDV 427)
III-4-9-1972-4,8 Liz. 1488

ISSN 0004-6310

INHALTSVERZEICHNIS

Heft 6 **17. Jahrgang 1980**

Seite
Dokumentation 122
J. HAMEL
Über Wesen und Wirken der Astrologie 123
H. J. HAUBOLD / R. W. JOHN
Über die Entwicklung und den inneren Aufbau der Sonne . . . 126
U. WALTHER
Zu den Funktionen der obligatorischen Schülerbeobachtungen . 131
M. SCHUKOWSKI
Veranschaulichung astronomischer Strukturen 133
K. LINDNER
Zur unterrichtlichen Behandlung der nichtoptischen Astronomie 137
Unser Forum 140
Aus Wissenschaft und Unterricht 141
Wir stellen vor 142
Rezensionen 143
Unsere Bilder 143
Wir beobachten 144
Karteikarte: Die Sonne II (J. STIER)

СОДЕРЖАНИЕ

Документация 122
Й. ХАМЭЛЬ
О сущности и действовании астрологии 123
Х. Й. ХАУБОЛЬД/Р. В. ЙОН
О развитии и внутреннем строении солнца 126
У. ВАЛЬТЕР
О функции обязательных наблюдений учеников 131
М. ШУКОВСКИ
Наглядное представление астрономических структур 133
К. ЛИНДНЕР
Изучение неоптической астрономии в школе 137
Картотечная карточка: Солнце II (Й. ШТИР)

CONTENTS

Documentation 122
J. HAMEL
Essence and Effects of Astrology 123
H. J. HAUBOLD / R. W. JOHN
Development and Interior Structure of the Sun 126
U. WALTHER
The Function of Obligatory Pupils' Observations 131
M. SCHUKOWSKI
Illustration of Astronomical Structures 133
K. LINDNER
Instructional Treatment of Nonoptical Astronomy 137
Register Card: The Sun II (J. STIER)

Redaktionsschluß: 20. Oktober 1980

Ein Nachdruck der in „Astronomie in der Schule" veröffentlichten Beiträge ist nur mit Zustimmung der Redaktion gestattet.

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 · Planetensystem

REICHSTEIN, MANFRED

Erdähnliche Himmelskörper in neuer Sicht (II)

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 5, 99 bis 101; 1 Tab.

In dieser Fortsetzung des Beitrages aus Heft 4 1980 werden die vier großen Jupitermonde als neuer Typ erdverwandter Himmelskörper vorgestellt.

Astronomie *in der Schule*

Geschichte der Astronomie

HERRMANN, DIETER B.

Planet Pluto

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 5, 101 bis 104; 1 Tab.

Aus Anlaß des 50. Jahrestages der Entdeckung des Planeten Pluto gibt der Autor einen kurzen Abriß über die Entdeckungsgeschichte dieses Himmelskörpers, um dann die neuesten Erkenntnisse über Pluto und seinen Mond Charon vorzutragen.

Astronomie *in der Schule*

Methodik AU

MADER, OSKAR

Unterrichtstheorie und Astronomieunterricht

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 5, 104 bis 108; 16 Lit.

Der Autor macht Ausführungen zum Stand der Unterrichtstheorie und deutet Möglichkeiten der Weiterentwicklung des Unterrichts an. Dabei geht er besonders auf folgende Problemkreise ein:
- Konzentration auf das Wesentliche im AU
- Typische Situationen im AU
- Schülertätigkeiten im AU

Astronomie *in der Schule*

Arbeitsgemeinschaft (R)

FRANKE, NORBERT

Empfehlungen zur Nutzung von Unterrichtsmitteln in der AG (R) „Astronomie und Raumfahrt"

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 5, 108 bis 110; 1 Tab., 2 Lit.

Übersichtlich werden die Unterrichtsmittel erfaßt, die für die Arbeit in den AG (R) „Astronomie und Raumfahrt" geeignet sind. Die Übersicht enthält für jedes UM notwendige technische Daten, den Standort (z. B. Schule, KfU) und außerdem Empfehlungen zum Einsatz in den einzelnen Kursen des Rahmenprogramms.

Astronomie *in der Schule*

Methodik AU · Unterrichtsmittel

KLUGE, VOLKER

Erfahrungen mit neu zusammengestellten Dia-Reihen

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 5, 111 bis 113

Es wird von Erfahrungen berichtet, wie mit Hilfe von thematisch geordneten Dia-Magazin-Kassetten der Astronomieunterricht effektiv gestaltet werden kann.

Astronomie *in der Schule*

Geschichte der Astronomie

HAMEL, JÜRGEN

Über Wesen und Wirken der Astrologie

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 6, 123 bis 126; 1 Abb., 8 Lit.

Der Autor gibt einen Abriß der Geschichte der Astrologie vom Altertum bis zur Gegenwart. Ausführlich geht er auf die gesellschaftspolitischen Ursachen, die Verbreitung und die große Wirkung der Astrologie im Mittelalter ein. Der Beitrag endet mit einem Blick auf die Blüte der Astrologie und deren Ursachen in den kapitalistischen Staaten.

Astronomie *in der Schule*

Fachwissenschaft · Sonne

HAUBOLD, HANS JOACHIM / JOHN, REINER

Über die Entwicklung und den inneren Aufbau der Sonne

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 6, 126 bis 131; 1 Abb., 6 Lit.

Zunächst werden die für Modellrechnungen benötigten Beobachtungsdaten der Sonne beschrieben. Dann wird die Entstehung der Protosonne und ihr Entwicklungsweg im HRD erörtert. Es schließen sich Ausführungen über den inneren Aufbau der Sonne und die solare Energiefreisetzung an.

Astronomie *in der Schule*

Methodik AU · Nichtoptische Astronomie

LINDNER, KLAUS

Zur unterrichtlichen Behandlung der nichtoptischen Astronomie

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 6, 137 bis 139; 4 Lit.

Unter Bezug auf Beiträge von SCHMIDT (3 1979) WENZEL (3 1979) und FRÖHLICH (5 und 6 1979) gibt der Autor methodische Hinweise, wie neue wissenschaftliche Erkenntnisse der nichtoptischen Astronomie den Schülern im Rahmen des gültigen Lehrplanes vermittelt werden können.

Astronomie *in der Schule*

Methodik AU

SCHUKOWSKI, MANFRED

Veranschaulichung astronomischer Strukturen

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 6, 133 bis 137, 6 Tab., 7 Lit.

Einleitend begründet der Verfasser die Notwendigkeit des Vergleichens im Erkenntnisprozeß des Astronomieunterrichts. In den weiteren Darlegungen führt er eine Fülle von Beispielen für räumliche und zeitliche Vergleiche und das Vergleichen von Massen und Dichten im AU an.

Astronomie *in der Schule*

Methodik AU · Beobachtungen

WALTHER, UWE

Zu den Funktionen der obligatorischen astronomischen Schülerbeobachtungen

Astronomie in der Schule, Berlin 17 (1980) 6, 131 bis 133; 4 Lit.

Der Autor begründet, daß der Erkenntnisfunktion der astronomischen Schülerbeobachtungen eine zentrale Stellung zukommt und daß es am effektivsten ist, wenn die Beobachtungen vor der unterrichtlichen Behandlung des entsprechenden Stoffes durchgeführt werden.

JÜRGEN HAMEL

Über Wesen und Wirken der Astrologie

Was ist Astrologie?

Die Frage, ob das Schicksal des Menschen von den Sternen abhängt, kann wohl mit Recht zu den am meisten diskutierten Fragen in der Geschichte der Wissenschaften gezählt werden. Kaum läßt sich ein schärferer Gegensatz denken, als der zwischen den unterschiedlichen Antworten, kaum eine Frage hat mehr die Gemüter der Menschen erregt, als diese; kaum eine Lehre hat im Laufe der langen Menschheitsgeschichte mehr Menschen in ihren Bann gezogen, als die Astrologie! Doch was bezeichnen wir als Astrologie?

Unter Astrologie verstehen wir eine Lehre vom magischen Einfluß der Gestirne auf irdische Geschehnisse, wie das Schicksal des Menschen, die gesellschaftlichen Verhältnisse und die Natur. Wie aber der Einfluß der Gestirne vermittelt wird und was er im konkreten Fall bewirken und nicht bewirken kann, darüber gab es einen immerwährenden Streit [6]. Auf der einen Seite haben wir die „judiziarische Astrologie", die sog. Horoskoppraxis. Das Schicksal des Menschen ist demnach z. B. durch die Gestirnskonstellation zur Zeit der Geburt eindeutig vorherbestimmt. Diese Auffassung führt zu einem „Astralfatalismus", zu einer Hemmung der schöpferischen Aktivität und macht den Menschen gefügig, sein Schicksal zu ertragen. Gegen diese Form der Astrologie, die im Volk, mehr oder weniger ausgeprägt, weit verbreitet war, erhoben einzelne Astrologen und Gegner der Astrologie schon früh ihre Stimme. „Die Sterne machen uns nur geneigt, sie zwingen nicht", war einer der Leitsätze der sogenannten „gelehrten Sterndeutung". Demnach übt der astrale Einfluß auf den Menschen keinen Schicksalszwang aus und eine Zukunftsdeutung mittels Horoskop ist unmöglich.

Die Gegner der judiziarischen Astrologie warnten sehr häufig, und mit Recht, vor den ethisch-moralischen Konsequenzen dieser Horoskoppraxis. So schrieb H. BRUCAEUS (1530 bis 1593, Professor an der Rostocker Universität):

„Nimmt man an..., daß die Gestirne alle irdischen Veränderungen hervorbringen, und daß sie Einfluß auf die Seelenkräfte und auf die Moralität des Menschen haben: so geht sogleich der freye Wille verlohren, so sind wir Sclaven der himmlischen Kräfte, und niemand ist für seine Handlungen verantwortlich." In diesem Zusammenhang ist auch die vieldiskutierte Astrologie J. KEPLERS zu nennen, der ebenfalls die Horoskoppraxis zurückwies (obwohl er sie aus finanziellen Gründen ausüben mußte), doch eine Wirkung der Gestirne auf den Menschen als selbstverständlich annahm. KEPLER betrachtete den Menschen als Teil eines großen Weltorganismus und meinte, daß die Stellung der Gestirne zueinander (Opposition, Quadratur usw.) das menschliche Gemüt errege, ähnlich, wie es die Musik vermag.

In der „gelehrten Sterndeutung" entsteht ein Bild der Stellung des Menschen in der Welt, das durchaus nicht die Kleinheit und Nichtigkeit des Menschen lehrt, sondern ihn als Bestandteil eines kosmischen Organismus ansieht, mit der Fähigkeit ausgestattet, sich mit den kosmischen Geschehnissen, die durch die Gestirne verursacht oder angezeigt werden, aktiv auseinanderzusetzen. (Zwischen beiden Richtungen der Astrologie gab es jedoch mannigfache Übergänge.) Jedoch blieb diese Auffassung von der Astrologie auf wenige Gelehrte beschränkt, wie überhaupt die Astrologie bis ins 17. Jahrhundert hinein nur wenige Gegner hatte [1].

Die berufliche Ausbildung der Astrologen

Um dies darzustellen, müssen wir einen Blick auf den mittelalterlichen Universitätsbetrieb werfen [3]. Alle Studenten hatten im Rahmen der „septem artes liberales" (die „Sieben Freien Künste") die Fächer Grammatik, Dialektik, Rhetorik, Arithmetik, Musik, Geometrie und Astronomie zu belegen. Der Inhalt des Lehrstoffes der Astronomie war auf die gesellschaftlichen Bedürfnisse bezogen: Der Bau der Sphäre, Haupt- und Nebenkreise, Finsternistheorie, Klimazonen der Erde, Jahreszeiten, Planetenbewegung, Kalender- und Zeitrechnung, Aufstellen und Deutung des Horoskops. Damit war die Voraussetzung dafür geschaffen, daß die Astrologie eine solche Breitenwirkung bekommen konnte.

Astrologen finden wir in den verschiedensten Berufsgruppen, unter den Ärzten, Theologen, Schul- und Universitätslehrern, sowie unter städtischen und feudalen Beamten. Ihre Zahl ist besonders im 15. bis 17. Jahrhundert sehr groß. Fast jeder kleine und große feudale Herrscher, viele hohe kirchliche Würdenträger hielten sich ihren Hofastrologen, der häufig auch ihr Leibarzt war. In den Städten übte in der Regel der Stadtmedikus die öffentlichen Pflichten des Astrologen aus.

Für diese berufsfremden Astrologen war die Tätigkeit des ausgebildeten Astronomen eine Voraussetzung. Der professionelle Astronom lieferte Grundlagen zur Horoskopberechnung. Das waren vor allem Tafeln der scheinbaren Bewegung der Himmelskörper. Er berechnete Finsternisse und Konstellationen und nahm dadurch den praktizierenden Astrologen die komplizierten Berechnungen ab, denen die zahlreichen Kalenderautoren gar nicht gewachsen waren.

Astrologische Literatur und ihre Leser

Die astrologische Literatur läßt sich in zwei Gruppen teilen: die astrologische Grundlagenliteratur und die Gebrauchsliteratur. Zur Grundlagenliteratur gehören Lehrbücher und Kompendien der Astrologie. Das waren Werke antiker und vor allem spätlateinischer und arabischer Autoren. Die astrologische Gebrauchsliteratur, die man mit Recht als „Volksliteratur" bezeichnen kann, bestand aus Almanachen, Kalendern, Vorhersagen und astrologischen Volksbüchern. Welche Leserkreise angesprochen werden sollten, erhellt eine Analyse der Sprache, in der diese Schriften verfaßt wurden: Während nur 19% der bis 1500 gedruckten Werke der Grundlagenliteratur in deutscher Sprache gedruckt wurden, der Hauptteil in Latein, erschienen 65% der Gebrauchsliteratur dieser Zeit in deutscher Sprache [8]. Die Gebrauchsliteratur war also für breite Schichten der Bevölkerung geschrieben. Dem entsprachen auch die relativ geringen Preise der Almanache und Kalender, die nur einen geringen Umfang hatten und zum Teil Einblattdrucke waren. Die Auflagenhöhe der Almanache und Kalender ist lediglich in Einzelfällen bekannt, doch kann man eine Zahl von einigen Hundert bis zu einigen Tausend annehmen [5]. Da ihre Verbreitung immer nur lokal begrenzt war, müssen sie sehr viel gekauft worden sein. Das ist nicht verwunderlich, sprachen sie doch einen großen Leserkreis an.

Da viele Almanache und Kalender zahlreiche bildliche und symbolische Darstellungen enthielten (z. B. die Aderlaßfiguren, Sinnbilder landwirtschaftlicher Tätigkeiten und „Planetenkinderbilder"), waren sie auch für Menschen brauchbar, die keine entwickelte Lesefähigkeit besaßen. Neben der Bibel und dem Gesangbuch war der astrologische Kalender weitgehend die einzige Lektüre, welche die Menschen der unteren sozialen Klassen und Schichten besaßen, die sie lasen und die zur Bildung ihres Bewußtseins erheblich beitrugen.

Die Almanache und Kalender hatten einen typischen Aufbau: Sie enthielten die Jahreskennzeichen (z. B. Goldene Zahl und Sonntagsbuchstabe), das Kalendarium (nicht in den Almanachen; diese enthielten nur die Jahreskennzeichen), die Daten der Neu- und Vollmonde sowie die günstigen und ungünstigen Zeiten für medizinische Verrichtungen (Anwendung von Purgiermitteln, Aderlassen, Schröpfen, Einnehmen von Medizin und das Baden). Vor allem in den Kalendarien des 16. und 17. Jahrhunderts nahmen meteorologische Prognosen einen wichtigen Platz ein. Hier mischen sich oft astrologische Prophezeiungen mit den praktischen Erfahrungen des Landmanns.

Einen breiten Raum nehmen in der astrologischen Gebrauchsliteratur politische, religiöse und moralische Betrachtungen ein. Die astrologische Deutung solcher Himmelserscheinungen wie Planetenkonjunktionen, Finsternisse, Kometen und Meteore übte einen direkten ideologischen Einfluß zur Erhaltung der feudalen Gesellschaft aus, dem Herrschende und Beherrschte gleichermaßen unterlagen. Als Wirkung solcher astronomischen Ereignisse wurden grausige Bilder von Seuchen, Krieg und Erdbeben gemalt, oft theologisch gefärbt. So lautet z. B. der Titel einer Schrift von J. DASENIUS (Rostock 1618): „Christliche betrachtunge vnd einfeltiger Bericht vnd gründliche erklerung Des Cometen oder geschwantzeten Fewrsterns/welcher sich als ein sonderlich Zeichen des gefasseten Zorns Gottes ... hat sehen lassen". Durch die theologisch-astrologischen Deutungen wurden die Menschen zur Gefügigkeit gegen feudale Herrscher und zu religösem Eifer erzogen: Gott sende die „schrecklichen Himmelszeichen" dem Menschen zur Warnung und zur Strafe. Mehrfach wurde eine neue Sintflut prophezeit, so 1524, als sich mehrere Planeten im „wässerigen" Zeichen Fische trafen (vgl. Abb. S. 125). Später wurde diese Planetenkonstellation als Ursache für den Großen Deutschen Bauernkrieg 1524/25 angesehen.

Die Astrologie war so weit verbreitet, daß sie zu einem geschichtsbildenden Faktor wurde, indem sie das Denken der Menschen für Jahrhunderte wesentlich beeinflußte. Sie durchdrang mit ihren Lehren alle Bereiche des gesellschaftlichen Bewußtseins mehr oder weniger vollständig: Medizin, Meteorologie, Geschichtsbewußtsein, Politik, Philosophie, Moral [2]. Von der Geburt bis zum Tode begleitete die Astrologie das Leben der Menschen aller Klassen und Schichten. Das Volk machte sich die Astrologie zur Richtschnur seines Handelns in allen Angelegenheiten des Le-

bens – von den höchsten bis zu den alltäglichen, in Küche und Stall, in der Kinderstube und auf dem Feld. Dadurch erlangte der Astrologe eine bevorzugte Stellung.

