

# ASTRONOMIE

## 1

### IN DER SCHULE

Jahrgang 1988  
ISSN 0004-6310  
Preis 0,60 M

Volk und Wissen  
Volkseigener Verlag  
Berlin





JOANNES GEORGIUS PALZSCH.

Colonus Prohlicii prope Dresdam arvi paterni cultor solertissimus,  
Astronomus, Physicus, Botanicus egregius, in nullâ fere doctrinâ hospes,  
ΑΥΤΟΔΙΑΚΤΟC. probus, candidus, in omni vitâ Philosophus.

*Natus die XI. Junii, M.DCC.XXIII.*

*FAC. CURAVIT, AMICUS F.G. DE F.*

# Inhalt

● <b>Das aktuelle Thema</b>	
L. GRAUMANN: Neues Rahmenprogramm für den fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ . . . . .	2
● <b>Astronomie</b>	
U. BLEYER: Die expandierende Metagalaxis . . . . .	6
S. KOGE: Bauer und Astronom – Zum 200. Geburtstag von J. G. PALITZSCH . . . . .	8
● <b>Unterricht</b>	
O. FISCHER: Zum Lehrplanabschnitt „Die Metagalaxis“ . . . . .	9
H. RÖPKE: „Kosmische Dimensionen“ – eine neue Unterrichtsfernsehsendung . . . . .	15
P. KLEIN: Zur Anwendung des Taschenrechners im Astronomieunterricht (III) . . . . .	16
● <b>Beobachtung</b>	
H. J. NITSCHMANN: Doppelstern Gamma Andromedae . . . . .	19
K. LINDNER: Venus und Plejaden am Abendhimmel . . . . .	20
● <b>Kurz berichtet</b>	
Wissenswertes . . . . .	20
Zeitschriftenschau . . . . .	24
● <b>Abbildungen</b>	
Umschlagseiten . . . . .	24
● <b>Karteikarte</b>	
M. REICHSTEIN: Satelliten des Sonnensystems . . . . .	
● <b>Jahresinhaltsverzeichnis 1987 (A. MUSTER)</b>	

Redaktionsschluß: 9. 12. 1987

Auslieferung an den Postzeitungsvertrieb: 15. 2. 1988

## Из содержания

L. GRAUMANN: Новая рамочная программа для факультативного курса «Астрономия и космонавтика» . . . . .	2
U. BLEYER: Расширяющаяся сверхгалактика . . . . .	6
S. KOGE: Крестьянин и астроном — 200 лет со дня рождения И. Г. Палича . . . . .	8
O. FISCHER: По поводу темы учебной программы «Сверхгалактика» . . . . .	9
H. RÖPKE: «Космические размеры» — новая учебная реляция телевидения . . . . .	15
P. KLEIN: К использованию карманного калькулятора при преподавании астрономии (III) . . . . .	16

## From the Contents

L. GRAUMANN: A New Frame Programme for the Optional Course "Astronomy and Space Flight" . . . . .	2
U. BLEYER: The Expanding Supergalaxy . . . . .	6
S. KOGE: Peasant and Astronomer — for the 200th Birthday of J. G. PALITZSCH . . . . .	8
O. FISCHER: Towards the Curriculum Topic "The Supergalaxy" . . . . .	9
H. RÖPKE: "Dimensions of Universe" — a New Instructional TV Relation . . . . .	15
P. KLEIN: Applying Pocket Computers in Astronomy Instruction (III) . . . . .	16

## En résumé

L. GRAUMANN: Le nouveau programme du cours facultatif «L'astronomie et l'aviation interplanétaire» . . . . .	2
U. BLEYER: La métagalaxie expansive . . . . .	6
S. KOGE: Paysan et astronome — le 200 <sup>e</sup> anniversaire de J. G. PALITZSCH . . . . .	8
O. FISCHER: Au sujet «La métagalaxie» . . . . .	9
H. RÖPKE: «Des dimensions cosmiques» — une nouvelle émission de télévision scolaire . . . . .	15
P. KLEIN: L'emploi du calculateur de poche dans l'enseignement astronomique (III) . . . . .	16

## Del contenido

L. GRAUMANN: Nuevo programa general del curso optativo «Astronomía y vueltas espaciales» . . . . .	2
U. BLEYER: La metagalaxia en expansión . . . . .	6
S. KOGE: Campesino y astrónomo — al bicentenario del nacimiento de J. G. PALITZSCH . . . . .	8
O. FISCHER: En cuanto al párrafo del programa de enseñanza «La metagalaxia» . . . . .	9
H. RÖPKE: «Dimensiones cósmicas» — una nueva emisión escolar de la televisión . . . . .	15
P. KLEIN: En cuanto a la aplicación de la minicomputadora de bolsillo en la enseñanza de astronomía . . . . .	16

# ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Heft 1

25. Jahrgang 1988

### Herausgeber:

Verlag Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, Krausenstraße 50, Postfach 1213, Berlin, DDR - 1086, Tel. 204 30, Postscheckkonto: Berlin 7199-57-1326 26

### Anschrift der Redaktion:

Friedrich-List-Straße 8 (Sorbisches Institut für Lehrerbildung „Karl Jannack“), Postfach 440, Bautzen, DDR - 8600, Telefon 4 25 85

### Redaktionskollegium:

Oberstudienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Klaus Lindner (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Horst Bienioschek, Dr. rer. nat. Ulrich Bleyer, Dr. rer. nat. Hans-Erich Fröhlich, Dr. phil. Fritz Gehlar, Dr. sc. phil. Nina Hager, Prof. Dr. sc. nat. Dieter B. Herrmann, Oberlehrer Volker Kluge, Oberlehrer Monika Kohlhausen, Oberlehrer Jörg Lichtenfeld, Oberstudienrat Hans Joachim Nitschmann, Prof. Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Oberlehrer Eva-Maria Schober, Prof. Dr. sc. paed. Manfred Schukowski, Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert, Studienrat Joachim Stief, Oberlehrer Dr. paed. Uwe Walther, Prof. Dr. rer. nat. habil. Helmut Zimmermann, Günter Zimmermann.

Drahomira Günther (redaktionelle Mitarbeiterin), Dr. sc. phil. Siegfried Michalk (Übersetzer)

Lizenznummer und Lizenzgeber: 1488, Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik

### Gesamtherstellung:

Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen  
AN (EDV 427)  
III-4-9-2924-5,1 Liz. 1488

### Erscheinungshinweise:

zweimonatlich, Preis des Einzelheftes 0,60 Mark; im Abonnement zweimonatlich (1 Heft) 0,60 Mark. Auslandspreise sind aus den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes BUCHEXPOR zu entnehmen. — Bestellungen werden in der DDR von 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 BUCHEXPOR, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, Leninstraße 16, Leipzig, DDR - 7010.

ISSN 0004-6310

## Neues Rahmenprogramm für den fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“

Am 1. 9. 1988 wird ein neues Rahmenprogramm für den fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ eingeführt. Dazu fand in den vergangenen Monaten eine öffentliche Aussprache statt, wobei in unserer Zeitschrift 11 Leser Gedanken und Anmerkungen äußerten. Aus Platzgründen konnten nicht alle Einsendungen publiziert werden. Jedoch war für uns jede Wortmeldung wichtig. Der folgende Beitrag erläutert das neue Rahmenprogramm und gibt damit zugleich Antworten auf die in der Diskussion vertretenen Standpunkte und aufgeworfene Fragen.

Im Bericht des ZK der SED an den XI. Parteitag der SED wird die Forderung gestellt, sowohl im obligatorischen als auch im fakultativen Unterricht der Oberschule „unserer Schuljugend ein breites, solides und ausbaufähiges Fundament der Allgemeinbildung zu vermitteln, sie im Geiste unserer kommunistischen Weltanschauung und Moral zu erziehen, die Grundlagen für die allseitige Entwicklung der Persönlichkeit, für Disponibilität und schöpferische Leistungsfähigkeit sicher zu legen, die die künftigen Facharbeiter, Ingenieure und Wissenschaftler benötigen“ (1). Dem dient auch die Einführung eines neuen Rahmenprogramms für den fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ ab 1. 9. 1988.

Bereits im Heft 6/1986 dieser Zeitschrift wurden Positionen zur Bewährung und zur Weiterentwicklung des bisherigen Rahmenprogramms dargelegt sowie zur Diskussion über die dargelegten Positionen aufgerufen (2). Mit der Überarbeitung des bisherigen Rahmenprogramms wurde das Ziel verfolgt, die Potenzen des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“ für die Allgemeinbildung der Schüler, für die Aneignung eines soliden Wissens über astronomische Objekte, Erscheinungen, Vorgänge und Arbeitsmethoden, über die Raumfahrt und die Geschichte der Astronomie herauszuarbeiten, um den Beitrag des fakultativen Astronomieunterrichts zur Festigung und Erweiterung des wissenschaftlichen Weltbildes der Schüler zu verstärken. Die Linienführung des obligatorischen Astronomieunterrichts findet im neuen Rahmenprogramm ihre Fortsetzung (3). Dazu wurden die Inhalte des bisherigen Rahmenprogramms hinsichtlich ihres Beitrages zur Aneignung eines soliden Wissens über astronomische Erscheinungen und Vorgänge, welches das wissenschaftliche Weltbild der Schüler festigt und erweitert, geprüft und bewährte Inhalte in das neue Rahmenprogramm übernommen.

Dazu gehört Wissen über das Sonnensystem und über die zu diesem gehörenden Objekte, über

Sterne und Sternsysteme sowie über die Raumfahrt. Zur inhaltlichen Modernisierung wurden Erkenntnisse über Entwicklungsvorgänge im Weltall, über die Entwicklung der Raumfahrt und über deren Ergebnisse in das Rahmenprogramm aufgenommen. Aufgrund der großen Bedeutung der Raumfahrt für den Erkenntnisfortschritt in der Astronomie für den wissenschaftlich-technischen Fortschritt auf dem Gebiet der Fernerkundung der Erde, des Nachrichtenwesens, der medizinischen Forschung und den Werkstoffwissenschaften sowie für das wissenschaftliche Weltbild der Schüler wurde ein Wahlkurs „Raumfahrt“ gebildet.

Der bisherige Wahlkurs „Methoden der Erforschung der Himmelskörper“ wurde aufgelöst, die Behandlung astronomischer Forschungsmethoden mit der Aneignung von Wissen über astronomische Objekte gekoppelt. Dies entspricht auch dem Konzept des obligatorischen Astronomieunterrichts, in dem bei der Vermittlung astronomischen Wissens die Schüler auch jeweils erfahren, auf welche Art die jeweiligen astronomischen Erkenntnisse gewonnen wurden.

Des weiteren wurde eine enge Verbindung der Aneignung von Wissen über die Entwicklung dieser Erkenntnisse in der Geschichte von Astronomie und Raumfahrt hergestellt.

Die Anwendung von Denk- und Arbeitsweisen der Astronomie kommt besonders in der Erhöhung der Anzahl selbständiger Beobachtungen des Sternhimmels und in der Anwendung von Mathematik und Physik auf wesentliche astronomische Sachverhalte bei Beachtung der Voraussetzungen der Schüler zum Ausdruck. Damit wird angestrebt, beim fakultativen Kurs die Wissensaneignung durch anspruchsvolle Schülertätigkeiten zu sichern. Diesem Ziel dient auch die Aufnahme von Schülerexperimenten zur Untersuchung von Eigenschaften des Lichtes, der wesentlichen Informationsquelle über astronomische Objekte.

Das neue Rahmenprogramm umfaßt den Grundkurs und die drei Wahlkurse

- Sonnensystem,
- Sterne und Sternsysteme,
- Raumfahrt.

Das Rahmenprogramm wurde in enger Zusammenarbeit mit erfahrenen Astronomielehrern und Fachberatern entwickelt. Es wurde mehrfach von Fachwissenschaftlern, Methodikern, Fachberatern und Fachlehrern begutachtet und während des Instruktionslehrganges für Fachberater im April 1987 mit allen Fachberatern für Astronomie diskutiert. In Auswertung dieser Gutachten und unter Berücksichtigung der in dieser Zeitschrift veröffentlichten Stellungnahmen entstand die Endfassung des Rahmenprogramms, das in einer Beratung im Ministerium für Volksbildung bestätigt wurde.

Im folgenden wird dargelegt, in welcher Weise

die in den veröffentlichten Stellungnahmen zum Ausdruck kommenden Erfahrungen und wertvollen Hinweise im neuen Rahmenprogramm berücksichtigt wurden (4). Damit wurden zugleich Hinweise über wesentliche Neuerungen im Rahmenprogramm und Empfehlungen zur methodisch-organisatorischen Gestaltung der Kurse gegeben.

Die in (2) begründeten Positionen zur Weiterentwicklung des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“ sind im neuen Rahmenprogramm umgesetzt worden. In den der Redaktion zugesandten Stellungnahmen wurde die Zustimmung zu den unterbreiteten Positionen zum Ausdruck gebracht. Die aufgeworfenen Probleme und Meinungen lassen sich zu folgenden Schwerpunkten zusammenfassen:

- Neuaufnahme von Inhalten,
- Wissensaneignung durch anspruchsvolle Schülerleistungen,
- Varianten zur Gestaltung des fakultativen Kurses.

### **Zur Neuaufnahme von Inhalten**

Die Aufnahme eines Abschnittes „Licht als Informationsquelle“ in den Grundkurs wurde als Schließung einer echten Lücke (ZIMMERMANN) und als wertvolle erzieherische Potenz, den Schülern die Methoden der Erkenntnisgewinnung in der Astronomie bewußt zu machen (KLUGE, SUE) gekennzeichnet. Die stärkere Integration von Fakten aus der Geschichte der Astronomie wird vielfach begrüßt (SCHUKOWSKI, REDERSBORG, MÜNZEL). Die Autoren unterbreiten sehr konkrete Vorschläge zu einer verstärkten Einbeziehung von heimatgeschichtlichen Fakten, wobei die Unterschiede, die von Ort zu Ort bestehen, eine detaillierte Festbeschreibung in einem Rahmenprogramm ausschließen. Jeder Kursleiter sollte diese Vorschläge sorgfältig prüfen und zur Gestaltung interessanter Zusammenkünfte nutzen. Auch die Vorschläge zu einer verstärkten Berücksichtigung astronomischer Zeitmessungen und des Kalenderwesens (MÜNZEL) sollten beachtet werden. Eine verstärkte Ausweisung dieses Aspektes im Rahmenprogramm konnte aus der Gesamtsicht der Ziele des fakultativen Kurses nicht erfolgen.

Zu Recht wurde von HÖFNER darauf aufmerksam gemacht, daß die Berechnung der absoluten Helligkeit im Wahlkurs „Sterne und Sternsysteme“ aufgrund fehlender mathematischer Voraussetzungen mit Schülern nicht realisierbar ist. Eine entsprechende Streichung wurde vorgenommen. Die Erweiterung der Inhalte zur Raumfahrt zu einem selbständigen Wahlkurs wurde von SUE skeptisch gesehen. Er stellt die Frage, ob Schüler über ein Jahr dafür begeistert werden können, wenn im Mittelpunkt Berechnungen und technische Probleme stehen. Er hält einen Wahlkurs „Raumfahrt“ für die allgemeinbildende Schule für unangemessen.

Dagegen weist RISSE in seinem Beitrag darauf hin, daß es notwendig ist, in dem Programm verstärkt die Technik und die Aufgabenstellungen von Kopplungseinheiten der gegenwärtig zu erwartenden sowjetischen „Alltagsarbeit“ auszuweisen, da diese in den nächsten Jahren und Jahrzehnten Hauptinhalt des sowjetischen Raumfahrtprogramms sein wird. KLUGE betont, daß die Raumfahrt aufgrund der sehr breiten Anwendungen für viele Wissenschaftsbereiche auf unserer Erde, aber auch als Mittel zur Forschung im planetaren Raum eine wesentlich größere Beachtung verdient.

Die stürmische Entwicklung der Raumfahrt in unserer Zeit, ihr Einfluß auf eine Vielzahl gesellschaftlicher, ökonomischer, technischer, medizinischer Bereiche, der durch die Raumfahrt erbrachte Erkenntnisfortschritt in der Astronomie, die Funktion naturwissenschaftlichen Unterrichts unserer Oberschule, der Jugend aktuelle und vorausschaubare Entwicklungen in Wissenschaft und Technik didaktisch vereinfacht nahezubringen – das sind Gründe für eine stärkere Betonung der Raumfahrt im fakultativen Unterricht. Nicht zuletzt muß hervorgehoben werden, daß die mit COPERNICUS eingeleitete Wende in der Astronomie durch die Raumfahrt eine relative Vollendung erfahren hat, weil die Stellung der Erde und des Menschen im Weltall aus einem neuen Blickwinkel gesehen werden muß, das Weltbild des Menschen eine neue Dimension erhalten hat.

OTTO weist in seiner Stellungnahme darauf hin, daß bei der Behandlung von Raumflugkörpern keine Beschreibung der Arten im Vordergrund stehen sollte, sondern, daß Betrachtungen zum Bahnverlauf sowie Methoden der Beobachtung und Vermessung von Raumflugkörpern genügend Beachtung finden müßten. Bei der Endfassung des Rahmenprogramms wurde der Bahnverlauf der Raumflugkörper berücksichtigt, dagegen wurden Methoden zur Vermessung und Beobachtung nicht aufgenommen, da diese Methoden über das mit allen Schülern im fakultativen Kurs Machbare hinausgehen würden.

### **Zur Wissensaneignung durch anspruchsvolle Schülerleistungen**

Die Verstärkung des selbständigen Beobachtens der Schüler wird begrüßt (RISSE, HIRRLER, ZIMMERMANN, OTTO). Es wird die große Bedeutung der selbständigen Beobachtung für das Verstehen astronomischer Sachverhalte betont und als wichtig hervorgehoben, den Kursteilnehmern Bewährungssituationen zu schaffen, z. B. als Helfer bei Beobachtungen im Astronomieunterricht.

Die von OTTO kritisierte Trennung des Überblicks über astronomische Objekte von ihrer Beobachtung im Grundkurs ist im Rahmenprogramm nicht

vorhanden. Im Abschnitt „Überblick über astronomische Objekte und Systeme im Weltall“ sind die Beobachtungen direkt ausgewiesen, und in den methodischen Hinweisen wird auf die Einbeziehung der Beobachtungen in die Erarbeitung der Inhalte hingewiesen.

Die zahlreich ausgewiesenen anspruchsvollen Schülertätigkeiten, durch die eine enge Verbindung der Wissensaneignung mit aktiver Tätigkeit der Schüler im fakultativen Unterricht realisiert werden kann, findet Zustimmung (ZIMMERMANN, KLUGE). Dabei wird auf die notwendige exakte Planung und Einordnung dieser Tätigkeiten in die Gestaltung des Kurses durch den Kursleiter aufmerksam gemacht.

Dem Vorschlag von HIRRLE, Arbeitsaufträge für die MMM als festen Bestandteil jedes Kurses zu sehen, können wir nicht folgen. Es bleibt dem Kursleiter freigestellt, mit den Schülern thematische Arbeitsaufträge zu bearbeiten, die u. U. auch für eine MMM geeignet sind, aber es kann diesbezüglich keine Pflicht bestehen.

Öffentliche Rechenschaftslegung der Kurse kann in vielfältiger Form erfolgen und soll von Jahr zu Jahr differenziert werden. Die Mitwirkung an der MMM ist eine Möglichkeit, die jedoch nicht in jedem Jahr und in jedem Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ wiederholt werden soll.

HIRRLE schlägt weiter vor, die Anwendung ausgewählter mathematischer Arbeitsweisen mit historischen Fakten zu verbinden. Diese Anregung sollte bei der didaktisch-methodischen Gestaltung des Kurses vom Kursleiter beachtet werden.

#### **Zu Varianten der Gestaltung des fakultativen Kurses**

Übereinstimmung liegt bei den Kollegen hinsichtlich der Durchführung von Ein- und Zwei-Jahres-Kursen vor. Es wird betont, daß durch Einjahreskurse den schulischen Bedingungen besser entsprochen wird und Schüler die Möglichkeit erhalten, in Klasse 10 den fakultativen Kurs zu wechseln und einen ihren beruflichen Wünschen entsprechenden zu wählen (HIRRLE, OTTO, RISSE, MÜNZEL). Unterschiedliche Meinungen gibt es aber hinsichtlich der Teilnehmer aus nur einer Klassenstufe oder aus beiden Klassenstufen in einem Kurs. So meint RISSE, daß es nicht problematisch ist, jedes Jahr neue Schüler in den fakultativen Kurs aufzunehmen, da es sich bei den ein Jahr später hinzukommenden um astronomieinteressierte Schüler handelt, die bemüht sind, sich die im Grundkurs vermittelten beobachtungspraktischen Fertigkeiten möglichst schnell anzueignen. HÖFNER und auch KLUGE meinen dagegen, daß der zur Heranführung der ein Jahr später in den Kurs eintretenden Schüler erforderliche didaktisch-methodische Aufwand zu Lasten der Schüler geht, die von Anfang an den fakultativen Kurs besuchen und damit zu Lasten der Qualität des Kur-

ses insgesamt. Im neuen Rahmenprogramm tragen wir diesen unterschiedlichen Meinungen und Erfahrungen dadurch Rechnung, daß keine Aussagen über die Klassenstufe getroffen wird, aus der die Schüler auszuwählen sind. Damit kann an jeder Schule aufgrund der konkreten Bedingungen, entsprechend den Wünschen der Schüler und den Erfahrungen des Kursleiters eine Entscheidung fallen. Ideal ist es, wenn in jedem Jahr ein neuer fakultativer Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ von möglichst zweijähriger Dauer beginnt, damit interessierte Schüler die Möglichkeit haben, daran teilzunehmen und ein hohes Niveau im Wissen und Können zu erreichen. Unter Umständen kann diese Lösung auch durch Zusammenarbeit zweier Schulen realisiert werden (HÖFNER).

Unterschiedliche Meinungen gibt es auch zu dem im Ein-Jahres-Kurs zu vermittelnden Stoff. KLUGE fordert, daß nur der Inhalt des Grundkurses behandelt werden soll, da er für eine solide Grundausbildung unverzichtbar ist. Andere Kollegen (ZIMMERMANN, RISSE) sprechen sich für die Behandlung von ausgewählten Inhalten des Grund- und der Wahlkurse aus. Sie meinen, daß den Schülern sonst tiefere Einsichten, wie sie die Wahlkurse vermitteln, weitestgehend versagt bleiben. Auch mit der Sicht auf den obligatorischen Astronomieunterricht in Klasse 10 sei eine Reduzierung auf den Grundkurs nicht gerechtfertigt.

Im neuen Rahmenprogramm heißt es zu dieser Problematik: „Wenn in den Schulen vorgesehen ist, den fakultativen Kurs ‚Astronomie und Raumfahrt‘ in nur einem Schuljahr durchzuführen, so sollte der Kursleiter aus den Inhalten des Grundkurses und Inhalten der Wahlkurse ein Programm zusammenstellen, damit die Schüler über ein enger begrenztes Gebiet der Astronomie tiefergehendes Wissen und Können erwerben. Dabei ist zu berücksichtigen, ob der Kurs in Klasse 9 oder in Klasse 10 durchgeführt wird“ (5).

Auch hier sind dem Kursleiter alle Möglichkeiten offen, ein seinen Bedingungen und den Wünschen der Schüler entsprechendes Verhältnis von Inhalten des Grundkurses und des Wahlkurses zu wählen und somit zu einer möglichst optimalen astronomischen Bildung der Schüler beizutragen.

Es wird begrüßt, daß es wie bisher möglich ist, bei einem Zwei-Jahres-Kurs entweder im ersten Jahr nur den Grundkurs und im zweiten Jahr einen Wahlkurs durchzuführen oder den Grundkurs auf zwei Jahre aufzuschlüsseln (RISSE, BÄHLER, ZIMMERMANN, HIRRLE). Auch das selbständige Zusammenstellen eines Wahlkurses aus Inhalten der verschiedenen Wahlkurse wird befürwortet, da dabei die Schülerinteressen stark berücksichtigt werden können.

Weitere Stellungnahmen wurden in der Unterrichtsdiskussion zur Qualifikation der Kursleiter und Funktion des Rahmenprogramms als Führungsinstrument abgegeben.

Von verschiedenen Kollegen (KLUGE, ZIMMERMANN, BÄHLER, SUE) wird mit Recht betont, daß die Realisierung des Rahmenprogramms hohe Anforderungen an den Kursleiter stellt. Der Kursleiter muß fachlich und methodisch versiert sein, und es müssen Kursleiter auf lange Sicht gewonnen werden, damit die Förderung zur weiteren Entwicklung des fakultativen Unterrichts auch bei der Realisierung des Rahmenprogramms „Astronomie und Raumfahrt“ verwirklicht wird.

Um den Kursleitern Hilfen zu geben, werden in unserer Zeitschrift zu den einzelnen Abschnitten des Grundkurses und zu den Wahlkursen gesonderte Beiträge erscheinen, in denen spezielle didaktisch-methodische und auch fachliche Hinweise zur Realisierung gegeben werden. Auch die Fach- und Spezialkurse der Lehrerweiterbildung sind inhaltlich auf die neuen Anforderungen des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“ abgestimmt.

Einen Beitrag zur Verbesserung der Planungsarbeiten des Kursleiters sehen einige Kollegen (BÄHLER, ZIMMERMANN) in der Angabe der Stundenzahl für die einzelnen Abschnitte des Rahmenprogramms. Diese Angaben sind als Empfehlung für die Durchführung des Kurses gedacht.

KLUGE sieht in dem Ausweisen der für Schüler und für Kursleiter zu empfehlenden Literatur sowie in der Übersicht über die zur Verfügung stehenden Unterrichtsmittel eine Erhöhung der Funktion des Rahmenprogramms als Führungsinstrument. In gleicher Weise wird die Ausführlichkeit der Stoffangaben, die Vielfalt der Schülertätigkeiten sowie die methodischen Hinweise zu den Stoffabschnitten eingeschätzt.

Eine wesentliche Rolle bei der erfolgreichen Arbeit mit dem neuen Rahmenprogramm wird das Verständnis des Kursleiters für die Ziele und Aufgaben, die Hauptfunktion des Astronomieunterrichts in unserer Oberschule spielen. Sich darüber Klarheit zu verschaffen durch Studium des Lehrplanes und des Rahmenprogramms sowie auch interpretierender Literatur (3), (6; 213 bis 219) ist notwendige Voraussetzung für die erfolgreichere Gestaltung des Kurses „Astronomie und Raumfahrt“ nach dem neuen Programm.

#### Literatur:

- (1) HONECKER, E.: Bericht des Zentralkomitees der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands an den XI. Parteitag der SED. Berlin 1986.
- (2) BIENIOSCHEK, H.: Zur Weiterentwicklung des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“. *Astronomie in der Schule* 23 (1986) 6.
- (3) BIENIOSCHEK, H.: Ziele, Inhalt und didaktisch-methodische Konzeption des Astronomieunterrichts nach dem neuen Lehrplan. *Astronomie in der Schule* 24 (1987) 2.
- (4) Vgl. in dieser Zeitschrift Beiträge von ZIMMERMANN 1/87, REDERSBORG 1/87, KLUGE 4/87, SUE 5/87, BÄHLER 5/87, RISSE 5/87, HÖFNER 5/87, MÜNZEL 6/87, SCHUKOWSKI 6/87, HIRRLER 6/87, OTTO 6/87.
- (5) Rahmenprogramm für den fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ in den Klassen 9 und 10, Berlin 1987.

- (6) Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR: *Allgemeinbildung und Lehrplanwerk*. Berlin 1987.

Anschrift des Verfassers:

Dr. päd. LORE GRAUMANN  
Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR  
Institut für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht  
FG Physik/Astronomie  
Otto-Grotewohl-Straße 11  
Berlin  
DDR - 1080

### Zur praktischen Umsetzung des neuen Rahmenprogramms

„Astronomie in der Schule“ veröffentlicht in den nächsten Heften erste Empfehlungen zur praktischen Umsetzung des neuen Rahmenprogramms. Bereits jetzt werden unsere Leser gebeten, gesammelte Erfahrungen und Erkenntnisse bei der Arbeit mit dem neuen Rahmenprogramm der Redaktion mitzuteilen. Es geht uns u. a. um Antwort auf folgende Fragen:

- Wie wird im Grundkurs „Einführung in die Astronomie und Raumfahrt“ den Schülern grundlegendes und anwendungsbereites Wissen über astronomische Objekte und Erscheinungen vermittelt; wie gewinnen die Schüler einen Überblick über kosmische Systeme?
- Wie werden die im Grundkurs „Einführung in die Astronomie und Raumfahrt“ geforderten Beobachtungen genutzt, um bei den Schülern Fähigkeiten zur Orientierung am Sternhimmel und zur Beobachtung mit und ohne Gerät auszuprägen?
- Wie kann im Wahlkurs „Sonnensystem“ mit Hilfe der mathematisch-physikalischen Inhalte und der historischen Aspekte des Stoffs den Schülern ein tieferer Einblick in den Aufbau und die Entwicklung des Sonnensystems gegeben werden?
- Wie lassen sich im Wahlkurs „Sterne und Sternsysteme“ Erkenntnisse über die Metagalaxis faßlich mit dem Ziel vermitteln, daß sich die Schüler exakte Kenntnisse über die Struktur und Entwicklung des überschaubaren Teils des Weltalls aneignen?
- Wie wird im Wahlkurs „Raumfahrt“ durch interessante und tätigkeitsorientierte Zusammenkünfte erreicht, daß die Schüler zum Interesse und zur Beschäftigung mit Fragen und Problemen der Raumfahrt angeregt werden?

# Die expandierende Metagalaxis

Der Lehrplan fordert, im Unterricht (Stoffeinheit 3.3.) elementare Fragen der Kosmologie zu behandeln. Dazu veröffentlichen wir in diesem Heft (Seite 6 und 9) erste fachliche und methodische Hilfen. Im Heft 2/1988 erscheint dazu ein weiterer Fachbeitrag.

## Die Wissenschaft Kosmologie

Die Astronomie ist die Wissenschaft von Struktur und Bewegung, Entstehung und Entwicklung der Himmelskörper. Da es sich hierbei um physikalische Eigenschaften handelt und methodisch die Erkenntnisse der irdischen Physik auf den kosmischen Raum übertragen werden, entwickelte sich die Astrophysik. Die historisch entstandene Unterscheidung zwischen „klassischer“ oder „Positions“-Astronomie und astrophysikalischer Erforschung der Eigenschaften der Himmelskörper läßt sich nur schwer treffen. Dehnt man den Forschungsgegenstand auf die Gesamtheit aller Himmelskörper, das Weltall als Ganzes, aus, so gelangt man zur Kosmologie, die Entwicklungsgeschichte und Aufbau des Kosmos (griechisch: Harmonie, Ordnung, Schönheit, Gegenteil von Chaos) untersucht.

Die Kosmologie entstand nicht im Rahmen der Physik, sondern mit der Philosophie, denn beide haben die rationale Erfassung der Welt als Ganzes zum Ziel. Eine Kosmologie auf physikalischer Grundlage wurde erst mit der Herausbildung des copernicanischen Weltbildes möglich, das die Vorstellung von der materiellen Einheit der Welt realisiert und nicht mehr Irdisches und Himmlisches voneinander trennt. Das Prinzip von der materiellen Einheit der Welt, das in der Praxis unzählige Male bestätigt wurde, ermutigt uns zur Übertragung der physikalischen Naturgesetze auf den Kosmos.