Die große Wirkung der Astrologie beruhte ganz wesentlich darauf, daß die einzelnen Wissenschaften, soweit es sie überhaupt schon gab, nicht in der Lage waren, ein exaktes Weltverständnis zu liefern. Dabei konnte sie an alltägliche Beobachtungen des Zusammenhanges zwischen „himmlischen" und irdischen Erscheinungen, wie sie sich z. B. im Wettergeschehen zeigen, anknüpfen. Die Astrologie lieferte einen Ersatz für fehlende wissenschaftliche Kenntnisse, der zwar den Gegenständen nicht angemessen war, aber doch im Rahmen der historischen Gegebenheiten seine Berechtigung hatte.

Titelblatt einer astrologischen Prophezeiung über die Planetenkonjunktion von 1524 im Tierkreiszeichen Fische (Druck: Nürnberg 1523).

In der Astrologie liegen die Keime vieler wissenschaftlicher Erkenntnisse, die langsam aus dieser mythischen Hülle heraustraten: Da der astrologische Zweck zur Aufzeichnung z. B. astronomischer und meteorologischer Ereignisse führte, trug die Astrologie auch zum Fortschritt der Wissenschaften bei. In der Antike war sie eines der wichtigsten gesellschaftlichen Bedürfnisse für die Astronomie. Sie blieb es auch im Mittelalter bis ins 17. Jahrhundert, als nach und nach die ökonomischen Bedürfnisse für die Astronomie bestimmend wurden, z. B. die Schiffahrt.

Schon die großen Entdeckungen in der Astronomie von COPERNICUS, KEPLER, GALILEI u. a. lassen sich nicht mehr aus astrologischen Motiven erklären [4].

Astrologie heute

Um die Astrologie zurückzudrängen, bedurfte es grundlegender gesellschaftlicher Veränderungen. Die Herausbildung der bürgerlichen Gesellschaft, die sich in frühen Formen schon im 15. Jahrhundert (in den mittelalterlichen Städten) abzeichnete, schuf nicht nur die Grundlage für neue wissenschaftliche Entdeckungen, sondern auch für ein neues Weltverständnis. Die Menschen in der feudalen Gesellschaft waren in eine strenge Ständehierarchie eingegliedert. Diese ökonomischen Verhältnisse spiegelten sich im gesellschaftlichen Bewußtsein wider. Auch hier dominierte, gefördert von den herrschenden feudalen Klassen und Schichten, der Gedanke der Kleinheit und Ohnmächtigkeit des Menschen. Die gedachte Abhängigkeit von einem gottgewollten Schicksal, das durch die Gestirne vermittelt, verursacht oder angezeigt wird, kann nur als Entsprechung und Fortsetzung der irdischen Abhängigkeit im ökonomischen System des Feudalismus verstanden werden. Mit dem Schwinden dieser ökonomischen Grundlagen mußte sich auch ein Wandel im Geistigen ausbreiten. Er vollzog sich mit der Entstehung des Kapitalismus. Die direkt sichtbaren feudalen Abhängigkeiten wurden aufgelöst, Handwerk und Industrie dehnten sich aus. Jeder kleine Warenproduzent, jeder kapitalistische Unternehmer war stolz auf das aus eigener Kraft Erreichte.

Die Philosophie der Aufklärung brachte alles Alte vor den „Richterstuhl der Vernunft", wo es seine Berechtigung zu erweisen – oder abzutreten hatte. Die Astrologie konnte ihre Existenzberechtigung nicht erweisen, die von ihr gelehrte Abhängigkeit entsprach nicht der Geisteshaltung des Bürgertums.

Die Astrologie verlor an Wirkung, doch verschwand sie nicht völlig und hat sich bis heute erhalten. Bezeichnenderweise gibt es aber gerade in dieser Beziehung große Unterschiede zwischen den beiden Gesellschaftssystemen. Sterngläubigkeit stellt in unserm Land keine gesellschaftliche Erscheinung mehr dar. Dazu im Gegensatz stehen die entwickelten kapitalistischen Staaten, in denen nicht nur der Glaube an ein Himmelsschicksal, sondern auch an Teufel und Hexen ein ernst zu nehmendes gesellschaftliches Phänomen sind.

In einer Auflagenhöhe von 150 000 Exemplaren wöchentlich erschienen in der BRD 1974 die beiden astrologischen Zeitschriften „Das Neue Zeitalter" und „Neue Weltschau". 300 000 astrologische Kalender sind es dort jährlich. Astrologische Ratgeber erreichen Auflagen bis zu 300 000 Stück. Soziologische Untersuchungen 1974 ergaben: Vorrangiges Verbreitungsgebiet der Zeitschriften sind das überalterte Westberlin und Bayern. Das Durchschnittsalter der Leser beträgt 60 Jahre, 95 % der Leser haben nur Volksschulbildung. Befragungen ergaben: 45 % der BRD-Bevölkerung halten einen Einfluß der Sterne auf unser Schicksal für möglich oder bewiesen. Der Anteil der Frauen, die das für eine Tatsache halten, ist mehr als 3mal so hoch wie der der Männer! Doch die Konsumenten der Astrologie sind auch in den oberen Kreisen der Gesellschaft zu finden, bei Politikern und Künstlern. Nach wie vor wird alles aus den Sternen abgelesen: Für Großhändler die besten Tage für den Kaffeekauf, das Schicksal von Sängern, Versandhausbesitzern, das Wetter im kommenden Urlaub, die Zukunft von Firmen, Horoskope für Rennpferde, für Lottozahlen, für Mitarbeiter, die sich um eine Stelle bewerben, die besten Tage für Börsenspekulationen und natürlich für Politiker, wie eine Analyse der Zeitschrift „Der Spiegel" ergab [7].

Woraus resultiert die Blüte der Astrologie in den kapitalistischen Staaten insgesamt (die geschilderten Verhältnisse treffen ja prinzipiell nicht nur für die BRD, sondern für alle entwickelten kapitalistischen Staaten zu)? Die Zeitschrift „Der Spiegel" meinte dazu, „daß schlechte Zeiten in der Wirtschaft gute Zeiten für die (astrologische) Prognostik sind, wird durch die gegenwärtige Hochkonjunktur in der Sterndeuterei bestätigt" [7].

Diese Meinung ist sicherlich richtig. Die seit Jahren krisenhafte Entwicklung wird nicht einmal mehr von den betreffenden Regierungen bestritten. Dem Bestreben, diese krisenhaften Prozesse in der Produktion, den Finanzen, der Kultur und der Bildung und für die Arbeitslosigkeit zu beseitigen, steht immer wieder die Einsicht entgegen, daß die in Angriff genommenen Maßnahmen mehr oder weniger fruchtlos sind. Kann die gesicherte Existenz in kommenden Tagen nicht mit irdischen Mitteln gewährleistet werden, ist der Boden dafür bereitet, sich die Zukunft aus den Sternen, dem Kaffeesatz oder den Handlinien deuten zu lassen.

Andererseits ist zu bedenken, daß der Gedanke der Astrologie durch seine jahrhundertelange Tradition auch bei uns nicht schlagartig verschwinden kann. Manche Vorstellung und Gewohnheit, die auf alten Gestirnskult zurückgeht, findet sich in unserem Alltagsdenken. Weiß nicht fast jeder genau, „in welchem Sternbild" er geboren ist und schaut man an den Prophezeiungen aus „seinem" Sternbild völlig gleichmütig vorbei? Freilich, so ganz ernst wird das Horoskop kaum mehr genommen. Die gesellschaftliche Wirklichkeit unseres Landes zeigt sehr augenscheinlich, daß unser Leben im Guten, wie im Bösen nicht von himmlischen, sondern von ganz irdischen Verhältnissen abhängt und wir selbst den wichtigsten Anteil der Gestaltung unseres Lebens haben.

Literatur:

[1] BOLL, F.: **Sternglaube und Sterndeutung.** Leipzig Berlin 1926.

[2] GUNDEL, W.: **Sterne und Sternbilder im Glauben des Altertums und der Neuzeit.** Bonn Leipzig 1922.

[3] GÜNTHER, S.: **Geschichte des mathematischen Unterrichts im deutschen Mittelalter.** Berlin 1887.

[4] HAMEL, J.: **Die gesellschaftliche Stellung des Astrologen in der Geschichte.** In: Rostocker Wissenschaftshistorische Manuskripte, Heft 6 1981 (im Druck).

[5] HOFFMANN, L.: **Almanache des 15. und 16. Jahrhunderts und ihre Käufer.** In: Beitr. z. Inkunabelkunde, 3. F., H. 8 (im Druck).

[6] KNAPPICH, W.: **Geschichte der Astrologie.** Frankfurt/M. 1967.

[7] **Planeten, Propheten und Profite.** In: Der Spiegel, 28. Jg., 30. Dez. 1974, S. 62–71.

[8] ZINNER, E.: **Geschichte und Bibliographie der astronomischen Literatur in Deutschland zur Zeit der Renaissance.** Leipzig 1941.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Phil. JÜRGEN HAMEL
Archenhold-Sternwarte
1193 Berlin, Alt-Treptow 1

HANS JOACHIM HAUBOLD; REINER W. JOHN

Über die Entwicklung und den inneren Aufbau der Sonne

Die Sonne als Stern – Beobachtungsdaten

Seitdem sich eine Theorie des inneren Aufbaus und der Entwicklung von Sternen konstituierte (R. EMDEN 1907, A. S. EDDINGTON 1926, S. CHANDRASEKHAR 1939, M. SCHWARZSCHILD 1958, C. HAYASHI et al. 1962), steht immer wieder die Sonne im Mittelpunkt der Diskussionen neuer Erkenntnisse in der beobachtenden und theoretischen Sternphysik. Die Sonne ist der Prüfstein stellarer Physik; sie befindet sich in einem frühen (und damit weniger komplizierten) Stadium der Sternentwicklung und sollte als Hauptreihenstern durch ein einfaches Sternmodell beschrieben werden können. Der Grund für die zentrale Stellung der Sonne in der stellaren Astrophy-

sik ist, daß sie der der Erde am nächsten liegende Stern ist und daß wir sie deshalb besser als jeden anderen Stern beobachten können. Die bisherige Entwicklung der Sonnenphysik zeigt, wie immer neue physikalische Parameter der Beobachtung zugänglich werden (wir denken hier an den Nachweis der solaren Neutrinos, der Sonnenpulsationen u. a.) und wie als Folge davon die Theorie des inneren Aufbaus und der Entwicklung der Sonne einer Revision oder wenigstens einer Verfeinerung bedarf. Entgegen einer gelegentlich in der Literatur anzutreffenden Meinung steht der innere Aufbau der Sonne (und der Sterne überhaupt) in der Kompliziertheit den physikalischen Prozessen in den äußeren Bereichen, wie Photosphäre, Chromosphäre und Korona, nicht nach; wir werden im folgenden auf die Physik nur dieses inneren Bereiches der Sonne eingehen, der nicht zur Sonnenatmosphäre zählt.

Die Sonne ist wenigstens so alt wie die ältesten Gesteinsschichten der Erde und wie die gefundenen Steinmeteorite (sie stammen aus der Zeit der Herausbildung des Planetensystems): $\tau_{\odot} = (4{,}5^{t} \pm 0{,}2) \cdot 10^{9}$ Jahre. Die Leuchtkraft der Sonne wurde von der Erdoberfläche aus zu $L_{\odot} = 3{,}83 \cdot 10^{26}$ W bestimmt; dabei muß beachtet werden, daß dieser Wert wegen der Absorption in der Erdatmosphäre mit geringeren Unsicherheiten behaftet ist. Für die Sonnenmasse kann der Wert $M_{\odot} = 1{,}99 \cdot 10^{30}$ kg angegeben werden. Mit der Leuchtkraft und dem Sonnenradius $R_{\odot} = 6{,}96 \cdot 10^{8}$ m ist die Effektivtemperatur der Sonne über das STEFAN-BOLTZMANNsche Gesetz ($L_{\odot}/4\pi R_{\odot}^{2} = acT^{4}_{eff}/4$, c: Lichtgeschwindigkeit, a: STEFAN-BOLTZMANN-Konstante) bestimmt: $T_{eff} = 5785$ K. Die chemische Zusammensetzung der Photosphäre, sie kann spektroskopisch bestimmt werden, zeigt einen Massenanteil Wasserstoff von $X = 0{,}71$, Helium von $Y = 0{,}265$ und schwereren Elementen von $Z = 0{,}025$ (es gilt für die relativen Massenanteile $X + Y + Z = 1$ oder, in Prozenten: $71\,\% + 26{,}5\,\% + 2{,}5\,\% = 100\,\%$). Die bisher angegebenen Größen $\tau_{\odot}$, $L_{\odot}$, $R_{\odot}$, $M_{\odot}$, X, Y und Z sind die Grundlage für die Berechnung einer Entwicklungsfolge von Sonnenmodellen (in diesem Sinne entsprechen sie dem Mindestsatz von notwendigen Beobachtungsdaten).

Zwei weitere und schon sehr früh beobachtete Erscheinungen auf der Sonne sind ihre Rotation und ihr Magnetfeld (HALE 1908, BABCOCK 1952); die zugeordneten Kräfte können bekanntlich Abweichungen von der sphärischen Symmetrie bewirken und, abhängig von ihrer Stärke, auch Einfluß auf die Entwicklung und den inneren Aufbau der Sonne haben.

Die Entwicklung der Sonne

Eigengravitation als Ursache der Kontraktion interstellarer Materie

Gemäß unseren heutigen Vorstellungen bildete sich die Sonne (wie alle Sterne) aus interstellarer Materie. JEANS (1929) gab eine kritische Masse $M_k \geq A\,(RT/\mu G\varrho^{1/3})^{3/2}$ als obere Grenze für dynamisch stabile Teilmassen des interstellaren Mediums an (R: Gaskonstante, μ: mittleres Molekulargewicht, G: Gravitationskonstante); das isotherme interstellare Medium wird durch die Temperatur T und die mittlere Materiedichte ϱ charakterisiert. Für die dimensionslose Konstante berechnete JEANS den Wert $A = 9.84$; dieser Wert ist schwach abhängig von der Dichteverteilung und dem thermischen Verhalten der Materie bei ihrer Kompression.

Die entscheidende Frage in unseren Vorstellungen ist aber, was die Ursache für die Kontraktion interstellarer Materie ist und welche Kräfte diese Kontraktion unterstützen.

Es liegt nahe, für die Verdichtung einer interstellaren Wolke ihre Eigengravitation verantwortlich zu machen, und es ist verwunderlich, daß nicht das gesamte interstellare Medium in unserer Galaxis bereits zu Sternen kondensiert ist. Der Eigengravitation des interstellaren Mediums wirken Zentrifugalkräfte, die durch die Rotation der Wolken hervorgerufen werden, sowie innere Druckkräfte, u. a. erzeugt durch die thermische Bewegung der Gaspartikel und auch durch Strömungen in den Wolken, entgegen. Diese Bewegungen wurden durch Analyse der Spektren derartiger Gaswolken (ihre Temperatur liegt in der Größenordnung 80 bis 100 K und ihre Masse beträgt etwa $M \approx 10^{3}\ M_{\odot}$) nachgewiesen. Stehen in der Nähe der Wolken heiße Sterne, so werden diese Wolken aufgeheizt; sie besitzen neben ihrer Rotationsenergie eine beträchtliche thermische Energie der chaotischen Teilchenbewegungen.

Somit ist erwiesen, daß interstellare Materiewolken nur dann kontrahieren können, wenn die Gravitationsenergie die Energie der inneren Bewegung übertrifft. Die Verdichtung der Wolke kann durch einen äußeren Druck von Gasen, die von heißen Sternen der Umgebung „weggestoßen" oder die bei einer Novaexplosion in den interstellaren Raum „geblasen" werden, Unterstützung finden. Im Verlauf der Verdichtung der interstellaren Wolke (mit einer Masse von etwa $\approx 10^{3}\ M_{\odot}$) setzt eine Fragmentation ein, das heißt, die Wolke

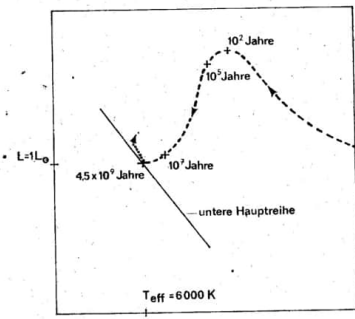
zerfällt in kleinere Teile unterschiedlicher Masse. Die weitere Kontraktion dieser Teilmassen (Fragmente) erfolgt unabhängig voneinander, ihre Temperatur steigt an und führt schließlich zur Herausbildung sogenannter „Protosterne". Mit der Entwicklung der Fragmente zu Protosternen wird das Gas undurchsichtig, die auf Kosten seiner Eigengravitation freigesetzte thermische Energie kann nur zu einem Bruchteil abgestrahlt werden und die Temperatur steigt weiter an. Auf diese Weise sollte sich auch die Protosonne als Bestandteil eines massereicheren Systems von Protosternen herausgebildet haben.

Einfluß von Rotation und Magnetfeld auf die gravitative Kontraktion

Beobachtungen zeigen, daß die Sonne differentiell rotiert. Am Äquator beträgt die siderische Rotationsdauer 24,8 Tage, am Pol etwa 31 Tage. Als mittlere Rotationsdauer gibt man gewöhnlich 25,38 Tage an; die zugeordnete Winkelgeschwindigkeit beträgt $\omega = 2{,}86 \cdot 10^{-6}\ s^{-1}$.
Gleichfalls weisen Beobachtungen darauf hin, daß die Sonne ein allgemeines Magnetfeld der Stärke $B \approx 10^{-4} \ldots 2 \cdot 10^{-4}$ T besitzt, und es kann angenommen werden, daß dieses Feld auch die Ursache anderer magnetischer Phänomene auf der Sonnenoberfläche (22jähriger Sonnenzyklus, Sonnenflecken u. a.) ist.
Wie im Zusammenhang mit der Kontraktion der interstellaren Materie schon gesagt, führen die interstellaren Wolken wahrscheinlich eine langsame Drehbewegung aus. Verringert sich im Verlauf der Verdichtung der Materie die Ausdehnung der (nach der Fragmentation entstandenen) Protosonne, erhöht sich entsprechend ihre Rotationsgeschwindigkeit. Bis zum Hauptreihenstadium der Sonne stiege ihre Rotationsgeschwindigkeit so stark an, daß die Kontraktion zum Stillstand kommen müßte. Da aber die Sonne in der heute beobachteten Form existiert, muß ein Mechanismus existieren, der Rotationsenergie der Protosonne abtransportiert! Um diesen Mechanismus zu finden, betrachten wir zunächst das Magnetfeld.
Die interstellare Materie und damit auch die Spiralarme unserer Galaxis, werden von Magnetfeldern durchzogen. Kontrahiert eine Wolke interstellarer Materie, so sollte auch das „eingefrorene" Magnetfeld an dieser Verdichtung teilnehmen, es wird von der Materie mitgeführt. Besitzt die interstellare Materie eine entsprechend hohe Temperatur, so ist das Gas ionisiert — die Elektronen sind von den Atomkernen getrennt. Das Gas befindet sich somit im Plasmazustand und besteht aus positiv geladenen Ionen und negativ geladenen Elektronen. Bekanntlich wird die Bewegung eines geladenen Teilchens im Magnetfeld senkrecht zur Feldrichtung abgebremst und auf eine schraubenförmige Bahn in Richtung der Feldlinien abgelenkt.
Damit zurück zur schnell rotierenden Protosonne — sie kann auf Grund der schnellen Rotation Masse verlieren, die am Äquator abströmt. Diese Materie nimmt ihr Magnetfeld mit, und das Feld wird von dem sich bildenden Materiering und der weiter kontrahierenden schnell rotierenden Protosonne festgehalten (Speichenradmodell). Über die Materiering und Protosonne verbindenden Feldlinien wird Rotationsenergie transportiert, was zur Abbremsung der Protosonne führt und ihre weitere Kontraktion ermöglicht.
Diese Modellvorstellung zeigt, welchen entscheidenden Einfluß die Wechselwirkung von Rotation und Magnetfeld auf die Entstehung der Sonne haben könnte.

Der Entwicklungsweg der Protosonne im HERTZSPRUNG-RUSSELL-DIAGRAMM

Im folgenden werden wir den Entwicklungsweg der Sonne im HERTZSPRUNG-RUSSELL-DIAGRAMM vom Stadium der Protosonne bis zum Hauptreihenstadium verfolgen. Ist in ihrer Entwicklung das Stadium der Protosonne erreicht, kann sie als isoliertes Objekt, unabhängig von den anderen Haufensternen, betrachtet werden.[1]



Schematischer Entwicklungsweg der Protosonne im HRD.

Wir haben im vorletzten Abschnitt festgestellt, daß die Temperatur des inneren Bereiches (weiterhin als Zentralgebiet der Protosonne be-

[1] Diese Aussage gilt nicht für Mehrfachsterne. Wir schränken deshalb unsere Überlegungen auf Einzelsterne ein.

zeichnet) bei der Kontraktion der Protosonne stark ansteigt, im Gegensatz zu den Energie abstrahlenden äußeren Bereichen (weiterhin als Hülle der Protosonne bezeichnet). Im HRD (vgl. die Abb.) müßte die Protosonne weit rechts unten außerhalb des angegebenen Diagrammbereiches eingetragen werden. Erreicht die Temperatur im Zentralgebiet etwa den Wert $1{,}5 \cdot 10^3$ K, so wird der molekulare Wasserstoff, der den größten Massenanteil der bisherigen Protosonne stellt, in die atomare Form aufgebrochen. Die für diesen Prozeß aufzuwendende Energie wird dem Reservoir Gravitationsenergie entnommen und die Protosonne erleidet einen „Kollaps". In dieser plötzlichen Kontraktion wiederum wird so viel Energie freigesetzt, daß nicht nur molekularer Wasserstoff aufgebrochen, sondern auch Wasserstoff und Helium ionisiert werden. Dieser Kollaps dauert die (in astronomischen Maßstäben) extrem kurze Zeit von $\approx 10^2$ Jahren und in dieser Zeit zieht sich das Zentralgebiet der Protosonne, deren Durchmesser anfänglich etwa 50 Erdbahndurchmesser betrug, auf 0,12 Erdbahndurchmesser zusammen. Die Masse der Hülle „regnet" auf das Zentralgebiet herab, so daß die Kontraktion dort – auf Kosten der Hülle – rascher vonstatten geht als in den äußeren Bereichen der Protosonne. Diese Erkenntnisse verdanken wir theoretischen Modellrechnungen. Im Verlauf des Kollaps erhöhen sich Leuchtkraft, Dichte und Temperatur der Protosonne beträchtlich. Die von ihr nach außen abgegebene Energie wird in diesem Stadium der Entwicklung der Sonne im Zentralgebiet bereits durch Strahlung und in der Hülle durch Konvektion transportiert. Noch vor wenigen Jahren nahm man dagegen an, daß die Protosonne ihre Energie vollkonvektiv transportiert (die sogenannte HAYASHI-Phase, 1961). Wärmeleitung ist auf Grund der zu geringen Materiedichte als Energietransportmechanismus auszuschließen. Im HRD bewegt sich die Protosonne weiter nach links und oben – sie wird heißer und heller. Im weiteren Verlauf der Kontraktion zieht sich die Konvektionszone der Hülle noch weiter zurück, im HRD bewegt sich die Protosonne noch weiter nach links, aber nun nach unten in Richtung der Hauptreihe.

Diese theoretischen Ergebnisse werden in gewisser Weise durch Beobachtungen untermauert. Die in Sternen in geringem Maß vorkommenden Elemente Deuterium, Lithium, Beryllium und Bor gehen Kernreaktionen bei Temperaturen $T \approx 10^6$ K ein, also bei niedrigeren Temperaturen als Wasserstoff. Sie fangen, wenn sie in der Protosonne in Bereichen mit dieser Temperatur auftreten, Protonen ein und zerfallen in Heliumkerne. Wäre die Protosonne vollkonvektiv gewesen, so würden diese Elemente wenigstens einmal durch das Zentralgebiet geströmt und völlig in Helium umgewandelt worden sein. Beobachtungen zeigen, daß Beryllium und Bor in der heutigen Sonnenatmosphäre und auf der Erde mit gleichen Massenanteilen erscheinen, während Deuterium und Lithium auf der Erde wesentlich häufiger als auf der Sonne auftreten. Wir können somit annehmen, daß die Protosonne in ihrem Zentralgebiet, als dieses konvektiv war, eine Temperatur erreichte, die nur für Deuterium- und Lithiumreaktionen ausreichte, nicht aber für Beryllium- und Borreaktionen. Obwohl die Temperatur im Zentralgebiet weiter anstieg, konnten immer nur Deuterium und Lithium verbrannt werden, während Beryllium und Bor – die Konvektionszone zog sich zurück – nie in zentrale Bereiche transportiert wurden, in denen eine ausreichende Temperatur für ihre Verbrennung herrschte.

Innerer Aufbau der Sonne

Die Sonne – ein Stern auf der Hauptreihe im HERTZSPRUNG-RUSSELL-DIAGRAMM

Die Kontraktion der Protosonne wird dann gestoppt, wenn sie im HRD die Hauptreihe erreicht und die Temperatur im Zentrum etwa den Wert $T \approx 10^7$ K erreicht hat. Diese Temperatur reicht aus, um die Atomkerne des Wasserstoffs zur Reaktion zu führen – die Sonne hat das Stadium des Wasserstoffbrennens erreicht, das für den größten Teil ihrer Lebensdauer bestimmend sein wird. Die durch die Wasserstoffkernreaktionen freigesetzte Energie führt zu einem Gasdruck, der den Druck der Gravitationskraft kompensiert und die weitere Kontraktion verhindert. Die Sonne gelangt in den Zustand des hydrostatischen Gleichgewichts, und dieses Gleichgewicht der nach innen und außen gerichteten Kräfte wird solange aufrecht erhalten, solange im Zentralgebiet Wasserstoff in Helium verbrannt wird (das sind etwa 10% des insgesamt vorhandenen Wasserstoffvorrats). Die Zeitdauer, die die Sonne im Stadium des Wasserstoffbrennens verweilen wird, läßt sich leicht abschätzen: $\tau_H \approx E_{nuc}/L_\odot = \Delta X \cdot \Delta M \cdot M_\odot \cdot c^2/L_\odot = 1{,}0 \cdot 10^{10}$ Jahre; darin sind ΔX der Anteil des verbrannten Wasserstoffvorrats im Kern (die erwähnten 10%) ΔM die Massendifferenz bei der Fusion von Wasserstoff zu Helium.

Die Wasserstoffusion verläuft in der Sonne über die Proton-Proton-Kette, ein charakteristisches Merkmal von Sternen kleiner Masse, die immer ein Zentralgebiet besitzen, in dem die Energie durch Strahlung transportiert wird. (In massereichen Sternen wird Wasser-

stoff über den Kohlenstoff-Stickstoff-Sauerstoff-Zyklus fusioniert.) Die Hülle der Sonne besitzt eine vergleichsweise niedrige Temperatur und hält den Strahlungsstrom so stark zurück, daß in ihr die Energie durch Konvektion transportiert werden muß.

Da die Sonne kein konvektives Zentralgebiet besitzt (im Gegensatz zu massereichen Sternen) und das entstehende Helium nicht mit der anderen Sonnenmaterie durchmischt wird, resultiert im Verlauf der Entwicklung eine inhomogene chemische Zusammensetzung. Mit der Veränderung des Wasserstoffanteils im Zentralgebiet der Sonne verändern sich auch ihre Zustandsgrößen, und im HRD wandert sie langsam ein kleines Stück die Hauptreihe aufwärts. Wie weiter oben schon angegeben wurde, hat die Sonne mit einem Alter von $\tau_\odot = 4{,}5 \cdot 10^9$ Jahren erst die Hälfte des Weges im HRD für das Wasserstoffbrennen zurückgelegt. Auf diesem Weg bleibt der Sonnenradius etwa konstant, Oberflächentemperatur und Leuchtkraft nehmen langsam zu. Hier muß darauf hingewiesen werden, daß in Sonnenmodellrechnungen die heute für die Photosphäre beobachtete chemische Zusammensetzung (wir haben sie weiter oben angegeben) als Ausgangszusammensetzung für das Null-Alter-Hauptreihenmodell (der Zeitpunkt, in dem die Protosonne das hydrostatische Gleichgewicht erreicht) zugrundegelegt wird. Diese theoretischen Rechnungen zeigen, daß sich die Leuchtkraft in den vergangenen $\tau_\odot = 4{,}5 \cdot 10^9$ Jahren von $L = 0{,}65\ L_\odot$ auf $L = 1\ L_\odot$ erhöht hat (diese Aussage erweist sich allerdings als nicht konsistent mit Ergebnissen der Paläoklimatologie, die $L = (1 \pm 0{,}05)\ L_\odot$ angibt). Die Modellrechnungen liefern außerdem für das Zentrum der Sonne zum jetzigen Zeitpunkt $T_c = 1{,}5 \cdot 10^7$ K, $\varrho_c = 1{,}6 \cdot 10^5$ kgm^{-3}, $P_c = 3{,}4 \cdot 10^{16}$ Pa, $X_c = 0{,}38$, $Y_c = 0{,}60$, $Z_c = 0{,}02$.

Solare Energiefreisetzung und solare Neutrinos

Obwohl bereits in den 30er Jahren VON WEIZSÄCKER und BETHE erkannten, daß bestimmte thermonukleare Reaktionen — heute faßt man sie in der Proton-Proton-Kette und dem Kohlenstoff-Stickstoff-Sauerstoff-Zyklus zusammen — die Energiequelle der Sonne sein müssen, wird dem Problem der solaren Energiefreisetzung auch heute noch große Aufmerksamkeit geschenkt. Dafür gibt es gewichtige Gründe.

Das Wasserstoffbrennen der Sonne verläuft überwiegend (etwa zu 97%) über die Proton-Proton-Kette; der Anteil des CNO-Zyklus an der solaren Energiefreisetzung kann somit vernachlässigt werden. Wie mittels der Theorie der Kernreaktionen gezeigt werden kann, ist diese Energiefreisetzung stark abhängig von der Temperatur im Zentralgebiet der Sonne ($\varepsilon_{pp} \sim T^5\ \varrho\ X^2$; mit ε_{pp} wird die Energiefreisetzungsrate der Proton-Proton-Kette bezeichnet). In der Wechselwirkung der Kerne des Wasserstoffs, der Protonen, wird zuerst das als schweres Wasserstoffisotop bekannte Deuterium produziert: $^1H + {}^1H \rightarrow {}^2H + e^+ + \nu$. Diese Reaktion verläuft sehr langsam und nur durch die gewaltige Zahl von vorhandenen Protonen gewinnt diese Reaktion für die Energiefreisetzung große Bedeutung. Eine zweite Möglichkeit der Synthese von Deuterium ist die Beteiligung eines Elektrons (e^-) an der Protonenreaktion (wir haben darauf hingewiesen, daß der Wasserstoff vollständig ionisiert vorliegt): $^1H + e^- + {}^1H \rightarrow {}^2H + \nu$. Zu jeder dieser Reaktionen wird ein Neutrino (ν) freigesetzt. In den darauffolgenden Reaktionen der Proton-Proton-Kette wird aus Wasserstoff, Deuterium und dem daraus synthetisierten Helium-3 das Helium-4 aufgebaut. Als Summenreaktion können wir schreiben: $4\ {}^1H \rightarrow {}^4He + 2e^+ + 2\nu + 26{,}7$ MeV. Neben ^1H, ^2H und ^3He spielen aber noch drei weitere Atomkerne bei der Synthese von ^4He eine entscheidende Rolle. Sie sind uns in den vorangegangenen Abschnitten schon begegnet: Beryllium (^7Be), Lithium (^7Li) und Bor (^8B). Von besonderem Interesse sind sie deshalb, weil beim Elektroneneinfang von ^7Be und beim radioaktiven Zerfall von ^8B je ein Neutrino freigesetzt wird: $^7Be + e^- \rightarrow {}^7Li + \nu$ $^8B \rightarrow {}^8Be + e^+ + \nu$. Den Neutrinos wird in der Astrophysik eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt (wir berichteten in dieser Zeitschrift schon darüber — **17** (1980) H. 2, 29—33 —), da sie in allen Entwicklungsstadien der Sterne emittiert werden und ihr Nachweis Einsicht in die physikalischen Bedingungen in den Zentralgebieten der Sterne erlaubt. Da die Sonne der der Erde am nächsten gelegene Stern ist, galten die ersten Versuche dem Nachweis der solaren Neutrinos. Die Grundlage ist die Reaktion $^{37}Cl + \nu \rightarrow {}^{37}Ar + e^-$. (Sie ist die Umkehrung des gewöhnlichen β-Zerfalls von ^{37}Ar). Für dieses Experiment, an dem bereits seit 30 Jahren gearbeitet wird, stellten R. DAVIS und seine Mitarbeiter einen Tank mit 390 000 l Perchloräthylen (C_2Cl_4) in einer Mine 1480 m unter der Erde auf. Nach jeder Meßperiode von etwa drei Monaten wird die erzeugte Menge des radioaktiven ^{37}Ar gemessen. Die aus den Experimenten der vergangenen 10 Jahre folgende mittlere Argonerzeugungsrate ist etwa 0,4 Argonatome pro Tag. Demgegenüber steht aber eine in theoretischen Sonnenmodellen geforderte Argonerzeugungsrate von 1,2 Argon-

atomen pro Tag. Die Ergebnisse aus Theorie und Experiment unterscheiden sich somit um den Faktor 3. Obwohl in den vergangenen Jahren zahlreiche Hypothesen zur Behebung dieser Diskrepanz aufgestellt wurden, konnte sie noch nicht beseitigt werden. Es bleibt die Aufgabe für die Zukunft, die Ursache dieses Widerspruchs in der Astrophysik (Sonnenmodell), Kernphysik (thermonukleare Reaktionen) oder Elementarteilchenphysik (Neutrinophysik) aufzudecken.

Literatur:

ALLEN, C. W.: **Astrofizičeskie Veličiny** (Übers. a. d. Engl.). Mir, Moskva 1977.
HAUBOLD, H. J.; RUBEN, G.: **Das Sonnenmodell und der Nachweis der Sonnenneutrinos.** In: Die Sterne. 53 (1977) 65–74.
KAPLAN, S. A.: **Physik der Sterne** (Übers. a. d. Russ.). B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig 1980.
SKLOVSKIJ, I. S.: Zvězdy – ich rožděnie, žižn' i smert'. Nauka, Moskva 1977.
TREDER, H.-J.: **Probleme und Problematik der astronomischen Forschung.** In: Astronomie in der Schule 14 (1977) 131–134.
UNSÖLD, A.: **Der neue Kosmos.** Heidelberger Taschenbücher 16/17. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York 1967.

Anschrift der Verfasser:
Dr. rer. nat. HANS JOACHIM HAUBOLD
1500 Potsdam, Telegrafenberg
Zentralinstitut für Astrophysik der Akademie der Wissenschaften der DDR
Dr. rer. nat. REINER W. JOHN
1502 Potsdam-Babelsberg, Rosa-Luxemburg-Str. 17a
Zentralinstitut für Astrophysik der Akademie der Wissenschaften der DDR

UWE WALTHER

Zu den Funktionen der obligatorischen Schülerbeobachtungen

Im Heft 5/1979 dieser Zeitschrift schrieb H. LAMBRECHT über die Rolle von Beobachtung und Theorie in der Astronomie. Der folgende Beitrag geht auf die Funktionen der obligatorischen Beobachtungen im Astronomieunterricht ein.

In der astronomischen Wissenschaft haben die Beobachtungen allein Erkenntnisfunktionen zu erfüllen. Im Astronomieunterricht dienen sie „in erster Linie der Verbindung von Theorie und Praxis und wichtigen Erziehungsaufgaben" [1, 32].