Für die moderne Naturwissenschaft ist charakteristisch, daß ihre Forschungsgegenstände der direkten sinnlichen Wahrnehmung durch den Menschen nicht mehr zugänglich sind, sondern nur durch komplizierte Beobachtungs- und Meßtechnik erschlossen werden können. Das Kettenglied zwischen den experimentellen Ergebnissen und den tatsächlichen Eigenschaften der Forschungsobjekte, ob es nun Makromoleküle, Chromosomen oder Halbleiterkristalle sind, wird durch theoretische Vorstellungen über den Aufbau der Materie geliefert. Hier liegt auch die Wurzel der untrennbaren Einheit von Theorie und Experiment in den exakten Naturwissenschaften.

## Das kosmologische Modell

Die Abhängigkeit von theoretischen Vorstellungen gilt natürlich in besonderem Maße für die Astro-

physik, die keine Möglichkeit zu Experimenten hat, sondern ihren Forschungsgegenstand, die Himmelskörper, nur beobachten kann und aus diesem Beobachtungsmaterial auf die Eigenschaften der weit entfernten Sterne, Galaxien usw. schließen muß. Diese Situation erreicht in der Kosmologie eine neue Qualität. Die für kosmologische Fragen entscheidende Art der Wechselwirkung zwischen den Himmelskörpern ist die Schwerkraft. Die erste physikalische Theorie dafür war NEWTONS Gravitationsgesetz. Derzeit anerkannteste moderne Feldtheorie der Gravitation ist EINSTEINS Allgemeine Relativitätstheorie, die Gravitationsfeld und Raum-Zeit-Geometrie verknüpft. Aber zur Lösung ihrer Feldgleichungen benötigt man, wie bei allen physikalischen Aufgabenstellungen, Anfangs- und Randbedingungen. Sind diese gegeben, so erhält man eine eindeutige Lösung. In der Laborphysik sind für ein zu untersuchendes System die Anfangs- und Randbedingungen durch den Experimentator eingerichtet oder durch das umgebende System festgelegt. Da wir den Kosmos von innen heraus erklären müssen, sind uns diese Möglichkeiten verschlossen. In der Kosmologie muß man neben den Anfangsbedingungen, die durch den heutigen Zustand der Metagalaxis (s. u.) gegeben sind und damit teilweise nach Beobachtungen festgelegt werden können, die Randbedingungen in Form kosmologischer Postulate vorgeben. Zusammen mit der benutzten Gravitationstheorie legen sie ein kosmologisches Modell fest, dessen astrophysikalische Vorhersagen wir durch die Beobachtung überprüfen.

Andererseits lehrt die Erfahrung, daß wir mit unseren Beobachtungen nur einen (vermutlich sehr kleinen) Teil des Kosmos überblicken. Dieser beobachtbare Teil des Kosmos wird oft als Metagalaxis bezeichnet (1). Die kosmologischen Postulate sind nun aus globalen, durch Beobachtungen oder durch ihre Einfachheit nahegelegten Eigenschaften der Metagalaxis abgeleitet und auf das kosmologische Modell ausgedehnt. Dieses kosmologische Modell erfaßt also den Teil des Kosmos, für den der beobachtbare Bereich ein charakteristischer Bestandteil ist. Wir wollen daher das ganze von einem kosmologischen Modell erfaßte Gebiet Metagalaxis nennen und deren Struktur und Entwicklung untersuchen.

Eine so vorsichtige Abgrenzung des Forschungsgegenstandes ist deshalb notwendig, weil wir in keiner Weise sicher sein können, mit unserem kosmologischen Modell den ganzen Kosmos zu erfassen. Wir können keinesfalls unsere Metagalaxis mit der „Welt als Ganzes“ identifizieren. Denkmöglich sind Strukturen auch außerhalb der Schranken, die uns durch das kosmologische Modell gesetzt sind. Diese Schranken sind natürlich keine Erkenntnisgrenzen, sondern die Entwicklung der Kosmologie zeigt, daß die kosmologischen Modelle immer



wieder erweitert wurden. Nur kann man eben dem Anspruch der Kosmologie, den Kosmos als Ganzes zu beschreiben, nur schrittweise über die ständige Vervollkommnung der mit der lokalen Physik konsistenten kosmologischen Modelle näher kommen (vgl. (2) bis (6)).

Als kosmologisches Postulat geht man neben der Existenz einer einheitlichen kosmischen Zeit (WEYLSCHE Postulat) von der Isotropie und Homogenität des Raumes aus (COPERNICANISCHES Prinzip). Das bedeutet, daß kein Punkt und keine Richtung des Raumes ausgezeichnet sind. Diese Eigenschaften gelten in unserer näheren kosmischen Umgebung offensichtlich nicht. Verfolgt man aber die Hierarchie der Himmelskörper (Sterne, Sternhaufen, Galaxien, Galaxienhaufen), so zeigen die Beobachtungen, daß es keine Strukturbildung für Größenordnungen über 100 Mpc gibt. Als Bausteine der Metagalaxis nehmen wir daher die Galaxien, mitteln über Abstände von 100 Mpc und betrachten so eine gleichförmige Verteilung „staubförmiger“ Materie, deren Staubkörner die Galaxien sind.

### Die HUBBLE-Expansion

Die Untersuchung von Spektren der Galaxien ergab zu Anfang unseres Jahrhunderts, daß die Absorptionslinien im Vergleich zu im Labor erhaltenen Spektren in Richtung längerer Wellenlängen verschoben sind, und zwar zunehmend mit wachsender Entfernung der Objekte (Rotverschiebung). Diese Verschiebung der Spektrallinien interpretierte man als Dopplerverschiebung infolge einer Radialbewegung der Galaxien. Im Jahre 1929 stellte HUBBLE die Beziehung  $v = H_0 r$  zwischen der Radialgeschwindigkeit  $v$  und dem Abstand  $r$  der Objekte auf. Hier ist  $H_0$  der HUBBLE-Parameter zum heutigen Zeitpunkt. Er kann wegen der Ungenauigkeiten in der Entfernungsbestimmung der Galaxien einen Wert von  $50 \dots 100 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \text{Mpc}^{-1}$  haben. Die kosmologische Rotverschiebung deutet also auf eine Expansion des Raumes hin, alle Abstände vergrößern sich. Man kann leicht zeigen, daß diese Expansion dem kosmologischen Postulat nicht widerspricht.

Bei Vergrößerung aller Abstände gilt für den Abstand zweier Punkte  $\frac{r}{r_0} = \frac{R(t)}{R(t_0)}$ , (1.1.)

wobei  $R(t)$  eine Funktion der Dimension einer Länge ist und  $t_0$  den gegenwärtigen Zeitpunkt bezeichnet. Die Zeitableitung  $\dot{R}(t_0)$  ist die gegenwärtige Expansionsgeschwindigkeit und es gilt

$$H_0 = \frac{\dot{R}(t_0)}{R(t_0)}. \quad (1.2.)$$

An diesem Zusammenhang sehen wir, daß  $H$  zu jedem Zeitpunkt einen konstanten Wert für die Metagalaxis hat, aber natürlich eine Funktion der Zeit ist. Die häufig verwendete Bezeichnung „HUBBLE-Konstante“ ist also irreführend. Der Kehrwert des HUBBLE-Parameters ist eine Zeit, die HUBBLE-Zeit

$$t_H = \frac{1}{H_0} \quad (1.3.)$$

und liegt bei  $10 \dots 20 \cdot 10^9$  Jahren. Setzt man die heutige Expansionsgeschwindigkeit voraus, so gibt  $t_H$  die Zeit an, die benötigt wurde, damit die Galaxien ihre heutigen Abstände erreichen könnten. Die Rückrechnung der Expansion führt auf verschwindende Abstände und damit unbegrenzt anwachsende Dichten vor einer Zeit  $t_H$ . Dieser entartete Zustand wird kosmologische Singularität genannt.

An dem Umgang mit dieser Singularität zeigen sich nun die vielen Fehlinterpretationen der Kosmologie. Sie wird mit einem „Weltanfang“, dem „Urknall“ gleichgesetzt, die HUBBLE-Zeit wird „Weltalter“ genannt. Die kosmologische Singularität gibt aber nur an, daß das kosmologische Modell hier zusammenbricht. Daß die Singularität dem Zeitpunkt  $t = 0$  entspricht, bedeutet genauso wenig „Weltanfang“ wie die Tageszeit 0 Uhr, die ja auch nur den Beginn eines neuen Tages bezeichnet, das heißt durch die Zeitskala festgelegt ist.

Da wir von einer homogenen und isotropen Materieverteilung in der Metagalaxis ausgehen, ist die mittlere Dichte der Materie überall gleich. Schätzt man die in Galaxien enthaltenen Massen ab, so erhält man  $\rho_{Gal} \approx 10^{-31} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Die in der Metagalaxis enthaltene unsichtbare Materie, z. B. im intergalaktischen Medium, kann diesen Wert noch erheblich vergrößern. Die Beobachtungen ergeben  $\rho_m \approx 10^{-30} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , was etwa einem Atom pro Kubikmeter entspricht (vgl. Teil II). Da alle Längen mit  $R(t)$  variieren, gilt für die Materiedichte

$$\rho_m \approx \frac{\rho_m t_0}{R(t)^3}. \quad (1.4.)$$

### Das Standardmodell

Wir wollen nun die Expansion der Metagalaxis zurückverfolgen. Die Abstände der Himmelskörper waren danach früher viel kleiner. Je weiter wir zurückgehen, um so mehr erhöhen sich Dichte und Temperatur in der Metagalaxis, was zur Zerlegung der Materie in ihre Elementarbausteine, die Atome, und deren Zerlegung in Kerne und Elektronen, der Atomkerne in Protonen und Neutronen usw., führt. Danach hätte sich die Metagalaxis aus einem sehr heißen und dichten Urzustand unter ständiger Expansion und einer damit verbundenen Abkühlung zu ihrer heutigen Gestalt entwickelt. Die Vorstellung einer solchen heißen Frühphase führt uns direkt auf die Verbindung zur Elementarteilchenphysik, denn wenn wir von einem heißen „Urplasma“ ausgehen, in dem die Materie wegen der hohen Temperaturen und Dichten in ihre elementarsten Bausteine zerlegt ist, so muß die Elementarteilchenphysik zur Beschreibung dieses Zustandes herangezogen werden.

Um die heiße Frühphase der kosmischen Entwick-

## Bauer und Astronom – Zum 200. Todestag von J. G. PALITZSCH

lung zu belegen, müssen wir nach ihren Überresten suchen. Mit einem heißen Plasma ist immer eine große Menge elektromagnetischer Strahlung in Form von Wärmestrahlung verbunden. Liegen jedoch die Elementarteilchen getrennt vor, so besitzen die Protonen, Elektronen, Positronen usw. elektrische Ladungen, die zu einer so starken Wechselwirkung mit der Strahlung führen, daß sich die Strahlung praktisch nicht frei bewegen kann, das Medium ist undurchsichtig. Erst zu einer Zeit, wo die Metagalaxis sich hinreichend abgekühlt hat, so daß die Protonen und Neutronen Kerne gebildet und diese Kerne die Elektronen in einer Hülle zu Atomen verbaut haben, wird das Medium auch im Kleinen elektrisch neutral und die Strahlung kann sich frei ausbreiten. Diese sogenannte Rekombination der Elektronen und Kerne in Atome erfolgt bei etwa 3 000 K. Hat die Strahlung zu dieser Zeit abgekoppelt und von da an frei an der kosmischen Expansion teilgenommen, so muß sie sich bis heute auf eine Temperatur von etwa 3 K abgekühlt haben. Die der Strahlung entsprechende Materiedichte ist gegeben durch

$$\rho_s \approx \frac{\rho_s(t_0)}{R(t)^4} \quad (1.5.)$$

Das folgt aus der Volumenänderung  $\approx 1/R(t)^3$  und der Energieabnahme der Photonen infolge der kosmischen Expansion  $\approx 1/R$ . Für die Temperatur  $T$  der Hintergrundstrahlung gilt  $T \approx 1/R(t)$ . Mit der Entdeckung der kosmischen Hintergrundstrahlung von einer Temperatur von 2.79 K durch PENZIAS und WILSON im Jahre 1965 wurden diese Überlegungen überzeugend bestätigt. Die Hintergrundstrahlung ist sehr isotrop und bestätigt das kosmologische Postulat schon für sehr frühe Entwicklungsstadien der Metagalaxis. Seit der Entdeckung dieser Strahlung wurde die Vorstellung einer aus einem heißen Frühzustand heraus expandierenden Metagalaxis zum Standardmodell der Kosmologie.

### Literatur:

- (1) BLEYER, U.: **Was ist die Metagalaxis?** *Astronomie in der Schule* 23 (1986) 69.
- (2) **Kleine Enzyklopädie Physik.** Leipzig 1986.
- (3) WAHSNER, R.: **Mensch und Kosmos.** Berlin 1978.
- (4) TREDER, H.-J.: **Relativität und Kosmos.** Berlin 1968.
- (5) TREDER, H.-J.: **Elementare Kosmologie.** Berlin 1975.
- (6) NOVIKOV, I. D.: **Evolution des Universums.** Leipzig 1986.

Anschrift des Verfassers:

Dr. rer. nat. ULRICH BLEYER  
Einstein-Laboratorium für Theoretische Physik  
der AdW der DDR  
Rosa-Luxemburg-Straße 17 a  
Potsdam-Babelsberg  
DDR - 1590

Am 21. Februar 1788 verstarb in Prohlis bei Dresden der Bauer JOHANN GEORG PALITZSCH. Er war als Astronom, Botaniker, Physiker und Sammler über die Landesgrenzen hinaus bekannt geworden. Sechs Jahre vor seinem Tod ehrten ihn vier bedeutende Dresdner Persönlichkeiten. CH. G. SCHULZE (1749–1819) schuf 1782 den auf der zweiten Umschlagseite wiedergegebenen Kupferstich. Als Vorbild diente ein PALITZSCH-Gemälde von A. GRAFF aus dem Jahre 1778. Die Symbolik (Fernrohr, Kometenzeichnung usw.) lieferte der Hofmaler und Galeriedirektor J. E. SCHENAU (1737 bis 1806). Der kurfürstliche Oberbibliothekar C. W. DASSDORF (1750–1812), ein Freund des Bauernastronomen, charakterisierte im Bildtext den Autodidakten: „*JOHANNES GEORGIUS PALITZSCH. Landmann bei Dresden. Seines väterlichen Erbgutes unermüdeten Anbauer und Verbesserer. Ein vortrefflicher Stern-, Natur- und Kräuterkundiger. In keiner anderen Wissenschaft unerfahren. Sein eigener Lehrer und Zögling. Ein vortrefflicher und redlicher Mann. In seinem ganzen Leben ein praktischer Weltweiser.*“

Das Erbgut (1½ Hufen, etwa 20 ha) betrieb er mit eigener Hand bis in das Alter. Die Wissenschaften bleiben ihm ein Bedürfnis bei der Wahrheitssuche und Erkenntniszunahme, die er ständig in die Praxis umzusetzen verstand. So zählt PALITZSCH neben ARNOLD, LUDEWIG und GÄRTNER zu den Pionieren in Sachsen, die Mitte des 18. Jahrhunderts die Bildungsfähigkeit des Bauernstandes unter Beweis stellten und damit das alleinige Bildungsprivileg von Adel und aufstrebendem Bürgertum in Frage stellten.

Folgen wir in kurzen Zügen dem interessanten, von Leid und Krieg nicht verschonten Lebensweg PALITZSCHS.

Er wurde am 11. Juni 1723 als einziger Sohn des Bauern JOHANN PALITZSCH in Prohlis geboren. Ein halbes Jahr später traf ihn das Los, Halbwaise zu sein. Der Stiefvater, M. PHILIPP, erzog ihn streng zum Bauern, ungeachtet der nicht zu übersehenden Veranlagungen des Knaben, einer außergewöhnlichen Lern- und Auffassungsgabe, gepaart mit großem Interesse an der Natur, insbesondere der Sternenwelt. Im 13. Lebensjahr fand er allein durch unermüdetes Beobachten den Polarstern. Von dort aus teilte er den gestirnten Himmel in eigens erdachte Sternbilder ein. Der Schulbesuch erfolgte im Nachbardorf Leubnitz-

Neuostera. Zu erlernen waren Schreiben, Lesen, Rechnen und LUTHERS Katechismus. Obwohl ihm nur an Sonntagen das Lesen einige Stunden gestattet war, studierte er heimlich jedes erreichbare Buch. Mit seinen Spargroschen kaufte der Suchende die ersten Astronomiebücher in Dresden. Die Anfänge seiner beachtlichen Mineraliensammlung finden wir auch in jener Zeit.

Durch Unterstützung des oben erwähnten CHRISTIAN GÄRTNER bekam er Zugang zum heutigen Mathematisch-Physikalischen-Salon im Dresdner Zwinger, dessen Oberinspektor, der Physikprofessor G. G. HAUBOLD (1714–1772), auch sofort die Begabungen des jungen Bauern erkannte. Gewiß lenkte HAUBOLD von nun an die autodidaktischen Studien des Prohlisers.

Dies fiel in die Zeit, da PALITZSCH den väterlichen Hof als Volljähriger übernommen hatte und mit großer Umsicht in ein Mustergut verwandelte, wobei er es fertigbrachte, seine Studien noch zur Aneignung der lateinischen Sprache sowie der Chemie und der Elektrizitätslehre zu erweitern. Erinnern wir uns der Worte DASSDORFS: „... in keiner anderen Wissenschaft unerfahren ...“ (1). Aus den nachfolgend chronologisch aufgeführten wissenschaftlichen Leistungen ist die Richtigkeit der Einschätzung zu ersehen.

1758 gelangen ihm die Entdeckung des Süßwasserpolypen (erstmalig in Sachsen), die Beobachtung des Lichtwechsels des Sterns Mira im Sternbild Walfisch und am 25. Dezember die Erstwiederentdeckung des Kometen Halley. Heute schätzt man dieses Ereignis als erste internationale Kometenbeobachtung ein. (HALLEY hatte 1705 mit der Bahnberechnung auch die Wiederkehr für 1758/59 vorausgesagt. Durch die Erfüllung der Voraussage war die kosmische Natur sowie die Periodizität des Kometen nachgewiesen.)

Weitere wissenschaftliche Leistungen PALITZSCHS sind:

- 1760 9. Januar, Kometenentdeckung (Komet 1759 III).
- 1761 5. Juni, Beobachtung des Venusdurchganges vor der Sonnenscheibe, Ermittlung des Venusdurchmessers und der Venusatmosphäre.
- 1764 Beobachtung einer Sonnenfinsternis und deren Einfluß auf Flora und Fauna.
- 1769 Kometenbeobachtung im Sternbild Schlange.
- 1770 PALITZSCH zum Mitglied der Leipziger ökonomischen Societät ernannt
- 1775 PALITZSCH führt den Kartoffelanbau im Elbtal ein und veranlaßt die Errichtung der ersten Blitzschutzanlage Sachsens auf dem Dresdener Schloß.
- 1783/84 Beobachtung des Lichtwechsels vom Stern Algol im Sternbild Perseus. (Das Ergebnis verlas Präsident Sir J. BANKS im November 1783 vor der Royal Society in London. Dort wurde es auch in „Philosophical Transactions“ veröffentlicht. F. W. HERSCHEL (1738–1822) trat mit dem schon 1758 an den europäischen Akademien bekanntgewordenen PALITZSCH in Briefwechsel.) J. H. SCHROTER (1745–1816) in Bremen benannte einen Mondkrater westlich vom Ringgebirge Petavius nach PALITZSCH.

Die bisherige Darstellung könnte den Eindruck erwecken, PALITZSCH habe einen glänzenden und problemlosen Aufstieg zum Gelehrten genommen, bliebe folgendes unerwähnt. Erst 1776 erließ der Kurfürst dem 53jährigen die Frondienste. In zwei Ehen starben die Gattinnen, in der dritten die einzige Tochter. Sein begabter Sohn aus zweiter Ehe, JOHANN GOTTLÖB, starb im Alter von 31 Jahren. Dennoch blieb PALITZSCH, der sich gegen die Folgen dreier Kriege zu behaupten hatte, ungebrochen, ein Rastloser. 1760 verlor er seine gesamte Bibliothek. Doch 1788 hinterließ der Bauerngelehrte 3 518 mehrbändige Werke aller Wissensgebiete.

DASSDORF schrieb 1779 an PALITZSCH: „*Mein theurer redlicher Freund! ... lassen Sie uns so viel Gutes thun und wirken als wir können ... es liegt eine unbeschreibliche Wonne in dem Gedanken, einen Freund zu haben, den wir durch alle Ewigkeit nie aus dem Gesicht verlieren werden*“ (1). Dieser Wunsch erfüllt sich in unserer Zeit, wenn im Sommer 1988 während der Festwoche „700 Jahre Prohlis“ eine PALITZSCH-Gedenkstätte in seinem Heimatort eröffnet wird.

#### Literatur:

- (1) Brief von K. W. DASSDORF an J. G. PALITZSCH vom 5. 9. 1779. In: *Bergblumen*. Dresden 1890, S. 78 bis 79.

Anschrift des Verfassers:

**SIEGFRIED KOGE**  
 Am Dachsberg 35/117-14  
 Dresden  
 DDR - 8020

Olaf Fischer

## Zum Lehrplanabschnitt „Die Metagalaxis“

Im folgenden Beitrag werden erste Erfahrungen dargelegt, wie Wissen über die Metagalaxis im Unterricht erfolgreich vermittelt und angeeignet werden kann. Der Artikel verfolgt die Absicht, Anregungen und Hilfe zur praktischen Umsetzung dieser Lehrplanforderung zu geben.

Mit Einführung des neuen Astronomielehrplanes steht an letzter und „krönender“ Stelle des Astronomieunterrichts das Thema „Metagalaxis“. Im Rahmen der schulpraktischen Ausbildung zum Physik- und Astronomielehrer wurde mir im 4. Studienjahr die Aufgabe gestellt, dieses Thema ausführlich vorzubereiten und praktisch zu gestalten. Während meiner Praktikumszeit hielt ich viermal Unterrichtsstunden zu diesem Thema. Da es sich sozusagen um Neuland in unserem Fach handelt, sollen meine Überlegungen und Erfahrungen vorgestellt werden. Besonders wird auf den logischen

Weg mit seinen tragenden Ideen und Hilfsmitteln eingegangen.

Die Metagalaxis wird in der letzten Stoffeinheit behandelt. Der Lehrer hat die Aufgabe, unter Einbeziehung neuer Sachverhalte das bisherige Wissen über Galaxis und Galaxien unter den Aspekten Hierarchie („ineinandergeschachtelter“ Aufbau), Entstehung und Entwicklung der Metagalaxis zu systematisieren. Die Schüler sollen den Begriff „Metagalaxis“ verstehen, d. h. einige Fakten dazu kennen sowie den „ineinandergeschachtelten“ Aufbau der Metagalaxis beschreiben können. Im Rückblick auf den nun endenden Astronomieunterricht ist den Schülern der unterrichtliche Erkenntnisweg von nahen zu fernen Objekten, von kleinen zu größeren Strukturen des Kosmos noch einmal zu verdeutlichen. Ihnen wird die ständige Entwicklung der Objekte und Strukturen der Metagalaxis bewußt. Sie erhalten Einsichten in die Erkennbarkeit der Welt in ihrer ständigen Unabgeschlossenheit. Noch Unerkanntes, künftig zu Erkennendes – einige „Rätsel“ der heutigen astronomischen Forschung – sollen dazu genannt und damit eine aufgeschlossene Haltung gegenüber astronomischen Neuigkeiten über die Schulzeit hinaus unterstützt werden. Die Erörterung der genannten Sachverhalte leistet einen bedeutenden Beitrag zur ideologischen Erziehung der Schüler. Eine Schwierigkeit liegt vor allem in den kaum vorstellbaren räumlichen und zeitlichen Dimensionen, von denen die Rede ist. Die Einbeziehung von Vergleichen, Modellen und Bildern muß deshalb dem Unterricht die nötige Anschaulichkeit, Lebhaftigkeit und emotionale Wirkung verleihen. In diesem Artikel soll vor allem der „rote Faden“ der Erkenntnis der Lehrplaninhalte im Zusammenhang mit den eingesetzten Mitteln beschrieben werden.

Aus Gründen der Überschaubarkeit erfolgt dies nicht in der üblichen Weise, sondern nur unter Angabe des prinzipiellen Weges in seinen wichtigen Schritten mit einigen methodischen Hinweisen.

#### logischer Weg

Das Ausgangsniveau wird durch Anknüpfen an vorherige Stundeninhalte (Galaxis, Galaxien) gesichert.

Davon ausgehend wird der Blick auf immer größere Entfernungen bis hin zur derzeitigen Beobachtungswerte orientiert – Stundenüberschrift (vgl. Tafelbild).

Der Aufbau der Metagalaxis wird wiederholend am Modell erläutert. Ausgangspunkt ist dabei die Erde, wobei immer größere Systeme, denen die Erde zugehörig ist, betrachtet werden.

Die Schüler wiederholen ihre Kenntnisse über den Aufbau der Metagalaxis in selbständiger Arbeit

#### Vergleich, Bild, Modell

Bild vom Andromedanebel

Selbstgebautes Pappmodell der Galaxis, dazu Angaben über verschiedene Entfernungen und Systemgrenzen im Modellmaßstab

#### Tafelbild:

„Unsere kosmische Adresse“

durch die Erstellung unserer „kosmischen Adresse“.

Mit einer kurzen Erläuterung des Zusammenhangs *Blick in die Tiefe der Metagalaxis/Blick in deren Vergangenheit* wird zum Entwicklungsgedanken übergeleitet.

*Die Bewegung der Bestandteile der Metagalaxis als Merkmal ihrer Entwicklung* – Teilüberschrift –

Nun müssen astronomische Beobachtungstatsachen (Rotverschiebung und Entfernung der Galaxien) dargeboten werden: Je größer die Entfernung der Galaxien, desto größer ist ihre Rotverschiebung. Wichtig ist die Erläuterung (mittels Luftballonmodell), daß wir nur scheinbar im Mittelpunkt dieser Expansionsbewegung stehen. Auch die mit wachsender Entfernung steigende „Flucht“geschwindigkeit kann demonstriert werden.

In Form eines Gedankenexperiments sollen nun die Schüler die Galaxien „flucht“ zurückverfolgen und auf den Urzustand der Metagalaxis folgern. Als Grund der gegenwärtigen „Flucht“bewegung der Galaxien ergibt sich dann eine „Explosion“ – der „Urknall“.

Aus der Theorie vom „Urknall“ ergab sich die Notwendigkeit der Existenz einer Reststrahlung → der 3-K-Strahlung. Diese Ableitung aus der Theorie ist den Schülern bewußt zu machen, das Auffinden dieser Strahlung (Beobachtung im Radiofrequenzbereich) nach der Vorhersage; die Strahlung selbst wichtiges Indiz für den „Urknall“.

Emotional sehr wirksam ist die Darstellung der Entwicklung der Metagalaxis in einem Vergleich, wobei die Zeitdauer der Existenz der Menschen (der Naturform, die so viel Zeit zu ihrer Entwicklung brauchte) herausgestellt werden sollte.

Abgeschlossen werden sollte die Stunde mit einem Ausblick auf noch ungelöste Probleme der Astronomie: „Zeit“ vor dem „Urknall“, Schwarze Löcher, ...

#### Luftballonmodell:

Alle auf der Ballonhaut markierten Punkte (Galaxien) entfernen sich beim Aufblasen (Expansion) voneinander.

#### Vergleich

Temperaturabfall: Schnell sich ausdehnende Luftmassen über einer Großstadt erzeugen oft Nebel (wegen der Abkühlung bei Expansion)

#### Folie:

„Kalender der Metagalaxis“: Vergleich des Ablaufes eines Jahres mit der Entwicklungsdauer der Metagalaxis ( $365 \text{ d} \cong 1,8 \cdot 10^{10} \text{ a}$ ). Gleichzeitig Nutzung der Tabelle „Zeitpunkte in der Entwicklung der Metagalaxis“ im Lehrbuch Seite 80.

Nach der selbständigen Darstellung der „kosmischen Adresse“ durch die Schüler wurde der weitere Stundenverlauf gemeinsam erarbeitend und darstellend gemeistert. Die Verwendung von Vergleichen, Bildern und Modellen war für die erfolgreiche Bewältigung des Unterrichtsstoffes ganz entscheidend. Diese Tätigkeiten und Unterrichtsmittel ermöglichten schnelles Folgern durch die Schüler, „erneuerten“ immer wieder die Aufmerksamkeit, sprachen emotional an und förderten die Sinnestätigkeit. Wichtige Vorkenntnisse sind: die Lichtgeschwindigkeit, der Wellencharakter von Schall und Licht (beide Fakten sind feste Kenntnisse aus dem Physikunterricht der Klasse 10) und eventuell noch Erfahrungen über die Abkühlung eines Gases bei Ausdehnung.

Der vorliegende Stundenvorschlag enthält ganz gewollt nur den logischen Weg und die dazugehörigen Mittel. Zeitliche Aufteilung, Schwerpunktsetzung und didaktische Umsetzung sollen weitgehend jedem Leser selbst überlassen bleiben. Ebenso können bestimmte Teilabschnitte für die Stundenplanung eine Hilfe sein.

#### Tafelbild

<b>Die Metagalaxis – der beobachtbare Teil des Weltalls</b>	
<b>Struktur/Aufbau</b> „Unsere kosmische Adresse“	<p>Planet Erde Sonnensystem Milchstraßensystem Lokale Gruppe (unser Galaxienhaufen)</p>
<b>Bewegung/Entwicklung:</b>	
Beobachtungen	– Rotverschiebung von Spektrallinien
Folgerung auf: Bewegung:	– „Flucht“ der Galaxien
Entwicklung	„Urknall“ (Indiz: 3-K-Strahlung)

Die Redaktion bittet ihre Leser, zum gleichen Thema Erfahrungen und Erkenntnisse ebenfalls mitzuteilen.

Anschrift des Verfassers:

**OLAF FISCHER**

Spezialschule mathematisch-naturwissenschaftlich-technische Richtung

Willi-Bredel-Straße 15

Leipzig

DDR - 7030

**Horst Röpke**

## Kosmische Dimensionen – eine neue Unterrichtsfernsehsendung

### Ziele der Sendung

Die Sendung soll dazu beitragen, die Lehrplanziele der den Astronomieunterricht abschließenden Stoffeinheit 3.3. „Sternsysteme und Metagalaxis“ zu realisieren. Sie unterstützt den Erkenntnisprozeß in dieser Stoffeinheit, indem sie mit dynamischen Bildfolgen

- den Aufbau unserer Galaxis darstellt,
- einen Überblick über die Struktur der Metagalaxis bietet sowie
- einen Einblick in die Entwicklung des Kosmos gibt.

Durch die Erläuterung wichtiger Methoden der Weltraumforschung soll beispielhaft verdeutlicht werden, wie die astronomische Forschung über die

beobachteten Erscheinungen zum Wesen der Dinge vordringen konnte, welche Wechselbeziehungen von Theorie und Beobachtung in den letzten Jahrzehnten das heutige astronomische Weltbild formten.

Die ausgewählten Sendungsinhalte und ihre Gestaltung sollen bei den Schülern die Herausbildung der Überzeugung von der Erkennbarkeit des Weltalls und der Entwicklung im Kosmos unterstützen.