Den Schülerbeobachtungen im Fach Astronomie kommen demnach neben den Erkenntnisfunktionen weitere Funktionen zu, die sich aus den Aufgaben des Faches für den Bildungs- und Erziehungsprozeß ergeben. Zur weiteren Verbesserung der Qualität der Beobachtungsabende ist es notwendig, sich Klarheit über die Funktionen der astronomischen Schülerbeobachtungen zu verschaffen und sie als integrierenden Bestandteil des gesamten Astronomieunterrichts zu verstehen. Hier soll der Versuch unternommen werden, wesentliche Funktionen der Schülerbeobachtungen zu bestimmen. Wir folgen dabei dem Zielsystem unseres Astronomieunterrichts [2, 13 ff].

Funktionen der Beobachtungen

Beobachtungen werden durchgeführt, um

1. *der Gewinnung von Erkenntnissen und der Aneignung von Kenntnissen (Sach-, Verfahrens-, Norm und Wertkenntnisse) zu dienen,*
2. *einen Beitrag zur Entwicklung und Weiterentwicklung des Könnens zu leisten und*
3. *zur Erziehung zur Weltanschauung und Moral der Arbeiterklasse (Einstellungen und Überzeugungen, Verhaltensweisen und Charaktereigenschaften) beizutragen.*

Diese Funktionen stehen miteinander in einem engen, wechselseitigen Zusammenhang. Der Erkenntnisfunktion (Sachkenntnisse) kommt eine zentrale Stellung zu, denn Beobachtungstätigkeit ist in erster Linie Erkenntnistätigkeit. Die Auseinandersetzung mit dieser Funktion erscheint uns als ein entscheidender Ansatzpunkt für die Überwindung des oft noch praktizierten Nebeneinanders von Beobachtung und Unterricht. Deshalb wollen wir uns in den weiteren Ausführungen in diesem Beitrag auf die Diskussion dieser Funktion beschränken.

Zur Erkenntnisfunktion der Beobachtung (Sachkenntnisse)

Zwei Besonderheiten der obligatorischen Schülerbeobachtungen müssen in diesem Zusammenhang herausgestellt werden:

Erstens sind die Beobachtungsaufgaben eines Beobachtungsabends verschiedenen, zeitlich zum Teil erheblich auseinanderliegenden Unterrichtsinhalten zuzuorden.

Zweitens wird vom Lehrplan offengelassen, ob die Beobachtungen **vor** oder **nach** der unterrichtlichen Behandlung des entsprechenden Lehrstoffes durchgeführt werden sollen.

Der Lehrplan für Astronomie fordert hierzu lediglich „zu gewährleisten, daß die Beobachtungsergebnisse in den Unterricht einfließen und entweder der Gewinnung oder Festigung von Erkenntnissen dienen" [1, 8].

Damit eröffnen sich folgende Möglichkeiten zur Einbeziehung der Beobachtungsaufgaben in den Erkenntnisprozeß des Astronomieunterrichts:

a) **zur Gewinnung empirischen Materials** als Grundlage für eine Weiterverarbeitung im nachfolgenden Unterricht.

b) zur **Bestätigung von** im vorangegangenen Unterricht erarbeiteten **Prognosen oder Hypothesen.**
c) zur **Festigung und Erweiterung von** im vorangegangenen Unterricht erworbenen und bereits relativ gesicherten **Erkenntnissen.**

Im ersten Fall gehen die Lösungen der Beobachtungsaufgaben der Behandlung des Stoffs im Unterricht voraus, in den beiden anderen Fällen folgen sie der unterrichtlichen Behandlung nach. Welcher Weg ist nun am effektivsten für den Erkenntnisprozeß und daher zu bevorzugen?

Werden die Beobachtungen **vor** der unterrichtlichen Behandlung des entsprechenden Stoffes durchgeführt, dann darf sich der Lehrer später im Unterricht auf Erfahrungen der Schüler bei der Beobachtung einiger wesentlicher astronomischer Objekte und Erscheinungen stützen, und der Lernprozeß kann auf Konkretes in seiner sinnlich gegebenen Erscheinungsform aufbauen. Es dürften **richtige Vorstellungen** z. B. über den Anblick der Mondoberfläche, eines Planeten und eines Sterns mit bloßem Auge und im Fernrohr bestehen. Der Schüler weiß, wie ein Doppelstern oder ein offener Sternhaufen aussieht. Ihm fällt das **Abstrahieren** leichter: Wird die drehbare Schülersternkarte erst dann eingeführt, wenn erste Orientierungsübungen unter dem Sternhimmel stattgefunden haben, dann erleichtert diese Methode die weitere Arbeit mit ihr [3]. Die Auswertung eigener Beobachtungen im Unterricht unter Bezugnahme auf das Protokoll **festigt** das bereits Kennengelernte. Von besonderem Wert für den Erkenntnisprozeß im Unterricht aber ist die **theoretische Weiterverarbeitung** der Beobachtungsergebnisse analog dem Erkenntnisweg der Wissenschaft von der Empirie zur Theorie. Bestimmte Erscheinungen, wie die festgestellten Farben oder scheinbaren Helligkeiten der Orionsterne, müssen **interpretiert** werden. Andere Ergebnisse werden einer **Verallgemeinerung** zugeführt. Beispielsweise läßt sich der Begriff „Doppelstern" mit Hilfe der Protokollskizze zum Doppelsternsystem Mizar und durch Vermittlung weiterer Informationen (allmähliche gegenseitige Lageveränderung der Komponenten und Schlußfolgerungen hieraus auf Bahnform und Umlaufzeit derartiger Objekte, Hinzuziehen von weiterem Material wie etwa der Lehrbuchabbildung 80/1 [4]) entwickeln. Dieser Begriff kann anschließend leicht auf die Bedeckungssterne angewendet werden. Ohne Ausnahme eignen sich alle im Lehrplan ausgewiesenen Beobachtungen zur Durchführung **vor** der Behandlung des zugeordneten Stoffs im Unterricht. Dagegen lassen sich nur wenige Aufgaben zur Bestätigung von Prognosen oder Hypothesen und damit analog dem wissenschaftlichen Weg von der theoretischen Erkenntnisgewinnung zur empirischen Erkenntnissicherung einsetzen. Hierzu gehören Beobachtungen zum Nachweis

- der scheinbaren täglichen Bewegung der Sterne
  - als Folge der Drehung der Erde,
- der Venusphase
  - als Folge der wechselnden geometrischen Konstellation von Sonne, Venus und Erde.

Bei der Nutzung der Beobachtungen zur Festigung des mit den Beobachtungsaufgaben verbundenen Unterrichtsstoffs erfährt das Kennenlernen und Wiederholen, das Ausführen und Üben der **Arbeitsverfahren** stärkere Betonung. Dieser Weg ähnelt dem Vorgehen in einem Praktikum. So ist beispielsweise die Beobachtung des Mondes oder eines Planeten wegen der Sichtbarkeitsbedingungen oft erst am zweiten Beobachtungsabend durchführbar. Dann aber verfügt der Schüler bereits über bestimmte Kenntnisse, die diese Objekte betreffen. Während ihrer unterrichtlichen Behandlung sollten sinnlich-bildhafte Eindrücke mittels geeigneter Abbildungen vermittelt worden sein. Bestimmte Vorbetrachtungen zu den Beobachtungen helfen, den Stoff zu reaktivieren. Während der Beobachtungen festigt und erweitert der Schüler seine Kenntnisse. Damit geht man über eine bloße „Veranschaulichung von theoretisch behandelten Sachverhalten" [2; 76] hinaus.

Der Lehrer muß darüber entscheiden, welche der drei aufgeführten Möglichkeiten zur Einbeziehung der Beobachtungen in den Erkenntnisprozeß des Unterrichts für die einzelnen Beobachtungsaufgaben genutzt werden.

Diese Entscheidung hängt natürlich auch ab vom möglichen Zeitpunkt (Datum, Uhrzeit) der Beobachtung, der bestimmt wird durch

- die Sichtbarkeitsbedingungen der Objekte,
- zu beachtende Besonderheiten bei der Terminplanung (etwaige vorgegebene Termine bei Durchführung der Beobachtungen an einer zentralen Beobachtungsstation, Termine der Schüler und des Lehrers).

Dadurch ergibt sich die Aufteilung der Aufgaben auf die Beobachtungsabende.

Nun kann auch festgelegt werden, welche Vorbetrachtungen zu den einzelnen Beobachtungsaufgaben verlangt werden sollen. Vor allem aber muß geplant werden, an welcher Stelle und wie die Beobachtungen vorbereitet und ausgewertet werden.

Ein besonderer Einflußfaktor ist das Wetter, das oft zu zeitlichen Verschiebungen zwingt und dadurch die gewählte Konzeption beeinflußt.

Die vorwiegende Nutzung der Beobachtungen, um empirisches Material für die Weiterverarbeitung im Unterricht bereitszustellen, erscheint am effektivsten. Daher ist anzustreben, die Beobachtungen **vor** der unterrichtlichen Behandlung durchzuführen. Für den ersten Beobachtungsabend erscheint uns hierfür die Zeit zwischen zweiter und dritter Unterrichtsstunde optimal, da unmittelbar an die Unterrichtsstunde zur „Einführung in die Beobachtung" angeschlossen werden kann. Der zweite Beobachtungsabend muß rechtzeitig vor der Behandlung der Unterrichtseinheit „Die Sterne" stattfinden.

Eine Bereicherung des Erkenntnisprozesses im Astronomieunterricht bedeutet die Ausführung der im Lehrplan als fakultative außerschulische Veranstaltung empfohlenen Sonnenbeobachtung [1; 25]. Sie ist seit der Auslieferung des Sonnenprojektionsschirmes zum Fernrohr „Telementor" an allen Schulen leicht realisierbar.

Als Mangel wird empfunden, daß der Lehrplan die Beobachtung des Orionnebels und des Andromedanebels nicht ausweist. Weiter wäre zu bemerken, daß die Festlegung auf bestimmte Objekte bei den Aufgaben A 3, A 8, A 9 und A 10 (Angaben nach Lehrbuch) im Sinne der Zielstellung nicht begründet werden kann. Die Beobachtungen von Sternfarben und -helligkeiten sind auch an den Sternen des Wintersechsecks möglich; als offene Sternhaufen können ferner Praesepe oder h und χ im Perseus beobachtet werden. Dagegen wäre zu überlegen, ob die Bestimmung des scheinbaren Monddurchmessers oder das Skizzieren eines Sternbildes zu Beginn und am Ende der Beobachtungszeit unbedingt obligatorische Beobachtungen bleiben sollten.

Die Beobachtungsanleitungen im Lehrbuch sollten so gestaltet sein, daß sie den Erkenntnisfunktionen der Beobachtungen besser gerecht werden.

Literatur:

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

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

[3] STIER, J.: **Für eine höhere Effektivität der schulastronomischen Beobachtungen.** In: Astronomie in der Schule 15 (1978), 3.

[4] **Astronomie, Lehrbuch für Klasse 10.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1975.

Anschrift des Verfassers:

UWE WALTHER
6900 Jena
Friedrich-Schiller-Universität
Sektion Physik, Wissenschaftsbereich Astrophysik

MANFRED SCHUKOWSKI

Veranschaulichung astronomischer Strukturen

An der Warnemünder Strandpromenade findet der aufmerksame Besucher ein Modell des Sonnensystems: Vom Leuchtturm bis zur Steilküste Stolteraa (6 Kilometer) sind dort die Sonne, die neun Planeten und der Erdmond größen- und entfernungsgerecht im Maßstab $1:10^9$ dargestellt. Die Sonne wird durch einen Korbball von 140 cm Durchmesser auf einer Säule neben dem Leuchtturm symbolisiert. 150 m von ihr entfernt befindet sich die Modellerde mit 1,3 cm Durchmesser, 38,4 cm von dieser entfernt der 0,35 cm große Erdmond (Tab. 1). Schrifttafeln vermitteln wichtige Angaben zu den einzelnen Himmelskörpern [1].

Tabelle 1: Modell des Sonnensystems in Warnemünde ($1:10^9$)

Himmelskörper	Durchmesser	Entfernung von der Modellsonne
Sonne	140,0 cm	–
Merkur	0,5 cm	58 m
Venus	1,2 cm	108 m
Erde	1,3 cm	150 m
Erdmond	0,35 cm	150 m
Mars	0,7 cm	228 m
Jupiter	14,0 cm	778 m
Saturn	12,0 cm	1427 m
Uranus	5,2 cm	2870 m
Neptun	4,5 cm	4496 m
Pluto	0,6 cm	5947 m

Absicht des Initiators dieses astronomischen Lehrpfades, des verstorbenen Oberingenieurs ALFRED HELLWIG, war es, mit Hilfe des Modells auf anschauliche Weise astronomische Kenntnisse zu vermitteln.

1. Der Vergleich als Mittel im Erkenntnisprozeß des Astronomieunterrichts

Ein gegenständliches *Modell* ist ein künstliches Objekt, das die Struktur des Originals in vereinfachter Form wiedergibt, um die Gewinnung von Kenntnissen über dieses Originalobjekt zu erleichtern (vgl. [2]). Derartige Modelle haben den Zweck, bestimmte Seiten der Originale, die wegen ihrer Kompliziertheit, Nichtzugänglichkeit, Größe, Entfernung o. ä. der unmittelbaren Anschauung verschlossen sind, anschaulich darzustellen. Sie gehören darum zum methodischen Instrumentarium im unterrichtlichen Erkenntnisprozeß:

Durch die Astronomie werden Räume, Zeiten und physikalische Zustände erfaßt, die unserer unmittelbaren Erfahrung fremd sind. Deshalb haben Schüler – aber nicht nur sie! –, die gewohnt sind, das Neue mit Bekanntem zu vergleichen, große Schwierigkeiten, astronomische Größenordnungen zu erfassen. Denn ihnen

fehlt das Vergleichbare, das beim Vergleichen biologischer Formen, chemischer Elemente, literarischer Richtungen, historischer Ereignisse u. ä. gegeben ist. Auf diese methodische Schwierigkeit hatten wir schon 1966 hingewiesen und den Begriff ‚Vergleich' auf die Gewinnung und Verwendung von Hilfs- und Modellvorstellungen ausgeweitet, deren Aufgabe es sein soll, das Denken in den neuen, unanschaulichen Bereichen zu ermöglichen [3].

Der *Vergleich* ist eines der grundlegenden Verfahren im Erkenntnisprozeß. Er verbindet noch Unbekanntes mit bereits Bekanntem, indem Ähnlichkeiten festgestellt und Unterschiede ermittelt werden. „Tatsächlich wissen wir, was ein Planet ist, wenn wir auf die Merkmale hinweisen können, nach denen alle Himmelskörper ähnlich sind, und auf die Merkmale, die ihn von den übrigen Himmelskörpern unterscheiden, z. B. von den Sternen" [2; 517].

Der Vergleich mittels Hilfs- und Modellvorstellungen bildet im Erkenntnisprozeß eine Brücke vom sinnlich Konkreten zum Abstrakten. Er ermöglicht die Bildung von Begriffen und schließlich in der Erkenntnis-Triade das Voranschreiten zum Konkreten höherer Qualität. Wer über das Modell die Struktur des Sonnensystems begriffen hat, für den ist das Nie-Gesehene Konkretes geworden und öffnet ihm den Zugang zum Verständnis komplizierter räumlich-zeitlicher Prozesse in diesem System. Zu Recht wies MADER auf die besondere Rolle von Vergleichen für den Astronomieunterricht hin, indem er die „Arbeit mit Vergleichsobjekten, -prozessen, -darstellungen" zu den *für den Astronomieunterricht typischen Situationen* rechnet, „um kosmische Dimensionen (räumliche, zeitliche, Masse und Energie betreffende usw.) verständlich werden zu lassen" [4]. Folgerichtig gehört bei ihm auch die „Verbindung der Analyse der Realität mit der Modellierung des Widergespiegelten (besonders im Interesse der Veranschaulichung und Verständlichmachung ‚unanschaulicher' Raum-, Teil-, Energie- und Massenverhältnisse, besonders bei der Erkenntnis der Strukturen, Bewegungen und Entwicklungen im Universum)" zu den *Gestaltungsgrundsätzen für den Astronomieunterricht* [ebenda].

Im Lehrplan [5] wird der Astronomielehrer mehr als ein dutzendmal explizit aufgefordert, Vergleiche als methodisches Mittel im Vermittlungsprozeß einzusetzen. Zu vergleichen sind u. a. Methoden zur Feststellung des Erdradius, Himmelsäquator und -pole mit denen der Erde, Rektaszension mit geographischer Länge und Deklination mit geographischer Breite, Relief und physikalische Verhältnisse auf dem Mond mit denen der Erde, Zustandsgrößen der Planeten (Radius, Masse, Dichte), Kometen- mit Planetenbahnen, Radius und Masse der Sonne mit denjenigen der Erde, Entfernung der Sonne von der Erde mit der des nächsten Sterns, Helligkeit der Orionsterne.

Ich will im folgenden Anregungen für den Einsatz von Vergleichen im Astronomieunterricht geben und beschränke mich dabei auf Beispiele für räumliche Vergleiche, zeitliche Vergleiche und den Vergleich von Massen und Dichten.

2. Räumliche Vergleiche

In dem oben erwähnten Artikel von 1966 hatte ich Möglichkeiten des räumlichen Vergleichs dargestellt ([3]; s. a. [6]). Damals kam ich zu folgenden methodischen Schlußfolgerungen:

1. Größe und räumliche Entfernung der Mitglieder des Sonnensystems sind nur bedingt in *einem* Modell darstellbar[1]. Es ist darum im allgemeinen zweckmäßig, Durchmesser

Tabelle 2: Vergleich der Durchmesser der großen Körper des Sonnensystems (Erddurchmesser ≙ 10 cm)

Himmelskörper	Durchmesser im Modell
Sonne	10,93 m
Merkur	3,8 cm
Venus	9,5 cm
Erde	10,0 cm
Mars	5,3 cm
Jupiter	112,8 cm
Saturn	94,8 cm
Uranus	40,7 cm
Neptun	38,6 cm
Pluto	3,9 cm
Erdmond	2,7 cm
Europa (Jupiter)	2,5 cm
Jo (Jupiter)	2,9 cm
Ganymed (Jupiter)	4,1 cm
Kallisto (Jupiter)	3,8 cm
Titan (Saturn)	4,6 cm
Triton (Neptun)	3,1 cm

Tabelle 3: Vergleich der Entfernungen der Planeten von der Sonne bzw. der großen Monde von ihren Planeten (1 AE = 10 m)

Himmelskörper	Entfernung von der Sonne	Entfernung vom Zentrum des Mutterplaneten[1]
Merkur	3,86 m	–
Venus	7,21 m	–
Erde	10,00 m	–
Erdmond		2,6 cm
Mars	15,19 m	–
Jupiter	51,88 m	–
Jo		2,8 cm
Europa		4,4 cm
Ganymed		7,1 cm
Kallisto		12,5 cm
Saturn	95,13 m	–
Titan		8,1 cm
Uranus	191,33 m	–
Neptun	299,73 m	–
Triton		2,4 cm
Pluto	396,40 m	–

[1] Der *Oberfläche* ihres Planeten stehen im Maßstab dieses Modells der Erdmond 1 mm, die Jupitermonde 9 mm, der Saturnmond 8 mm und der Neptunmond 3 mm näher als dem Planetenzentrum.

[1] Daß es geht, beweist das eingangs genannte Warnemünder Beispiel.

und Entfernungen der Körper des Sonnensystems in *zwei* Modellen mit unterschiedlichem Maßstab darzustellen (Tab. 2 und 3).

2. Es ist nicht möglich, die Größe des Milchstraßensystems und die seiner Mitglieder in *einem* Modell anschaulich abzubilden. Darum sollte man die Durchmesser ausgewählter Sterne vergleichen und dazu die Sternabstände am Beispiel Sonne—Proxima Centauri verdeutlichen (Tab. 4).[2]

Tabelle 4: Vergleich der Durchmesser von Sternen (Sonnendurchmesser = 1 m)

Sternklasse	Beispielstern	Durchmesser im Modell
Überriesen	Beteigeuze	730 m
	Polarstern	100 m
Riesen	Aldebaran	45 m
Hauptreihensterne		
Spektralklasse B	Spica	8 m
Spektralklasse A	Wega	2,9 m
	Sirius	1,7 m
Spektralklasse G	Sonne	1,0 m
Spektralklasse M	——	0,6 m
Weißer Zwerg	(Sirius B)	0,01 m
Neutronenstern	——	0,007 mm

Im Maßstab dieses Modells
- hätte die Erdbahn einen Durchmesser von etwa 214 m, verliefe also weit innerhalb der Beteigeuze!
- stünde der sonnennächste Stern Proxima Centauri in fast 30 000 Kilometer Entfernung! Das Modell ließe sich also nicht auf der Erde realisieren!

3. Durchmesser und gegenseitige Abstände der Galaxien liegen in derselben Größenordnung. Sie lassen sich in *einem* Modell anschaulich darstellen (Tab. 5).

Tabelle 5: Vergleich der Durchmesser und gegenseitigen Entfernungen von Galaxien der Lokalen Gruppe (Durchmesser des Milchstraßensystems = 1 m)

Galaxis	Durchmesser	Entfernung vom Milchstraßensystem
Milchstraßensystem	1 m	–
Gr. Magellansche Wolke	0,22 m	1 m
Andromedanebel (M 31)	1 m	13,4 m
Triangelnebel (M 33)	0,28 m	14,6 m

Im Maßstab dieses Modells stünden die entferntesten optisch beobachteten Galaxien in etwa 60 Kilometer Entfernung.

Bei der Veranschaulichung der Scheibenform der Galaxis sollte man verdeutlichen, daß es sich um eine sehr dünne Scheibe handelt, bei der sich Durchmesser zu Dicke wie etwa 20:1 verhält. Das kommt in zeichnerischen Darstellungen meist nicht zum Ausdruck. Im Maßstab der Tabelle 5 wäre die Milchstraßenscheibe bei 1 m Durchmesser nur 5 cm dick! Betrachtet man lediglich die interstellare Materie, dann ist das Verhältnis Durchmesser zu Dicke sogar 200:1.

Ich halte es auch für angebracht, die oft utopischen Vorstellungen der Schüler hinsichtlich der „Weltraumfahrt", die durch Ausdrücke wie „der Mensch erobert das Weltall", „auf dem Weg zu fremden Sternen" u. ä. in falscher Weise genährt werden, in die richtige Bahn zu lenken. Lassen wir die Schüler vergleichen:

Entfernung	verhält sich zu der Entfernung	wie etwa
Erde – Erdmond	Erde – Sonne[3]	1:400
Erde – Sonne	Erde – Proxima Centauri	1:250 000
Erde – Proxima Centauri	Erde – Andomedanebel	1:500 000
Erde – Andromedanebel	Erde – entfernteste beobachtete Galaxie	1:4 500

Das heißt: Der Mensch bewegt sich bisher in weniger als dem zehnbilliardsten Teil des Radius des Raumes, den er optisch erforscht. Seine Raumsonden befinden sich in weniger als einem Billionstel des Radius dieses Raumes. Mir scheint, daß solcher Vergleich sowohl die Winzigkeit der Erde im kosmischen Raum als auch die Größe des erkennenden Menschen deutlich werden läßt.

3. Zeitliche Vergleiche

Ebenso unanschaulich — oft aber nicht so deutlich empfunden — wie Größen und Entfernungen von astronomischen Objekten sind die Zeiträume, mit denen wir es in der Astronomie zu tun haben.

Die Grenzen des zeitlich Vorstellbaren liegen im Bereich eines Jahrhunderts (Menschenleben) oder eines Jahrtausends (historischer Zeitraum). Aber seit der Entstehung der Erde sind 4 bis 5 Millionen Jahrtausende vergangen! Das ist nicht vorstellbar. Wohl aber vermittelt es einen Eindruck von der außerordentlichen zeitlichen Größe des Alters der Erde und des Bestehens des Sonnensystems.

Auch zwischen einem Alter von Millionen Jahren und Milliarden Jahren vermögen wir nicht spontan zu differenzieren, obwohl sie sich doch wie 1:1000 verhalten. Man muß den Schülern darum bewußt machen, mit welchem Recht wir von ‚jungen' und von ‚alten' Sternen sprechen: Ein Stern der Spektralklasse B (z. B. Spica) kann nicht länger als etwa 50 Millionen Jahre auf der Hauptreihe verweilen. Da sich Spica jedoch noch auf der Hauptreihe befindet, ist sie jünger als 50 Millionen Jahre. — Ein Hauptreihenstern der Spektralklasse G (z. B.

[2] Bezieht man die Neutronensterne ein, macht es Schwierigkeiten, die ganze Palette der Sterndurchmesser zu veranschaulichen, weil sie dann den Bereich von 8 Zehnerpotenzen überdeckt (s. Tab. 4).

[3] Die Mitteilung GREISERS in [7], daß nur etwa die Hälfte der Schüler der Klasse 10 die Entfernung Erde – Sonne nennen konnte, sollte uns hinsichtlich der Kenntnisse unserer Schüler über astronomische Strukturen sehr nachdenklich stimmen und uns Aufforderung zum Handeln sein.

die Sonne) kann dagegen etwa 10 Milliarden Jahre dort verbleiben. Heute befindet sich die Sonne etwa die Hälfte der möglichen Zeit in ihrem jetzigen (Hauptreihen-)Zustand.

Die Sonne ist also mindestens 100mal älter als der Stern Spica. Anders gesagt: Entspräche das Alter der Sonne dem eines Greises von 100 Jahren, so wäre der Stern Spica ein Kind von einem Jahr. Und es gibt Sterne, die älter als die Sonne und andere, die jünger als Spica sind.

Der Blick in die räumliche Tiefe des Weltalls ist gleichzeitig auch immer ein Blick in seine zeitliche Vergangenheit. Wegen der endlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen — des einzigen uns bisher von den Sternen zugänglichen Informationsträgers — ist es uns prinzipiell nicht möglich, den gegenwärtigen Zustand des Weltalls zu erkennen. Schon die Sonne sehen wir in dem Zustand, den sie vor 500 Sekunden hatte. Das Licht, das uns heute von Proxima Centauri erreicht, gibt den Zustand dieses Sterns von vor 1530 Tagen wieder, das des Deneb den von vor 650 Jahren. Den Andromedanebel beobachten wir heute in dem Zustand, den er tatsächlich vor 2,25 Millionen Jahren hatte, die entferntesten mit heutigen Fernrohren beobachtbaren Galaxien so, wie sie vor 10 Milliarden Jahren waren.

Dieser räumlich zeitliche Zusammenhang ist solange vernachlässigbar, wie die Entfernung in einer anderen Größenordnung als der Zeitraum merklicher Veränderungen der astronomischen Objekte liegt. Von einem Stern, der 1000 Lichtjahre entfernt ist, dürfen wir im allgemeinen annehmen, daß er uns in dem Zustand erscheint, den er tatsächlich auch heute noch besitzt, weil 1000 Jahre normalerweise wenig im Vergleich zu dem Zeitraum sind, in dem ein Stern deutliche Veränderungen seiner Zustandsgrößen erfährt.[4] Bei Galaxien in sehr großen Entfernungen aber muß eingeräumt werden, daß sie wahrscheinlich inzwischen sehr wesentliche Entwicklungen durchlaufen haben.

Den Schülern sollte bewußt werden, daß in der Astronomie real ist, was sonst utopischen Büchern vorbehalten bleibt: direkt in die Vergangenheit sehen zu können.

4. Vergleich von Massen und Dichten

Aus der Fülle der Möglichkeiten zur Verdeutlichung physikalischer Zustandsgrößen astronomischer Objekte möchte ich hier nur zwei darstellen:

4.1. Ein richtiges Bild von der Struktur des Sonnensystems ergibt sich nur, wenn die Schüler auch die Massenverteilung erfassen und verstehen, mit welchem Recht wir die Sonne als das Gravitationszentrum des Sonnensystems bezeichnen.

Nach meiner Erfahrung nehmen Jugendliche die Mitteilung, daß die Masse der Sonne das 333000fache der Erdmasse ist, ohne große Verwunderung hin. Beeindruckter zeigen sie sich schon von der Angabe, daß die Masse aller Körper des Sonnensystems — ausgenommen die Sonne selbst — nur $^1/_{750}$ der Sonnenmasse beträgt. Aber am stärksten beeindruckt sie die (identische) Angabe, daß 99,87% der Masse aller Körper des Sonnensystems in der Sonne konzentriert sind. Hier zeigt sich zweierlei, was beim Vergleichen beachtet werden sollte:

- Ein und derselbe Sachverhalt, in unterschiedicher Weise dargestellt, kann die Schüler verschieden tief beeindrucken, prägt sich ihnen unterschiedlich ein. Beim methodisch überlegten Einsatz des Vergleichs gilt es daher, auch eine psychologische Seite zu beachten.
- Der Vergleich erreicht die Schüler um so tiefer, je kleiner, ‚alltäglicher' die dabei verwendeten Zahlen sind. Wo es angängig ist, sollte man daher in den für Schüler faßlichen Größenordnungen zu bleiben trachten.

  Fällt jedoch nur ein *einzelner* Wert bei sonst vorstellbaren Angaben extrem heraus (z. B. der Durchmesser des Neutronensterns in Tab. 4), so kann er das Ungewöhnliche des hier dargestellten Zustandes hervorheben.

4.2. Wenn Sterne — wie Tab. 4 zeigt — bei nur wenig verschiedener Masse sehr unterschiedliche Volumina besitzen, dann muß sich ihre Dichte wesentlich unterscheiden. Vergleichen wir:

Welches Volumen haben 1000 Megatonnen (10^{15} g)

a) bei einem Neutronenstern (mittlere Dichte $\varrho = 10^{15}\ \mathrm{g \cdot cm^{-3}}$)
b) bei einem Weißen Zwerg ($\varrho = 10^{5}\ \mathrm{g \cdot cm^{-3}}$)
c) bei einem sonnenähnlichen Stern ($\varrho = 1\ \mathrm{g \cdot cm^{-3}}$)
d) bei einem Überriesen wie etwa Beteigeuze ($\varrho = 10^{-7}\ \mathrm{g \cdot cm^{-3}}$)?

Das Ergebnis zeigt Tabelle 6.

Tabelle 6: Volumen einer Masse von 1000 Megatonnen bei verschiedenen Sternklassen

Sternklasse	Mittlere Dichte	10^{15} g Masse haben ein Volumen von
Neutronenstern	$10^{15}\ \mathrm{g \cdot cm^{-3}}$	1 $\mathrm{cm^3}$
Weißer Zwerg	$10^{5}\ \mathrm{g \cdot cm^{-3}}$	10 000 $\mathrm{m^3}$
sonnenähnlicher Stern	1 $\mathrm{g \cdot cm^{-3}}$	1 Md. $\mathrm{m^3}$ = 1 $\mathrm{km^3}$
Überriese	$10^{-7}\ \mathrm{g \cdot cm^{-3}}$	10 Mio. $\mathrm{km^3}$

[4] Novae und Supernovae zeigen, daß Sterne auch innerhalb kürzester Zeiträume sehr wesentliche Veränderungen ihres Zustandes erfahren können.

Die angedeuteten Möglichkeiten der Veranschaulichung astronomischer Sachverhalte lassen sich vielfältig variieren. Aus meiner Erfahrung möchte ich einen methodischen Rat geben:
Man sollte sich nicht von der Vielzahl der Möglichkeiten des Vergleichs verleiten lassen, sondern sich auf wenige überzeugende Vergleiche beschränken. Für einen Sachverhalt sollte man höchstens einen — den besten, einprägsamsten, überzeugendsten, sachlich und emotional beeindruckendsten — Vergleich auswählen. Denn der Vergleich soll klären und nicht verwirren. Er soll helfen, Kenntnisse zu gewinnen, zu festigen, zu sichern. Auf dieses Ziel muß sein methodischer Einsatz gerichtet sein.
Verfasser und Redaktion interessiert es zu erfahren, welche Vergleiche die Leser zur Veranschaulichung astronomischer Sachverhalte in ihrem Unterricht nutzen.

Literatur:

[1] HELLWIG, A.: **Begleitheft zum Astronomischen Lehr- und Wanderweg in Warnemünde.** Rostock 1979.

[2] KONDAKOW, N. I.: **Wörterbuch der Logik.** VEB Bibliographisches Institut Leipzig 1978.

[3] SCHUKOWSKI, M.: **Die Notwendigkeit, die Möglichkeiten und die Grenzen des Vergleichs im Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule 3 (1966) 5, 104—108.

[4] MADER, O.: **Unterrichtstheorie und Astronomieunterricht.** In: Astronomie in der Schule 17 (1980) 5, 104—108.

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

[6] SCHUKOWSKI, M.: **Vergleiche zum Lehrplanabschnitt „Das Sonnensystem" (I, ID)**; Karteikartenbeilage in „Astronomie in der Schule" 3 (1966) 6.

[7] GREISER, H.: **Zu einigen Aufgaben im Schuljahr** 1980/81. In: Astronomie in der Schule 17 (1980) 4, 75—76.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. sc. MANFRED SCHUKOWSKI
2520 Rostock 22
Helsinkier Straße 79

KLAUS LINDNER

Zur unterrichtlichen Behandlung der nichtoptischen Astronomie

In den vergangenen zwei Jahren sind in unserer Zeitschrift wiederholt Beiträge über Methoden und Ergebnisse der nichtoptischen Astronomie erschienen. Ihnen war zu entnehmen, daß gegenwärtig ein erheblicher Anteil des astronomischen Erkenntnisfortschritts aus der Untersuchung der nichtoptischen Bereiche der elektromagnetischen Strahlung resultiert und daß die Bedeutung dieser Methoden der astronomischen Forschung in der Zukunft sicher noch zunehmen wird. Es ist daher sinnvoll, auch der Frage nach ihrer unterrichtlichen Erörterung nachzugehen.
Bis etwa zum Jahre 1945 diente allein das sichtbare Licht als Informationsträger zwischen den kosmischen Objekten und dem Beobachter. (Von der gelegentlichen Untersuchung von Meteoritenmaterie im Laboratorium kann hier abgesehen werden.) Nur ganz allmählich entwickelte sich aus der Zufallsentdeckung der kosmischen Radiostrahlung (1932) in den Jahren bis 1950 die Radioastronomie. Damit waren die beiden Beobachtungs„fenster" der Erdatmosphäre besetzt; die Eröffnung weiterer Möglichkeiten stand zunächst nicht zur Diskussion.
In dieser Situation entstand in der DDR der erste Lehrplan für das Unterrichtsfach Astronomie (1959). Er enthielt nur zwei Hinweise darauf, daß außer dem sichtbaren Licht auch andere Strahlungsbereiche für die astronomische Forschung bedeutsam sind:
„Überblick über die wichtigsten Arten der Sonnenstrahlung" und „Lichteleskopie und Radioteleskopie (mit Hinweisen auf die Entwicklung der Forschungsinstrumente)". Damit entsprach er aber im wesentlichen den damaligen Anforderungen in bezug auf Aktualität und Lebensverbundenheit.
Bei der Weiterentwicklung zum gegenwärtig gültigen Lehrplan (1965 bis 1969) wurden die um die Mitte der sechziger Jahre bekannten Bereiche der nichtoptischen Astronomie in didaktisch angepaßter Form verarbeitet. Sie erschienen explizit an vier Stellen des Lehrplans:

1.2.1. Erdatmosphäre als Schutzmantel und Forschungshindernis. Notwendigkeit der Forschung außerhalb der Erdatmosphäre.
2.1.2. Strahlungsarten der Sonne.
2.3.1. Interstellare Wolken und Sternentstehung
... Linienabsorption und Radiostrahlung des nichtleuchtenden Gases ...
... Ionisation und Leuchtanregung des Wasserstoffs durch intensive ultraviolette Strahlung in der Nähe heißer 0- und B-Sterne ...
2.4.1. ... neue Erkenntnisse über die Struktur unserer Galaxis durch Entdeckung der kosmischen Radiostrahlung und Einführung der Radioastronomie.