### Inhalt und Aufbau der Sendung

Einleitend werden die Schüler zu einem Flug in die Weiten des Weltraumes eingeladen, heraus aus unserem Sonnensystem, heraus aus unserer Galaxis (Vorbeiflug an Jupiter und Saturn, die Sonne wird zum kleinen Stern, vorbei an Proxima Centauri, heraus aus dem Milchstraßensystem, bis wir unsere Galaxis von außen sehen).

Die Zwischenüberschrift „Unsere Galaxis“ leitet zum 2. Teil über. Mit einer Trickdarstellung erscheint die Galaxis in einer „Seitenansicht“, schließlich in der „Draufsicht“, um die Spiralarme und die Rotation zu verdeutlichen. Der Überblick endet mit dem Hinweis auf weitere Galaxien mit Spiralformen, elliptischem und irregulärem Aussehen.

Der 3. Teil „Methoden der Weltraumforschung“ beginnt mit einer kurzen Demonstration der optischen Beobachtungsmethode. Als spezielle Möglichkeit der Erforschung des Weltalls wird die radioastronomische Beobachtungsmethode mit drei Beispielen vorgestellt:

- Nachweis der Spiralstruktur unserer Galaxis durch Beobachtung des atomaren Wasserstoffs im 21-cm-Wellenbereich (Trick),
- vergleichsweise Darstellung von Centaurus A in der optischen und radioastronomischen Beobachtung, um die gesamte Ausdehnung des Objektes zu erkennen,
- Nachweis und Erklärung eines Objektes mit veränderlicher Radiostrahlung, am Beispiel des Krebsnebels.

Der Abschnitt endet mit dem Hinweis auf die zunehmende Bedeutung der außerirdischen Beobachtung. Im 4. Teil „Die Metagalaxis“ wird nach einer einleitenden Interpretation (Galaxien, Galaxienhaufen, stellare und interstellare Materie in ihrer Gesamtheit: die „Metagalaxis“) der Andromedanebel als nächstgelegene Galaxie vorgestellt. Ausgehend von den Galaxien im Coma-Haufen sollen den Schülern dann die gewaltigen Entfernungen verdeutlicht werden (Lichtausstrahlung vor etwa 300 Mio. Jahren, also im Erdzeitalter Karbon!). Über Trick wird das Prinzip des Messens der Fluchtgeschwindigkeit von Galaxien (nach HUBBLE) erläutert, wobei die beiden für jede Galaxie typischen Absorptionslinien H und K erwähnt werden.

Im 5. Teil „Die expandierende Metagalaxis“ wird über Trickdarstellung in vereinfachter Form der

Verlauf der ersten Phasen der Expansion dargestellt. Nach kurzer Erläuterung (... „Verdichtung bedeutet Temperaturerhöhung. Bei etwa 10 000 K waren alle Atome ionisiert.“) wird der heiße Anfangszustand durch eine weiße Fläche symbolisiert. In einem Abschnitt werden die Elementarteilchen (Protonen, Elektronen, Photonen) in Bewegung gezeigt. Es wird dargestellt, wie es durch Abkühlung zur Herausbildung stabiler Atome und in der Folge zur Bildung kosmischer Objekte kommt. Die Entdeckung der 3-K-Strahlung wird als Stütze der Theorie der Urexpansion aufgeführt.

Die Sendung weist zum Schluß auf die Bedeutung der astronomischen Forschung für Wissenschaft und Technik auf der Erde hin: „Denn an dem, was die Wissenschaftler im Kosmos beobachten und erforschen, werden Gültigkeit und Grenzen physikalischer Gesetze deutlich, ... und dieses Wissen ... ist nötig, um technische Prozesse und Technologien der Zukunft zu beherrschen.“ (Im Bildteil werden dazu die Beobachtungsmethoden wiederholt.)

### Empfehlung zur Nutzung der Sendung

Die Sendung dauert etwa 18 Minuten (Sendezeiten s. *Astronomie in der Schule* 24 (1987) 4, bzw. DLZ 24/87). Als günstige Einsatzorte sehen wir die zweite bzw. dritte Stunde der dreistündigen Stoffeinheit 3.3. an, also die beiden letzten Unterrichtsstunden des Astronomieunterrichts. Dabei gehen wir von der Dreiteilung des Stoffes der Stoffeinheit lt. Unterrichtshilfen (S. 60–62) mit den Stunden Themen „Galaxis“, „Außergalaktische Sternsysteme“, „Entwicklung im Kosmos“ aus.

Die Ausstrahlungswochen (2 Sendewochen Ende April – 2 Wochen Unterbrechung wegen der schriftlichen Abschlußprüfung und der anschließenden Frühjahrsferien – 1 Woche nach den Frühjahrsferien) bieten günstige Möglichkeiten der Anpassung der Stoffvermittlung im Unterricht an den Sendungsinhalt. Eingesetzt in der zweiten Stunde haben die Teile „Galaxis“ und „Methoden der Weltraumforschung“ Wiederholungs- und Festigungscharakter, während an die beiden Teile zur Metagalaxis die Stoffarbeit anknüpfen kann. Beim Einsatz der Sendung in der Abschlußstunde des Astronomieunterrichts sollten die inhaltlichen Schwerpunkte vorher erarbeitet sein, wodurch die Sendung dann Festigungscharakter erhält.

Verwiesen sei auf Inhalte, welche vom Lehrer vor bzw. nach der Sendungsrezeption aufgegriffen werden sollten, weil dazu die Schüler im Lehrbuch keine konkreten Hinweise finden:

1. Bedeutung der radioastronomischen Auswertung der Strahlung des neutralen Wasserstoffs (s. Lehrplan, S. 13).
2. Einordnung des rotierenden Neutronensterns in die Gruppe der veränderlichen Sterne (s. Lehrbuch S. 71/72).
3. Systematisierung des Ablaufs der Expansion der Metagalaxis (s. Lehrbuch S. 80).

Empfehlenswert ist es, die Begriffe Proton, Elektron und Photon mit den gebräuchlichen Symbolen als Tafelbild – evtl. sogar als Rezeptionshilfe – auszuweisen. Der hier in der Sendung dargestellte Entwicklungsprozeß könnte durch Nutzung des in den Unterrichtshilfen (S. 62) vorgeschlagenen Tafelbildes „Entwicklungsprozesse in der Metagalaxis“ bis zur Gegenwart weitergeführt werden.

Anschrift des Verfassers:

**Dr. HORST ROPKE**  
Zentralinstitut für Schulfunk und Schulfernsehen  
an der PH „Karl Liebknecht“  
Am Neuen Palais  
Potsdam  
DDR - 1571

Peter Klein

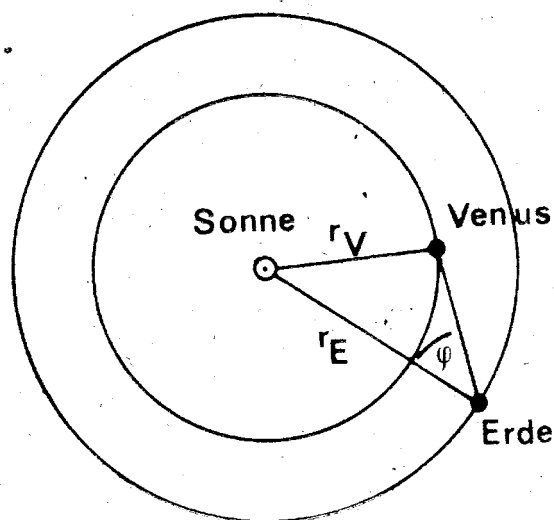
## Zur Anwendung des Taschenrechners im Astronomieunterricht (III)

In den Heften 5/1987 und 6/1987 veröffentlichten wir Aufgaben, die im Astronomieunterricht mit Hilfe des Taschenrechners gelöst werden können. Mit dem nachfolgenden Beitrag wird die Aufgabenreihe fortgesetzt. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Aufgaben, Lösungen und Ergebnisse in einer die Unterrichtsvorbereitung des Lehrers unterstützenden Form dargestellt sind. Diese ist nicht identisch mit der von den Schülern zu fordernden (Aufgabe, Analyse, Plan der Lösung, Lösung, Ergebnis).

### Aufgabe 13: Berechnung der mittleren Entfernung der Venus von der Sonne aus der maximalen Elongation (Stoffeinheit 2.2.)

Am 15. 1. 1987 erreichte die Venus mit  $47^\circ$  ihre größte Abweichung westlich von der Sonne (siehe Skizze!)

- a) Berechnen Sie die Entfernung Sonne–Venus!
- b) Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit dem im Lehrbuch angegebenen Wert, und erklären Sie die Abweichung!
- c) Aus welcher Beobachtung könnte man die Entfernung noch berechnen?



Lösung:

- a) Gegeben:  $\varphi = 47^\circ$   
 $r_E = 149,6 \cdot 10^6 \text{ km}$   
 $r_E = 1 \text{ AE}$

Gesucht:  $r_V$

$$\sin \varphi = \frac{r_V}{r_E}$$

$$\begin{aligned} r_V &= r_E \cdot \sin \varphi \\ r_V &= 149,6 \cdot 10^6 \text{ km} \cdot \sin 47^\circ \\ r_V &= 109,4 \cdot 10^6 \text{ km} \\ r_V &= 0,73 \text{ AE} \end{aligned}$$

**Ergebnis:** Die Entfernung der Venus von der Sonne beträgt  $r = 109,4 \cdot 10^6 \text{ km}$ . Das sind 0,73 AE.

b) Die mittlere Entfernung ( $r = 108 \cdot 10^6 \text{ km}$ ) bezieht sich auf einen Kreis; Bahnform: Ellipse (1. KEPLERsches Gesetz)

c) aus der Umlaufzeit mit Hilfe des 3. KEPLERschen Gesetzes.

**Bemerkung:** Die trigonometrischen Funktionen binden kein zusätzliches Register. Bei Eingabe des Winkels muß trotzdem beachtet werden:

$$149,6 \text{ EEX } 6 \times 47 \text{ sin } =$$

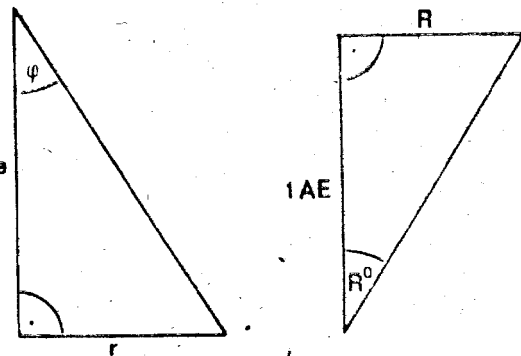
**Methodischer Hinweis:**

Die Schüler erkennen durch die Lösung der Aufgabe, daß aus Beobachtungsergebnissen durch Anwendung mathematischer Methoden wichtige astronomische Größen ermittelt werden können. Mit Hilfe des „Kalenders für Sternfreunde“ sollte die Aufgabenstellung stets aktualisiert werden. Fehlerbetrachtungen der geforderten Art führen zu einem tieferen inhaltlichen Verständnis.

Die Aufgabe sollte vor allem dann gelöst werden, wenn eine Venusbeobachtung durchgeführt wurde.

**Aufgabe 14: Berechnung des Sonnenradius aus der Größe des Projektionsbildes (Stoffeinheit 3.1.)**

Bei der Beobachtung des Sonnenbildes mit dem Schulfernrohr am 3. 10. 1987 ( $f_{\text{obj.}} = 840 \text{ mm}$ ) wurde in  $e = 220 \text{ mm}$  Entfernung vom Okular  $H = 25$  ( $f_{\text{ok.}} = 25 \text{ mm}$ ) der Radius des Sonnenbildes mit  $r = 34,5 \text{ mm}$  gemessen. Berechnen Sie den scheinbaren und den wirklichen Sonnenradius!



**Lösung:** Gegeben:  $f_{\text{obj.}} = 840 \text{ mm}$   
 $f_{\text{ok.}} = 25 \text{ mm}$   
 $e = 220 \text{ mm}$   
 $r = 34,5 \text{ mm}$   
 Gesucht:  $R$  (in  $^\circ$  und km)

$$\tan \varphi = \frac{r}{e}$$

$$\varphi = \arctan \frac{r}{e}$$

$$V = \frac{f_{\text{obj.}}}{f_{\text{ok.}}}$$

$$R^\circ = \frac{\arctan \frac{r}{e}}{V}$$

$$R^\circ = \frac{f_{\text{ok.}} \cdot \arctan \frac{r}{e}}{f_{\text{obj.}}}$$

$$R^\circ = \frac{25 \cdot \arctan \frac{34,5}{220}}{840}$$

$$R^\circ = 0,265^\circ$$

$$\tan R^\circ = \frac{R}{1 \text{ AE}}$$

$$R = 1 \text{ AE} \cdot \tan R^\circ$$

$$R = 692 \text{ 000 km}$$

**Ergebnis:** Der scheinbare Durchmesser der Sonne beträgt am Beobachtungstag  $0,265^\circ$ . Daraus ergibt sich der wirkliche Durchmesser  $R = 692 \text{ 000 km}$ .

$$\text{Bemerkung: } 34,5 \div 220 = F \tan \times 25 \div 840 =$$

$$0,265 \tan \times 149,6 \text{ EEX } 6 =$$

**Methodischer Hinweis:**

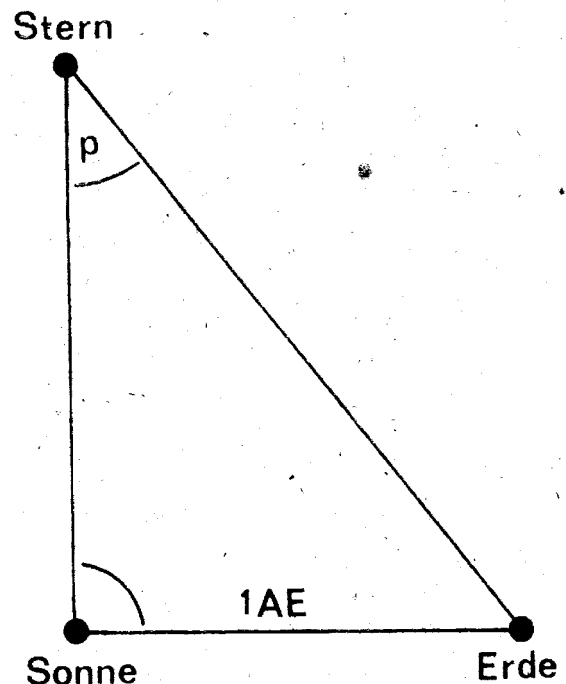
Die Aufgabe sollte im Zusammenhang mit der Beobachtungsaufgabe 7 gelöst werden. Sie erfordert von den Schülern Wissen über unterschiedliche Zusammenhänge und deren schöpferische Anwendung. Sie sollte evtl. differenziert gestellt werden.

Wegen der unterschiedlichen Entfernung Sonne-Erde ergeben sich abweichende Werte. Sie können als Beleg für die Richtigkeit des 1. KEPLERschen Gesetzes angesehen werden. Eine Fehlerbetrachtung führt zu einer inhaltlichen Vertiefung.

Scheinbarer Radius  $R^\circ$  ( $R$  in  $^\circ$ ) und wirklicher Radius  $R$  sind eindeutig zu unterscheiden.

**Aufgabe 15: Numerische Gewinnung von  $r = 1/p$  (Stoffeinheit 3.2.)**

Die Parallaxe  $p$  eines Sterns ist der halbe Winkel zwischen den Blickrichtungen von zwei gegenüberliegenden Punkten der Erdbahn (siehe Skizze!).



Entnehmen Sie der Tabelle die Werte für die Entfernung  $r$  (in pc) und die Parallaxe  $p$  (in  $''$ ;  $1'' = 1^\circ/3600$ ) von Sternbildes Orion und ermitteln Sie, ob gilt:

$$r \cdot p = \text{konstant oder } \frac{r}{p} = \text{konstant!}$$

Stern	$r$ in pc	$p$ in $''$
$\alpha$ Ori	91	0,011
$\beta$ Ori	167	0,006
$\gamma$ Ori	71	0,014
$\delta$ Ori	200	0,005
$\epsilon$ Ori	143	0,007

**Lösung:**

Stern	$r \cdot p$ in pc · "	$\frac{r}{p}$ in $\frac{pc}{''}$
$\alpha$ Ori	1,00	8 300
$\beta$ Ori	1,00	27 800
$\gamma$ Ori	0,99	5 100
$\delta$ Ori	1,00	40 000
$\epsilon$ Ori	1,00	20 400

**Ergebnis:** Es gilt  $r \cdot p = 1$  und damit  $r = \frac{1}{p}$

bzw.  $p = \frac{1}{r}$  ( $r$  in pc;  $p$  in ").

**Methodischer Hinweis:**

Die Aufgabe kann zur selbständigen Erarbeitung der Gesetzmäßigkeit als Hausaufgabe oder im Unterricht eingesetzt werden. Sie stellt eine Herleitung des Gesetzes mit empirisch gewonnenen Daten dar, von denen angenommen werden muß, daß sie nicht durch Messungen der jährlichen Parallaxe bestimmt wurden.

**Aufgabe 16: Berechnung von 1 pc in km (Stoffeinheit 3.2.)**

Entnehmen Sie der Skizze (s. Aufgabe 15) eine mathematische Beziehung zwischen  $r$ ,  $p$  und der mittleren Entfernung Erde-Sonne, und rechnen Sie 1 pc in km um (beachten Sie:  $1'' = 1/3600$ !).

**Lösung:**

$$\tan p = \frac{1 \text{ AE}}{r}$$

$$r = \frac{1 \text{ AE}}{\tan p}$$

$$r = \frac{149,6 \cdot 10^6 \text{ km}}{\tan 1''}$$

**Ergebnis:**  $r = 3,086 \cdot 10^{13} \text{ km}$ .

**Methodischer Hinweis:**

Die Aufgabe sollte im Zusammenhang mit der Aufgabe 15 z.B. als Hausaufgabe gelöst werden.

**Aufgabe 17: Parallaxenberechnung (Stoffeinheit 3.2.)**

Für den Stern Beteigeuze im Sternbild Orion wurde eine Parallaxe von  $p = 0,011''$  gemessen. Dieser Wert sei mit einem Fehler von  $0,001''$  behaftet. Zwischen welchen Entfernungen befindet sich der Stern tatsächlich?

**Lösung:**

Gegeben:  $p_1 = 0,010''$       Gesucht:  $r_1$  in pc  
 $p_2 = 0,012''$                        $r_2$  in pc

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

$$r_1 = 100 \text{ pc}$$

$$r_2 = 83 \text{ pc}$$

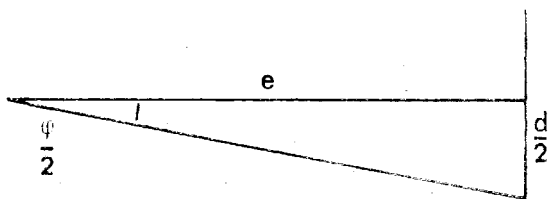
**Ergebnis:** Der Stern befindet sich zwischen 83 pc und 100 pc. Die Differenz beträgt 17 pc.  $17 \text{ pc} = 5,2 \cdot 10^{14} \text{ km}$ .  
 $17 \text{ pc} = 3,5 \cdot 10^6 \text{ AE}$ .

**Methodischer Hinweis:**

Eine einfache Umrechnung der Parallaxe in die Entfernung bringt keinen astronomischen Erkenntniszuwachs für die Schüler. Sie führt evtl. zum Einprägen von  $r = 1/p$ . In der gestellten Art können die historische Leistung der ersten Parallaxenmessung gewürdigt, die erforderlichen Leistungen des wissenschaftlichen Gerätebaus herausgestellt und die Notwendigkeit exakten Messens und Rechnens erkannt werden. Es wird auf Fehlerbetrachtungen aufmerksam gemacht.

**Aufgabe 18: Veranschaulichung einer Sternparallaxe (Stoffeinheit 3.2.)**

Der Stern Deneb im Sternbild Schwan hat eine Parallaxe von  $p = 0,005''$ .



Welche Entfernung hätte ein 5-Mark-Stück ( $d = 2,90 \text{ cm}$ ), wenn es uns unter dem gleichen Winkel ersähe? (Beachten Sie:  $1'' = 1/3600$ !)

**Lösung:**

Gegeben:  $\varphi = 0,005''$       Gesucht:  $e$  in cm  
 $d = 2,90 \text{ cm}$

$$\tan \frac{\varphi}{2} = \frac{d}{2e}$$

$$e = \frac{d}{2 \cdot \tan \frac{\varphi}{2}}$$

$$e = \frac{2,90 \text{ cm}}{2 \cdot \tan \frac{0,0025}{3600}}$$

$$e = 1,2 \cdot 10^8 \text{ cm}$$

**Ergebnis:**  $e = 1200 \text{ km}$

**Bemerkung:** Die Schüler sollten auf eine rationelle numerische Abarbeitung orientiert werden:

$$0,0025 \left[ \frac{\cdot}{\cdot} \right] 3600 \left[ = \right] \tan \left[ x \right] 2 \left[ = \right] \left[ \frac{1}{x} \right] \left[ x \right]$$

$$2,9 \left[ = \right]$$

**Methodischer Hinweis:**

Die Lösung der Aufgabe zielt auf die Veranschaulichung der Entfernungsverhältnisse im Kosmos. Sie verdeutlicht die technische Leistung der Parallaxenbestimmung. Das Ergebnis kann weiter veranschaulicht werden durch z. B. Entfernungen auf der Erdoberfläche.

Wegen des kleinen Winkels könnte einfacher mit  $e = \frac{d}{\tan \varphi}$  gearbeitet werden. Aus Zeitgründen sollte auf die notwendige Erörterung dieses Zusammenhangs verzichtet werden.

**Aufgabe 19: Berechnung des Radius von Sternen aus der Strahlungsleistung und der Oberflächentemperatur (Stoffeinheit 3.2.)**

In der folgenden Tabelle ist die Strahlungsleistung  $P$  in Sonneneinheiten und die Oberflächentemperatur  $T$  einer Reihe von Sternen angegeben:

Stern	$P$ in $P_s$	$T$ in $10^3 \text{ K}$
Sonne	1	5,8
Sirius B	0,002	8,2
Wega	50	9,9
Kapella	150	4,9
Antares	$3 \cdot 10^4$	3,3
$\epsilon$ Orionis	$3 \cdot 10^3$	20

Gibt man  $P$ ,  $T$  und den Radius  $R$  eines Sterns in Sonneneinheiten an, gilt:  $P = R^2 \cdot T^4$ .

Rechnen Sie die angegebenen Temperaturwerte in solche in Sonneneinheiten um!

Ermitteln Sie rechnerisch den Radius der Sterne!

**Lösung:**  $P = R^2 \cdot T^4$

$$R^2 = \frac{P}{T^4}$$

$$R = \sqrt{\frac{P}{T^4}}$$

**Ergebnis:**

Stern	$P$ in $P_s$	$T$ in $10^3 \text{ K}$	$T$ in $T_s$	$R$ in $R_s$
Sonne	1	5,8	1	1
Sirius B	0,002	8,2	1,4	0,02
Wega	50	9,9	1,7	2,4
Kapella	150	4,9	0,84	17
Antares	$3 \cdot 10^4$	3,3	0,57	530
$\epsilon$ Orionis	$3 \cdot 10^3$	20	3,4	4,7

**Bemerkung:** Wegen der Konstantenautomatik des SR 1 bleibt bei der Umrechnung von  $T$  in  $T_s$   $\left[ \frac{\cdot}{\cdot} \right]$  5,8 erhalten.

Die Rechnung reduziert sich nach



$$2,8 \cdot \frac{1}{5,8} = \text{auf } 9,9 = \text{ usw.}$$

Die Berechnung von  $R$  erfolgt rationell mit

$$0,002 \cdot \frac{1}{1,4} \cdot x^2 \cdot x^2 = \sqrt{\quad} \quad (\text{Beisp. Sirius B})$$

**Methodischer Hinweis:**

Die Aufgabe verdeutlicht Zusammenhänge zwischen Zustandsgrößen, ihre mathematische Verknüpfung und Berechnung. Die Aufgabe sollte im Zusammenhang mit den Aufgaben 20 und 21 bearbeitet werden. Nach Eintragung der Radien in ein HRD sind inhaltliche Aussagen über den Verlauf der Radien im HRD möglich. Die Aufgabe macht den Schülern deutlich, wie durch Anwendung mathematischer Methoden Erkenntnisse über den Zustand von Sternen gewonnen werden können ( $P$  und  $T$  aus Beobachtungen,  $R$  aus Berechnung).

**Aufgabe 20: Berechnung der mittleren Dichte von Sternen und Zuordnung zu Entwicklungszuständen (Stoffeinheit 3.2.)**

Berechnen Sie die mittleren Dichten der in der Tabelle aufgeführten Sterne. Nutzen Sie für die Rechnung die Werte in Sonneneinheiten. (Es bedeuten  $m$  in  $m_s$ : Masse des Sterns in Sonnenmassen;  $R$  in  $R_s$ : Radius des Sterns in Sonnenradien). Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse mit der Tabelle „Mittlere Dichten der Sterne“ im Lehrbuch! Ordnen Sie die Sterne einem der genannten Entwicklungszustände zu!

Stern	$m$ in $m_s$	$R$ in $R_s$
Sonne	1	1
Sirius B	1	0,02
Wega	3,2	2,4
Kapella	3,3	17
Antares	19	530
$\epsilon$ Orionis	7,4	4,7

**Lösung:** (Beispiel Sirius B)

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{3 \cdot m}{4 \cdot \pi \cdot R^3} \quad \text{Die Dichte des Sterns sei } \rho_s; \text{ dann ist}$$

$$\rho_s = \frac{3 \cdot m_s \cdot m}{4 \cdot \pi \cdot (R_s \cdot R)^3} \quad \text{Die Dichte der Sonne ergibt sich zu}$$

$$\rho_o = \frac{3 \cdot m_s}{4 \cdot \pi \cdot R_s^3} = 1,41 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

Beispiel Sirius B:

$$\rho_s = \frac{1,41 \cdot m}{R^3}$$

$$\rho_s = \frac{1,41 \cdot 1}{0,02^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

$$\rho_s = 1,8 \cdot 10^5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

**Ergebnis:**

Stern	in $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	Entwicklungszustand
Sonne	1,41	Hauptreihenstern
Sirius B	$1,8 \cdot 10^5$	Weißer Zwerg
Wega	$3,3 \cdot 10^{-1}$	Hauptreihenstern
Kapella	$9,5 \cdot 10^{-4}$	Riese
Antares	$1,8 \cdot 10^{-7}$	Überriese
$\epsilon$ Orionis	$1 \cdot 10^{-1}$	Hauptreihenstern

**Bemerkung:** Wegen der Vorrangautomatik des SR 1 kann ohne Zwischenspeicherung gearbeitet und die Sonnendichte als Konstante abgespeichert werden.

$$1,41 \quad x \rightarrow M$$

$$MR \quad x \quad 1 \quad \frac{1}{\quad} \quad 0,02 \quad y^x \quad 3 \quad =$$

**Methodischer Hinweis:**

Die mittlere Sonnendichte wird als bekannt vorausgesetzt oder kann vorher berechnet werden (siehe Aufgabe 12). Die

- Aufgabe kann eingesetzt werden bei der Behandlung
  - der Zustandsgrößen
  - des HRD und
  - der Sternentwicklung.

Erzieherisch wertvoll ist die Erkenntnis, daß mathematische Methoden zu Aussagen über nicht direkt meßbare Zustandsgrößen und deren Zusammenhänge führen. Angaben über weitere Sterne können der Literatur (z. B. KAPLAN: Physik der Sterne) entnommen werden. Die Angaben in der Literatur weichen z. T. erheblich voneinander ab. Für die zu erzielende Aussage ist das unerheblich.

(wird fortgesetzt)

Anschrift des Verfassers:

**OSIR PETER KLEIN**  
 57. POS „Josef Schares“  
 Rostock 5  
 DDR - 2520

# B Beobachtung

## Doppelstern Gamma Andromedae

In diesem Heft beginnt eine Beitragsfolge zur Unterstützung der Lehrer bei der Durchführung der obligatorischen schulastronomischen Beobachtungen. Im Lehrplan heißt es auf Seite 6: „Alle Beobachtungen sind vom Lehrer so zu planen, daß sie so früh wie möglich im Schuljahr beginnen und zu Beginn des zweiten Schulhalbjahres abgeschlossen sind“. Für die Bewältigung der Beobachtungen steht folglich nur die Zeit ab Ende September (Übergang von der Sommerzeit zur Mitteleuropäischen Zeit) bis Ende Januar zur Verfügung. Dieser relativ kurze Zeitraum, der unter den meteorologischen Bedingungen Mitteleuropas erfahrungsgemäß noch viele zusätzliche, wetterbedingte Zwangspausen mit sich bringt, muß also optimal für Beobachtungen genutzt werden. Damit geht eine gut durchdachte Auswahl geeigneter Beobachtungsobjekte einher. Die Objekte müssen sich im Beobachtungszeitraum in genügender Höhe über dem Horizont befinden, für den Lehrer ohne aufwendige Sucharbeit leicht auffindbar und selbst unter Großstadtbedingungen gut sichtbar sein. Sie müssen aber vor allem so beschaffen sein, daß sie auch von in der Fernrohrbeobachtung völlig ungeübten Schülern – und das betrifft ja bekanntlich die überwiegende Mehrzahl – eindeutig erkannt werden. Die Ergebnisse der Beobachtungen – das von den Schülern Gesehene – sollen in den Erkenntnisprozeß einfließen können! Bei der Objektauswahl gilt es, angefangen von den einfachsten Überlegungen auf dem Gebiet der optischen Wahrnehmungspsychologie bis hin zu der Tatsache, daß viele unserer Schüler fehlsichtig sind, viele Gesichtspunkte zu berücksichtigen, damit aus der Beobachtungsveranstaltung keine Enttäuschung wird. Dabei darf auch eine emotionale Gestaltung keinesfalls außer acht gelassen werden.

Im Lehrplan (Seite 14) werden einige Beobachtungsobjekte zur Auswahl angeboten, darunter auch der Doppelstern **Mizar**. Ein Blick auf die drehbare Schülersternkarte zeigt, daß sich dieses Objekt in dem zur Verfügung stehenden Beobachtungszeitraum im Gebiet um seine untere Kulmination aufhält und in den in Frage kommenden Abendstunden maximale Höhen zwischen 20 und wenig mehr als 30 Grad erreicht. Außerdem wird, wie unsere Untersuchungen ergaben, an diesem Objekt der Begriff „Doppelstern“ nicht eindeutig geklärt, da im Sehfeld außer den drei Komponenten des Systems noch andere, dicht dabei stehende Sterne sichtbar sind.

Deshalb sollte man auf andere geeignete Objekte ausweichen, die im oben genannten Beobachtungszeitraum eine genügende Höhe über dem Horizont aufweisen und durch ihre Helligkeit bzw. leichte Auffindbarkeit auch unter ungünstigen Lichtverhältnissen keinen hohen Schwierigkeitsgrad darstellen.

Mitarbeiter der Schulsternwarte Bautzen führten umfangreiche Untersuchungen mit Schülern 10. Klassen (durchweg unbefangene Schüler, die vorher noch nie mit einem Fernrohr beobachtet haben) durch. Sie wählten dazu Objekte aus, die sich für die „optische Klärung“ des Begriffes „Doppelstern“ gut eignen. Mit der Beobachtung dieser Doppelsterne konnten sie auch die Lehrplanforderung „Vergleichen der Farben heller Sterne“ lösen. Diese Testbeobachtungen erfolgten ausschließlich unter Feldbedingungen, also mit dem Schulfernrohr im freien Gelände.

Als am geeignetsten hat sich der Doppelstern **Beta Cygni** (Albireo) erwiesen, den wir in einem späteren Beitrag vorstellen. Auch der Doppelstern **Gamma Andromedae** (Alamak) kommt in Betracht. Hier die wichtigsten Daten:

Rektaszension	02 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup>
Deklination	+ 42° 1'
vis. Gesamthelligkeit	+ 2 <sup>m</sup> 2
Komponente A	+ 2 <sup>m</sup> 3
Komponente B	+ 5 <sup>m</sup> 1
Distanz	10 Bogensekunden
Spektrien	K 3/A 0
Farben	gelb/blau
Entfernung	160 Lichtjahre

Die große visuelle Gesamthelligkeit des Systems ermöglicht ein leichtes Auffinden, das noch dadurch erleichtert wird, daß man vom markanten „Pegasusviereck“ (der linke obere Stern des Vierecks gehört aber bereits zum Sternbild Andromeda!) ausgehen kann. Die Beobachtung des Doppelsterns Gamma Andromedae ist etwas schwieriger als Beta Cygni, da die Distanz der beiden Komponenten wesentlich geringer ist als bei Albireo.

Es empfiehlt sich der Einsatz des Okulars 16-O. Der oben genannte Doppelstern wurde von den an den Testbeobachtungen beteiligten Schülern ausnahmslos als solcher akzeptiert, einige zogen ihn sogar dem Stern Beta Cygni vor, da „die Sterne enger beieinander stehen und es keine störenden Nachbarobjekte gibt“. Alle Schüler nahmen die unterschiedlichen Farben, nämlich gelb bei der Komponente A und auffallend blau bei der Komponente B, wahr. Die Ergebnisse lassen sich gut in den Unterricht einbeziehen. (Siehe Pädagogische Lesung „Erfahrungen bei der Realisierung der Schülerbeobachtungen im Stoffgebiet Astrophysik“ von D. KLIX, Reg.-Nr. 86-03-11.)

Unsere 4. Umschlagseite, die auf den ersten Blick wenig attraktiv erscheinen mag, gibt auf einer Weitwinkelaufnahme die beiden Sternbilder Pegasus und Andromeda wieder. Der Doppelstern Gamma Andromedae und die Galaxie M 31 (Andromedanebel) sind besonders gekennzeichnet. Diese wird als Beobachtungsobjekt in einem späteren Heft ausführlich diskutiert. Unsere 3. Umschlagseite enthält als Arbeitskarte das Sternfeld der 4. Umschlagseite.

HANS JOACHIM NITSCHMANN

### Venus und Plejaden am Abendhimmel

Wissen Sie, wo das „Goldene Tor der Ekliptik“ ist? So nennen Romantiker der Astronomie den Bereich zwischen den Sternhaufen Plejaden und Hyaden im Sternbild Stier. Wenn ein auffälliger Planet dieses „Tor“ passiert, dann ist das nicht nur ein ästhetischer Anblick. Die Plejaden und der helle, rötliche Stern Aldebaran in den Hyaden bilden auch eine gute Orientierungshilfe, um die scheinbare Bahnbewegung des Planeten zu verfolgen.

Anfang April 1988 durchläuft die Venus das „Goldene Tor“. Dabei kommt sie den Plejaden am 3. 4. 1988 bis auf 1° nahe. Wie schnell sie sich bewegt, ist aus Bild 1 zu entnehmen: Zur fraglichen Zeit legt sie täglich etwa 1° zurück, das sind immerhin zwei Vollmondurchmesser. Daß die Venus am 3. 4. 1988 auch ihren größten östlichen Winkelabstand von der Sonne erreicht (46°), ist Zufall. Ihre Untergangszeit

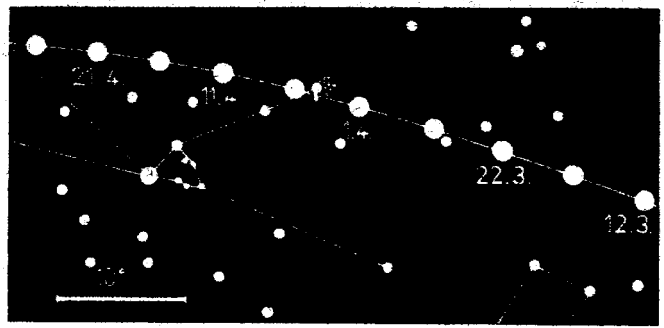
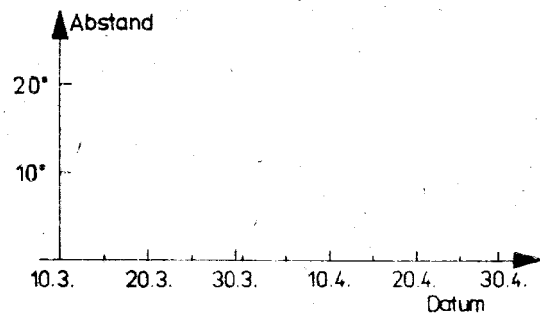


Bild 1: Bahn der Venus durch das „Goldene Tor der Ekliptik“ im Bereich der Sternbilder Stier und Walfisch. Die Planetenörter sind in Abständen von je 5 Tagen angegeben.

liegt erst nach Mitternacht MESZ, so daß der helle Abendstern gegen 21 Uhr MESZ noch etwa 30° hoch am westlichen Himmel steht und leicht aufgefunden werden kann. Erst im Mai 1988 verschlechtern sich die Sichtbarkeitsbedingungen für die Venus.

Der Durchgang der Venus durch das „Goldene Tor“ kann als Anlaß für eine Beobachtungsaufgabe genutzt werden: „Schätzen Sie in den Monaten März und April 1988 täglich – sofern es das Wetter zuläßt – am abendlichen Westhimmel den Abstand zwischen der Venus und den Plejaden! Stellen Sie die Ergebnisse graphisch dar!“ Für die graphische Darstellung kann den Schülern ein Koordinatensystem (Bild 2) vorgegeben werden; durch Ausmessen der Entfernungen im Bild 1 ist dem Lehrer eine Kontrolle möglich.



Am Rande sei erwähnt, daß am 19. 4. 1988 der zunehmende Mond die Venus bedeckt. Das Ereignis findet jedoch für uns erst nach Monduntergang statt, ist also nicht beobachtbar. Lediglich die Annäherung des Mondes an die Venus kann beobachtet werden. Kurz bevor die beiden Gestirne untergehen, beträgt der Abstand zwischen ihnen nur noch ein halbes Grad.

KLAUS LINDNER

## W Wissenswertes

### Zweiter Schüler- und Studentenwettbewerb der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt abgeschlossen

Die Jahrestagung der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR am 13. November 1987 war interessanten historischen Aspekten der 30jährigen Geschichte aktiver sowjetischer Raumfahrt gewidmet. Ehrengast der Tagung war Akademiemitglied Prof. Dr. B. B. RAUSCHENBACH aus Moskau. Als einer der bedeutenden internatio-

nalen Raumfahrtspioniere arbeitete er seit 1937 an der Schaffung der sowjetischen Raketentechnik mit, und er war unter KOROLJOW verantwortlich für die Entwicklung von Steuerungs-, Lageregelungs- und Kopplungssystemen mehrerer Generationen moderner Raumfahrttechnik. Seine Ausführungen zu Entwicklung, Stand und Perspektiven sowjetischer Raumfahrt sowie die Bewertung internationaler Tendenzen in Raumfahrttechnik und -technologien fanden großes Interesse und herzlichen Beifall.

Weitere Vorträge informierten über das erfolgreiche Arbeitsjahrzehnt der Raumstation „Salut 6“, über Stand und Entwicklung der Raumfahrt in der Volksrepublik China, über perspektivische Projekte und kooperative Möglichkeiten in der Planetenforschung und warfen – mit Blick auf die NATO – auch Fragen der noch aktiveren Mitwirkung der DDR bei der Verhinderung der Eskalation der Militarisierung des Weltraums auf, insbesondere auch der GWR selbst in Vorbereitung auf den 1990 in Dresden stattfindenden Kongreß der Internationalen Astronautischen Föderation.

Innerhalb dieser Tagung fand auch der zweite aus Anlaß des 25. Jahrestages des ersten bemannten Raumfluges durch JURI GAGARIN für Schüler und Studenten unter dem Motto „Mein Beitrag zur friedlichen Nutzung der Raumfahrt“ ausgeschriebene Wettbewerb der GWR seinen offiziellen Abschluß (s. auch *Astronomie in der Schule* 23 (1986) 4, S. 91). Oberstudienrat E. OTTO, Leiter des Fachbereichs „Raumfahrt und Schule“ der GWR gab die Ergebnisse bekannt. Der Präsident der Gesellschaft, Prof. Dr. R. JOACHIM, und Dr. W. LISOWSKI vom Ministerium für Volksbildung zeichneten die drei Hauptpreisträger unter den Schülern, mit einer achttägigen Reise in die Sowjetunion aus, die der Zentralrat der FDJ auf Vorschlag des Amtes für Jugendfragen beim Ministerrat der DDR zur Verfügung stellte (s. Titelbild). RENE GRASSLER aus Oschersleben erhielt diese Auszeichnung für seinen Beitrag über Möglichkeiten zur Demonstration der Multispektraltechnik innerhalb fakultativer Kurse des Rahmenprogramms „Astronomie und Raumfahrt“. INES HOFFMANN wurde für diese Ehrung von ihrem Kollektiv der Arbeitsgemeinschaft im Kosmonautenzentrum Karl-Marx-Stadt vorgeschlagen, das mehrere wertvolle Beiträge einreichte. Als Vertreter der Arbeitsgemeinschaft „Junge Kosmonauten“ im Kosmonautenzentrum des Pionierpalastes „Ernst Thälmann“ in Berlin, die einen interessanten „Kosmonautenkoffer“ für die außerunterrichtliche Arbeit an den Schulen entwickelte, erhielt der Pionier THOMAS LIESEGANG ebenfalls den Reisescheck.

Fünf Studenten nahmen Preise dieses Wettbewerbs entgegen, JORG MÖSER von der Sektion Geschichte der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock für seine Arbeit „Die Entwicklung der Raumfahrt in der UdSSR – Der Sputnikschock in den USA 1958–1960“ – ein erstmaliger Versuch, die Erschließung des Weltraums mit ihren Reflexionen auf das gesellschaftliche Leben und wissenschaftliche und politische Aktivitäten in den USA darzustellen. TORSTEN HESS, Hochschule für Ökonomie „Bruno Leuschner“ Berlin, fand für seine Arbeit „Ausgewählte ökonomisch-historische Aspekte der Weltraumfahrt“, die ein beachtliches Compendium ökonomischer Nutzungsaspekte der Raumfahrt darstellt, die gleiche Anerkennung. Von der Friedrich-Schiller-Universität Jena wurden gleich drei Studenten gewürdigt: MICHAEL FUNKE, Bereich Medizin, für die eingereichte tiefgehende Analyse zur bemannten sowjetischen Raumfahrt mit dem Blick auf Außenbordaktivitäten, aus der Sektion Wirtschaftswissenschaften VOLKMAR MUCHA, der sich am Beispiel herausragender Leistungen deutscher Techniker bei der Entwicklung und Erprobung von Raketen-Starthilfen für Flugzeuge dem Problem der Vertiefung eines konkreten Traditionsbewußtseins auch in der Technikgeschichte stellte, und SILKE SCHULZ, die eine Konzeption für ein wissenschaftliches Kolloquium „Studenten gegen Weltraumrüstung“ entwarf, das 1988 in Jena stattfinden und wesentlich von Studenten selbst organisiert werden wird.

Herzlichen Glückwunsch den Preisträgern!

HARALD MULLER

## Hinweise zur Benutzung der Karteikarte „Satelliten des Sonnensystems“

**Vorbemerkung der Redaktion:** Auf Grund von Empfehlungen unserer Leser enthält die Karteikarte dieses Heftes eine Übersicht der Satelliten des Sonnensystems, die MANFRED REICHSTEIN zusammenstellte und im nachfolgenden Beitrag erläutert.

Die Daten der Tabelle wurden nach dem neuesten Stand unserer Erkenntnisse bis Anfang des Jahres 1988 zusammengestellt. Der fixierten Zahlenpalette liegt naturgemäß ein sehr unterschiedlicher Sicherheitsgrad zugrunde. Je nachdem, durch welche Methode der aufgeführte Wert erzielt wurde, schwankt die hier aus Platzgründen nicht mit interpretierbar gewesene Fehlergrenze in der Regel bei Angaben zur Substanz (Durchmesser, Masse, Dichte) bei fast allen Körpern kleiner als 1000 km um meist 5 bis 10 Prozent. Bei sehr kleinen Körpern, die noch nicht via Planetensonde getestet wurden, kann die Genauigkeit noch erheblich geringer sein.

Umgekehrt sind die größeren Satelliten vor allem mit ihren Durchmessern inzwischen kaum noch mit einer Fehlergrenze von über 5 Prozent behaftet. Für die Galileischen Jupiter-satelliten sollen diese Werte sogar nur noch in einem Ein-Prozent-Spielraum schwanken können.

Das größte Problem bereiten immer noch die Massenbestimmungen der Zwergsatelliten, wie aus den verbliebenen vielen offen gelassenen Rubriken wohl sehr eindeutig hervorgeht. Das gilt natürlich erst recht für die daraus abgeleiteten Werte der Dichte. Wer dennoch erpicht darauf ist, wenigstens in gewissen Grenzen schon jetzt Vorstellungen zu entwickeln, was wohl hinter den „weißen Feldern“ noch am ehesten für Werte stehen könnten, denen sei für eine leicht selbst anzufertigende Rechnung der Hinweis vermittelt, daß man für die Zwergkörper im Jupitersystem im Mittel mit einer Substanzdichte von 2,0 bis 3,0 rechnen kann, während die prinzipiell als viel eisreicher anzunehmenden Zwergsatelliten vom Saturnsystem – und noch weiter außen – am wahrscheinlichsten mittlere Dichtewerte um 1,0 bis 1,8 haben dürften.

Bei den angeführten Bahndaten, die im allgemeinen recht zuverlässig sind, gilt es zu beachten, daß hier besonders die kleinen Satelliten mit weitgeschwungenen „Langzeit-Umläufen“ gar nicht so selten Veränderungen durch gravitative Störeinflüsse seitens anderer Himmelskörper erfahren können, so daß – wie bei den 4 fernen Jupiter-Satelliten – schon nach wenigen Jahren einige Korrekturen an den Bahnparametern der Tabelle möglich sind.

Die Satelliten-Nummern, die sich ganz links in unserer Tabelle vor ihrem Namen aufgeführt finden, entsprechen in steigender Abfolge für alle Entdeckungen bis kurz vor der letzten Jahrhundertwende den zunehmenden Abständen vom jeweiligen Planeten; danach reflektieren sie nur noch die zeitliche Reihenfolge des Bekanntwerdens. In der Literatur werden bei Anwendung dieser Kurzform die Satellitennummern Jupiters in der Regel mit vorgesetztem „J“ und die des Saturns mit vorgesetztem „S“ verwendet.

Bis auf zwei Ausnahmen beziehen sich die Bahnneigungen der Satelliten auf ihre Abweichung von der Äquatorebene ihres jeweiligen Zentralplaneten. Nur für den Erdmond und für Charon beim Pluto wurde für die in eckiger Klammer eingesetzten Werte jeweils die Bahnebene des Planeten als Bezugsniveau benutzt.

MANFRED REICHSTEIN

## Aus dem nächsten Heft

Prüfungsanforderungen zum Erwerb der Lehrbefähigung im Fach **Astronomie nach externer Vorbereitung** – Die Frühphase der Metagalaxis – Ergebnisse der Halley-Missionen – Ein halbes Jahr Arbeit mit dem neuen Lehrplan – Unterricht zum Thema „Entstehung und Entwicklung der Planeten“ – Zur Vorbereitung und Durchführung der mündlichen Abschlußprüfung im Fach **Astronomie**.

## Fachbereich „Raumfahrt und Schule“ der GWR

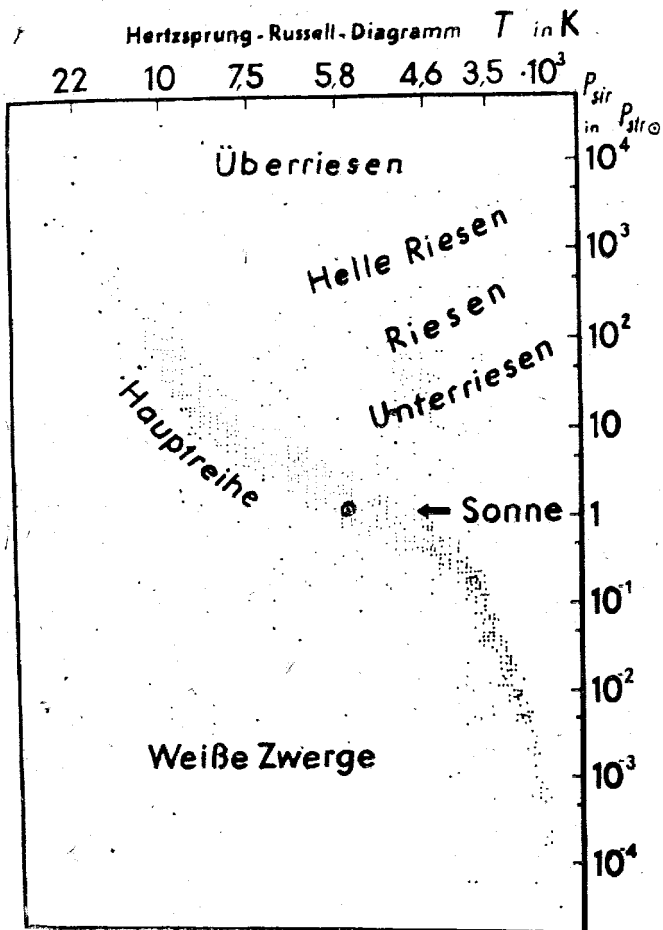
Das Präsidium der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR faßte den Beschluß, der bisherigen Kommission „Bildungsfragen“ den Status eines Fachbereichs mit der Bezeichnung „Raumfahrt und Schule“ zu übertragen. Das Ziel dieser Veränderung besteht darin, künftig einen größeren Teil von Mitgliedern und Pädagogen in die Arbeit der Gesellschaft einzubeziehen.

Eine Aufgabe der bisherigen Kommission bestand in der Durchführung eines Schülerwettbewerbes aus Anlaß des 30. Jahrestages der Raumfahrt. Die besten Beiträge wurden mit Reisen in die Sowjetunion ausgezeichnet, die der Zentralrat der FDJ dafür zur Verfügung stellte. Es ist vorgesehen, einen weiteren Schülerwettbewerb im Schuljahr 1989/90 durchzuführen. Dazu werden rechtzeitig an dieser Stelle Einzelheiten mitgeteilt.

Als eine neue Aufgabe hat sich der Fachbereich „Raumfahrt und Schule“ u. a. vorgenommen, die Traditionspflege besonders der Volksbildungseinrichtungen zu unterstützen, die Namen von Kosmonauten tragen. Dieser Aufgabe wird auch eine Veranstaltung der GWR dienen, die in den Frühjahrsferien 1988 in Berlin stattfindet. Die Volksbildungseinrichtungen, die an der Teilnahme und eventuell an weiteren Kontakten interessiert sind, wenden sich an den Leiter des Fachbereiches, OStR EDGAR OTTO, Volks- und Schulsternwarte „Juri Gagarin“, Mansberg 18, Fach 11-66, Eilenburg, 7280.

EDGAR OTTO

## Neuer Lehrplan und Anschauungstafel „HRD“



So kann eine ältere Anschauungstafel „HRD“ ohne viel Aufwand für die Arbeit mit dem neuen Lehrplan umgestaltet werden! Die für den obligatorischen Astronomieunterricht nicht mehr benötigten Skalen der absoluten Helligkeiten und der Spektralklassen wurden abgedeckt, desgleichen der Index „e“ bei der Temperaturangabe ( $T_e$ ). Die

Formelzeichen für Leuchtkraft und Sonnenteleuchtkraft wurden geändert. Um das Eintragen von Sternen zu erleichtern, wurde die Leuchtkraftskala durch die fehlenden Zehnerpotenzen und durch Teilstriche für die Werte 5, 50, 500 usw. ergänzt. Schließlich erhielt der Diagrammpunkt der Sonne einen neuen Platz; er wurde nach links versetzt und unter der Temperatur  $5,8 \cdot 10^3$  K eingeordnet.

KLAUS LINDNER

## Planetarium in Wittenberg

Zum Schuljahresbeginn wurde in der Rosa-Luxemburg-Oberschule nach rund fünfmonatiger Bauzeit das sechste Planetarium im Bezirk Halle eingeweiht. Es handelt sich dabei um ein Kleinplanetarium vom Typ ZKP 1. Der Projektor ist das Herzberger Gerät; dort konnte inzwischen ein modernes ZKP 2 installiert werden.

Die Einrichtung in Wittenberg stellt insofern ein interessantes Projekt dar, da das Planetarium in einem Klassenraum eingerichtet wurde. Die Kuppel hängt in einem etwa 5 m hohen Raum an einer vorher errichteten Trägerkonstruktion. Dadurch konnten erhebliche Kosten eingespart werden, die durch den Neubau eines Gebäudes entstanden wären.

Unter der 6-m-Kuppel finden 44 Besucher Platz. Nach Aussage des Leiters, Studienrat WOLFGANG SEVERIN, soll die neue Einrichtung vorrangig die Erziehungs- und Bildungsarbeit der Wittenberger Schulen unterstützen, dabei steht der Astronomieunterricht im Vordergrund.

JÖRG LICHTENFELD

## Fachkonferenz Astronomie in Rostock

Die langfristige Vorbereitung auf den neuen Lehrplan im Fach Astronomie stand im Mittelpunkt der Fachkonferenz Astronomie, die im Mai 1987 in Rostock stattfand. An der Konferenz nahmen 64 im Fach Astronomie unterrichtende Lehrer, Fachberater benachbarter Kreise und Direktoren von Pädagogischen Kreiskabinetten teil. Die Leitung der Konferenz hatte die Stellvertreterin des Stadtschulrates, RENATE KUHLMANN. Im Vordergrund des Referats und der Diskussion stand die neue Konzeption des Astronomieunterrichts. So wurde im Referat des Fachberaters PETER KLEIN die Funktion des Astronomieunterrichts im Prozeß der Allgemeinbildung in den Mittelpunkt gestellt und der Beitrag des Astronomieunterrichts für das wissenschaftliche Weltbild der Schüler dargestellt. Wertvolle Anregungen zur Organisation und inhaltlichen Gestaltung der Beobachtungen sowie deren Einbeziehung in den Unterrichtsprozeß fanden die Zustimmung der Teilnehmer und Gäste. Als wesentlich wurde empfunden, daß bei den Beobachtungen Verstand und Gefühl gleichermaßen angesprochen werden und die Beobachtungsinhalte die Aufgaben des Astronomieunterrichts in seiner Gesamtheit widerspiegeln. Fragen der Einheit von Bildung und Erziehung in der Arbeit mit dem neuen Lehrplan wurden im Diskussionsbeitrag des Leiters des Wissenschaftlichen Rates „Methodik des Astronomieunterrichts“ der APW, Prof. Dr. sc. MANFRED SCHUKOWSKI, behandelt. Die Gesetzmäßigkeit des Erkenntnisfortschritts und die Entwicklung des Kosmos standen im Mittelpunkt seines Beitrages. Es wurde eindrucksvoll nachgewiesen, daß der gegenwärtige Stand der Erkenntnisse über den Kosmos das Ergebnis eines historischen Prozesses ist und die Wechselwirkung von Wissenschaft und Technik, die Entwicklung der Produktivkräfte immer neue Fragen und Probleme aufwirft. Neben den inhaltlichen Schwerpunkten zur Entwicklung im Kosmos wurde auf die Erweiterung der Einsichten der Schüler zu Entwicklungsvorgängen in der unbelebten Natur durch den Astronomieunterricht hingewiesen. Der Behandlung des HRD wurde in diesem Sinne eine unterrichtliche Schlüsselfunktion zuerkannt. Diesem Anliegen widmete sich der Beitrag von WERNER LENK, 46. POS Rostock, der sich mit der methodischen Behandlung der Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften der Sterne anhand des HRD in der Stoffeinheit 3.2. befaßte. Das Vorgehen des Kollegen bei der Behandlung des HRD als Temperatur-Leuchtkraft-Diagramm fußte auf eigenen Erfahrungen und gab interessante Anregungen für die zukünftige Gestaltung dieser Stunden. Große Beachtung fand der Diskussionsbeitrag von FRED SCHMIDT, 61. POS

Rostock, der physikalische Demonstrationsexperimente für den Astronomieunterricht vorstellte und erläuterte. Die Teilnehmer hatten in der Konferenzpause die Möglichkeit, sich an Ort und Stelle von der Wirksamkeit und Anschaulichkeit dieser Experimente zu überzeugen.

Aspekte der Raumfahrt und deren Behandlung im Astronomieunterricht waren Inhalt eines weiteren Beitrages. HELMUT DOBKE, 41. POS Rostock, ging es vor allem um die klassenmäßige Wertung von Raumfahrt ereignissen. Die Leiterin der Astronomischen Station Rostock, MONIKA KOHLHAGEN, ging auf das Angebot von Unterrichtsstunden im Planetarium ein, in denen die Orientierung am Sternhimmel und die Bewegungen der Planeten gezeigt wird. Sie wies darauf hin, daß der Unterricht im Planetarium in keiner Weise die obligatorischen Beobachtungen ersetzen kann und darf.

Alle Beiträge fanden bei den Teilnehmern große Resonanz, weil sie sich durch hohes Niveau und konkrete Aussagen auszeichneten. Von vielen Kollegen wurde die Gelegenheit wahrgenommen, Fragen zur Arbeit mit dem neuen Lehrplan zu stellen, die von den Referenten mit wertvollen Hinweisen beantwortet wurden.

**DETLEF GRUNKE**

### Tagung der Planetariumsleiter der DDR

„Was ist eigentlich ein Planetarium?“ Die sich diese Frage stellten und sie in einer dreitägigen Beratung zu beantworten suchten, hätten es – so sollte man meinen – eigentlich wissen müssen. Über 70 Leiter und Mitarbeiter von Planetarien der DDR und einige der Thematik nahestehende Gäste, u. a. auch Mitarbeiter von „Astronomie in der Schule“, waren Mitte Oktober 1987 im traditionsreichsten Planetarium der Welt, dem Zeiss-Großplanetarium Jena, zusammengekommen.

Natürlich wußte jeder Teilnehmer über Bau und Wirkungsweise eines Planetariumsprojektors, über technische Details bei der Produktion und Präsentation von Programmen, über den Einsatz des Planetariums als Mittel des Unterrichts und der Belehrung bestens Bescheid. Und doch war da ein Thema, das immer wieder anklang: Das Planetarium ist weit mehr, als ein Unterrichtsmittel. VOLKMAR SCHORCHT, Direktor der gastgebenden Einrichtung, fand eine sehr eingängige Formulierung für diesen Anspruch: *Planetarien sind Mittel der Kommunikation*. Sie müssen mehr bieten als astronomische Belehrung; sie sollen – wie ein gutes Theater – den Besucher immer wieder anziehen. Welche Möglichkeiten da gegeben sind, wurde den Teilnehmern sehr eindrucksvoll mit dem neuen Großplanetariumsprojektor COSMORAMA und mit einem beeindruckenden Aufgebot an zusätzlicher audiovisueller Technik demonstriert.

Vorträge, Planetariumsprogramme, Diskussionsforen und auch eine Multivisionsshow gehörten zu dem reichhaltigen Programm der vorbildlich organisierten Tagung. Sie hat deutlich gemacht, daß wir in den vielen kleinen und auch in den großen Planetarien unseres Landes ein beachtliches Potential für kulturelles Leben – im weitesten Sinne – besitzen, wobei die Tätigkeit auf dem Gebiet der Volksbildung vor allem im Rahmen des *Astronomieunterrichts* und der *fakultativen Kurse „Astronomie und Raumfahrt“* besonders hervorzuheben ist. Die Teilnehmer haben voneinander viel gelernt.

**KLAUS LINDNER**

### Wir gratulieren

Einem Kollektiv von Physik- und Astronomielehrern, wozu auch Oberlehrer HELMUT KÜHNHOLD, Astronomielehrer an der Willi-Kaczmarek-Oberschule in Hettstedt, und Oberlehrer Dr. KLAUS LINDNER, stellvertretender Chefredakteur von „Astronomie in der Schule“, gehören, wurde in Anerkennung hervorragender wissenschaftlich-pädagogischer Leistungen die „Ehrenplakette der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR“ 1987 verliehen.

**Hinweis** – Durch ein technisches Versehen stimmt im Heft 5/1987 auf Seite 99 die Abbildung 2 mit der Bildunterschrift nicht überein.

### 9. Tag der Raumfahrt in Neubrandenburg

Mit gewohnt guter Organisation und unter wiederum vorzüglichen Bedingungen fand im November 1987 der 9. Tag der Raumfahrt in Neubrandenburg statt. Unter dem Leitgedanken „30 Jahre Raumfahrt – für eine friedliche Erforschung und Nutzung des Weltraumes“ hörten die 180 Teilnehmer in dem bis auf den letzten Platz gefüllten Lektionsaal 6 Vorträge zu verschiedenen Aspekten der Raumfahrt: Geschichte, Aufgaben, Ergebnisse, Projekte, Mißbrauch. Der Verkauf von philatelistischen Materialien und Publikationen der Friedrich-Schiller-Universität Jena und der Humboldt-Universität Berlin, eine Raumfahrt ausstellung sowie die Vorführung eines Raumfahrtfilmes (Projekt VEGA) gehörten wie seit Jahren zur guten Atmosphäre dieses Tages (ein Literaturverkauf durch den Volksbuchhandel leider noch nicht).

Der Eröffnungsvortrag von Prof. Dr. HANS-JOACHIM FISCHER, Zentrum für Wissenschaftlichen Gerätebau der AdW der DDR, über *20 Jahre Interkosmos* zeichnete sich durch die persönliche Sicht, die in 20jähriger Arbeit gewonnenen Eindrücke, Erfahrungen und Wertungen des Vortragenden aus. Lebhaft und unkonventionell – in sehr persönlich gehaltenen Worten – vermittelte der „gelernte Angewandte Physiker“ ein Bild von der Arbeit an „Interkosmos“ und des DDR-Beitrages dafür.