Seither sind mehr als 10 Jahre vergangen. Neben der optischen und der Radioastronomie hat sich eine breit gefächerte „Astronomie des Unsichtbaren" entwickelt. Gammaastronomie, Röntgenastronomie und Ultraviolettastronomie überdecken den kurzwelligen Bereich, Infrarot- und Submillimeterastronomie füllen die

Lücke zwischen dem optischen und dem Radio-„fenster" aus [1]. Wesentliche astronomische Erkenntnisse sind gerade diesen nichtoptischen Bereichen zu verdanken. Es entspricht deshalb den heute zu stellenden Forderungen nach Aktualität, Wissenschaftlichkeit und Verbindung mit dem Leben, wenn wir im Astronomieunterricht deutlicher als bisher auf die Ergebnisse nichtoptischer Beobachtungsmethoden hinweisen. Dies kann jedoch nur innerhalb der vom Lehrplan gegebenen stofflichen Grenzen geschehen.
Wo diese Grenzen liegen und wie die Berücksichtigung der nichtoptischen Astronomie im Rahmen des gültigen Lehrplans aussehen kann, sollen die folgenden Beispiele zeigen.

Stoffeinheit 1: Das Planetensystem

1.1.2. *Betrachten von Bildern ... wichtiger Beobachtungsinstrumente und Raumflugkörper*

Dieses Betrachten schließt eine Interpretation ein. Sie führt die Schüler zu der Erkenntnis, daß astronomische Beobachtung in der Aufnahme und Verarbeitung von Informationen besteht, die durch das Licht *und andere, unsichtbare Strahlungen* zur Erde übermittelt werden. Neben optischen Großgeräten sollten die Schüler dabei mindestens auch ein Radioteleskop kennenlernen. Es steht hier stellvertretend für alle nichtoptischen Beobachtungsgeräte.

1.1.2. *Leistungsfähigkeit des Schulgerätes im Vergleich mit den Instrumenten der großen Sternwarten*

Die Schüler erfahren in diesem Zusammenhang, daß die beiden wesentlichen Aufgaben des Fernrohrs die *Vergrößerung* des Winkels, unter dem der Beobachter das Objekt erblickt, und *die Verdichtung des einfallenden Energiestroms* sind. In engem Zusammenhang mit der Vergrößerung steht das *Auflösungsvermögen*, das die Erkennbarkeit kleinster Einzelheiten beschreibt. Es beträgt (theoretisch)

beim Schulfernrohr „Telementor"	1,8 Bogensekunden
beim 2-m-Spiegelteleskop	0,06 Bogensekunden
beim 6-m-Spiegelteleskop	0,02 Bogensekunden
bei einem Radiointerferometer bis zu	0,0001 Bogensekunden

Im Klartext: Das (theoretische) Auflösungsvermögen des 6-m-Spiegelteleskops ist 90mal besser als das des „Telementor"; es wird aber von einem Radiointerferometer noch um das 200fache übertroffen. (Der Begriff „Radiointerferometer" wird den Schülern erklärt: Zusammenschaltung zweier oder mehrerer weit von einander stehender Radioteleskope zur Beobachtung eines bestimmten kosmischen Objekts.)

1.2.1. *Erdatmosphäre als Schutzmantel und Forschungshindernis*
Notwendigkeit der Forschung außerhalb der Erdatmosphäre

Das Lehrbuch Astronomie, Klasse 10, nennt auf S. 14 nur die ultraviolette und die ultrarote Strahlung, die von der Erdatmosphäre ausgefiltert werden. Um die Schutzfunktion der Lufthülle deutlicher herauszuarbeiten, sollte der Lehrer jedoch an dieser Stelle auch die Röntgen- und die Gammastrahlung erwähnen.
Als Forschungshindernis gilt die Erdatmosphäre nur noch in bezug auf die erdgebundene Astronomie; die atmosphärischen Behinderungen sind durch die Entwicklung der astronomischen Forschung von Raumflugkörpern aus überwunden worden. Bei dieser Erörterung sollen die Schüler erfahren, daß die Beobachtung von Gamma-, Röntgen- und weitgehend auch von UV-Strahlung im wesentlichen von Erdsatelliten und Raumstationen aus erfolgt.

Stoffeinheit 2: Astrophysik und Stellarastronomie

2.1.1. *Sonnenkorona*

Ergänzend zum Lehrbuchtext (S. 65) sollte den Schülern mitgeteilt werden: In der Korona entsteht die Röntgenstrahlung der Sonne. Hohe Sonnenaktivität führt zuweilen in Sekundenschnelle zu einem Ansteigen der Röntgenstrahlung auf das Zehntausendfache des Normalwertes [2]; diese Strahlungsausbrüche erreichen nach 8 Minuten den erdnahen Raum und können die Besatzungen von Raumstationen erheblich gefährden. Die Überwachung der Sonnenaktivität gehört daher zu den Voraussetzungen für die bemannte Raumfahrt.

2.1.2. *Strahlungsarten der Sonne*

Besondere Beachtung verdient bei dieser Thematik die unterschiedliche Absorption der Strahlungskomponenten durch die Erdatmosphäre (Lehrbuch S. 67 und Bild 68/1). Damit bietet sich eine willkommene Möglichkeit, die Schutzfunktion der Erdatmosphäre und die Notwendigkeit der astronomischen Beobachtung von Erdsatelliten und Raumstationen aus zu wiederholen und zu festigen.

2.1.2. *Solar-terrestrische Beziehungen: Veränderungen in der Ionosphäre*

Das Lehrbuch verweist bei dieser Thematik auf ultraviolettes Licht und Teilchenstrahlung als Ursachen für die Veränderungen, die zu den Störungen des irdischen Funkverkehrs führen. Ergänzend ist zu bemerken, daß daran in einem erheblichen Maße auch die solare Röntgenstrahlung beteiligt ist.

2.2.2. *Ausgewählte Zustandsgrößen der Sterne; Temperatur*

Bei der Behandlung der Zustandsgrößen der Sterne lernen die Schüler den Zusammenhang zwischen der Temperatur und der Farbe des Sternlichtes kennen. Sie entnehmen daraus, daß heiße Sterne mehr blaues (kurzwelliges) Licht aussenden, kühlere Sterne dagegen ihr Strahlungsmaximum im roten (langwelligen) Bereich haben. In diesem Zusammenhang ist der Hinweis empfehlenswert, daß es auch Sterne gibt, deren Strahlungsmaximum im ultravioletten bzw. infraroten, also in einem unsichtbaren Bereich liegt. Ein B2-Stern (effektive Temperatur etwa 21 000 K) strahlt 85% seiner Leistung im Ultraviolett aus [3] — anders formuliert: Was man von einem solchen Stern sehen und optisch untersuchen kann, ist weniger als $^1/_6$ seiner Gesamtstrahlung!

2.2.3. *Die Sternentwicklung*

Dieser Lehrplanabschnitt enthält mit der Formulierung „Mutmaßliche Weiterentwicklung zum Weißen Zwerg" eine überholte Aussage. Zu den Spätstadien der Sternentwicklung zählen neben Weißen Zwergen bekanntlich auch Neutronensterne und möglicherweise Schwarze Löcher. Zumindest die Neutronensterne (als Pulsare, also als Radiostrahlungsquellen, beobachtbar) sollten bei der Behandlung der Sternentwicklung Erwähnung finden.

2.3.1. Interstellare Wolken und Sternentstehung

Auf zwei explizit im Lehrplan enthaltene Hinweise zu nichtoptischen Strahlungen wurde bereits aufmerksam gemacht. Sie betreffen die Radioemission des nichtleuchtenden Gases (21-cm-Linie des Wasserstoffs) und die Anregung des leuchtenden Gases durch die Ultraviolettstrahlung benachbarter heißer Sterne. Die Schüler sollen in diesem Zusammenhang erfahren, daß es durch Spektralbeobachtungen im Ultraviolettbereich (also von Satelliten aus) möglich wurde, die chemische Zusammensetzung des interstellaren Gases wesentlich umfassender als früher zu ermitteln. Aber auch die Radiostrahlung führte seit Mitte der sechziger Jahre zur Entdeckung vieler, zum Teil sehr komplexer Moleküle im interstellaren Gas. Bei der Behandlung der Sternentstehung ist der Hinweis wichtig, daß die kontrahierende Gas-Staub-Wolke zunächst nur Infrarotstrahlung aussendet. Auch im späteren Verlauf des Vorhauptreihenstadiums ist der Infrarotanteil an der Gesamtausstrahlung noch sehr hoch, weil die Protosterne von heißen Staubhüllen umgeben sind [1] [4]. Infrarotbeobachtungen erlauben also im Gegensatz zu optischen Beobachtungen eine umfassendere Erforschung der frühesten Stadien der Sternentwicklung.

2.3.2. *Unsere Galaxis und extragalaktische Systeme*

Daß die — nach heutiger Kenntnis — fernsten Objekte im Weltraum, die Quasare, nur durch radioastronomische Beobachtungen zu identifizieren sind, sollte jeder Schüler wissen. Die Beobachtung der Quasare führt damit an die vielzitierte „Grenze des überschaubaren Weltalls", die gegenwärtig etwa 4.10^9 pc von unserer Galaxis entfernt ist.

2.4.1. *Wichtige Entwicklungsetappen der astronomischen Wissenschaft*

Die Lehrplanformulierung „... neue Erkenntnisse ... durch Entdeckung der kosmischen Radiostrahlung und Einführung der Radioastronomie" sollte als Anregung zu einer wiederholenden Zusammenfassung verstanden werden. Eine ausführliche Darlegung der Fakten erübrigt sich, wenn — wie vorstehend gezeigt — bereits im Verlaufe des Jahreslehrganges die Möglichkeiten lehrplangebundener Aktualisierung und Modernisierung hinsichtlich der nichtoptischen Astronomie genutzt wurden.

2.4.2. *Unsere Vorstellung vom Weltall*

Diese letzte Stunde des Jahreslehrganges gibt dem Lehrer im Rahmen der Lehrplanthematik Gelegenheit, im Gespräch u. a. auch auf die Entwicklung der Beobachtungstechnik einzugehen. Dabei kann in emotional eindrucksvoller Weise an Hand der den Schülern bereits bekannten Beispiele die Erweiterung des Informationsflusses durch die nichtoptische Astronomie dargestellt werden.

Zusammenfassend ist festzustellen:

Unter Verzicht auf eine geschlossene Darstellung der nichtoptischen Astronomie bietet der gegenwärtig gültige Lehrplan eine Reihe von Möglichkeiten, den Schülern die Bedeutung und wichtige Einsatzbereiche dieser modernen astronomischen Beobachtungstechniken nahezubringen. Die Vermittlung dieser Kenntnisse geschieht durch Einzelhinweise, Anmerkungen, Akzentuierungen und in wenigen Fällen durch korrigierende Ergänzungen des Stoffes.

Literatur:

[1] SCHMIDT, K.-H.: **Nichtoptische Astronomie.** In: Astronomie in der Schule 15 (1978), 8, 53.

[2] FRÖHLICH, H.-E.: **Forschungsvorhaben der Röntgenastronomie.** In: Astronomie in der Schule 16 (1979), 6, 126.

[3] FRÖHLICH, H.-E.: **Zu einem Forschungsvorhaben der Ultravioletta astronomie.** In: Astronomie in der Schule 16 (1979), 5, 101.

[4] WENZEL, W.: **Infrarot-Astronomie.** In: Astronomie in der Schule 16 (1979), 3, 50.

Anschrift des Verfassers:

OL Dr. KLAUS LINDNER
7024 Leipzig
Grunickestraße 7

HILFEN FÜR DEN UNTERRICHT

EVA-MARIA SCHOBER, Dresden

Über den Einsatz der Unterrichtshilfen (UH) Astronomie bestehen nach wie vor recht unterschiedliche Meinungen. Diese Feststellung lehrten mich meine Erfahrungen als Fachberater. Während erfahrene Kollegen wenig zur Unterrichtshilfe greifen, sind Kollegen, die sich im Fach Astronomie einarbeiten, auf sie angewiesen. Ihnen fehlen andere Hilfsmittel. Es müßte eine Überarbeitung der UH erfolgen, weil sie den gegenwärtigen Ansprüchen nicht mehr genügen. Dabei sollte man zwei Gesichtspunkte miteinander verbinden:

Fall 1: Die UH sollen eine Hilfe für den „Anfänger" sein, der kein anderes Hilfsmittel mit ihnen koordinieren kann.

Fall 2: Erfahrene Lehrer verwenden neben den UH die Karteikarten der Fachzeitschrift, die gegenwärtig „Haupthilfe" der Kollegen sind.

Worauf müßte im Fall 1 geachtet werden?

Eine Erfahrung macht man fast in jeder Unterrichtsstunde, die nur mit den UH vorbereitet wurde: der Kollege bewältigt die Stoffülle nicht. Oftmals fehlt die Erfahrung, wo Schwerpunkte zu setzen sind und was nur als Informationswissen dient. Deshalb muß in den neuen UH unbedingt bereits in der Stundengliederung eine bessere Übersicht gegeben werden, die mehr an den Lehrplan gebunden ist und Schwerpunkte in Bezug auf Wissen und Können setzt. Außerdem könnten hier Hinweise auf entsprechende Ausführungen in der „Methodik Astronomieunterricht" eingeschoben werden. Dazu gehört auch die Kennzeichnung des Wissens, das der Schüler aus anderen Fächern mitbringen muß. Und weil nicht alle Astronomielehrer die Karteikarten besitzen, ist es notwendig, Hinweise und Beispiele für Leistungskontrollen zu geben. (Die UH Klasse 10 Geographie sind dafür ein Vorbild!)

Für den Fall 2 muß die Anpassung an die Karteikarten noch hinzukommen. Dazu sollten die Gliederung der Stunde und der Stoffeinheit sowie die methodischen Hinweise übernommen werden, da die Karteikarten unserem Anliegen, der Aktivierung der Schüler durch selbständige Erarbeitung neuen Stoffes, näher kommen. Eine Aufstellung der Unterrichtsmittel darf nicht fehlen; deren Einsatz müßte im Text erläutert werden.

Hierzu ein Beispiel: *Stunde „Die Erde und der erdnahe Raum"*

In den UH wird Wiederholungsstoff und Informationswissen (Rotation und Eratosthenes) gleichrangig neben Wesentliches gestellt. Wie soll der unerfahrene Lehrer hier werten? Es **könnte** in den neuen UH so aussehen:

Koordinierung mit Lehrplan und Karteikarten	Hinweise	Unterrichtsmittel
1. Erde als Planet	Vorkenntnisse aus Physik, Chemie, Geographie (s. „Methodik Astronomieunterricht", S. 35) Erde als Himmelskörper (s. „Methodik Astronomieunterricht", S. 42)	
Begriff Planet, Größen der Erde	selbständige Schülerarbeit mit Lehrbuch, Tabelle S. 128	Lehrbuch, Globus
Abhängigkeit der Entwicklung von Technik und Wissenschaft		
2. Tägliche und jährliche Bewegungen der Erde und ihre Erscheinungen am Himmel (Rotation, Bewegung um Sonne, scheinbare Bewegung, Astronomische Einheit)	Schülervortrag als Wiederholung (Geographie, Klasse 7) Demonstration	Tellurium
3. Die Erdatmosphäre und ihre Bedeutung für die Astronomie (Schutzmantel/Forschungshindernis)	selbständige Schülerarbeit, Herausarbeiten des scheinbaren Widerspruchs	Tellurium Sternkarte

Hier oder am Schluß des Komplexes sollten Vorschläge zum Inhalt einer Leistungskontrolle folgen: Die Fragen könnten ähnlich wie auf der Karteikarte formuliert sein oder Varianten dazu anbieten.

Die Tafelübersichten in den UH werden von vielen Kollegen genutzt. Sie dienen der Entwicklung von Tafelbildern, aber sehr oft auch als Vorgaben für Folien. Hier muß bei der Erarbeitung neuer UH „sortiert" werden, was übernommen und was weggelassen werden kann, bzw. was „modernisiert" werden muß. So könnte z. B. entfallen: Eratosthenes (Seite 24),

Finsternisse (Seite 37), Spektren (Seite 79; kein reproduzierbares Wissen)
Verändert werden müßte der Umfang einiger Tafeln, da er für eine Erarbeitung in der Stunde zu zeitaufwendig ist, z. B. die Seiten 58, 63, 107, 111.
Auf weitere Inhalte in den neuen UH wurde vom Kollegen Deutschmann im Heft 2/80 hingewiesen. Diesen Anregungen schließe ich mich an. Bei Punkt 3 würde ich zur Zielorientierung noch Motivation ergänzen.
Außerdem würden es viele Kollegen begrüßen, wenn eine Verbindung zur AG(R) hergestellt würde. (Im Kreis Pirna leitet jeder 3. Astronomielehrer eine AG(R) „Astronomie und Raumfahrt".) Gegenwärtig laufen die Arbeitsgemeinschaften neben dem Unterricht her. Es könnten folgende Empfehlungen gegeben werden:

1. In welcher Stunde würde es sich anbieten, Ergebnisse, Erfahrungen oder Erkenntnisse durch einen Schüler aus der AGR darbieten zu lassen?
2. Wie kann man bei Beobachtungen die Schüler der AGR einsetzen, um ihre Leistungen und Kenntnisse zu nutzen?
3. Welche Elemente des Unterrichtsstoffes sollte man in der AG(R) tiefgründiger behandeln; mit welchen Zielen, Ergebnissen sollte das geschehen?