Oberst Dr. HANS HAASE, Institut für Luftfahrtmedizin Königsbrück, sprach über *Medizinische Aspekte in der bemannten Raumfahrt*. Hauptanliegen sind der Gesundheitsschutz und die Sicherung der Lebens- und Arbeitsfähigkeit im kosmischen Raum. Dazu gehören u. a. die Ermittlung der medizinischen Eignung und Vorbereitung der Kandidaten, die medizinische Betreuung der Kosmonauten vor, während und nach dem Flug, arbeitspsychologische und ernährungswissenschaftliche Untersuchungen, die Ausarbeitung und Verwirklichung hygienischer Normative sowie die Befähigung der Raumfahrer zur physio- und psychotherapeutischen Selbstbehandlung. Die besondere Verantwortung und Schwierigkeit dieser medizinischen Arbeiten liegt darin, einen möglichst hohen Sicherheitsgrad für die Gesundheit und Arbeitsfähigkeit der Kosmonauten über Wochen und Monate im voraus zu erreichen. Wie gut diese Aufgabe bisher gelöst wurde, bezeugt die Tatsache, daß erst zweimal ein Flugplan aus gesundheitlichen Gründen negativ beeinflusst wurde (einmal Unterbrechung des Fluges, einmal vorzeitige Rückführung eines Kosmonauten). Nach gegenwärtiger Auffassung scheint es bei mehr als 9monatigem Aufenthalt in der Schwerelosigkeit Knochenveränderungen zu geben, von denen nicht sicher ist, ob sie sich später völlig zurückbilden.

Aus dem Vortrag von Dr. ACHIM ZICKLER, Physikalisches Institut Jena, *30 Jahre Raumfahrt – eine entscheidende Etappe in der Fernerkundung der Erde* sei eine Episode wiedergegeben, die zur Vorgeschichte dieses Themas rechnet (wiedergefunden wurde sie von FRANK-E. RIETZ) und erstaunliche Leistungen aus den Anfängen der Erdfernerkundung wiedergibt: 1903 erhielt der Dresdener ALFRED MAUL ein Patent über die Kombination einer Rakete mit einer Kamera. In 600 bis 800 m Höhe wurden Aufnahmen von der Erdoberfläche gewonnen. Rakete und Fotoapparat kamen am Fallschirm zur Erdoberfläche zurück. Die Kombination war wiederverwendungsfähig. Eine damit (1903!) gewonnene Luftaufnahme von Königsbrück belegte die Leistungsfähigkeit dieser Raketenapparatur. Es entsprach den Zeichen der Zeit unter WILHELM II., daß sie vornehmlich unter Hinweis auf ihren militärischen Wert offeriert wurde. FRANK-E. RIETZ, Redaktion „Junge Welt“, berichtete über das *Moskauer Symposium vom 2.–4. 10. 1987 zu Fragen der Weiterentwicklung der Weltraumforschung* und JOACHIM BERNDT, Leiter der Erfunkstelle Neu Gollm, sprach über *Satellitentechnik im Dienste der Kommunikation*.

Der Wissenschaftsjournalist HORST HOFFMANN gab zum Thema *SDI-Programm, Projekte, Prognosen* überzeugend Auskunft zur langfristigen Planung sowie zur politischen, psychologischen, publizistischen und ökonomischen Vorbereitung und Realisierung dieser Absichten.

**MANFRED SCHUKOWSKI**

**ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT. V. WEIDEMANN: Weiße Zwerge in Sternhaufen: ein Schlüssel zur Bestimmung der Anfangs-Endmassen-Beziehung in der Sternentwicklung.** 25 (1987) 4, 98–100. In den Hyaden gibt es mindestens ein halbes Dutzend Weiße Zwerge. Aus der Besetzung der Hauptreihe durch Hyadensterne bis etwa 2 Sonnenmassen kann man schließen, daß dieser Haufen etwa  $10^9$  a alt ist. Die Sterne mit Massen  $> 2$  Sonnenmassen haben sich bereits von der Hauptreihe entfernt. Die Weißen Zwerge, die nach Ergebnissen spektroskopischer Analysen heute nur Massen von 0,6 Sonnenmassen haben, müssen demnach im Laufe ihrer Entwicklung mindestens 1,4 Sonnenmassen (70 %) ihrer Anfangsmasse in Form von Sternwinden oder als Planetarische Nebel abgegeben und nur 30 % als Restmasse behalten haben. Autor stellt den Weg solcher Überlegungen und ihre noch bestehenden Unsicherheiten vor. — P. SCHRÖPFER: „Spot 1“: französischer Erdbeobachtungssatellit. 25 (1987) 4, 101–104. Am 22. 2. 1986 startete eine dreistufige Ariane-1-Rakete mit „Spot 1“ (Satellite Probatoire l'Observation de la Terre). Es wird über den Aufbau und die Arbeitsweise des optisch-elektronischen Systems des Satelliten, die zugehörigen Bodenanlagen sowie die Bilddatenverarbeitung und -vermarktung berichtet.

**DIE STERNE. H.-G. REIMANN: Bahnbestimmung mit dem Heimcomputer.** 63 (1987) 3, 145–157. Nach einer ausführlichen Darstellung der himmelsmechanischen Problematik und ihrer Lösungsvarianten (Bahnbestimmung nach Laplace, Gauß und Taff) wird ein Algorithmus angegeben, der das Problem für beliebige, im Rahmen des Zweikörperproblems mögliche Bahnformen löst und gleichzeitig die Einbeziehung von mehr als drei vollständigen Beobachtungen in Form einer Ausgleichsrechnung zur Bestimmung der Elemente der unbekanntenen Bahn erlaubt. — CH. HÄNSEL: Die Atmosphären der jupiterartigen Planeten und ihrer großen Satelliten. 63 (1987) 3, 158–171. Zusammenfassende Darstellung des gegenwärtigen Wissens. Ein gut verständlicher und für die Information der Astronomielehrer wesentlicher Aufsatz. — J. DORSCHNER: Die geologische Beschaffenheit der großen Uranusmonde. 63 (1987) 3, 177–182. Die detaillierte Darstellung basiert vor allem auf dem umfangreichen Bericht des Bildauswerteteams der Uranuspassage von „Voyager 2“.

**FLIEGERREVUE. P. STACHE: Die Katastrophe.** 1986, 12, 370 bis 374. Einzelheiten über die Ursachen der Explosion des US-amerikanischen Space-Shuttle „Challenger“ auf der Grundlage des offiziellen Abschlußberichts der Untersuchungskommission.

**URANIA. T. GEMSA: Quo vadis, NASA? Die amerikanische Raumfahrt nach Challenger.** 63 (1987) 2, 60–65. Eine Reihe von Fehlschlägen 1985/86, darunter das folgenschwere Challenger-Unglück vom 28. 1. 1986, lösten die schwerste Krise der USA-Raumfahrt aus. Ursachen, Konsequenzen sowie die Rolle der Raumfahrtbehörde NASA werden kritisch beleuchtet. — K. FRITZE: Aktive Galaxien. 63 (1987) 3, 60–65. Aktive Galaxien sind Exoten unter den Sternsystemen, die uns heute noch viele Rätsel aufgeben. Der Autor beschreibt ihre Besonderheiten gegenüber normalen Galaxien und versucht, einige davon zu erklären. — M. SCHUKOWSKI: Astronomische Kunstuhren an den Rathäusern von Pirna, Jena und Arnstadt. 63 (1987) 3, 4–7. — G. EHMKE: Das Planetensystem: Etappen seiner Erforschung. 1987, 5, 12–17. Überblickhafte Darstellung der Entdeckungsgeschichte von Planeten, Monden, Planetoiden und Kometen. Dabei steht die erdegebundene Forschung im Mittelpunkt. Auf raumfahrttechnische Forschungen wird hingewiesen. — U. SCHMALING: Raumfahrt — Ein Privileg auserwählter Staaten? 1987, 6, 60 bis 63. Immer mehr Länder bedienen sich der Raumfahrttech-

nik zur Lösung volkswirtschaftlich bedeutsamer Aufgaben. Experten schätzen, daß der finanzielle Aufwand seitens der Entwicklungsländer für die Satellitenkommunikation bis 1990 etwa 3,5 Md. Dollar betragen wird. Weltweit rechnet man, daß 1990 etwa 75 % des Festlandes der Erde mit Regionalsystemen flächendeckend erfaßt sein wird.

**EINHEIT. K. LANIUS/U. RÖSEBERG: Vorstoß in den Mikrokosmos — Erkenntnis des Makrokosmos.** 42 (1987) 3, 245–251. Hochenergiephysik und Kosmologie haben in jüngster Zeit wesentliche Erkenntnisse der Materiestruktur erbracht. Aus der Synthese beider sich stürmisch erweiternder Gebiete der physikalischen Grundlagenforschung erwachsen heute die Konturen des Bildes einer durchgängigen kosmischen Evolution. Autoren informieren über Tendenzen in der modernen Hochenergiephysik, analysieren die weltanschaulich-philosophischen Voraussetzungen dieser Forschungsarbeiten und argumentieren zu weltanschaulichen Konsequenzen der neuen Erkenntnisse.

**WISSENSCHAFT UND FORTSCHRITT. J. RANFT: „Fehlende“ Sonneneutrinos?** 37 (1987) 3, 72. Im Experiment wurden nur 40 % der theoretisch erwarteten Sonneneutrinos gefunden. Autor referiert die Idee, nach der sich die Elektroneneutrinos im Sonneninnern zum großen Teil in Myoneneutrinos umwandeln, die mit der bisherigen  $CCl_2$ -Nachweismethode nicht beobachtet werden können. Die Richtigkeit der genannten Idee könnte jedoch mit einem Galliumdetektor geprüft werden. In der UdSSR ist z. Z. ein solcher Detektor mit einer Masse von 60 t im Bau.

MANFRED SCHUKOWSKI

## U

## Umschlagseiten

**Titelseite** — Die Pforten des Schülerwettbewerbes „Mein Beitrag zur friedlichen Nutzung der Raumfahrt“, zu dem die Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt aufgerufen hatte (von links nach rechts RENE GÄSSLER, INES HOFFMANN, THOMAS LIESEGANG und der Präsident der GWR Prof. Dr. RALF JOACHIM. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 20.

Foto: HARALD MÜLLER, Kamenz

**2. Umschlagseite** — Kupferstich des Bauern und Astronomen JOHANN GEORG PALITZSCH, geschaffen von CH. O. SCHULZE im Jahre 1782. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Bauer und Astronom“ auf Seite 8.

**3. Umschlagseite** — Beobachtungskarte für die Sternbilder Pegasus und Andromeda. Die für Schülerbeobachtungen geeigneten Objekte sind durch kleine Dreiecke gekennzeichnet. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 19.

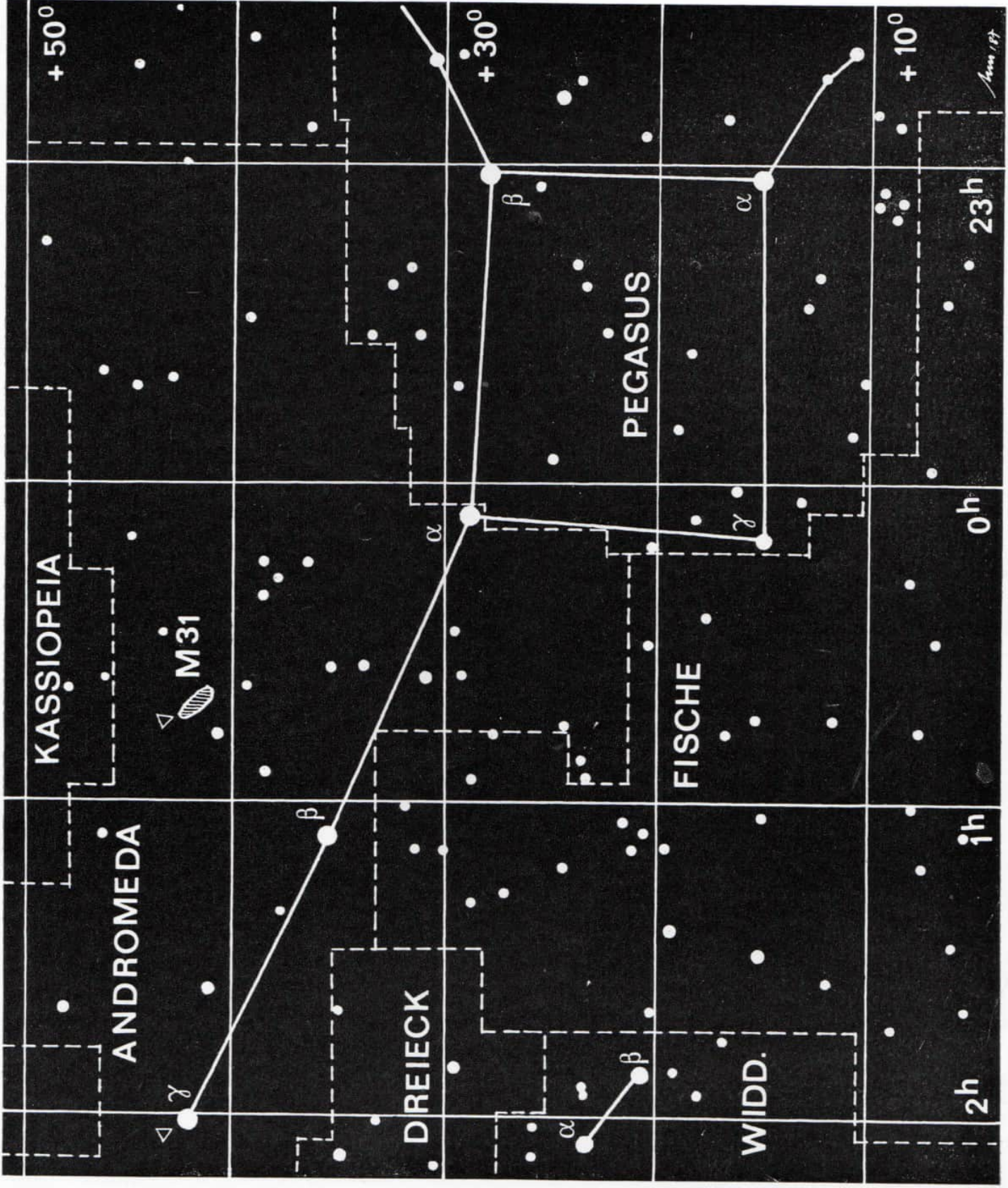
Zeichnung: HANS JOACHIM NITSCHMANN

**4. Umschlagseite** — Weitwinkel Aufnahme des auf der umseitigen Beobachtungskarte wiedergegebenen Sternfeldes, Aufnahme vom 27. Oktober 1987 mit Kleinbildkamera, Objektiv 3,5/30. Belichtungszeit 5 Minuten auf Filmmaterial ORWO 25. Grenzgröße  $7^m$ . Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 19.

Aufnahme: Ing. WOLFGANG SCHWINGE

## Korrespondenten von „Astronomie in der Schule“

Oberlehrer Heinz Albert, Crimmitschau; Oberlehrer Rolf Bahler, Neetzow; Olaf Fischer, Leipzig; Dieter Frisch, Berlin; Oberlehrer Luise Gräfe, Dresden; Oberstudienrat Hans Greiser, Potsdam; Studienrat Rolf Henkel, Suhl; Oberlehrer Hermann Hilbert, Rudolstadt; Lutz Klünnert, Strausberg; Studienrat Ilse Krösche, Berlin; Annelore Muster, Halle; Studienrat Klaus Schmidt, Herzberg; Studienrat Wolfgang Severin, Wittenberg; Studienrat Klaus Ullerich, Burg; Erhard Weidner, Gotha.



$\gamma$ And

M31



# ASTRONOMIE

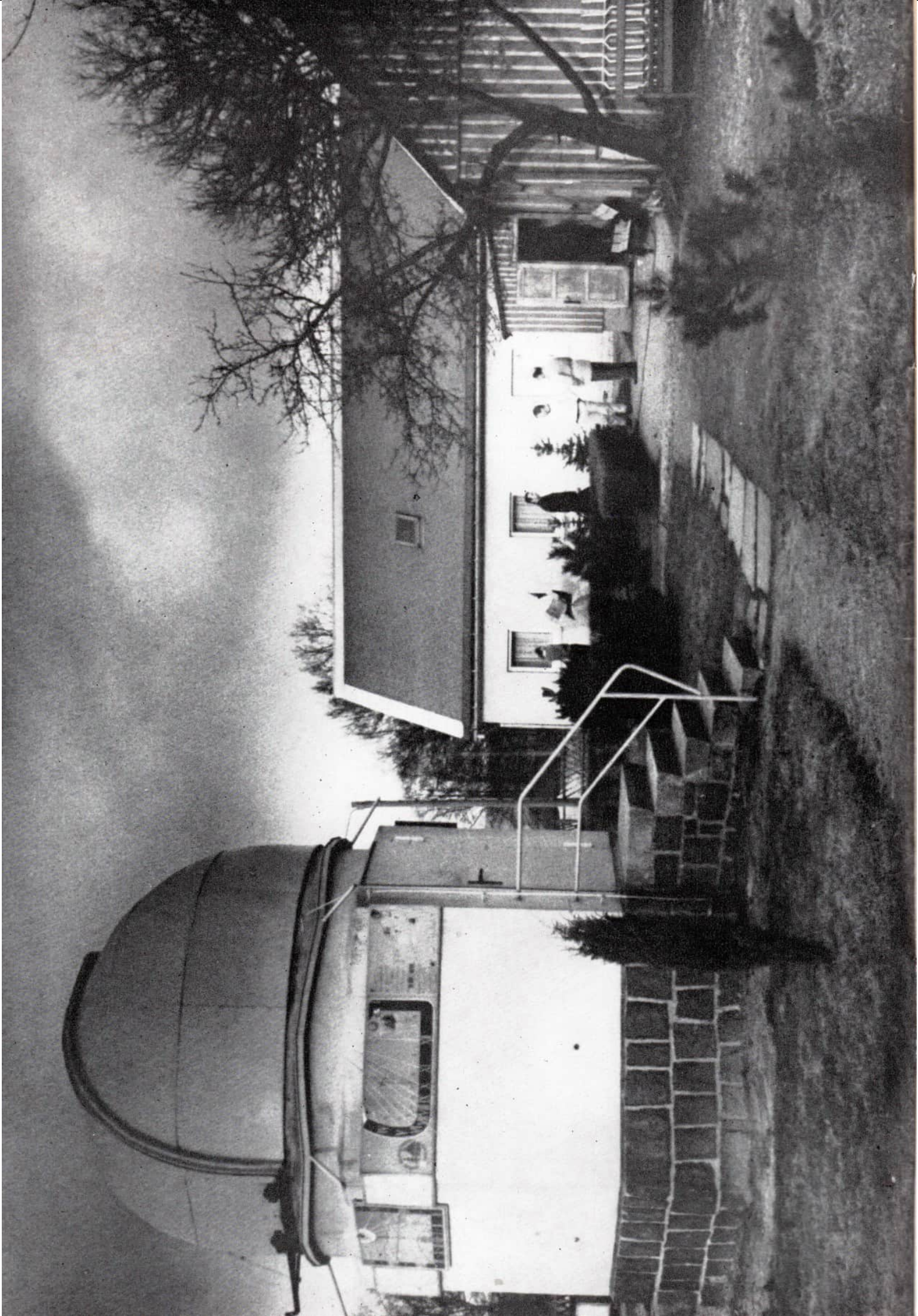
# 2

# IN DER SCHULE

Jahrgang 1988  
ISSN 0004-6310  
Preis 0,60 M

Volk und Wissen  
Volkseigener Verlag  
Berlin





# Inhalt

● <b>Astronomie und Raumfahrt</b>	
D. MOHLMANN: Ergebnisse der Halley-Missionen . . . . .	26
U. BLEYER: Die Frühphase der Metagalaxis . . . . .	28
H. HOFFMANN: Sowjetisches Programm der Zusammenarbeit im Weltraum . . . . .	30
● <b>Lehrerbildung</b>	
MINISTERIUM FÜR VOLKSBI- L- DUNG: Prüfungsanforderungen zum Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie nach externer Vorbereitung . . . . .	32
G. POOCK: Zur externen Vorbereitung auf den Erwerb des Staatsexamens im Fach Astronomie . . . . .	34
● <b>Unterricht</b>	
REDAKTION, H.-J. SCHNEIDER, D. FRISCH, TH. LATKA, R. HUSTE: Zur Umsetzung des neuen Lehrplans . . . . .	35
H. KÜHNHOLD: Unterricht zum Thema „Entstehung und Entwicklung der Pla- neten“ . . . . .	38
D. RUHNOW: Schulsternwarte unterstützt lehrplangebundene Beobachtungen . . . . .	39
P. KLEIN: Zur Anwendung des Taschenrechners im Astronomieunterricht (IV) . . . . .	41
● <b>Beobachtung</b>	
K. LINDNER: Merkur am Abendhimmel . . . . .	42
H. J. NITSCHMANN: Unsere fotografische Mondkarte (I) . . . . .	43
● <b>Kurz berichtet</b>	
Wissenswertes . . . . .	43
Schülerfragen . . . . .	45
Zeitschriftenschau . . . . .	46
Rezensionen . . . . .	47
● <b>Abbildungen</b>	
Umschlagseiten . . . . .	47
● <b>Dokumentation (A. MUSTER)</b>	
● <b>Karteikarte</b>	
U. BLEYER: Entwicklungsgeschichte der Metagalaxis . . . . .	48

Redaktionsschluß: 8. 2. 1988

Auslieferung an den Postzeitungsvertrieb: 11. 4. 1988

## Из содержания

Д. МЁЛМАНН: Результаты миссий к комете Галлей . . . . .	26
У. БЛЕЙЕР: Ранняя фаза развития сверхгалактики . . . . .	28
Х. ХОФФМАНН: Советская программа сотрудничества в космосе . . . . .	30
МИНИСТЕРСТВО НАРОДНОГО ОБРАЗОВАНИЯ — ГЛАВНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЕ УЧИТЕЛЕЙ: Экзаминационные требования в связи с приобре- тением квалификации преподавателя астрономии . . . . .	32
Х. КЮНГОЛЬД: Изучение темы «Возникновение и развитие планет» . . . . .	38

## From the Contents

D. MOHLMANN: Results of the Halley Missions . . . . .	26
U. BLEYER: The Early Phase of the Metagalaxy . . . . .	28
H. HOFFMANN: Soviet Programme for Space Cooperation . . . . .	30
MINISTRY OF NATIONAL EDUCATION — SECTION OF TEACHERS' TRAIN- ING: Examination Claims for Obtaining the Qualification to Teach Astro- nomy after Extra-mural Studies . . . . .	32
H. KÜHNHOLD: Instructional Treatment of the Topic "Origin and Develop- ment of the Planets" . . . . .	38

## En résumé

D. MOHLMANN: Les résultats des missions Halley . . . . .	26
U. BLEYER: La première phase de la métagalaxie . . . . .	28
H. HOFFMANN: Le programme soviétique pour une coopération dans l'espace cosmique . . . . .	30
MINISTERIUM FÜR VOLKSBI- L- DUNG: Les conditions d'examen pour les candidats aux fonctions de professeur de l'enseignement astronomique à la suite d'une préparation externe . . . . .	32
H. KÜHNHOLD: L'enseignement astronomique et le sujet «La formation et l'évolution des planètes» . . . . .	38

## Del contenido

D. MOHLMANN: Resultados de las misiones investigadoras en cuanto al Halley . . . . .	26
U. BLEYER: La fase principiante de la metagalaxia . . . . .	28
H. HOFFMANN: El programa soviético de la cooperación en el universo . . . . .	30
MINISTERIO DE LA EDUCACION NACIONAL, DEPARTAMENTO CENTRAL DE SUPERACION DE PROFESORES: Exigencias en pruebas de profesorado en astronomía después de preparación externa . . . . .	32
H. KÜHNHOLD: Clase sobre el tema «Origen y desarrollo de las planetas» . . . . .	38

# ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Heft 2

25. Jahrgang 1988

## Herausgeber:

Verlag Volk und Wissen Volkseigener  
Verlag Berlin, Krausenstraße 50, Post-  
fach 1213; Berlin, DDR - 1086, Tel. 20430,  
Postscheckkonto: Berlin 7199-57-132626

## Anschrift der Redaktion:

Friedrich-List-Straße 8 (Sorbisches Insti-  
tut für Lehrerbildung „Karl Jannack“),  
Postfach 440, Bautzen, DDR-8600, Tele-  
fon 4 25 85

## Redaktionskollegium:

Oberstudienrat Dr. paed. Helmut Bern-  
hard (Chefredakteur), Oberlehrer Dr.  
paed. Klaus Lindner (stellv. Chefredak-  
teur), Oberlehrer Dr. paed. Horst  
Bienioschek, Dr. rer. nat. Ulrich Bleyer,  
Dr. rer. nat. Hans-Erich Fröhlich, Dr.  
phil. Fritz Gehhar, Dr. sc. phil. Nina  
Hager, Prof. Dr. sc. nat. Dieter B. Herr-  
mann, Oberlehrer Volker Kluge, Ober-  
lehrer Monika Kohlhaben, Oberlehrer  
Jörg Lichtenfeld, Oberstudienrat Hans  
Joachim Nitschmann, Prof. Dr. rer. nat.  
habil. Karl-Heinz Schmidt, Oberlehrer  
Eva-Maria Schober, Prof. Dr. sc. paed.  
Manfred Schukowski, Prof. Dr.-Ing. habil.  
Klaus-Günter Steinert, Studienrat Jo-  
achim Stier, Oberlehrer Dr. paed. Uwe  
Walther, Prof. Dr. rer. nat. habil. Hel-  
mut Zimmermann, Günter Zimmermann.

Drahomira Günther (redaktionelle Mit-  
arbeiterin), Dr. sc. phil. Siegfried Mi-  
chalk (Übersetzer)

Lizenznummer und Lizenzgeber: 1488,  
Presseamt beim Vorsitzenden des Mi-  
nisterrates der Deutschen Demokrati-  
schen Republik

## Gesamtherstellung:

Nowa Doba, Druckerei der Domowina,  
Bautzen  
AN (EDV 427)  
III-4-9-250-5,2 Liz. 1488

## Erscheinungshinweise:

zweimonatlich, Preis des Einzelheftes  
0,60 Mark; im Abonnement zweimonat-  
lich (1 Heft) 0,60 Mark. Auslandspreise  
sind aus den Zeitschriftenkatalogen des  
Außenhandelsbetriebes BUCHEXPORT  
zu entnehmen. — Bestellungen werden  
in der DDR von der Deutschen Post ent-  
gegengenommen. Unsere Zeitschrift kann  
außerhalb der DDR über den internati-  
onalen Buch- und Zeitschriftenhandel be-  
zogen werden. Bei Bezugsschwierigkeiten  
im nichtsozialistischen Ausland wenden  
Sie sich bitte direkt an unseren Verlag  
oder an die Firma BUCHEXPORT, Volks-  
eigener Außenhandelsbetrieb der Deut-  
schen Demokratischen Republik, Lenin-  
straße 16, Leipzig, DDR - 7010.

ISSN 0004-6310

# Ergebnisse der Halley-Missionen

## Einleitung

Mit den im Jahr 1986 in die direkte Nähe des Kometen Halley gelangten VEGA- und GIOTTO-Missionen und den aus relativ größeren Entfernungen beobachtenden japanischen Sonden SUISEI und SAKIGAKE sowie mit vielfachen zusätzlichen Beobachtungen von der Erde und von Flugzeugen, Ballonen, Raketen und Satelliten (um Erde und Venus) aus, gelang es sehr viele und z. T. prinzipiell erstmalige und neuartige Daten über den Kometen Halley und über Kometen überhaupt zu erhalten.<sup>1</sup> Im folgenden werden die wesentlichsten der abgeleiteten wissenschaftlichen Resultate dargestellt.

## Der Kometenkern

Mit den Bildern von VEGA-1, VEGA-2 und GIOTTO wurden erstmals drei „Schnappschüsse“ von einem Kometenkern und seiner nächsten Umgebung gewonnen. Diese Bilder wurden jeweils innerhalb eines nur kurzen (minutenlangen) Intervalls aufgenommen. Aus der relativen Lage des Kerns zu diesen drei Zeitpunkten und auch aus astronomisch von der Erde beobachteten periodischen Helligkeitsvariationen und einem von SUISEI beobachteten periodischen Verhalten der Wasserstoffaktivität des Kometen folgen zwei charakteristische Perioden, nämlich 2,2 Tage und 7,4 Tage.

Aus den Beobachtungen folgt weiterhin, daß der Kometenkern offenbar unregelmäßig geformt ist, also keine bevorzugte Symmetrieachse hat, und daher mit einem dreiaxigen Trägheitsellipsoid zu beschreiben ist. Die Physik lehrt nun, daß freie dreiaxige „Kreisel“ relativ komplizierte Rotationsbewegungen durchführen können, wobei stabile Rotationen nur um die größte oder um die kleinste Achse des Trägheitsellipsoids möglich sind. In allen anderen Fällen führt die Rotationsachse selbst eine periodische „Nutationsbewegung“ durch. In diesem Sinne ist also das Auftreten zweier Perioden, wie sie oben genannt wurden, verständlich. Allerdings ist das Problem der Rotationsbewegungen des Kerns des Kometen Halley auch gegenwärtig noch nicht völlig „im Griff“, so z. B. ist die genaue Lage der Achse in ihrer Zeitabhängigkeit noch sehr in Diskussion.

Eine weitere Überraschung ergaben bereits die ersten Auswertungen der VEGA-Daten im Hinblick auf die Dimensionen des Kerns. Die drei charakteristischen Durchmesser sind etwa 15 km, 8 km und

<sup>1</sup> s. MÖHLMANN, D.: **Erste Ergebnisse der VEGA-Mission.** In: *Astronomie in der Schule* 23 (1986) 6.

7 km, wobei der Kern längs der langen Achse ein dickes Ende (mit den obigen Dimensionen) und ein dünnes Ende mit etwa 5 km als charakteristische Maße aufweist. Das resultierende Volumen des Kerns liegt damit bei  $(630 \pm 33) \text{ km}^3$ . Aus den nicht gravitativen Beschleunigungen des Kerns (infolge der Gas-Staub-Jets) folgt eine Masse von einigen  $10^{14} \text{ kg}$ . Damit liegt die Dichte der Kernmaterie im Bereich einiger  $0,1 \text{ g cm}^{-3}$ . Sie ist zwar überraschend gering, weist aber mit dieser „lockeren Packung“ deutlich auf die noch sehr „primitive“ undifferenzierte Natur der Kometenkerne hin und damit entweder auf eine Entstehung in sehr frühen Phasen oder sehr entfernten Gebieten des Sonnensystems.

Aus den relativ großen Dimensionen folgt weiterhin, daß die Albedo der Kernoberfläche gering ist, die numerischen Werte liegen um 0,04 in passiven und bei 0,1 in aktiven Gebieten. Das weist darauf hin, daß keine Eisoberfläche (mehr) vorliegt, sondern, daß das Eis mit einer dunklen Schicht aus an die Oberfläche zurückfallendem Staub und Steinen bedeckt ist. Möglicherweise ist diese dunkle Oberfläche teilweise relativ dünn (nur wenige Zentimeter), so daß sie wiederholt aufbricht und zu neuer Aktivität durch die Sublimation des dann freiliegenden Eises führt. Dabei werden natürlich auch wieder Staub und Steine mit weggerissen, z. T. mit Massenverhältnissen Gas : Staub bis zu 1 : 1. Die infolge der Eigengravitation zurückfallenden Teile bilden dann wieder eine neue Oberfläche. Welche Oberflächenstrukturen können sich nun bei einem solchen Aktivitätsmodell entwickeln? Schließlich ergaben die Beobachtungen auch, daß nur ein relativ geringer Teil der Oberfläche (etwa 10 % bis 20 %) aktiv ist (siehe Bild 1 und Bild 2). Auch hierzu gibt es noch keine allgemein akzeptierte Meinung. So geht der Altvater der modernen Kometenfor-

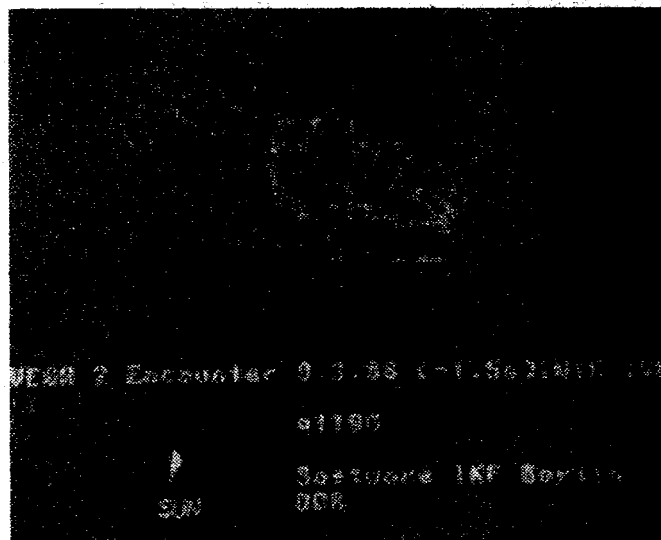


Bild 1:  
Aus den VEGA-2-Daten gewonnenes synthetisches Bild des Kometenkerns. Deutlich sind ringartige (passive) und linienartige (aktive) Gebiete erkennbar.

schung, FRED WHIPPLE, davon aus, daß es der „Steinschlag“ zurückfallender größerer Steine ist, der die Oberfläche zerstört und so zu neuer Aktivität führt. Möglich ist aber auch, und das ist von besonderem Interesse im Zusammenhang mit der von uns entdeckten linienartigen Verteilung der Aktivitätsgebiete, daß besonders Hänge zur Aktivität neigen, da sich auf ihnen kaum eine stabile Kruste bilden kann. In diesem Falle würden sich die aktiven Gebiete in die Hänge „hineinfräsen“ und so stets zu neuen Gräben und Hängen führen, was mit der beobachteten Oberflächenmorphologie vereinbar ist.

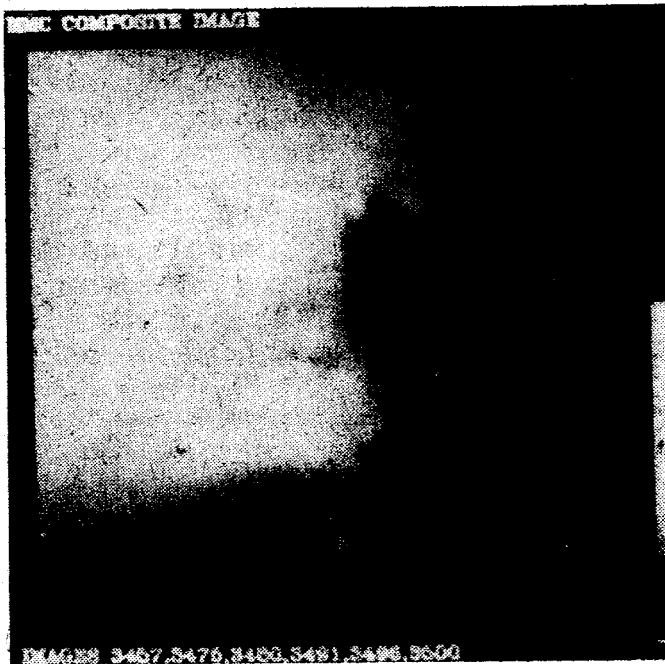


Bild 2:  
Kometenkern aus der Sicht der GIOTTO-Sonde  
Foto: Max-Planck-Institut für Aeronomie, Lindau (BRD)

Möglich ist aber auch, daß die beobachtete linienartige Verteilung der kometaren Aktivität im Zusammenhang mit der internen Struktur der Kometkerne steht, falls diese aus einzelnen Blöcken aufgebaut sind, und die Grenzen zwischen den Blöcken bevorzugt zur Ausgasung neigen (Bild 3). Ein derartiges Modell resultiert aus den Vorstellungen, daß Kleinkörper im Sonnensystem durch (stoßbedingte) Anlagerung kleiner Körper (Blöcke) entstanden. Da die Blöcke bei diesen Zusammenstößen im wesentlichen erhalten blieben, können diese Prozesse nur in den äußeren („langsameren“) Teilen des Sonnensystems abgelaufen sein.

Übrigens folgt auch aus den massenspektrometrischen Analysen des Staubs vom Kometen Halley, daß zumindest dieser Komet, und damit vermutlich alle Kometen, gemeinsam mit dem Sonnensystem entstanden, da die gemessenen Elemente- und Isotopenverhältnisse im Trend denen der bekannten primitiven chondritischen und anderer fester

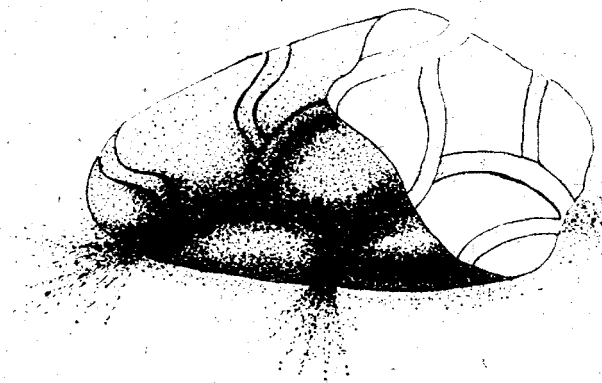


Bild 3:  
Schematischer Aufbau eines Kometenkerns aus Blöcken  
(Kometesimalen)

planetarer Materie entspricht. Damit kann eine externe Entstehung praktisch ausgeschlossen werden. Allerdings ist aus den bisherigen Auswertungen noch sehr wenig zu entnehmen über die frühe chemische und mineralogische Entwicklung der kometaren Materie. Hier sind die Untersuchungen noch in vollem Gange.

Eine ebenfalls enorm große Datenmenge wurde von den Plasmasonden während des Durchflugs durch die Koma und die kernnahen Gebiete zur Erde gesandt. Daraus haben sich wesentlich vollständigere und zum Teil neuartige Kenntnisse über die Art und Weise der Wechselwirkung der ursprünglich neutralen von Kometen abströmenden Gase mit dem herausströmenden Sonnenwind und die wirkliche Lage der Stoßfront ergeben. Überraschend war beispielsweise auch die Entdeckung einer magnetfeldfreien „Höhle“ um den Kometenkern und innerhalb eines (erwarteten) infolge Kompression magnetfeldverstärkten Gebietes vor dem umströmten Kern. Hinter dem Kern geht dieses Gebiet in eine Schweifstruktur über, die ähnlich dem magnetosphärischen Schweif der Erde ist. Der physikalische Hauptprozeß der erwähnten Wechselwirkung mit dem Sonnenwind ist, wie vorher bereits modellmäßig richtig vermutet wurde, die Abbremsung (und Umlenkung) des Sonnenwindes infolge „Massenaufladung“, das heißt, infolge der Aufnahme schwerer Ionen, die aus dem durch solares UV-Licht ionisierten, vom Kometenkern abströmenden Neutralgas kommen und vom (so abgebremsten) Sonnenwind beschleunigt (mitgenommen) werden. Die genauen plasmakinetischen Prozesse dieser intensiven Wechselwirkung sind gegenwärtig noch nicht voll verstanden und auch Gegenstand weiterer plasmaphysikalischer Experimente und Untersuchungen.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. **DIEDRICH MOHLMANN**  
Akademie der Wissenschaften der DDR  
Institut für Kosmosforschung  
Rudower Chaussee 5

Berlin  
DDR - 1199

# Die Frühphase der Metagalaxis

Vorbemerkung der Redaktion: Nachdem wir im Heft 1/1988 einen Artikel zu Fragen der modernen Kosmologie veröffentlichten, erscheint dazu nachfolgend ein weiterer Fachbeitrag. Auf der Vorderseite der diesem Heft beiliegenden Karte ist als Ergänzung zu den fachwissenschaftlichen Beiträgen die Entwicklungsgeschichte der Metagalaxis grafisch dargestellt. Die Rückseite dieser Karte enthält einen Vorschlag zur Anfertigung einer Folie, deren Einsatz sowohl im obligatorischen Astronomieunterricht als auch in den FK (R) – Wahlkurs „Sterne und Sternsysteme“ – bei der Behandlung der Metagalaxis möglich ist. Der Normaldruck ist für die Beschriftung der Folie gedacht. Die Angaben im Kleindruck enthalten Informationen für den Lehrer. Unsere Leser werden gebeten, der Redaktion mitzuteilen, wie sich die Nutzung der Folie im Unterricht bewährt.

Die kosmische Hintergrundstrahlung ist ein bedeutender Hinweis sowohl auf die Richtigkeit der Annahme von Homogenität und Isotropie des Raumes als auch auf die Entwicklung der Metagalaxis aus einer heißen Frühphase heraus.

Obwohl heute die Energiedichte der elektromagnetischen Strahlung nur etwa ein Tausendstel der Materiedichte ausmacht, dominierten im frühen Kosmos Photonen und relativistische Teilchen. Die Materiedichte nimmt proportional zu  $R(t)^{-3}$  ab (1.4.), die Energiedichte der Strahlung aber proportional zu  $R^{-4}$  (1.5.). Daher gibt es einen Zeitpunkt der kosmischen Entwicklung, wo die Metagalaxis von einem strahlungsdominierten in einen materiedominierten Zustand überging. Die diesem Zeitpunkt entsprechende kosmische Zeit beträgt etwa  $10^5$  Jahre. Es ist bemerkenswert, daß dieser Zeitpunkt etwa mit der Rekombination von Elektronen und Atomkernen zu Atomen zusammenfällt. Da die Metagalaxis vor diesem Zeitpunkt für Strahlung undurchlässig war, sind Zustände, die in früheren Zeiten liegen, nur indirekt über ihre Relikte einer Beobachtung zugänglich. Zwei physikalische Eigenschaften ermöglichen uns den genaueren Einblick in diesen „Urfeuerball“. Einmal ist es das Phänomen der Erzeugung von Teilchenpaaren aus Strahlung, also aus Photonen. Haben wir zwei Photonen, deren Energie jeweils  $mc^2$  beträgt, so kann bei ihrem Zusammenstoß ein Teilchen A und sein Antiteilchen  $\bar{A}$  mit der Ruhemasse  $m$  entstehen. Ebenso kann dieses Teilchenpaar in zwei Photonen zerfallen. Oberhalb der  $mc^2$  entsprechenden Schwellentemperatur existieren Teilchenpaare der Masse  $m$  und Strahlung gleichberechtigt, unterhalb rekombinieren die Teilchenpaare. Zweitens nutzen wir den Umstand, daß die Reaktionen zwischen den Teilchenpaaren im Vergleich zur Expansion des Kosmos sehr schnell ablaufen und sich deshalb in dem System ein nur von der zum gegebenen Zeitpunkt

herrschenden Temperatur abhängiges thermisches Gleichgewicht einstellen kann. Das ergibt bei der Teilchenpaarerzeugung ein nur von der Temperatur abhängiges Gleichgewicht zwischen Teilchenpaaren und Strahlung, woraus man die Anzahl der im System enthaltenen Teilchen der Art A bestimmen kann.

In der Frühphase kann es aber nicht nur Teilchen-Antiteilchenpaare gegeben haben, weil dann nach der Rekombination zu Strahlung keine Materie mehr vorhanden gewesen wäre, aus der sich das heute sichtbare Weltall gebildet hat. Astronomische Beobachtungen geben keinerlei Hinweis auf die Existenz von größeren Mengen Antimaterie in der Metagalaxis, so daß ein Überschuß an Materie (und Mangel von Antimaterie) von Anfang an vorhanden sein mußte. Auf je  $10^9$  Photonen ist ein Baryon in der Metagalaxis enthalten. Dies kann man aus der heutigen Energiedichte der Hintergrundstrahlung und der mittleren Massendichte der Baryonen errechnen. Dieses Verhältnis bleibt während der Expansion des Kosmos konstant. Aus Gründen der Ladungserhaltung müssen auch mehr Leptonen als Antileptonen vorhanden sein, damit deren negative Ladungen die positiven Protonen neutralisieren. Aus dieser kleinen Materiebeimengung zur Strahlung ist das gesamte sichtbare Weltall entstanden.

## Beschreibung der Frühphase durch das Standardmodell

Das Standardmodell beginnt seine Beschreibung bei Dichten, die etwa der Kerndichte in Atomen entsprechen (Hadronenära). Bei diesen Dichten, es ist zum Zeitpunkt  $t \approx 10^{-6}$ s und der Temperatur  $T \approx 10^{13}$  K, liegt uns ein Plasma von Protonen, Neutronen, Mesonen, Elektronen, Myonen, Neutrinos usw. vor, zusammen mit ihren Antiteilchen und dem angegebenen Anteil Strahlung. Nach etwa einer Sekunde der kosmischen Expansion ist die Wechselwirkung bei einer Temperatur von  $T \approx 10^{10}$  K bereits so schwach, daß die Neutrinos entkoppeln und sich frei bewegen wie später die Photonen. Sollte der derzeit in der Entwicklung begriffenen Neutrinoastronomie später einmal der Nachweis des daraus resultierenden Neutrinohintergrunds gelingen, so wäre ein weiterer Beleg für die Richtigkeit des Standardmodells erbracht.

Mit sinkender Temperatur rekombinieren Elektronen und Positronen zu Strahlung. Zum gleichen Zeitpunkt gerät die wechselseitige Erzeugung von Neutronen und Protonen wegen der etwas größeren Masse der Neutronen aus dem Gleichgewicht. Die Neutronen können jedoch nicht radioaktiv zerfallen (Halbwertszeit 10 Minuten), denn nach  $10^5$  s (Ende der Leptonenära) ist die Temperatur so weit gesunken ( $10^9$  K), daß sich leichtere Kerne ( $^4\text{He}$ , Deuterium, Lithium) bilden können (Primordiale Kernsynthese; schwere Elemente entstehen später

im Verlauf der Sternentwicklung). Der Anteil der Neutronen an den Nukleonen beträgt etwa 15 %. Nach drei Minuten der kosmischen Expansion sind so alle Neutronen mit den Protonen verbaut, vorwiegend zu  $^4\text{He}$ . Das entspricht einem Heliumanteil gegenüber Wasserstoff von knapp 30 %. Die Beobachtungen ergeben etwa 25 %. Diese Übereinstimmung für den Anteil an primordialem Helium stellt einen wichtigen Beleg für die Gültigkeit des Standardmodells dar, der weit in die undurchsichtige Phase der Expansion zurückreicht. Die Metagalaxis ist zu dieser Zeit noch etwa 70mal so heiß wie das Sonnenzentrum. Nach etwa 700 000 Jahren hat sie sich auf 3000 K abgekühlt. An diesem Punkt setzt die Rekombination von Elektronen und Kernen zu Atomen ein, die Strahlung entkoppelt. Dadurch entfällt der Strahlungsdruck, der die Schwerkraft ausgeglichen hat, es können sich Klumpen bilden. Die Galaxien entwickeln sich daraus und in ihnen die Sterne. Das Sonnensystem entsteht, auf der Erde entwickelt sich das Leben. Die kosmische Uhr zeigt einige  $10^{10}$  Jahre an.

### Die „große Vereinigung“ der Naturkräfte

Die stürmische Entwicklung der Elementarteilchenphysik erlaubt ein weiteres Vordringen in die ersten Sekundenbruchteile der kosmischen Expansion. Da die Energien so hoch sind, daß es keine Elementarteilchenbeschleuniger auf der Erde für die Überprüfung dieser Theorien gibt, finden die Aussagen der Elementarteilchentheorie ihre Bestätigung in konsistenten Modellen der Entwicklung der Metagalaxis. Vor der Hadronenära waren die Nukleonen in weitere Bestandteile, die Quarks, aufgespalten. Doch entscheidend für die ganze frühe Entwicklungsphase der Metagalaxis sind die modernen Ideen, daß die verschiedenartigen Wechselwirkungen (starke, schwache, elektromagnetische Wechselwirkung) angeglichen und zu einer einheitlichen Wechselwirkung verschmolzen waren. Mit der Abkühlung infolge der Expansion zerfällt diese einheitliche Wechselwirkung in unterschiedliche Bestandteile, die verschiedenartigen Wechselwirkungen, ein Prozeß, der als Symmetriebrechung bezeichnet wird. Die Verschmelzung von elektromagnetischer und schwacher zur elektroschwachen Wechselwirkung bei Energien von  $10^2$  GeV wurde am Beschleuniger bestätigt. Wichtigste Stütze für die weitere Verschmelzung der elektroschwachen und der starken Wechselwirkung zu einer einheitlichen Wechselwirkung, die durch sogenannte X-Bosonen übertragen wird ( $10^{15}$  GeV) ist die Tatsache, daß bei der Symmetriebrechung ein Überschuß von Materie über Antimaterie entstehen soll. Der Anteil ist genau der, den wir für das Standardmodell bisher voraussetzen mußten (Anzahl der Photonen/Anzahl der Baryonen  $\approx 10^9$ ). Bei der Planck-Energie von  $10^{19}$  GeV soll sich auch die Gravitation in den Reigen der einheitlichen Wechsel-

wirkung einreihen. Dem entspricht die Planck-Zeit ( $10^{-43}$ s). Nähert man sich diesem Zeitpunkt, so sind ganz entscheidende Quanteneffekte zu berücksichtigen. Mit Planckschen Größenordnungen (Planck-Zeit, Planck-Länge  $10^{-33}$  cm) sind die Grenzen physikalischer Beschreibbarkeit erreicht (Unschärferelationen). Die Quantentheorie hat einen neuen Zustand der Materie in die Physik eingebracht, das physikalische Vakuum. Dieser Zustand ist nicht die „Leere“, sondern hier ist alle später erzeugte Materie potentiell vorhanden und kann aus diesem Zustand heraus durch Quantenfluktuationen erzeugt werden. Der Zustand hat auch eine Energie, die Vakuumenergie. Die Metagalaxis kann nun so aus diesem Vakuum hervorgegangen sein, daß kleine Gebiete mit etwas Strahlung durch Quantenfluktuationen entstanden sind und infolge der vorhandenen Vakuumenergie ungeheuer schnell expandierten. Durch Phasenumwandlung entsteht auf Kosten der Vakuumenergie der strahlungsdominierte Zustand, der Ausgangspunkt der weiteren Entwicklung des Standardmodells ist. Die Anfangssingularität des kosmologischen Modells wird in den Quantenfluktuationen des Vakuums aufgelöst.

### FRIEDMANN-Modelle

All die komplizierten physikalischen Vorgänge in unserer Metagalaxis sind im Rahmen eines einfachen kosmologischen Modells ableitbar, das zuerst 1922 von ALEXANDER FRIEDMANN entwickelt wurde. Aufgrund des kosmologischen Postulats reduzieren sich die EINSTEINschen Gleichungen auf die Bestimmung der Funktion  $R(t)$ . Sie genügt der FRIEDMANNschen Gleichung

$$\left(\frac{\dot{R}}{R}\right)^2 = H^2 \approx \Lambda + \rho(t) - \frac{k}{R^2} \quad (11.1)$$

(Hier sind alle Proportionalitätsfaktoren fortgelassen, die Lichtgeschwindigkeit  $c$  ist gleich Eins gesetzt). Dazu kommt noch die Gleichung für die lokale Energiebilanz (Kontinuitätsgleichung)

$$\dot{\rho} = -3(\rho + p)\frac{\dot{R}}{R} \quad (11.2)$$

Hier ist  $\rho$  die Energiedichte ( $\rho_m + \rho_s$ ),  $p$  der Druck. Eine Lösung erfordert noch die Vorgabe einer Zustandsgleichung, die Druck und Dichte verbindet:

$$p = \left(\frac{n}{3} - 1\right)\rho \quad (11.3)$$

Für Strahlung gilt  $p = \rho/3$ , also  $n = 4$ . Damit ergibt (11.2) gerade (1.5.). Für staubförmige Materie ist  $p = 0$ , also  $n = 3$ . Das ergibt (1.4.). Wir erhalten also

$$H^2 \approx \Lambda - \frac{k}{R^2} + \frac{\rho_m(t_0)}{R^3} + \frac{\rho_s(t_0)}{R^4} \quad (11.4.)$$

Der Summand  $-k/R^2$  legt die Raumkrümmung fest. Für  $k < 0$  ist der Raum in seiner Ausdehnung un-

endlich, man nennt ihn offen. Offen ist er auch für  $k = 0$ , den Fall des ebenen Raumes. Für  $k > 0$  ist der Raum ein sphärischer Raum (zweidimensionales Analogon ist die Kugeloberfläche) und damit zwar unbegrenzt, aber von endlicher Ausdehnung (geschlossener Raum). Die Vakuumenergie wird repräsentiert durch das kosmologische Glied  $\Lambda$ . Es entspricht, wenn man es über (II.3.) darstellen will, dem Wert  $n = 0$ , also  $p = -\rho$ , einem negativen Druck. Dieser Term wirkt wie eine Art „Antigravitation“ und verursacht eine exponentiell schnelle Expansion

$$R(t) \approx e^{\sqrt{\Lambda} t} \quad (II.5.)$$

In einer Phase, in der die Vakuumenergie dominierte (als inflationäre Phase oder de-Sitter-Phase bezeichnet) gingen alle anderen Terme in (II.4.) wegen des rasch wachsenden  $R(t)$  verloren. Das würde bedeuten, daß der heutige Zustand der Metagalaxis einem Raum ohne Krümmung, einem ebenen Raum entsprechen müßte. Aus (II.4.) kann man leicht ableiten, daß dazu eine spezielle Massendichte, die sog. kritische Dichte, notwendig ist. Sie beträgt  $\rho_{krit} \approx 10^{-29} \text{ gcm}^{-3}$ . Die Astronomen sind derzeit bemüht, durch Suche nach Dunkelmaterie in der Metagalaxis zu prüfen, ob dieser Wert der mittleren Massendichte erreicht wird (vgl. (1)). Durch die Umwandlung der Vakuumenergie in Strahlung verschwindet der  $\Lambda$ -Term in (II.4.), während  $\rho_s$  und später nach Teilchenerzeugungsprozessen  $\rho_m$  die Expansion bestimmen.  $R(t)$  entwickelt sich dann nach einem Potenzgesetz ( $R \sim t^{2/n}$ ). Im strahlungsdominierten Zustand gilt  $R \sim t^{1/2}$ , im materiedominierten  $R \sim t^{2/3}$ . Das nennt man Friedmannsches Verhalten. Im Rahmen dieses einfachen kosmologischen Modells lassen sich alle entscheidenden Entwicklungsphasen der Metagalaxis darstellen. Zur Behebung der Anfangssingularitäten muß die Gravitationstheorie für sehr kleine  $R$  modifiziert werden.

So befriedigend kosmologisches Modell und Elementarteilchenphysik auch zu harmonisieren scheinen, ein Problem bleibt. Die für die Galaxienentstehung notwendigen Dichteschwankungen müßten bereits in Temperaturschwankungen der kosmischen Hintergrundstrahlung zu bemerken sein, um eine konsistente Zeitskala für die Strukturbildung zu erhalten. Die Hintergrundstrahlung ist aber sehr isotrop. Die notwendigen Dichteschwankungen

#### Aus dem nächsten Heft

Nutzen der Volkswirtschaft aus der Kosmosforschung – Supernova 1987A – ALEXANDER FRIEDMANN – zum 100. Geburtstag – Astronomische Daten für das Schuljahr 1988/89 – Jubiläen in Astronomie und Raumfahrt im Schuljahr 1988/89 – Ein Anliegen – bei den Schülern Suchhaltungen entwickeln – Selbständige Beobachtung und Orientierung am Sternhimmel – ein wichtiges Anliegen des Grundkurses FK (R) – Lehrplanbezogene Weiterbildung im Prozeß der Arbeit

werden deshalb z. Z. der nicht sichtbaren Materie zugeschrieben, die so schwach wechselwirken soll, daß sie keinen Einfluß auf die Hintergrundstrahlung hatte (ähnlich den Neutrinos). Das ist ein Grund mehr für die Astronomen, nach Dunkelmaterie zu suchen. Sollte sie sich nicht nachweisen lassen, muß die Entwicklung der Metagalaxis vor der Hadronenära neu überdacht werden.

#### Literatur:

(1) BLEYER, U.: Die expandierende Metagalaxis. In: *Astronomie in der Schule* 25 (1988) 1.

Anschrift des Verfassers:

Dr. rer. nat. ULRICH BLEYER  
Einstein-Laboratorium für Theoretische Physik  
der AdW der DDR  
Rosa-Luxemburg-Straße 17  
Potsdam-Babelsberg  
DDR - 1590

Horst Hoffmann

## Sowjetisches Programm der Zusammenarbeit im Weltraum

*„Der Weltraum gehört der gesamten Menschheit. Seiner Natur, seinem Wesen und der wissenschaftlichen Suche nach muß der Kosmos die Völker einigen. Die Vereinigung der Anstrengungen und der wissenschaftlichen Potentiale der verschiedenen Länder gibt nicht nur bestimmte Vorteile für deren Teilnehmer, sondern übt auch einen günstigen Einfluß auf die internationale Lage insgesamt aus und trägt zur Nutzung der Ergebnisse der Weltraumforschungen zum Wohl und im Interesse der Weltwissenschaft sowie der gesamten Weltgemeinschaft bei. Das ist die Haltung der Sowjetunion und aller Teilnehmerländer des Programms Interkosmos. Der Weg in den Weltraum muß ausschließlich ein Weg zum Frieden sein.“*

Diesen Leitgedanken enthält das Vorwort einer mehr als 50 Seiten umfassenden Dokumentation des Instituts für Kosmosforschung der Akademie der Wissenschaften der UdSSR und der Presseagentur Nowosti, die anlässlich des 30. Jahrestages des Starts von Sputnik 1 herausgegeben wurde. Sie trägt den Titel „Das sowjetische Programm zur Erforschung des Weltraumes für den Zeitraum bis zum Jahre 2000 – Pläne, Projekte und internationale Zusammenarbeit“ und liegt unserer nachfolgenden Zusammenfassung zugrunde, die wir bis zum Jahre 2005 erweiterten und in welche die beamtete Raumfahrt der nächsten Jahre einbezogen ist.



### 30 einzigartige Projekte in 15 Jahren

Auf dem internationalen Forum, das vom 2. bis 4. Oktober 1987 in Moskau stattfand, stand dieses einzigartige Programm der friedlichen Erforschung und Nutzung des Weltraums im Mittelpunkt der Beratungen. Unter dem Leitmotiv „Zusammenarbeit im Kosmos für den Frieden auf der Erde“ beteiligten sich mehr als 600 Wissenschaftler und Techniker, Kosmonauten und Astronauten aller Disziplinen und Kontinente. Rund 30 einzigartige Raumfahrtexpeditionen, die von der Sowjetunion vorgeschlagen und in Angriff genommen wurden, stehen auf dem Terminplan der nächsten 15 Jahre. Dieses Programm stellt nur einen Rahmen dar, der beliebig erweitert werden kann. Die Teilnahme steht jedem interessierten Staat und jeder Einrichtung offen. Mit einigen Ländern und Organisationen werden weitere mögliche Projekte erörtert und Verhandlungen geführt. Deshalb wird sich die Teilnehmerzahl der Staaten und Institutionen, die gegenwärtig etwa 40 beträgt, künftig noch beträchtlich erweitern.

In der nachfolgenden Übersicht beziehen sich die Jahreszahlen über dem Text auf den Starttermin des ersten oder des einzigen Raumflugkörpers, mit dessen Hilfe das jeweilige Programm verwirklicht wird:

#### 1988

- **GAMMA I** – erstes kosmisches Observatorium zur Erforschung der Gamma-Strahlung hoher Energien (UdSSR, BRD, Frankreich, Niederlande, Polen und ESA).
- **MIR** – zweiter bemannter sowjetisch-bulgarischer Gemeinschaftsflug über zehn Tage.
- **MIR** – erster bemannter sowjetisch-afghanischer Gemeinschaftsflug.
- **MIR** – zweiter bemannter sowjetisch-französischer Gemeinschaftsflug über 30 Tage mit Ausstieg des Spationauten in den freien Raum.
- **MIR** – Ankopplung des ersten Schleusen-Moduls an einem der seitlichen Kopplungsstützen für den bequemeren und sicheren Aus- und Einstieg der Weltraummonteure und ohne Beeinträchtigung des normalen Bordbetriebes (UdSSR und Frankreich).
- **MIR** – Ankopplung des ersten Fernerkundungs-Moduls an einem der seitlichen Kopplungsstützen mit Kamerasystemen und Beobachtungsinstrumenten aus RGW-Ländern (UdSSR und IK).
- **PHOBOS** bis 1989 – Untersuchung des Marssatelliten Phobos, der Oberfläche, Atmosphäre und Magnetosphäre des roten Planeten, sowie Studium der Sonne und des interplanetaren Raumes durch zwei automatische Sonden mit Lande- und Hüpfgeräten (UdSSR, Bulgarien, CSSR, DDR – Magnetometer, FGGK, Lasermassenspektrometer Lima-D und Bildspeicher R 3 M – Polen und Ungarn sowie BRD, Finnland, Frankreich, Irland, Österreich, Schweden, Schweiz und USA, sowie ESA und NASA). Damit beginnt das Programm „Mars 2000“.
- **GRANAT** – Astrophysikalisches Observatorium mit den Teleskopen KRT II und Sigma zur Untersuchung von Strahlungsquellen (UdSSR, Dänemark und Frankreich).
- **AKTIVES IK** (Interkosmos) – Erforschung der Plasmawellen durch Automatische Universelle Orbital-Stationen – AUOS – mit Vorrichtungen für das Einschleusen von Strahlung sowie Subsatelliten auf unterschiedlichen Bahnen (UdSSR, Bulgarien, CSSR, DDR – Langmuir-Sonde –, Polen und Ungarn).

#### 1989

● **APEX** Modellierung und Initiierung des Polarlichts und der Radiostrahlung im aureolen Bereich durch Haupt- und Untersatelliten sowie mit Hilfe von Plasmakanonen (UdSSR, Bulgarien, CSSR, DDR – Langmuir-Sonde –, Polen und Ungarn).

#### 1990

- **INTERBOL** (von international und fireball = heißes Plasma) bis 1991 – Erforschung des magnetosphärischen Plasmas und der Beziehungen zwischen Sonne und Erde mit zwei Satelliten des Typs Prognos auf sehr unterschiedlichen Bahnen zwischen 5000 und 200 000 km (UdSSR, Bulgarien, CSSR, DDR, Kuba, Polen, Rumänien und Ungarn sowie Finnland, Frankreich, Kanada, Österreich, Schweden und USA sowie IK, ESA und NASA).
- **KORONAS** (von Korona = Gashülle der Sonne) bis 1992 – komplexe und permanente Überwachung der Sonnenaktivität von Bord eines erdnahen Satelliten (UdSSR, CSSR, DDR und Ungarn).
- **MIR** – erster bemannter sowjetisch-österreichischer Gemeinschaftsflug, für den gegenwärtig zwei „Astronauten“-Kandidaten ausgewählt werden (UdSSR, Österreich und IK).
- **MIR** – Abschluß des Aufbaus eines Orbitalkomplexes aus acht Elementen: Basisblock Mir, Astromodul Quant, vier Spezialmodule, ein Passagierraumschiff Sojus TM und ein Frachtraumschiff Progreß (UdSSR und IK).