(wird fortgesetzt)

AUS WISSENSCHAFT UND UNTERRICHT

● Überraschung des Universums

Eine Gruppe sowjetischer Physiker hat erste Angaben darüber gewonnen, daß das Neutrino eine Ruhemasse hat. Dies ist von enormer Bedeutung für die Physik und für die mit ihr verknüpften Wissenschaften und spielt eine besondere Rolle bei der Veränderung unserer Vorstellungen vom Weltall.
Das Neutrino wurde von dem bekannten theoretischen Physiker Wolfgang Pauli vor genau einem halben Jahrhundert „erdacht", um das Gesetz von der Erhaltung der Energie beim sogenannten Beta-Zerfall zu retten. Nach theoretischen Vorstellungen hat es weder eine Ladung noch eine Ruhemasse und bewegt sich stets mit Lichtgeschwindigkeit, faktisch ohne Wechselwirkung mit den Stoffen. Ein Neutrino bestimmter Energie kann beispielsweise ohne weiteres den ganzen Erdball durchdringen.
Erst 1956 gelang es den Physikern, im Teilchenstrom eines Kernreaktors dieses Teilchen erstmals zu registrieren. Besonderes Interesse fanden die Untersuchungen der Sonnenneutrinos. Bei experimentellen Messungen erwies sich der Neutrinostrom unseres Tagesgestirns als dreimal kleiner, als er nach den theoretischen Vorstellungen sein müßte.
Besondere Aufmerksamkeit wurde auf die Untersuchung des Neutrinos selbst verwandt. Insbesondere bemühte man sich in vielen Ländern zu klären, ob es tatsächlich keine Ruhemasse habe oder vielleicht doch wägbar wäre. Da dabei aber enorme Schwierigkeiten auftraten, gelang es lediglich festzustellen, daß, wenn das Neutrino eine Masse hat, diese kleiner ist als irgendeine bekannte sehr kleine Größe. Die Arbeiten der sowjetischen Physiker beanspruchten mehr als fünf Jahre. Bei den Versuchen wurde eine sehr dünne Schicht von Tritium verwendet, das sich beim Zerfall in das Isotop Helium-3, in ein Elektron und in ein Antineutrino umwandelt.
Die Forscher mußten 15 Millionen Elektronen durch den Detektor schicken, bevor sie mit einem hohen Grad an Zuverlässigkeit bestätigen konnten: Die Neutrinomasse ist von Null verschieden und liegt zwischen einem Zehntausendstel und einem Dreißigtausendstel der Elektronenmasse.
In ihrem Buch „Elementarteilchen" zählten die amerikanischen Wissenschaftler D. Frisch und A. Thorndike Neutrino und Antineutrino zum Abschnitt „Teilchen, ohne die man auskommen kann". Und nun, nach der Entdeckung der sowjetischen Physiker, ergibt sich, daß die Hauptmasse des Universums in den Neutrinos steckt!
Die Messungen der kosmischen Radiostrahlung zeigten, daß auf jeden Kubikzentimeter des Weltalls 500 Photonen der Restradiostrahlung entfallen, und aus der Theorie folgt, daß ihnen 450 Neutrinos entsprechen. Die Photonen, die keine Ruhemasse und nur geringe Energie haben, spielen bei der Gesamtmassebilanz des Weltalls keine besondere Rolle, die Neutrinos aber haben, wie sich jetzt zeigt, eine überaus große Bedeutung. Die Masse der Restneutrinos ist, wenn diese wägbar sind, hundertmal größer als die Masse normaler, in Sternen und Galaxien angehäufter Substanz.
Das Vorhandensein der Neutrinomasse führt zu einigen überaus wichtigen Schlüssen für Kosmologie und Astrophysik. So zeigt sich, daß bei großer Stoffdichte unser Weltall geschlossen sein muß: Die zur Zeit beobachtete Ausdehnung des Weltalls wird nach 10 bis 20 Milliarden Jahren von einer Kontraktion abgelöst werden. Außerdem folgt, daß die Ausdehnung des Alls in der Vergangenheit rascher vor sich ging als gegenwärtig. Während man früher annahm, daß uns vom heißen Stadium in der Vergangenheit des Weltalls 15 bis 20 Milliarden Jahre trennen, ist dieser Zeitraum jetzt auf 8 bis 10 Milliarden Jahre zu verkürzen.
Allerdings führt dieser Schluß zu Widersprüchen mit Angaben der nuklearen Chronologie. Die sowjetischen Physiker haben bis jetzt jedoch nur die Masse einer Neutrinoart bestimmt, in der Natur gibt es aber drei (entsprechend den drei Arten von Antiteilchen). Es könnte sich erweisen, daß die Masse der anderen Neutrinoarten geringer ist. Dann ändern sich die berechneten Daten für das Weltall, und die Widersprüche entfallen.

„Iswestija" vom 21. Mai 1980

● Quasare doch in kosmologischen Entfernungen

Die seit der Entdeckung der Quasare im Jahre 1963 immer wieder vorgetragenen Zweifel an den großen Entfernungen dieser Objekte – Quasare sind nach heutiger Kenntnis die am weitesten von unserer Galaxis entfernten Objekte im Kosmos – sind wahrscheinlich doch nicht mehr haltbar. Zu diesem Schluß geben Beobachtungsresultate des Röntgenteleskops in dem 1973 gestarteten Einstein-Satelliten (HEAO 2) Anlaß. Sie zeigen, daß die bei früheren Beobachtungen im Röntgenbereich festgestellte diffuse Hintergrundstrahlung in Wirklichkeit von einer großen Zahl einzelner Röntgenquellen, darunter vielen Quasaren, stammt. Bereits die Röntgenstrahlung der Quasare bis zur 20. Größenklasse reicht aus, um die gesamte Hintergrundstrahlung zu erklären.
Wären die beobachteten Quasare Begleiter benachbarter Galaxien (befänden sie sich also in kosmisch geringen Entfernungen), dann müßten sicher auch die ferneren Galaxien derartige Begleiter besitzen. Eine Addition der von ihnen zu erwartenden Röntgenstrahlung ergäbe aber eine Hintergrundhelligkeit im Röntgenbereich, die erheblich über dem beobachteten Wert liegt. Damit scheint die kosmologische Entfernungsskala der Quasare bewiesen.

(„The Astrophysical Journal" 234, L 9; nach GvA Pressespiegel)

● **Arbeitsvereinbarung mit der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR**

Im März des Jahres trat die „Vereinbarung über die Zusammenarbeit zwischen der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR und dem Ministerium für Volksbildung" vom 11. März 1980 (Verfügungen und Mitteilungen des Ministeriums für Volksbildung Nr. 3 vom 17. April 1980) in Kraft, die dem wachsenden Bedürfnis vieler Lehrer entspricht, ihren Unterricht und die außerunterrichtliche Arbeit noch enger mit aktuellen und grundlegenden Problemen der Raumfahrt und Kosmosforschung zu verbinden.

Wenn sich dieses Bemühen auch auf viele Fächer und Bereiche des Bildungswesens erstreckt, so hat es doch für den Astronomielehrer eine besondere Bedeutung. In seinem Unterricht werden nicht nur neue Forschungsergebnisse der Raumfahrt, sondern auch die Raumfahrt als Forschungsmethode ausführlich dargestellt.

Das Präsidium der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR hat im Jahre 1977 eine *Kommission für Bildungsfragen* berufen und sie beauftragt, die Verbindung mit den entsprechenden staatlichen Organen aufzunehmen. Auf der Grundlage erster Gespräche im Ministerium für Volksbildung entstanden im Jahre 1978 Vorstellungen über die möglichen Bereiche der Zusammenarbeit. Schon vor der Unterzeichnung der Vereinbarung lief die Arbeit erfolgreich an. Durch jährliche Arbeitspläne und regelmäßige Koordinierungsgespräche zwischen den Vertretern beider Gremien hat sich eine effektive Arbeit entwickelt, die bereits heute sichtbare Ergebnisse zeigt.

Die vereinbarte Zusammenarbeit erstreckt sich auf folgende Schwerpunkte:

- Unterstützung der Aus- und Weiterbildung der Lehrer und Schulfunktionäre;
- Fachwissenschaftliche Veröffentlichungen für Pädagogen, z. B. in den Zeitschriften unserer Unterrichtsfächer;
- Entwicklung zusätzlicher Arbeitsmittel für den Unterricht (Dia-Serien und Fernsehsendungen);
- Förderung der außerunterrichtlichen Tätigkeit, besonders durch Hilfen für AG-Leiter.

Die Unterstützung der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR besteht dabei vor allem in der fachlichen Beratung der Volksbildungsorgane aller Ebenen bei entsprechenden Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen bis zur Gewinnung von Fachwissenschaftlern als Referenten und Autoren von Fachbeiträgen. In stärkerem Maße als bisher werden künftig Pädagogen an den wissenschaftlichen Tagungen der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt teilnehmen können.

Die Gesellschaft hat folgende Fachbereiche gebildet:

I Kosmische Physik
II Fernerkundung
III Materialwissenschaft und Energieerzeugung
IV Raumfahrtbiologie und Medizin
V Theorie und Technik der Raumfahrt
VI Geschichte der Raumfahrtforschung und Raumfahrt sowie Weltraumrecht.

Die angeführten Maßnahmen sind nicht auf das Fach Astronomie beschränkt, sondern treffen in ähnlicher Weise auch für bestimmte Stoffgebiete anderer Fächer zu. So wird sich die Vereinbarung über die Zusammenarbeit zwischen der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR und dem Ministerium für Volksbildung zur Unterstützung der verantwortungsvollen Arbeit des Lehrers und damit zum Nutzen unseres sozialistischen Bildungswesens auswirken.

EDGAR OTTO

WIR STELLEN VOR

Volks- und Schulsternwarte „Bruno H. Bürgel" in Sohland

In der schönen Oberlausitz liegt der Erholungsort Sohland. Die Volks- und Schulsternwarte „Bruno H. Bürgel"[1] ist seit 1963 Anziehungspunkt für jung und alt. Einige Kollegen des VEB Durotherm in Sohland beschlossen im Jahre 1962, ein astronomisches Beobachtungsgerät zu bauen. Zunächst wurde ein schlägige Literatur studiert und ein Optikermeister wurde um sachliche Beratung gebeten. Dieser beschaffte dankenswerterweise die Zeichnung und die erforderliche Optik. Von der Betriebsleitung wurde der Bau unterstützt, und innerhalb kurzer Zeit war der Reflektor 100/1000 mit elektrischer Nachführung fertig. Das Instrument wurde der Ortsgruppe Sohland des Kulturbundes der DDR, die den Bau des Kuppelturmes und den Ausbau der Baracke mit Unterrichtsraum durchgeführt hatte, übereignet. Am 13. Oktober 1963 wurde die Volks- und Schulsternwarte ihrer Bestimmung übergeben. 1965 konnte der neue Vortragsraum eingeweiht werden.

Die Mitarbeiter der Sternwarte widmen sich besonders der Betreuung von Schülern und Urlaubern. Jeden Donnerstag werden (wenn möglich) Beobachtungen durchgeführt, wird diskutiert, bespricht man mit den Schülern astronomische Probleme. Von den POS Taubenheim und Sohland fanden sich interessierte Schüler zu Arbeitsgemeinschaften zusammen. Mit Begeisterung besuchen diese regelmäßig die Sternwarte, wo sie vom Leiter der Einrichtung und Fachlehrer für Astronomie WOLFGANG KNOBE[1] und seinem Kollektiv vorbildlich betreut werden. Die Arbeitsgemeinschaften der Klassen 9 werden dabei nach dem Rahmenprogramm unterrichtet. Eine weitere Hauptaufgabe der Sternwarte besteht in der Unterstützung des Astronomieunterrichts. Die Klassen 10 der POS Taubenheim führen ihr Astronomiepraktikum in der Sternwarte durch. Hier gibt es eine echte Verbindung zwischen Theorie und Praxis. Die Schüler sehen im Besuch der Sternwarte eine Anwendung des im Astronomieunterricht Gelernten.

Zahlreiche Arbeitseinsätze der Schüler im Sternwartengelände beweisen die Verbundenheit zu ihrer Sternwarte. Während des ganzen Jahres besuchen Jugendfreiheitgruppen („Prisma", „Wir erkennen die Welt und verändern sie"), viele Brigaden volkseigener Betriebe sowie zahlreiche Urlauber des Gemeindeverbandes Oberland die Volks- und Schulsternwarte. Weiterhin kommen ganzjährig die Gäste des Ferienheimes „Hospoda" in diese Einrichtung des Kulturbundes. Jährlich zählt die Sternwarte etwa 2500 Besucher.

In den zurückliegenden Jahren wurde das Instrumentarium erheblich erweitert. Den Schülern und Besuchern stehen 2 Schulfernrohre „Telementor" 63/840, 1 Reflektor 100/1000, 1 Newton-Spiegelteleskop 210/1500, 1 Refraktor 63/840, 1 Refraktor 80/1200 sowie 1 Cassegrain-Spiegelteleskop 150/2250 zur Verfügung. Seit Jahren gehören dem Kollektiv der Sternwarte konstant 15 Mitglieder an. Einige Bundesfreunde beteiligen sich an wissenschaftlichen Arbeiten der Amateurastronomie. Eine rege Tätigkeit herrscht in den Arbeitsgruppen „Veränderliche Sterne" und „Planeten" (Jupiter und Saturn). Seit 1980 beteiligen sich einige Mitarbeiter an der Erfassung und Beschreibung von Sonnenuhren in der Oberlausitz für das Astronomische Zentrum „Bruno H. Bürgel" in Potsdam. Die Amateurastronomen erhielten dabei Hilfe von den Sternwarten in Hartha, Potsdam und Dresden. Für den Sender Dresden erarbeiten Mitarbeiter der Einrichtung den Beitrag „Sternhimmel des Monats". Dabei wird es möglich, der Bevölkerung neueste astronomische Erkenntnisse zu vermitteln.

Seit vielen Jahren wird die Sohlander Volks- und Schulsternwarte durch den Kulturbund der DDR, den Rat der Gemeinde, den Gemeindeverband Oberland, den VEB Durotherm und von anderen Einrichtungen unterstützt.

Der Dresdener Bezirksfachausschuß Astronomie des Kulturbundes der DDR führte 1980 in Sohland eine Astronomietagung durch. Aus diesem Anlaß wurde der Sternwarte vom Gemeindeverband Oberland eine dreiteilige Sonnenuhr übergeben. Sie ist von einem Grafiker gefertigt, der schon viele derartige Zeitmesser an Oberlausitzer Gebäuden erneuert hat. Für die kommenden Jahre wird nach wie vor die Arbeit mit den Jugendlichen im Vordergrund stehen, damit sie ein fundiertes wissenschaftliches Weltbild erhalten. In der Arbeit mit den Schülern sehen die Mitarbeiter der Sternwarte einen echten Beitrag zur kommunistischen Erziehung der Schuljugend.

Studienrat RUDOLF SCHWARZ, Kreisschulrat
Rat des Kreises Bautzen

[1] s. Titelbild

REZENSIONEN

FRIEDRICH, KLAUS: **Volks-, Schul- und Amateursternwarten / Planetarien in der DDR:** Berlin-Treptow 1979 (Veröffentlichungen der Archenhold-Sternwarte, Nr. 9) 94 S. Preis 3,– M (Bezug durch die Archenhold-Sternwarte, 1193 Berlin)

Schon mehrere Male sind in astronomischen Publikationen der DDR Übersichten über die amateur- und schulastronomischen Einrichtungen unseres Landes erschienen. Zu den bekanntesten Veröffentlichungen zählen die Karteikarte zum Heft 5 des Jahrganges 1969 unserer Zeitschrift (Autor: MANFRED SCHUKOWSKI) und die Zusammenstellung im „Kalender für Sternfreunde 1969" von PAUL AHNERT. Beide entstanden aus Anlaß des 20. Jahrestages der DDR.
Der Initiative der Archenhold-Sternwarte ist es zu verdanken, daß nun, nach 10 Jahren, ein neues und sehr umfassendes Verzeichnis vorgelegt werden konnte. Es enthält neben allgemeinen Angaben über die jeweilige Einrichtung (Anschrift, Verkehrsverbindungen, Name und Anschrift des Leiters, Arbeitsbereiche) auch Informationen über die Ausstattung, die instrumentelle und bauliche Ausrüstung, die Öffentlichkeitsarbeit und die Mitarbeit in territorialen, zentralen und internationalen Gremien. Der anspruchsvolle Untertitel „Gesamtverzeichnis" wird durch die große Zahl von 180 erfaßten Volks-, Schul- und Amateursternwarten und Planetarien sicher gerechtfertigt.
Das Verzeichnis dokumentiert sehr eindrucksvoll die erfolgreiche Entwicklung der populärwissenschaftlichen und volksbildenden Tätigkeit auf astronomischem Gebiet in unserer Republik. Es ist aber vor allem ein zugriffsgünstiges Kommunikationsmittel für alle, die beruflich oder aus Liebhaberei mit der populären Astronomie zu tun haben. Arbeitsgemeinschaftsleiter können anhand des nun vorliegenden umfangreichen und detaillierten Materials Exkursionen besser planen als bisher. Als besonderen Gewinn werden sie die zusätzlich für jeden Bezirk gesondert aufgeführten „Exkursionsmöglichkeiten zu weiteren Einrichtungen" verbuchen, in denen – zum Teil erstmalig – auch Museen, ständige Ausstellungen und wissenschaftliche Institute mit genauen Angaben über Besichtigungsbedingungen, Öffnungszeiten, Anmeldeformalitäten usw. enthalten sind.
KLAUS FRIEDRICH hat mit der Beschaffung der vielen Informationen und ihrer Zusammenstellung eine sehr umfangreiche und mühevolle Arbeit auf sich genommen. Aber sie hat sich gelohnt: das neue Verzeichnis der Volks-, Schul- und Amateursternwarten und Planetarien in der DDR wird viele dankbare Nutzer finden.

KLAUS LINDNER

● **Lehrbuch für den Astronomieunterricht an den technischen Berufsschulen in der Sowjetunion**

Ein gutes Lehrbuch für diesen Unterricht ist das Buch „Astronomie" von J. P. Lewitan, das unlängst in Moskau in einer Auflage von 100 000 Exemplaren erschien und binnen einer Woche vergriffen war. Das Lehrbuch befindet sich in Übereinstimmung mit dem Lehrplan und besteht aus vier Abschnitten. Im ersten, mit fast 60% des Gesamtumfangs, längsten Abschnitt wird der Grundlehrstoff behandelt. Er umfaßt drei Themenkreise: Einführung in die Astronomie, das Sonnensystem, die Sterne und Galaxien. Dieser Abschnitt ist entsprechend der Anzahl der Astronomiestunden an den technischen Berufsschulen in 17 Paragraphen aufgegliedert. Zu jedem Paragraphen werden Aufgaben in Form von Fragen, Übungen, Anleitungen für die Herstellung einfachster Instrumente und Hinweise für selbständige Beobachtungen gestellt. Im zweiten Abschnitt wird zusätzlicher Lehrstoff behandelt, der im Lehrplan für die allgemeinbildende Oberschule vorgesehen ist. Der dritte Abschnitt stellt Aufgaben für die praktische Arbeit sowie für Beobachtungen. Der vierte Abschnitt enthält Register, Themenbeispiele für Referate und eine Liste der empfohlenen populärwissenschaftlichen und methodischen Literatur. Das Lehrbuch von J. P. Lewitan zeichnet sich durch seine logische und folgerichtige Darstellung des Lehrstoffs sowie durch ein hohes wissenschaftliches, ideelles und theoretisches Niveau aus, das dem gegenwärtigen Entwicklungsstand sowohl der Fachwissenschaft als auch der Pädagogik entspricht und den Anforderungen des kommunistischen Aufbaus gerecht wird. Die Sprache des Lehrbuchs ist lebendig und besticht durch ihre Kürze und wissenschaftliche Strenge.