#### 1991

- **SPEKTR RÖNTGEN GAMMA** – Start von zwei astronomischen Satelliten auf 400 km niedriger und 200 000 km hoher Umlaufbahn in der ersten Hälfte der 90er Jahre zum besseren Verständnis vieler einstweilen noch nicht endgültig und eindeutig erklärbarer physikalischer Erscheinungen wie der inneren Gebiete der Galaxienkerne, der Reste von Supernovae und der Entstehung von Gammaausbrüchen (UdSSR, BRD, Dänemark, Frankreich, Großbritannien, Niederlande und ESA).
- **RADIOASTRON – CM** – erste Etappe bis 1996 – großangelegtes, langfristiges Programm von Forschungen im erdfernen Weltraum, Schaffung des größten Erde-Weltraum-Komplexes in der Geschichte der Radioastronomie, beginnend mit einem irdischen Netz von Teleskopen und Geräten auf Raumflugkörpern der Serie Spektr, deren Bahnen bis zu 700 000 km von der Erde weg führen.
- **MIR** – erster bemannter sowjetisch-brasilianischer Gemeinschaftsflug, der kürzlich zwischen beiden Ländern vereinbart wurde (UdSSR und Brasilien).

#### 1992

- **KOLUMB** (von Kolumbus) bis 1994 – Einsteuerung eines Satelliten in eine marsnahe Umlaufbahn, Aussetzen eines driftenden Ballons in der Atmosphäre des Nachbarplaneten, Absetzen eines Fahrzeuges Marsochod mit einem System von Sensoren und Probennehmern auf der Planetenoberfläche (UdSSR, IK, ESA und NASA mit MARS-ORBITER).
- **RELIKT 2** bis 1993 – Fortsetzung der Erforschung der Reststrahlung, die mit dem Satelliten Prognos 9 und dem Experiment Relikt 1 begann. Die Untersuchungen erfolgen mit den Raumflugkörpern des Programms Radioastron.

#### 1993

- **MONDFLUGORBITER** – Einsteuerung eines lunaren Satelliten in eine Umlaufbahn, die über die Pole unseres natürlichen Trabanten führt. Ziel des Unternehmens ist es, die Mondoberfläche global zu kartografieren und Landgebiete für weitere Forschungen auszuwählen. Damit beginnt das **MONDPROGRAMM 2000** (UdSSR und USA).

#### 1994

- **VESTA** – Start von zwei automatischen Sonden zum Mars, Absetzen von Forschungsstationen auf dem Planeten, Weiterflug zum Asteroidengürtel, Umfliegen einiger dieser Kleinplaneten in unmittelbarer Nähe und Landung auf einem der Planetoiden, möglichst Vesta. Untersuchung der Möglichkeiten für die Rückführung von Bodenproben dieser Kleinplaneten zur Erde (UdSSR, Frankreich, USA).

1995

● **KÖRONA** – Erforschung des Planeten Jupiter sowie der Sonne während eines Vorbeifluges in der kurzen Entfernung von fünf bis sieben Sonnenradien (UdSSR).

1996

● **RADIOASTRON-MM** – zweite Etappe des Programms bis 2000 – Ausbau des gigantischen Radioteleskops mit einem Antennendurchmesser von Hunderttausenden Kilometern.

● **MONDRUCKSEITE** – Entsendung eines Automaten, der auf der abgewandten Halbkugel unseres natürlichen Satelliten Gesteinsproben schürft und zur Erde zurück transportiert (UdSSR).

● **MARSPROBE 1** – erste automatische Expedition, die Bodenproben des Planeten Mars zur Erde holt (UdSSR).

1998

● **MARSPROBE 2** – zweites Unternehmen dieser Art (UdSSR).

1999

● **TITAN** – Erforschung von Jupiter und Saturn, sowie der Atmosphäre und Oberfläche des Saturnsatelliten Titan mit Hilfe von künstlichen Satelliten, Landeapparaten und Ballonsonden (UdSSR).

2000

● **MONDLABOR** – Einrichtung einer großen automatischen Station auf dem natürlichen Trabanten mit regelmäßigen Verkehrsverbindungen zur Erde (UdSSR).

2001

● **RADIOASTRON-KK** – dritte Etappe bis 2005 – Aufbau und Einsatz eines aus drei Radioteleskopen von je 30 m Durchmesser bestehenden Systems: eines kreist in 36 000 km Höhe um die Erde, ein zweites auf einer elliptischen Bahn in 27 Tagen und das dritte in einer Entfernung von rund 1,5 Millionen km und einer Umlaufzeit von 365 Tagen (UdSSR).

2002

● **MARSOCHOD-RALLEY** – Landung von Forschungsfahrzeugen auf dem Planeten Mars, die mit einer Reichweite von rund 1000 km längere Zeit auf der Planetenoberfläche eingesetzt werden und Landeplätze für den ersten bemannten Marsflug erkunden (UdSSR).

● **AELITA** (Name des Marsmädchens in ALEXEI TOLSTOIS gleichnamigen Roman) – zeitlich noch nicht fixierter Start eines tiefemperaturregekühlten Ein-Meter-Teleskops auf eine sehr hohe Umlaufbahn zur Untersuchung der kalten Materie – Staub und Molekularwolken – im Milchstraßensystem und anderen Galaxien sowie von Inhomogenitäten der kosmischen Urstrahlung.

Anschrift des Verfassers:

**HORST HOFFMANN**

Karl-Liebknecht-Straße 26

Berlin

DDR - 1026

### Wir gratulieren

BERND ZILL, Leiter der Schulsternwarte und des Planetariums „Waleri Bykowski“ in Schaeberg, schloß seine Promotion A an der Pädagogischen Hochschule Zwickau mit der Dissertation „Untersuchungen zur erziehungswirksamen Gestaltung gesellschaftlicher Tätigkeit Schuljugendlicher an Schulsternwarten“ ab.

## Prüfungsanforderungen zum Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie nach externer Vorbereitung

Die Lehrbefähigung für die Erteilung des Unterrichts im Fach Astronomie der allgemeinbildenden polytechnischen Oberschulen kann nach externer Vorbereitung durch Ablegung einer Prüfung im Fach Astronomie und in der Methodik des Astronomieunterrichts erworben werden. Durch die externe Vorbereitung auf den Erwerb der Lehrbefähigung eignen sich die Teilnehmer das erforderliche fachliche und methodische Wissen und Können zum Erteilen eines wissenschaftlichen, parteilichen und lebensverbundenen obligatorischen und fakultativen Astronomieunterrichts sowie zur Gestaltung einer vielseitigen außerunterrichtlichen Tätigkeit an.

Bei der Bestimmung der Ziele und Inhalte der externen Vorbereitung wurde berücksichtigt, daß die Teilnehmer bereits die Lehrbefähigung für mindestens ein Unterrichtsfach der allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule besitzen müssen.

Die Hauptformen der Vorbereitung auf die Prüfung sind das Selbststudium auf der Grundlage der nachfolgenden Anforderungen, wobei die von der Hauptabteilung Lehrerbildung beim Ministerium für Volksbildung herausgegebene Studienanleitung Unterstützung gibt, sowie die Teilnahme an zwei einwöchigen Kursen und einem zweiwöchigen Seminar, die unter Verantwortung der Pädagogischen Hochschulen Potsdam, Dresden und Güstrow sowie der Friedrich-Schiller-Universität Jena durchgeführt werden.

In der Prüfung am Ende der externen Vorbereitungszeit sollen die Teilnehmer nachweisen, daß sie über ein solides Fachwissen auf dem Gebiet der Astronomie verfügen und sich die für den obligatorischen und fakultativen Astronomieunterricht wichtigen Arbeitsmethoden sicher angeeignet haben.

Die Teilnehmer haben fünf ausgewählte Beobachtungsaufgaben selbständig auszuführen und die Ergebnisse der Prüfungskommission vorzulegen. Sie haben die Kenntnis der für den Astronomielehrer wichtigen Gesundheitsschutz-, Arbeitsschutz- und Sicherheitsbestimmungen nachzuweisen.

## 1. Fachwissenschaftliche Anforderungen

### 1.1. Die Erde als Standort astronomischer Beobachtungen

- Wichtige Sternbilder und ihre Sichtbarkeit
- Arbeit mit der drehbaren Sternkarte
- Astronomische Koordinatensysteme
- Zeitdefinition und Zeitbestimmung
- Einfluß der Erdatmosphäre auf astronomische Beobachtungen

### 1.2. Der extraterrestrische Raum als Standort astronomischer Beobachtungen

- Die Bedeutung erdumkreisender Beobachtungsstationen
- Raumfahrttechnik zur Erforschung kosmischer Objekte
- Abhängigkeit der Ziele der Raumfahrt von den gesellschaftlichen Bedingungen

### 1.3. Astronomische Instrumente

- Aufbau astronomischer Instrumente
- Prinzipielle Wirkungsweise von Spektrografen und Fotometern
- Das Schulfernrohr und seine Zusatzeinrichtungen
- Grundlagen der Astrofotografie, Möglichkeiten der Fotografie von Himmelsobjekten mit dem Schulfernrohr

### 1.4. Entwicklung der Vorstellungen über das Sonnensystem

- Gesellschaftliche Bedürfnisse als Triebkräfte für die Entstehung der Astronomie und für ihre Entwicklung von Einzelerkenntnissen zur Naturwissenschaft
- Weltvorstellungen des Altertums (insbesondere das geozentrische Weltbild)
- Das heliozentrische Weltsystem (COPERNICUS), seine Weiterentwicklung durch KEPLER, GALILEI und NEWTON. Der Kampf um seine Durchsetzung als Teil der ideologischen Auseinandersetzung im Mittelalter
- Die Bedeutung der copernicanischen Wende

### 1.5. Das Sonnensystem

- Übersicht über die Körper des Sonnensystems
- KEPLERsche Gesetze, NEWTONsches Gravitationsgesetz
- Physik der Planeten; Satelliten und andere Kleinkörper
- Kosmogonie des Sonnensystems

### 1.6. Die Sonne als Zentralkörper unseres Sonnensystems und als Prototyp eines Sterns

- Zustandsgrößen der Sonne
- Spektrum der Sonne
- Beobachtbare Erscheinungen an der Sonnenoberfläche und Erscheinungen der Sonnenaktivität
- Innerer Aufbau der Sonne
- Solar-terrestrische Beziehungen

### 1.7. Entfernungen und Zustandsgrößen der Sterne

- Entfernungsbestimmungsmethoden
- Masse, Radius, Leuchtkraft, Temperatur, Spektrum
- Wichtige Methoden zur Bestimmung ausgewählter Zustandsgrößen
- Zusammenhänge zwischen den Zustandsgrößen, HRD, Masse-Leuchtkraft-Beziehung der Hauptreihensterne
- Sterne mit periodisch und aperiodisch veränderlichen Zustandsgrößen

### 1.8. Sternentwicklung

- Sternmodelle
- Energiefreisetzung in Sternen
- Entstehung der Sterne
- Hauptreihenstadium
- Riesenstadium
- Endstadien der Sternentwicklung
- Das HRD als Entwicklungsdiagramm

### 1.9. Milchstraßensystem

- Doppel- und Mehrfachsterne
- Bewegungen der Sterne
- Sternhaufen
- Interstellares Medium
- Sternpopulationen
- Modell des Milchstraßensystems

### 1.10. Extragalaktische Sternsysteme

- Erscheinungsformen, Verteilung, Bewegung
- Radioastronomische Beobachtungstatsachen
- Kosmogonie der Galaxien
- Kosmologische Deutung von Beobachtungstatsachen
- Weltmodelle

### 1.11. Weltanschaulich-philosophische Zusammenhänge

- Das Verhältnis von marxistisch-leninistischer Philosophie und Naturwissenschaften
- Bedeutung der Materieauffassung der marxistisch-leninistischen Philosophie und der materialistischen Dialektik für die Astronomie
- Bedeutung der marxistisch-leninistischen Erkenntnistheorie für den Erkenntnisprozeß in der Astronomie

## 2. Methodische Anforderungen

### 2.1. Der Anteil des Astronomieunterrichts an der Entwicklung sozialistischer Persönlichkeiten

- Die Ziele des Astronomieunterrichts
- Das Zusammenwirken des Astronomieunterrichts mit dem Unterricht in anderen Fächern
- Der Astronomieunterricht als komplexer Prozeß der Persönlichkeitsentwicklung

### 2.2. Der Unterrichtsprozeß im Fach Astronomie

- Überblick über den Unterrichtsstoff
- Die Erkenntnisgewinnung im Astronomieunterricht (insbesondere Arbeit mit Beobachtungen, Modellen, Vergleichen und physikalischen Experimenten; Anwenden der Mathematik; Ausbildung spezifischer Schülertätigkeiten)
- Die didaktisch-methodische Behandlung ausgewählter Inhalte des Astronomieunterrichts

### 2.3. Die Unterrichtsmittel für den Astronomieunterricht

- Verbindliche Unterrichtsmittel
- Einsatz der Unterrichtsmittel
- Zur Einrichtung und Nutzung von Fachunterrichtsräumen und Beobachtungsstationen

### 2.4. Die Unterrichtsplanung und -auswertung

- Jahresplanung, Planung der Stoffeinheiten, Vorbereitung der Unterrichtsstunden
- Die Vorbereitung auf einen Beobachtungsabend
- Die Vorbereitung auf einen Planetariumsbesuch

### 2.5. Die Gestaltung von fakultativen Kursen nach Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“

- Ziele und Inhalte des fakultativen Kurses nach Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“
- Methodische Gestaltung der fakultativen Kurse
- Planung der Arbeit in fakultativen Kursen

### 2.6. Außerunterrichtliche Arbeit

- Berücksichtigung der Spezifik außerunterrichtlicher Arbeit mit jüngeren Schülern
- Formen und Inhalte außerunterrichtlicher Arbeit
- Spezielle Beobachtungsmöglichkeiten mit außerunterrichtlichen Arbeitsgemeinschaften

## Zur externen Vorbereitung auf den Erwerb des Staatsexamens im Fach Astronomie

Als ich 1980 als Nichtfachlehrer den Astronomieunterricht an unserer Schule übernahm, wußte ich noch nicht, welches umfangreiche neue Aufgabengebiet mich damit erwartete. Nur mit Hilfe meiner Fachberaterin gelang es mir, wenigstens annähernd das „Mysterium Astronomie“ so zu erfassen, daß ich es den Schülern einigermaßen verständlich machen konnte. Ich begrüßte daher den Vorschlag, 1984 das externe Studium zur Ablegung des Staatsexamens im Fach Astronomie aufzunehmen.

Nach der ersten Woche Vorlesungen im Juli 1984 an der PH Dresden waren die 28 Kolleginnen und Kollegen doch etwas erschrocken, welche fachlich und auch methodisch vielfältigen Probleme von uns erfaßt werden mußten. Viele „Mitreiter“ bemühten sich jedoch an ihrem unterrichtsfreien Tag in gemeinsamen Konsultationen um Klärung dieser Probleme. Hierbei erwies es sich als besonders günstig, daß der Leiter der Sternwarte Sohland, WOLFGANG KNOBEL, diese Konsultationen leitete und uns mit fachlichem Können und kollegialem Rat zur Seite stand. Viele Kollegen aus dem Raum Karl-Marx-Stadt und Dresden scheuten den mitunter weiten Weg nach Sohland nicht, um diesen astronomischen Stützpunkt fachlich „auszubeuten“, wobei uns alle Mitarbeiter der Sternwarte stets uneigennützig mit Rat und Tat zur Seite standen. Nur mit ihrer Hilfe war es möglich, die von vielen Kollegen später erarbeiteten Belege in der Qualität zu erbringen, wie wir sie vorweisen konnten. Allen Kollegen, die ein solches Studium aufnehmen, empfehle ich, sich möglichst ebenfalls mit einer naheliegenden astronomischen Einrichtung kurzzuschließen, um Hilfe und Anleitung bei der Bearbeitung der Belegaufgaben und bei der Vorbereitung auf die mündliche Prüfung zu bekommen.

Als sehr positiv empfanden wir, daß die weiteren Vorlesungen im Februar und Juli 1985 an der Sternwarte in Bautzen stattfanden. Dadurch entstand ein verbessertes Studienklima und es wurde eine engere Verbindung von Theorie und Praxis hergestellt. Unser Dank gilt dem Leiter der Einrichtung, HANS JOACHIM NITSCHMANN, und seinen Mitarbeitern. Beobachtungspraktika, z. B. zur Tagbeobachtung der Venus, der Umgang mit dem „Telementor“, angefangen von der Justierung bis hin zur Stern-, Sonnen- und Mondfotografie – Dinge,

mit denen sich die meisten Kollegen bisher nur recht sporadisch beschäftigt hatten, wurden uns hier in kleinem Kreis nahegebracht und so verlor mancher die Scheu vor den „komplizierten“ Geräten.

Man lernte plötzlich, daß sich hinter den vielen Zahlen im „Ahnert“ etwas ganz Reales und Verwendbares verbirgt. Gerade dieser Teil der Ausbildung stellte einen beträchtlichen Gewinn für meine jährliche Beobachtungstätigkeit mit den Schülern dar.

Erste Anfänge der Materialsammlung für die Belegarbeit liegen auch in der Zeit der Vorlesungswochen. Gemeinsame Diskussionen und Fachsimpelei über die zur Auswahl stehenden Beobachtungsaufgaben zeigten, daß die einzelnen Themen zwar sehr anspruchsvoll und vielschichtig in ihrer Erarbeitung waren, für jeden aber, der sich damit gründlich beschäftigte, einen entscheidenden Zuwachs des eigenen Wissens und vor allem auch Könnens darstellte. Es gelang uns in den drei Wochen Studienurlaub, die wir mit unseren Direktoren vereinbarten, unsere Beobachtungen, Fotografien und Meßdaten gründlich auszuwerten, Berechnungen durchzuführen und eine exakte Darstellung der Aufgaben vorzulegen. Viele Kollegen wählten aus den Belegaufgaben natürlich die aus, die sie als besonders geeignet dafür ansahen, in der weiteren Arbeit mit den Schülern im Unterricht und in den FKR als Anschauung, Hilfe und Unterstützung zu dienen. Hier möchte ich besonders solche Aufgaben nennen wie die Ermittlung der geographischen Koordinaten des Heimatortes, die Bestimmung des wahren Monddurchmessers, Messungen von Mondkraterdurchmessern mit Hilfe von Fotografien, aber auch die unterschiedlichen Farbeindrücke der Sterne im Sternbild Orion, ebenfalls mit Hilfe von Fotografien ermittelt.

Das Studium hat mir auf Grund vielfältiger aufgeworfener Probleme bei meiner weiteren Arbeit als Astronomielehrer sehr geholfen, astronomische Gesetzmäßigkeiten, Erscheinungen und Erkenntnisse besser zu verstehen, zu erfassen und zu verarbeiten. Dadurch gelingt es mir besser, den Schülern das Wissen und Können noch intensiver und interessanter zu vermitteln. Darin sehe ich eigentlich den besten Lohn für die doch nicht unerheblichen Anstrengungen während der zwei Studienjahre.

Anschrift des Verfassers:

**GÜNTER POOCK**

94. Oberschule

Altenberger Straße 83

Dresden

DDR - 8021

## Zur Umsetzung des neuen Lehrplanes

Für Juni 1989 ist der IX. Pädagogische Kongreß nach Berlin einberufen. Er wird das vom XI. Parteitag der SED beschlossene Bildungskonzept markieren, dessen sichtbarer Ausdruck die Einführung eines neuen Lehrplanwerkes in unserer sozialistischen Schule ist.

Auch die Astronomielehrer unseres Landes arbeiten seit Beginn dieses Schuljahres nach einem neuen Lehrplan. Mit vollem Engagement, mit dem ganzen Können, mit allen Fähigkeiten, mit klugen und schöpferischen Ideen gestalten sie den Unterricht erfolgreich nach dem neuen Lehrplan. „Astronomie in der Schule“ hat einige Lehrer, mitzuteilen, was sich nach den arbeitsintensiven ersten Monaten dieses Schuljahres bei der Umsetzung des Lehrplans an guten Erfahrungen, Erkenntnissen aber auch an Schwierigkeiten und damit verbundenen Lösungswegen abzeichnet.

In den Zuschriften wird immer wieder das Bestreben unserer Lehrer sichtbar, den Unterrichtsprozeß so zu gestalten, daß jeder Schüler zur zielgerichteten aktiven Tätigkeit angeregt und befähigt wird, und er sich verantwortlich fühlt für bewußtes, systematisches und fleißiges Lernen.

Der neue Lehrplan verlangt nicht nur eine noch höhere Qualität der täglichen pädagogischen Arbeit des Lehrers, sondern er ist dazu auch eine unentbehrliche Grundlage. So schreibt uns z. B. der Fachberater von Berlin-Hellersdorf, DIETER FRISCH, daß die Kollegen seines Stadtbezirkes den neuen Lehrplan als ein übersichtliches, gut-handhabbares Instrument zur zielstrebigem Führung des Unterrichts werten, das besser als bisher auf das Wesentliche des Unterrichtsstoffs orientiert.

Überall wird nachgedacht, wie die Anforderungen des neuen Lehrplans effektiv in der Praxis umgesetzt werden können. Beim Bemühen unserer Lehrer, die Forderungen des Lehrplans im Unterricht mit hoher Qualität zu realisieren, zeigen sich natürlich auch Probleme, wo über Lösungswege nachzudenken ist. Die nachfolgenden Zuschriften verdeutlichen das Anliegen an konkreten Beispielen.

### Zum Unterricht über die Orientierung am Sternhimmel

Die organische Verbindung der ersten schulastronomischen Beobachtung mit der Stoffeinheit „Orientierung am Sternhimmel“ fordert vom Lehrer, Beobachtungsergebnisse direkt in die Unterrichtsarbeit einzubeziehen bzw. Inhalte des genannten Lehrplanabschnittes unmittelbar bei der Beobach-

tung des Sternhimmels zu vermitteln. Diese noch engere Verbindung von Beobachtung und Unterrichtsprozeß bereitet einer Reihe von Lehrern noch erhebliche Schwierigkeiten. Deshalb berichten wir über erste Erfahrungen zur erfolgreichen Lösung dieser Aufgabe.

### HANS-JURGEN SCHNEIDER, G.-E.-Lessing-Oberschule Lengenfeld

Für die Stoffeinheit „Orientierung am Sternhimmel“ können die im Lehrplan vorgegebenen Beobachtungen

- 1 Sterne und Sternbilder,
- 2 Die scheinbare Bewegung der Himmelskugel,
- 3 Astronomische Koordinaten

genutzt werden. Ich möchte im folgenden zeigen, wie ich diese Beobachtungen realisierte.

Die Schüler hatten im Unterricht erfahren, daß Sternbilder als Orientierungshilfe dienen. An der Wandkarte „Nördlicher Sternhimmel“ wurden die Hauptsterne des Großen Bären, die Möglichkeit zum Auffinden des Polarsterns, das Sommerdreieck und die Kassiopeia gezeigt. Danach wurden diese Objekte in der Arbeitskarte „Nördlicher Sternhimmel“ kenntlich gemacht. Ich erläuterte, wie mit der Sternkarte der Himmelsanblick einzustellen ist. Wir erarbeiteten auch, daß Sternbilder nur zur Groborientierung dienen können und daß – ähnlich dem Gradnetz auf der Erde – exaktere Möglichkeiten der Orientierung geschaffen werden müßten. Die Schüler erhielten den Auftrag, die Beobachtungen 1 und 3 (Lehrbuch, S. 85 und 88) vorzubereiten. Die Klassen (24 bzw. 26 Schüler) wurden in jeweils zwei Gruppen eingeteilt, und je zwei Schüler sollten zusammenarbeiten.

Am Beobachtungsabend wurden die genannten Sternbilder von einigen Schülern gezeigt. Danach erarbeiteten wir die Begriffe „scheinbare Himmelskugel“, „Horizont“, „Himmelspol“, „Himmelsäquator“ und „Zenit“. In einem etwa zehnminütigen Vortrag erläuterte ich die Horizontkoordinaten an der scheinbaren Himmelskugel und demonstrierte die Koordinatenmessung an zwei Sternen. Die Schüler schätzten die Koordinaten; anschließend wurden die entsprechenden Werte am Fernrohr gemessen und auf der Sternkarte abgelesen. Auswertend kann festgestellt werden, daß die genannten Begriffe den Schülern keinerlei Schwierigkeiten bereiteten und daß es auch leicht war, ihnen Kenntnisse über die Koordinaten Azimut und Höhe zu vermitteln. Problematisch allerdings ist die Erläuterung an der Sternkarte unter den Bedingungen des Beobachtungsabends. Sie setzt eine disziplinierte Klasse und die Bereitschaft der Schüler voraus, sich auch während einer solchen abendlichen Veranstaltung Kenntnisse anzueignen und diese sofort unter Beweis zu stellen.

Die Protokolle wurden im Anschluß an die Beobachtung eingesammelt. In der folgenden Unter-

richtsstunde wurde dann von den Schülern noch erörtert, weshalb die beiden Gruppen unterschiedliche Höhen und Azimute gemessen hatten. So konnte auch die scheinbare tägliche Bewegung des Sternhimmels und ihre Ursache an Hand der von den Schülern ermittelten Beobachtungsergebnisse nachgewiesen werden.

Ich konnte feststellen, daß die Koordinaten Azimut und Höhe den Schülern auf diese Weise bedeutend leichter zu vermitteln sind, als beim Unterricht im Klassenraum. Die Arbeit an der Sternkarte war der schwierigste Teil, und das dabei erworbene Wissen und Können wurde selbstverständlich in der folgenden Unterrichtsstunde weiter gefestigt.

#### **DIETER FRISCH, Fachberater im Stadtbezirk Berlin-Hellersdorf**

Die erste Beobachtungsstunde kann nur dann zur Vermittlung und Aneignung der Lehrplaninhalte in der Stoffeinheit 1.2. genutzt werden, wenn sie unter Beachtung didaktischer Prinzipien einen integrierten Bestandteil der Stoffeinheit darstellt und nicht irgendwann nach deren Behandlung stattfindet. Die Unterrichtshilfen unterbreiten hierzu praktikable Vorschläge. Da bei der ersten Beobachtung die Motivierung der Schüler und die Anschaulichkeit im Vordergrund stehen, sollte die dort genannte Variante A bevorzugt werden.

#### **Erfahrung bei der Organisation der Beobachtung Abend- und Tagesbeobachtung nach Variante A**

Nach Erläuterung der Zielstellung wird die Klasse in 2 bis 3 Beobachtergruppen eingeteilt, der Beobachtungsort und der jeweilige Beobachtungszeitraum werden festgelegt. Gleichzeitig sollten durch Witterungsbedingungen evtl. notwendige Ausweichtermine vereinbart werden. Die Vorbereitung eines Protokolls ist nicht vorgesehen. Zu Beginn der Beobachtung erfolgt in einem Klassenraum oder direkt am Gerät eine Einweisung (Arbeitsschutz!). Die Beobachtungsergebnisse werden notiert. Im Anschluß an die Beobachtung suchen die Schüler einen Klassenraum auf und fertigen das Beobachtungsprotokoll an. Dazu wird den Schülern ein Arbeitsblatt oder ein vorbereitetes Tafelbild (Folie) zur Verfügung gestellt. Nach Fertigstellung der Protokolle erfolgt die gemeinsame Auswertung der Beobachtungsergebnisse.

#### **Abendbeobachtung nach Variante B**

Es sind zusätzlich Hinweise zur Anfertigung der Protokolle und eine Unterteilung der Beobachtergruppe in je 3 Arbeitsgruppen erforderlich. Bei der Einweisung erfolgt die Kontrolle der vorbereiteten Protokolle, in denen die Beobachtungsergebnisse sofort festgehalten werden. Gute Erfahrungen wurden mit Stationsbetrieb gesammelt, bei dem je eine Arbeitsgruppe abwechselnd mit bloßem Auge,

Fernglas bzw. Telemotor arbeitet. Auch hier stellt die Fertigstellung und Auswertung der Protokolle unmittelbar im Anschluß an die Beobachtung die günstigste Variante dar, die Ergebnisse optimal zur Vermittlung und Aneignung der Lehrplaninhalte zu nutzen.

Die Durchführung der Beobachtung erfordert den Einsatz von Fachhelfern, insbesondere dann, wenn mehrere Beobachtergruppen nacheinander am Beobachtungsort erscheinen.

Als besonders effektiv erwies sich die in den Unterrichtshilfen vorgeschlagene Variante A, da hier eine unmittelbare Verbindung der Beobachtung mit der Vermittlung und Aneignung zahlreicher Begriffe und Zusammenhänge möglich ist. Bei der anschließenden Auswertung erfolgte gleichzeitig eine Festigung des Wissens und Könnens. So ergaben sich gute Voraussetzungen für ein relativ problemlos Erarbeiten der Grundlagen der drehbaren Sternkarte bereits in der 4. Unterrichtsstunde; die 5. Stunde stand dann für Übungen und Anwendungen zur Verfügung. Ähnlich gute Erfahrungen konnten mit der Durchführung einer Tagesbeobachtung der Sonne bzw. mit einer Unterrichtsstunde im Planetarium – als Einführung in die Stoffeinheit – gesammelt werden.

In den Klassen hingegen, in denen keine Beobachtung oder kein Planetariumsbesuch zur Einführung in die Stoffeinheit „Orientierung am Sternhimmel“ möglich war, ergaben sich bei manchen Schülern Schwierigkeiten bei der inhaltlichen Erfassung der Begriffe sowie bei der Herausbildung von Fähigkeiten und Fertigkeiten im Umgang mit der drehbaren Sternkarte.

Wird die erste Beobachtung nach Variante B geplant, so ist zu empfehlen, diese als 4. Unterrichtsstunde durchzuführen. Sie dient dann nicht nur der Festigung und Anwendung des Wissens und Könnens der Schüler, sondern überzeugt sie von der Notwendigkeit einer „Orientierungshilfe“! Durch diese Motivation sind für die Erarbeitung der drehbaren Sternkarte in der folgenden Stunde wesentlich bessere Voraussetzungen gegeben.

Erfolgt die erste Beobachtung nach der 5. Unterrichtsstunde, so kann diese nicht oder nur noch bedingt zur Vermittlung und Aneignung der Lehrplaninhalte genutzt werden, da sie nicht in den Bildungs- und Erziehungsprozeß der Stoffeinheit integriert ist.