ARTEMJEW; RADSIJEWSKI

UNSERE BILDER

Titelseite: Schülerbeobachtungen an der Volks- und Schulsternwarte „Bruno H. Bürgel" in Sohland/Spree. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Volks- und Schulsternwarte ‚Bruno H. Bürgel' in Sohland", Seite 142.

2. Umschlagseite: Ganymed – der größte Jupitermond – zeigt zwei von Einschlagkratern übersäte Krustentypen. Die dunklen, zerrissenen Flächen stellen Reste der älteren Kruste dar (Aufnahme Voyager II, 1979).

3. Umschlagseite: Schattenstab und Schattenlot, und erläuternde Skizzen zum Beitrag „Wir beobachten", Seite 144.

4. Umschlagseite: Montierung und Rohr-Mittelstück des 40-inch-Refraktors aus dem Jahr 1897 für das Yerkes-Observatorium in Williams Bay (Wisconsin/USA). Das Instrument mit 102 cm Objektivdurchmesser und 19,79 m Brennweite ist das lichtstärkste Linsenfernrohr der Welt geblieben. Die Hauptoptik wurde von ALVAN G. CLARK (1833–1897), Cambridgepost in Massachusetts gefertigt, die Montierung indessen von der seit dem Jahr 1880 bestehenden Firma W. R. WARNER and A. SWASEY, Cleveland in Ohio. Das Bild wurde bei stark angehobenem Kuppelboden aufgenommen, wenn Beobachtungen bei größeren Zenitdistanzen auf dem Programm standen. Das hervorgehobene Detail zeigt das an das Okularende des Fernrohres ansetzbare Positionsmikrometer (gefertigt um 1900 von der Firma WARNER and SWASEY).
Das Bild dokumentiert das Wesen der „Ära der großen Refraktoren": den Gewinn an Meßgenauigkeit für astrometrische Beobachtungen bei gleichzeitiger Optimierung von Lichtstärke, Farbenfreiheit und Abbildungsschärfe. Für die lichtstarken Instrumente wurde daher auch die Palette vermeßbarer Doppel- und Mehrfachsterne erheblich größer. An der wohldefinierten Verschiebung eines beweglichen Positionsfadens gegenüber einem festen Faden ermöglicht das Mikrometer die Festlegung von Positionsdistanzen. Die Bestimmung des Positionswinkels erfolgt über die ablesbare Drehung des Instrumentes um die Fernrohrachse. Zur Beleuchtung der Fäden wurden Lämpchen verwendet, die in den Zylindern links und unterhalb des Okularschlittens Aufnahme fanden.
Bildvorlagen: Repro-Archiv Archenhold-Sternwarte
Bildkombination und Text: K. FRIEDRICH

Wir entbieten unseren Lesern, Autoren und Mitarbeitern die herzlichsten Wünsche zum Jahreswechsel

WIR BEOBACHTEN

Ermittlung der genäherten geographischen Koordinaten des Beobachtungsortes (I)

1. Einleitung

Die Kenntnis der geographischen Koordinaten des Beobachtungsortes ist für die Lösung vieler astronomischer Grundaufgaben unerläßlich. Die Ermittlung geographischer Koordinaten ist schon sehr lange bekannt und wird nach vielfältigen Methoden, die für die jeweiligen Situationen geschaffen wurden, durchgeführt. Astronomische Beobachtungen und Messungen sind dabei stets die Grundlage. Freilich kann man auch aus geeigneten Landkarten (z. B. aus dem Meßtischblatt) die ungefähren Werte erhalten, aber für die AGR Astronomie sind die astronomischen Verfahren reizvoller, da dabei viele interessante Erkenntnisse und Fertigkeiten gewonnen werden können. Natürlich führt man ein Beobachtungsprotokoll. Zunächst beschreibe ich die Hilfsmittel, die benutzt werden.

Das **Fadendreieck** (nach HARZER) dient zur Festlegung einer Richtung (s. Abb. 1). Es besteht aus mittelstarker Angelschnur (oder anderem Faden). Für mich war ein Faden von etwa 4 m Länge bequem, dessen Enden 25 cm voneinander entfernt am Gerüst befestigt waren. Der Faden wurde mit einem Maurerlot gespannt. Um Schwingungen zu vermindern, kann man das Lot in ein Wassergefäß hängen oder nach Festlegung des genauen Fußpunktes das Fadendreieck mit dem Lot am Boden befestigen. Günstig ist, wenn man die Fadenenden mit Schlingen versieht, damit sie beim Justieren leicht am Gerüst verschoben werden können. Man setzt sich hinter die Fäden und visiert mit **einem** Auge (und immer dem gleichen) über die herabhängenden Fäden. Um sie besser in der Dunkelheit sichtbar zu machen, empfiehlt es sich, die Fäden in Visierrichtung mit einer Taschenlampe anzustrahlen.

Allgemein bekannt ist der **Schattenstab.** Im Altertum diente er zur Ermittlung der Zeit. Man kann damit aber auch Höhenwinkel messen. Ich habe einen etwa 1 m langen geraden Stab in einen Stativfuß geklemmt und annähernd lotrecht aufgestellt.

Aber gerade diese Justierung ist doch etwas problematisch, da man nie ganz exakt die richtige Stellung erhält und dadurch die Meßwerte verfälscht. Deswegen verwendete ich auf Vorschlag meines Kollegen HÄUSSLER ein **Schattenlot.** Seine Herstellung ist denkbar einfach. Um eine einwandfreie lotrechte Stellung zu erreichen (sie ist sehr notwendig), benutzte ich ein an einem Kartenständer befestigtes Maurerlot. Eine am Faden angebrachte Lochblende aus Pappe mit 3 mm Lochradius in Höhe von etwa 1 m lieferte die Meßmarken. Das Lot berührte gerade den Fußboden, wo eine Nullmarke angebracht wurde, von der aus die Schattenlängen gemessen wurden (siehe Abb. 2). Beobachtungen mit dem Fadendreieck und dem Schattenlot sollte man möglichst bei Windstille oder geringer Luftbewegung durchführen!

2. Ermittlung der geographischen Länge (λ) des Beobachtungsortes

Es kann vorausgesetzt werden, daß der grobe Wert (auf einige Grad genau) bekannt ist.

Grundsätzlich gilt:

Die geographische Länge ist gleich der Differenz der Ortszeiten von Greenwich (Weltzeit) und der Ortszeit des Beobachtungsortes.

Da wir die geographische Länge aus Sternbeobachtungen erhalten und der „Kalender für Sternfreunde" [2] die Sternzeit für den 15. östlichen Meridian um 0^h MEZ angibt, so schreiben wir deshalb $\Delta\lambda_{15} = \Delta u$ wobei $\Delta\lambda_{15}$ die gesuchte Differenz der geographischen Länge zum 15. östlichen Meridian (im Zeitmaß) und Δu die Differenz aus der Sternzeit für den 15. östlichen Meridian und der Ortszeit des Beobachtungsortes ist. Unberücksichtigt bleibt der unbedeutende Unterschied von mittlerer Sonnenzeit zu Sternzeit. Aus dem „Kalender für Sternfreunde" entnimmt man die Sternzeit für 0^h MEZ für den 15. östlichen Meridian und errechnet nach dem Schema in [3] die Sternzeit zum Beobachtungszeitpunkt. Mit den dort befindlichen Präzessionstafeln werden auch sämtliche Sternkoordinaten auf das jeweilige Äquinoktium umgerechnet (z. B. 1980). Nun beobachtet man den Durchgang eines hellen bekannten Sterns über den Faden (Zeitangabe beachten: MEZ). Dabei wurde kurz zuvor das Fadendreieck auf den Polarstern einjustiert. Die anzustrebende Zeitgenauigkeit beträgt 0,5 Minuten.

Die Beobachtungszeit wird in Sternzeit für 15 Grad östlicher Länge umgerechnet. Da aus der bekannten Formel:

t (Stundenwinkel) $= \Theta$ (Sternzeit) $- \alpha$ (Rektaszension)

bei $t = 0$ (Kulmination des Sterns!)

$$\Theta = \alpha$$

folgt, so ist die Rektaszension des Sterns gleich der gesuchten Ortssternzeit (unter Berücksichtigung des Winkelabstandes a des Polarsterns vom Ortsmeridian (s. Abb. 3).

Wegen des geringen Abstandes des Polarsterns vom Himmelsnordpol (rd. $0^\circ\!.8$) kann a mit Methoden der ebenen Trigonometrie berechnet werden.

$\alpha\,(1980) = 0^\circ\!.8267 \cdot \sin t_{\text{Polaris}}$, wobei t_{Polaris} = Sternzeit des 15. östl. Meridians $- \alpha_{\text{polaris}}$ ist.

Für 1981 bis 1985 kann man folgende genäherten Poldistanzen für Polaris verwenden:

1981 $0^\circ\!.8189$, 1982 0.8093, 1983 0.8006, 1984 0.7919, 1985 0.7832.

3. Beispiel zur Ermittlung der geographischen Länge mit Hilfe des Fadendreiecks

Beobachtungsort: Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha

Beobachtungsdatum: 1980 August 14

Der Stern Wega (α Lyr) ging $21^h\,07.^{min}\,5$ MEZ durch den Faden.

$$\begin{aligned} \textbf{Wega} &= 18^h\,35^{min}\,14^s\ (1950.0) \\ &= 18^h\,36^{min}\,14^s\ (1980.0) \end{aligned}$$

Scheinbare Sternzeit 15° ö. L. 0^h MEZ am 14. 8. 1980

$$\begin{array}{r} 21^h\,30^{min}\,18^s \\ +\,21^h\,03^{min}\,27^s \\ \hline +\,07^{min}\,31^s \end{array}$$

Äquivalent der Sternzeit für 21^h Sonnenzeit

Äquivalent der Sternzeit für $7.^{min}\,5$ Sonnenzeit

$$\begin{array}{r} 42^h\,42^{min}\,16^s \\ -\,24^h \\ \hline 18^h\,41^{min}\,16^s \end{array}$$

Sternzeit um $21^h\,07.^{min}\,5$ MEZ auf 15° ö. L.

Reduktion auf Ortsmeridian (ohne Berücksichtigung der ungefähren Länge)

Sternzeit um $21^h\,07.^{min}\,5$ MEZ auf 15° ö. L. $18^h\,41^{min}\,16^s$

minus Rektaszension von Polaris $-2^h\,11^{min}\,48^s$

Stundenwinkel t_{Polaris} zur Beobachtungszeit $16^h\,29^{min}\,28^s$

$= 247^\circ\!.4$

$a = 0^\circ\!.8267 \cdot \sin 247^\circ\!.4$

$a = -0^\circ\!.7632$ ($1^\circ = 4^{min}$, das bedeutet, daß der Durchgang $3^{min}\,3^s$ zu früh beobachtet wurde, s. Abb. 2)

$$\begin{array}{rl} 18^h\,41^{min}\,16^s & \text{Sternzeit um } 21^h\,07.^{min}\,5 \text{ MEZ auf } 15^\circ \text{ ö. L.} \\ -18^h\,36^{min}\,16^s & \text{Rektaszension Wega (1980.0)} \\ \hline 05^{min}\,00^s & \\ +\ \ 03^{min}\,03^s & \text{Korrektur für verspätete Beobachtung} \\ \hline \Delta\lambda_{15}\ (= \Delta u)\ \ 08^{min}\,03^s & \end{array}$$

$= 2^h\!.01$

$\lambda = 15^\circ - 2^h\!.01 = 12^h\!.99$ ö. L.

Berücksichtigt man, daß Hartha etwa auf dem 13. östlichen Meridian liegt, so ergibt die Rechnung: (Abb. 4)

$$\begin{array}{r} 18^h\,49^{min}\,16^s \\ -\ \ 2^h\,11^{min}\,48^s \\ \hline 16^h\,37^{min}\,28^s = 249^\circ\!.4;\ a = -0^\circ\!.7738\ (3^{min}\,5^s) \\ 5^{min}\,00^s \\ +\ 3^{min}\,05^s \\ \hline 8^{min}\,05^s \\ = 2^h\!.02 \end{array}$$

$\lambda = 15^\circ - 2^h\!.02 = 12^h\!.98$ ö. L.

Günstige Beobachtungsbedingungen sind zuzeiten der größten östlichen und westlichen Digression von Polaris vorhanden!

(wird fortgesetzt)

HELMUT BUSCH

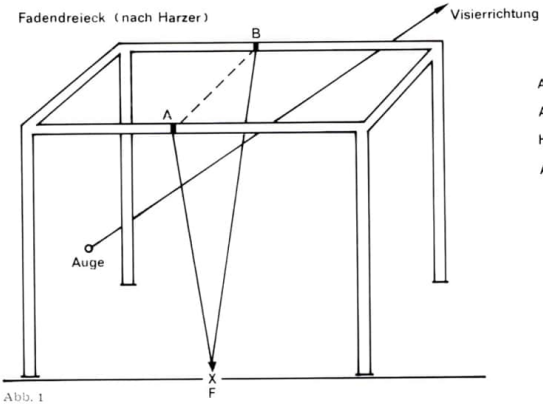
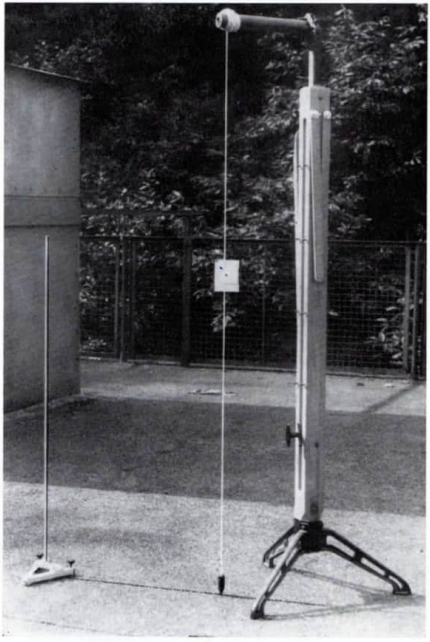


Abb. 1

Abb. 2



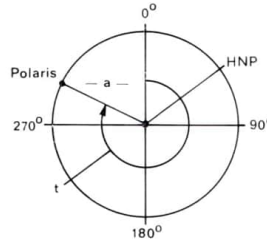


Abb. 3

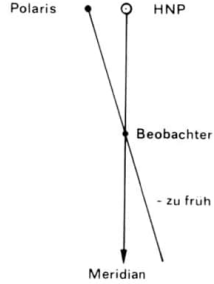
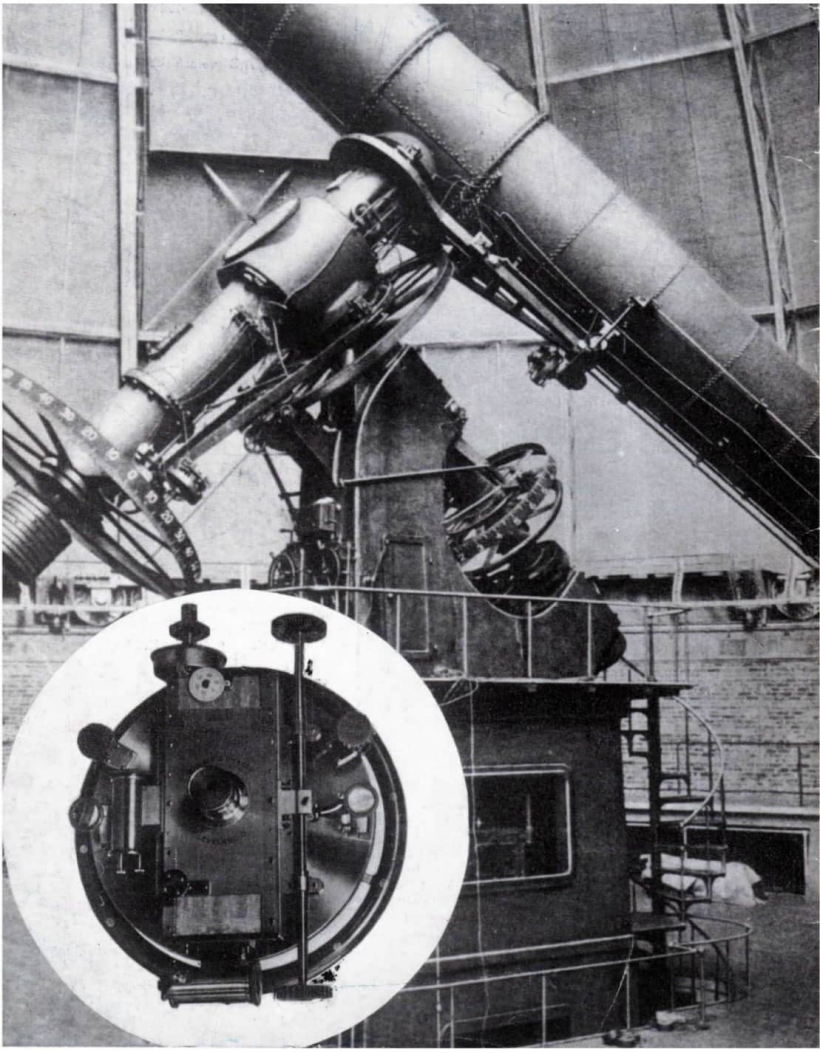



Abb. 4