#### **Erarbeiten und Anwenden von Wissen über Naturgesetze**

Vielerorts wird über effektive Wege nachgedacht, wie man im Unterricht mit den Schülern exaktes Wissen über die KEPLERSchen Gesetze erarbeiten kann und wie die Schüler dieses Wissen zum Erklären, Berechnen und Voraussagen astronomischer Sachverhalte anwenden können. So schreibt uns z. B. Kollege

### THOMAS LATKA, Diesterweg-Oberschule Burgstädt

In Vorbereitung auf die Behandlung der wahren Bewegungen der Planeten erteilte ich folgende Hausaufgaben: 1. *Weshalb wurde durch das Weltbild des COPERNICUS eine Wende in der Astronomie eingeleitet?* 2. *Stellen Sie für die Quotienten  $\frac{a^2}{b}$  und  $\frac{a^3}{b^2}$  den Rechenablaufplan für den TR auf!* 3. *Informieren Sie sich sehr gründlich über das Gesetz von der Erhaltung der Energie!* Durch diese Aufgabenstellung sicherte ich mir das Ausgangsniveau für die Unterrichtsstunde. Zu Stundenbeginn führte ich eine mündliche Leistungskontrolle zum copernicanischen Weltbild durch, in der die Annahme des COPERNICUS, die Planetenbahnen seien Kreise, angesprochen wurde. Anschließend erfolgte die Kontrolle der Hausaufgaben, wobei die Rechenablaufpläne und das Gesetz von der Erhaltung der Energie als Gleichung an eine Nebentafel angeschrieben wurde. Die Ergebnisse ließ ich während der Stunde an der Tafel stehen. Zur Motivation ließ ich im Lehrbuch die Textstelle durchlesen, mit der der Abschnitt Planeten eingeleitet wird und der die Entdeckungsgeschichte des Neptun schildert. Daraus leiteten wir das Problem ab, wie denn eine solche Planetenentdeckung möglich sei. Es erfolgte der Impuls, daß allen Bewegungen Gesetze zugrunde liegen, so auch bei den Bewegungen der Planeten. Ihnen wollen wir uns in dieser Stunde zuwenden. An dieser Stelle setzte ich einen Tonbandausschnitt und ein Dia aus der TR „Leben und Werk KEPLERS“ ein, in welchem KEPLER die Entdeckung der wirklichen Bahnform der Planeten mitteilt. Dieser Auszug wirkt sehr emotional auf die Schüler. Daraufhin informierten sich die Schüler an Hand des Lehrbuches noch einmal über den Wortlaut des 1. KEPLERSchen Gesetzes. Zur Frage, ob sich die Planeten mit konstanter Bahngeschwindigkeit um die Sonne bewegen, ließ ich die Schüler Vermutungen äußern, die sie möglichst auch begründen sollten. Zur Veranschaulichung sahen wir uns den Kassettenfilm „Planetengesetze“ an. Die unterschiedliche Bahngeschwindigkeit wurde im Unterrichtsgespräch mit Hilfe des Gesetzes von der Erhaltung der Energie bei mechanischen Vorgängen erklärt. Anschließend führte ich den Begriff der „mittleren Bahngeschwindigkeit“ ein und gab einen Hinweis auf den geringen Betrag der Abweichung der Bahngeschwindigkeit vom mittleren Wert am Beispiel der Erde ( $29$  bis  $31 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ ). Zum 3. KEPLERSchen Gesetz wurde im Lehrbuch nachgelesen. Damit die Schüler die Quotienten  $\frac{r^3}{T^2}$  zur Bestätigung des Gesetzes berechnen konnten, kontrollierte ich den Rechenablaufplan, der als Hausaufgabe aufgestellt worden war. Anschließend berechneten die Schüler in drei Gruppen jeweils die Quotienten für drei Planeten. Die Ergebnisse wurden für alle Planeten genannt und

in die Hefte übertragen. In der anschließenden Interpretation des 3. KEPLERSchen Gesetzes gelangten wir unter Einsatz von zwei Dias aus der Reihe R 542 „Planetenbewegungen“ zu der Erkenntnis, daß die von der Sonne weiter entfernten Planeten eine geringere mittlere Bahngeschwindigkeit besitzen, als die sonnennäheren Planeten. Zu dieser Erkenntnis gelangten die Schüler im wesentlichen ohne Unterstützung durch den Fachlehrer. Damit das Wissen über die KEPLERSchen Gesetze anwendbar wird, ist eine Voraussetzung, sie immer dann zu wiederholen, wenn sich eine Möglichkeit ergibt. Davon habe ich mehrfach Gebrauch gemacht, so z. B. nachdem wir Jupiter mit seinen 4 „Galileischen“ Monden beobachtet hatten. Ich stellte z. B. die Aufgabe zum Vergleich der mittleren Bahngeschwindigkeit des äußeren von uns beobachteten Satelliten mit der der inneren Satelliten. Die Schüler konnten diese Aufgabe ohne Schwierigkeiten lösen und mit einem Hinweis auf die Gültigkeit des 3. KEPLERSchen Gesetzes begründen. Weitere Wiederholungen, z. B. in Stoffeinheit 2.3. Der Mond, 2.4. Raumfahrt sowie 3.2. Sterne, tragen zu einem sicheren, anwendungsbereiten Wissen über die KEPLERSchen Gesetze bei.

### Erarbeiten von Modellvorstellungen über das Sonnensystem

Damit die Schüler exaktes Wissen über den Aufbau und die Größen des Sonnensystems erwerben, fordert der Lehrplan die Arbeit mit einem maßstäblichen Modell des Sonnensystems und das Berechnen von Größen in diesem Modell. Wie sich diese Forderung erfolgreich in der Praxis umsetzen läßt, teilt der folgende Erfahrungsbericht mit.

### RAINER HUSTE, Leiter der Pionier- und Jugendsternwarte Crimmitschau

In der Lehrplanstoffeinheit 2.1. „Überblick über das Sonnensystem“ geht es um ein maßstäbliches Modell des Sonnensystems. Die Schüler sollen mit seiner Hilfe die Abstände der Planeten von der Sonne kennenlernen und ihre Radien berechnen. Durch diese Modelldarstellung sollten möglichst

Planet	$r_{\text{E}}$ in km	Entfernung in $10^6$ km	$r_{\text{M}}$ in cm	Entfernung im Maßstab	Ort, bezogen auf Schulort
Merkur					
Venus					
Erde					
Mars					
Jupiter					
Saturn					
Uranus					
Neptun					
Pluto					
Sonne	700 000		100		

# Unterricht zum Thema „Entstehung und Entwicklung der Planeten“

bei allen Schülern richtige Vorstellungen über die Größenverhältnisse im Sonnensystem entstehen. Deshalb ist es auch wichtig, daß die Schüler mit den „Modellgrößen“ die richtigen Verhältnisse erkennen. Dabei kommt es auf einen geeigneten Maßstab an. In der vorhergehenden Stunde wurde den Schülern umseitige Tabelle vorgegeben.

Als Hausaufgabe sollten sie diese Übersicht mit Hilfe der Tabellen im Lehrbuch ergänzen. Eine weitere Hausaufgabe bezog sich darauf, daß die Schüler das Lösen von Verhältnisgleichungen mit dem Taschenrechner wiederholen.

Zur Vorbereitung auf diese Stunde wurden für die Planeten im vorgegebenen Maßstab Applikationen vorbereitet. Diese werden dann in der Reihenfolge zunehmenden Sonnenabstandes angeheftet.

Bei der Erarbeitung der Größen im Modell bin ich folgendermaßen vorgegangen:

1. Erarbeiten des Maßstabes (vorgegeben bei der Sonne)
2. Gemeinsames Berechnen der Werte für den Merkur mit dem Rechner
3. 8 Schülergruppen berechnen je einen weiteren Wert
4. Zusammentragen der Werte

Im anschließenden Unterrichtsgespräch wird der Ort des Maßstabsplaneten in Bezug auf den Ort der Schule diskutiert. Dabei ist es wichtig, daß ich als Lehrer die einzelnen Orte der Planeten im Modell vorher genau kenne.

Mit dieser Durchführung hat jeder Schüler mehrere Größen im Modell berechnet und somit die Lehrplananforderung erfüllt. Für die Erarbeitung benötigte ich maximal 20 Minuten, wobei durch die Tabelle auch gleichzeitig die Erarbeitung der Reihenfolge der Planeten eingeschlossen wurde.

„Astronomie in der Schule“ setzt den Erfahrungsaustausch über die praktische Umsetzung des neuen Lehrplans unter Einbeziehung des Lehrbuches und der Unterrichtshilfen fort. Hier nochmals einige Fragen zum **Nachdenken, Diskutieren und Beantworten!**

- Wie gelingt es, die Schüler zur Aneignung grundlegender astronomischer Begriffe zu führen?
- Wie kann durch Anwendung physikalischer Gesetze den Schülern ein solides und anwendungsbereites astronomisches Wissen vermittelt werden?
- Wie werden schulastronomische Beobachtungen genutzt, um den Erkenntnisprozeß bei den Schülern zu fördern?
- Wie wird den Schülern exaktes Wissen über die Entwicklung im Weltall vermittelt?
- Wie lassen sich Sachverhalte der Raumfahrt nutzen, um die Schüler zum parteilichen Werten mit dem Ziel zu erziehen, ihre ideologischen Positionen zu festigen?

Liebe Leser, schreiben Sie uns! Teilen Sie uns Ihre **Erfolge, Erfahrungen** und **Probleme** bei der Umsetzung des neuen Lehrplans mit!

Der Lehrplan fordert, einen Überblick über die Entstehung und Entwicklung der Planeten zu geben (1). Zur unterrichtlichen Gestaltung dieses Themas veröffentlichen wir erste Überlegungen. Für die inhaltliche Vorbereitung auf die Behandlung dieses Lehrplanabschnittes steht dem Lehrer folgende Literatur zur Verfügung:

- BERNHARD/LINDNER/SCHUKOWSKI: **Wissensspeicher Astronomie**. Berlin 1986.
- DORSCHNER, J.: **Planeten – Geschwister der Erde?** Leipzig/Jena/Berlin 1984.
- REICHSTEIN, M.: **Die Erde – Planet unter Planeten**. Berlin 1979.
- KSANFOMALITI, L.: **Planeten**. Leipzig 1985.
- MAROW, M. J.: **Die Planeten des Sonnensystems**. Leipzig 1987.
- STILLER, H.; MÖHLMANN, D.: **Erkenntnisse zur Entstehung des Planetensystems**. Berlin 1981.

Bei der Planung des Unterrichts nach Stoffeinheiten wird empfohlen, für das Thema eine Unterrichtsstunde vorzusehen. Dabei muß berücksichtigt werden, daß in der unmittelbar vorangehenden Unterrichtsstunde die Entstehung und Entwicklung der Sterne (am Beispiel der Sonne) Unterrichtsgegenstand waren. Entstehung und Entwicklung der Sonne werden damit als bekannt vorausgesetzt (Leistungskontrolle am Stundenanfang). **Schwerpunkt dieser Stunde ist nicht die Entstehung und Entwicklung des Sonnensystems, sondern die Entstehung und Entwicklung der Planeten!** Es lassen sich folgende Unterrichtsmittel verwenden: Lehrbuch *Astronomie Klasse 10* und die Lichtbilder TR 132/16, TR 132/17, R 1135/18.

Für die Erarbeitung bietet sich folgende Aufgabe an: Wiederholen Sie aus dem Geographieunterricht (Klasse 9) (2): Welche Kenntnisse besitzen wir **gegenwärtig** über den Aufbau des Erdkörpers? Um die Schüler an das Thema heranzuführen, eignet sich folgender **Einstieg**: Planetenforschung wird vor allem betrieben, um die Erde besser verstehen zu können. Die Motive für dieses Besserverstehen wollen reichen von dem alten philosophischen Problem, unsere eigene Herkunft zu ergründen (unsere eigene Entwicklungsgeschichte ist ja in die der Erde eingebettet) bis hin zur existentiellen Frage: Wie können wir trotz wachsender Bevölkerung, zunehmenden Energie- und Rohstoffbedarfs und potentiell steigender Umweltbelastung die Wohnbarkeit unseres Planeten garantieren? Das Problem kann wie folgt zugespitzt werden: Die weiteren Nutzungsmöglichkeiten unseres Heimatplaneten hängen wesentlich davon ab, wie gut wir seine Geschichte und damit z. B. seine geologischen



Potenzen kennen. Folgende **Problemstellung** wird an die Tafel geschrieben:

*Wie sind die Planeten entstanden?*

*Welchen Entwicklungsweg haben sie durchlaufen?*

### Überlegungen zur weiteren Führung des Erkenntnis- und Unterrichtsprozesses

1. Den Schülern muß bewußt werden, daß wir über eine Hypothese (in unserem Falle über eine Evolutionshypothese) sprechen (d. h. eine Annahme, die aufgrund empirischen Faktenmaterials eine gewisse Wahrscheinlichkeit aufweist). Wir teilen mit, daß der überwiegende Teil der Forscher diese Hypothese diskutiert. Danach sind alle Himmelskörper, die dem Sonnensystem angehören, gleichzeitig aus einem Gas-Staub-Nebel entstanden. Wir informieren (stichpunktartiges Erfassen im Arbeitshefter durch die Schüler), welches empirische Faktenmaterial u. a. die Evolutionshypothese stützt:

- Das Alter der Planeten und der Sonne beträgt etwa 4,5 Mrd. Jahre,
- die Planeten umlaufen die Sonne auf fast kreisförmigen Bahnen gleichsinnig in einer Ebene,
- erdartige Planeten befinden sich „innen“ (in Sonnennähe), jupiterartige „außen“ (in Sonnenferne).

(Mögliche **Wiederholungsfrage**: *Was unterscheidet erdartige von jupiterartigen Planeten?*)

2. Im folgenden Abschnitt der Unterrichtsstunde lesen die Schüler selbständig den entsprechenden Abschnitt im Lehrbuch und bemühen sich um die Beantwortung der bei der Problemstellung genannten beiden Fragen.

3. Damit wird die Grundlage für das folgende Unterrichtsgespräch geschaffen, das systematisierenden Charakter aufweist. Folgende **Zusammenhänge** werden herausgearbeitet:

#### Entstehung

- Rotierende, flache solare Scheibe,
- Abkühlung, chemische Reaktionen - Tröpfchen - feste Partikel - Kleinkörper,
- **innen**: Kondensieren von Eisen, Oxiden, Silikaten,
- **außen**: Wasserstoffgas, Methan usw. (Sortierung als Folge der Rotation und der unterschiedlichen Temperaturen).
- Unterschiedliche Dichte in der räumlichen Verteilung der Kleinkörper: Gravitationszentren.
- Kollisionen - Abregnen der Kleinkörper auf die entstehenden Urplaneten (Nachweis der Einschlagkrater auf Merkur, Mars und Mond mit Hilfe der Lichtbilder).

Auf der Erde sind die Einschlagkrater durch exogene Kräfte überformt. Ist die Hudson-Bay ein Krater?

#### Entwicklung

(Einbeziehung der vorbereiteten Hausaufgabe: *Was wissen wir gegenwärtig über den Bau des Erdkörpers?*)

- Urplaneten: Aufschmelzen durch radioaktive Prozesse - Umschichtung - Schalenbau
- Entgasung: Uratmosphäre (CO<sub>2</sub>)  
(Massearme Urplaneten verloren ihre Atmosphäre infolge zu geringer Gravitationskraft!)
- Erde: Vegetation - Photosynthese - Sauerstoff - Einfluß des Menschen.

Mit Hilfe eines Tafelbildes können die Schüler auf wesentliche Daten orientiert werden.

Wie sind die Planeten entstanden?	Wie vollzog sich der Entwicklungsweg der Planeten?

Danach kann über folgende Frage diskutiert werden (auch als Hausaufgabe für interessierte Schüler geeignet): *Warum wird die Kometen- und Meteoritenforschung so intensiv betrieben?* (Meteorite als „Bauschutt“, der bei der Entstehung der Planeten übrig blieb; Kometen sind Zeugen der Geburt der Planeten aus der Frühzeit des Sonnensystems.)

Abschließend sollte auf die Frage eingegangen werden, *wie die Bedingungen für die Existenz des irdischen Lebens erhalten werden können.*

#### Literatur:

- (1) *Lehrplan Astronomie Klasse 10*. Berlin 1986.
- (2) *Geographie - Lehrbuch für Klasse 9*. Berlin 1984.

Anschrift des Verfassers:  
**OL HELMUT KUHNHOLD**  
**POS „WILLI KACZMAREK“**  
Hettstedt  
DDR - 4270

Diethard Ruhnow

## Schulsternwarte unterstützt lehrplangebundene Beobachtungen

An vielen interessanten und erfolgreichen Beobachtungen waren in den zurückliegenden Jahren an der Schulsternwarte „Fliegerkosmonaut Sigmund Jähn“ in Rodewisch Schülerkollektive beteiligt. Dazu gehören die fotografische Aufnahmeserie des Kometen Arend-Roland (1956d), die Erstbeobachtung von Sputnik 1, die Satellitenbahnvermessung, das Auffinden des Planetoiden 1972 XA vor der Entdeckungsmeldung, die Fotografie vieler besonderer astronomischer Ereignisse.

Ähnlich gute Erfahrungen ergeben sich für uns Mitarbeiter aus den schulastronomischen Beobachtungen im Rahmen des Astronomieunterrichts. An der Schulsternwarte werden vier Klassen aus zwei Rodewischer Schulen unterrichtet. Für sie finden die Beobachtungsabende an dem Wochentage

statt, an dem der Kollege, der ihren Unterricht erteilt, seinen Nachtdienst in der Sternwarte versieht. Außerhalb der obligatorischen Beobachtungsabende können sich besonders interessierte Schüler an weiteren Beobachtungen beteiligen. Die Mehrzahl von ihnen nimmt dies wahr, was sich sehr aktivierend auf den Unterricht auswirkt. Jeder Beobachtungsabend im Klassenverband beginnt mit einer Anleitung im Unterrichtsraum. Die Schüler erhalten fachliche Erläuterungen, eine Handreichung zum Protokollieren der Beobachtungen, werden in Gruppen eingeteilt und über den sachgerechten Umgang mit den Geräten belehrt.

Am Anfang des ersten Beobachtungsabends erhalten die Schüler im Planetarium eine Einführung zur Orientierung am Sternhimmel. Dadurch kann dieser Teil bei der Beobachtung sehr konzentriert durchgeführt werden. Es bleibt genügend Zeit für die Überprüfung der scheinbaren täglichen Bewegung der Gestirne und für die Betrachtung ausgewählter Objekte mit den Fernrohren. Letzteres hinterläßt bei den Schülern eine besondere emotionale Wirkung und dient im Unterricht oft zur Motivation der Stoffvermittlung.

Die Betreuung der Schüler beim Umgang mit den Beobachtungsgeräten auf der Dachplattform der Sternwarte übernehmen Teilnehmer der fakultativen Kurse oder ehrenamtliche Helfer. Der Lehrer kann dadurch die Schüler bei der Erfüllung der gestellten Aufgaben unterstützen und kontrollieren. Durch die konkreten Aufgabenstellungen in den Protokollvorlagen wird die Leistungsbereitschaft der Schüler herausgefordert und bewirkt ihr zielgerichtetes Arbeiten.

Nach Beendigung der Beobachtungen sammelt der Lehrer die fertiggestellten Protokolle ein. Sie werden von ihm durchgesehen, um die Arbeit der Schüler zu analysieren. In den Unterrichtsstunden, in denen die Beobachtungsergebnisse ausgewertet werden, erhalten die Schüler die Protokolle zurück. Auf der Grundlage ihrer Erfahrungen im Unterricht unterstützen die pädagogischen Mitarbeiter unserer Schulsternwarte die Arbeit der Astronomielehrer an den Schulen des Kreises. Dazu hat es sich bewährt, daß der Fachberater für Astronomie an unserer Einrichtung tätig ist. Gemeinsam mit der Fachkommission, die aus zwei Fachlehrern aus den Schulen und zwei Mitarbeitern der Schulsternwarte besteht, organisiert er die Unterstützung für die im Fach eingesetzten Lehrer. Die Einladung der Kollegen zu den Fachzirkelveranstaltungen erfolgt durch den Kreisschulrat über das Pädagogische Kreiskabinett.

In jedem Schuljahr hat eine solche Veranstaltung Probleme der schulastronomischen Beobachtung zum Inhalt, die in Form eines Erfahrungsaustausches beraten werden, so zum Beispiel die Anforderungen des neuen Lehrplanes Astronomie an die schulastronomischen Beobachtungen. Im Schuljahr

1986/87 erprobte der Fachberater im Auftrag des Kreisschulrates diesen Lehrplan mit dem Ziel, erste Erfahrungen zu sammeln. Vorrangig galten seine Untersuchungen der Einbeziehung der Beobachtungen in die zugehörige Stoffeinheit. Es zeigt sich, daß diese Änderung gegenüber dem vorangegangenen Lehrplan effektiver den Erkenntnisprozeß im Unterricht fördert. Die Behandlung der Orientierung am Sternhimmel erfolgt im Unterricht, so z. B. nach dem ersten Beobachtungsabend.

Zur Unterstützung der Fachlehrer bei den schulastronomischen Beobachtungen bilden die Mitarbeiter der Schulsternwarte und die Fachkommission Astronomie Beobachtungshelfer aus. In jedem Schuljahr findet der Lehrgang an drei Tagen in den Winterferien statt. Der Kreisschulrat lädt dazu von jeder 9. Klasse des Kreises einen Schüler ein, der vom Fachlehrer ausgewählt und vom Direktor benannt wurde. Diese Organisationsform und die langjährige Tradition des Lehrganges sind die Ursachen dafür, daß er in jedem Jahr von den Schülern sehr gut besucht wird. Den Veranstaltern bereiten die Lehrgänge, die als Spezialistenlager durchgeführt werden, viel Freude, weil die Teilnehmer sehr aufgeschlossen und engagiert mitarbeiten. Inhalte der Ausbildung sind die Orientierung am Sternhimmel, der Umgang mit dem Schulfernrohr „Telementor“ und Grundkenntnisse über die Himmelskörper. Am Ende des Lehrganges findet ein Leistungsvergleich statt. Die besten Schüler erhalten als Auszeichnung einen Buchpreis.

Im Zeitraum Oktober bis Dezember besuchen die 10. Klassen des Kreises das Planetarium. Die Organisation erfolgt ebenfalls über den Kreisschulrat. Der Vortrag behandelt ausführlich die Orientierung am gestirnten Himmel, stellt die scheinbare und wahre Bewegung der Planeten gegenüber und vermittelt grundlegende Vorstellungen vom Aufbau des Weltalls. Die Fachlehrer beurteilen den Besuch des Planetariums als effektive Veranstaltung zur Festigung und Ergänzung der Bildungs- und Erziehungsinhalte des Unterrichts.

Eine zeitweise Hilfe erhalten die Kollegen mit geringer Beobachtungserfahrung durch die Schulsternwarte. Nach Absprache mit der Fachkommission kommen diese Lehrer mit ihren Klassen an die Einrichtung, wo unter Anleitung eines Mitarbeiters die Beobachtungen mit den Schülern durchgeführt werden.

Seit 1966 gibt unsere Einrichtung monatlich die „Informationen für die Astronomielehrer des Bezirkes Karl-Marx-Stadt“ heraus. Der erste Teil berichtet von neueren astronomischen Forschungsergebnissen, der zweite Teil über die Sichtbarkeit der Planeten und andere aktuelle Beobachtungsmöglichkeiten. Ziel dieser Veröffentlichung ist u. a. die Unterstützung der Fachlehrer des Bezirkes bei

der Planung und Vorbereitung der schulastronomischen Beobachtungen.

In den letzten Jahren wurde in unserem Kreis der Stand der Beobachtungen durch den Fachberater im Auftrag des Schulrates regelmäßig untersucht. Es wurde festgestellt, daß sie an den meisten Schulen lehrplangerecht erfüllt werden.

Mit diesem Schuljahr steht die Aufgabe, die schulastronomischen Beobachtungen entsprechend den höheren Forderungen des neuen Lehrplanes durchzuführen. Für die Mitarbeiter unserer Schulsternwarte wird auch künftig die Befähigung der Fachlehrer für Astronomie zur umfassenden Erfüllung dieser Forderung ein Schwerpunkt in ihrer Arbeit sein.

Anschrift des Verfassers:  
**OL DIETHARD RUHNOW**  
 Schulsternwarte „Fliegerkosmonaut Sigmund Jähn“  
 Rützengrüner Straße 41 A  
 Rodewisch  
 DDR - 9706

Peter Klein

## Zur Anwendung des Taschenrechners im Astronomieunterricht (IV)

In den Heften 5/1987, 6/1987 und 1/1988 veröffentlichten wir Aufgaben, die im Astronomieunterricht mit Hilfe des Taschenrechners gelöst werden können. Mit dem nachfolgenden Beitrag wird die Aufgabenreihe abgeschlossen.

**Aufgabe 21: Berechnung der mittleren Dichte von Sternen, Einordnung in ein HRD und Gewinnung von Aussagen über den Dichteverlauf (Stoffeinheit 3.2.)**

In der Tabelle sind wichtige Zustandsgrößen einiger Sterne aufgeführt. Die Angabe der Größen erfolgt z. T. in Einheiten der Sonne.

Stern	Leuchtkraft P in P <sub>S</sub>	Temperatur in 10 <sup>3</sup> K	Masse m in m <sub>S</sub>	Radius R in R <sub>S</sub>
Sonne	1	5,8	1	1
Sirius B	0,002	8,2	1	0,02
Wega	50	9,9	3,2	2,4
Kapella	150	4,9	3,3	17
Antares	3 · 10 <sup>4</sup>	3,3	19	530
ε Orionis	3 · 10 <sup>3</sup>	20	7,4	4,7

1. Berechnen Sie die mittleren Dichten der Sterne!

**Lösung:** Siehe Aufgabe 20!

**Ergebnis:** Siehe Aufgabe 20!

2. Tragen Sie die Sterne in ein HRD ein, und versehen Sie die Bildpunkte mit den errechneten Dichtewerten!

3. Treffen Sie eine Aussage über den Verlauf der Dichten längs der Diagonalen des Diagramms! (s. rechte Spalte)

**Ergebnis:**

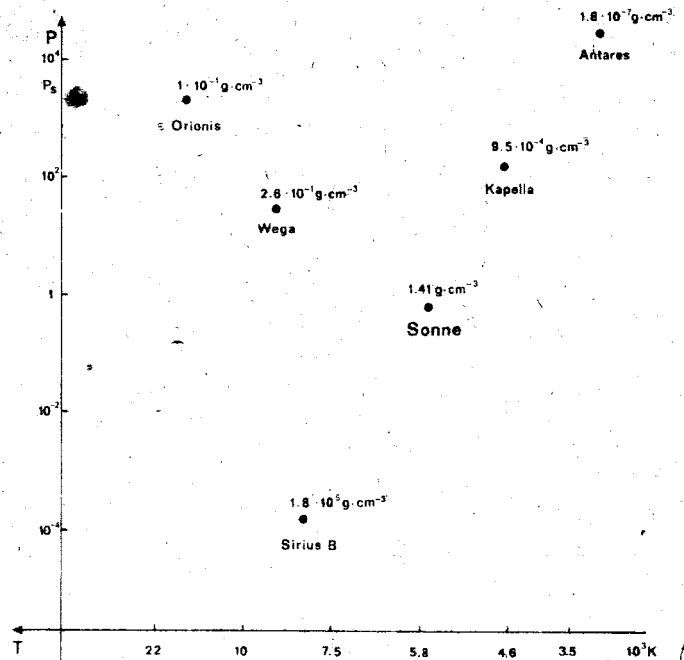
– Längs der Hauptreihe nimmt die Dichte von links oben nach rechts unten zu.

– Von links unten nach rechts oben nimmt die Dichte ab.

**Bemerkung:** Siehe Aufgabe 20!

**Methodischer Hinweis:**

Die Aufgabenfolge eignet sich vor allem zur selbständigen Erkenntnis von Zusammenhängen zwischen Zustandsgrößen im HRD.



**Aufgabe 22: Vergleich der Dichte eines Weißen Zwergs mit der der Erde (Stoffeinheit 3.2.)**

Berechnen Sie den Radius der Erde unter der Annahme, daß diese die Dichte von Sirius B hätte!

**Lösung:** Gegeben:  $m_E = 5,976 \cdot 10^{27} \text{ g}$  Gesucht:  $r_E$   
 $\rho_S = 1,8 \cdot 10^5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$\frac{4 \cdot \pi \cdot r^3}{3} = \frac{m}{\rho}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot m}{4 \cdot \pi \cdot \rho}}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 5,976 \cdot 10^{27} \text{ g}}{4 \cdot \pi \cdot 1,8 \cdot 10^5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}}}$$

**Ergebnis:**  $r = 199 \text{ km}$

**Bemerkung:** Es ist zu beachten, daß die Berechnung des

Quotienten mit  $\boxed{=}$  abgeschlossen wird.

**Methodischer Hinweis:**

Die Lösung dient der Veranschaulichung einer von der Dimension kaum noch erfassbaren Zustandsgröße. Ihre Lösung kann im Zusammenhang mit den Aufgaben 20 und 21 z. B. als Hausaufgabe erfolgen. Ansonsten muß die Dichte von Sirius B vorgegeben oder errechnet werden (siehe Aufgabe 20). Das Ergebnis sollte mit einer bekannten Entfernung im Territorium verglichen werden.

**Aufgabe 23: Veranschaulichung der Dichte eines Weißen Zwergs (Stoffeinheit 3.2.)**

Der Stern SIRIUS B ist ein Weißer Zwerg. Seine mittlere Dichte beträgt  $1,8 \cdot 10^5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Berechnen Sie die Masse einer Streichholzsachtel in t, wenn diese mit Sternmaterie gefüllt würde!

**Lösung:** Gegeben:  $\rho = 1,8 \cdot 10^5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  Gesucht:  $m$   
 $a = 4,8 \text{ cm}$   
 $b = 3,3 \text{ cm}$   
 $c = 1,3 \text{ cm}$

$$m = \rho \cdot V$$

$$V = a \cdot b \cdot c$$

$$m = \rho \cdot a \cdot b \cdot c$$

$$m = 1,8 \cdot 10^5 \cdot 4,8 \cdot 3,3 \cdot 1,3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{cm} \cdot \text{cm} \cdot \text{cm}$$

$$m = 3,7 \cdot 10^6 \text{ g}$$

$$m = 3,7 \text{ t}$$

**Methodischer Hinweis:** siehe Aufgabe 22!

**Aufgabe 24: Veranschaulichung des Riesenstadiums eines Sterns (Sonne, Stoffeinheit 3.2.)**

Die Sonne bläht sich nach einer Lebensdauer von etwa  $10^{10}$  Jahren zu einem Riesenstern auf. Der Radius wächst dabei auf das 40fache, die Leuchtkraft auf etwa das 120fache. Vergleichen Sie rechnerisch den Radius der Riesen-Sonne mit Entfernungen im Planetensystem.

**Lösung:**  $R = R_s \cdot 40$   
 $R = 6,958 \cdot 10^5 \text{ km} \cdot 40$   
 $R = 6,958 \cdot 10^5 \cdot 40 \text{ km}$   
 $\frac{R}{1 \text{ AE}} = \frac{149,6 \cdot 10^6 \text{ km}}{149,6 \cdot 10^6 \text{ km}}$   
 $\frac{R}{1 \text{ AE}} = 0,2$

**Ergebnis:** Der Radius der aufgeblähten Sonne ist halb so groß wie der Radius der Merkurbahn.

**Methodischer Hinweis:**

Die Aufgabe kann im Zusammenhang mit der Behandlung der Sternentwicklung eingesetzt werden.

Zahlenwerte zu ergänzenden Aufgaben siehe z. B. AHNERT: Kalender für Sternfreunde 1984!

**Aufgabe 25: Masseberechnung eines Hauptreihensterns (Stoffeinheit 3.2.)**

Für Sterne, deren Diagrammpunkte im HRD im Bereich der Hauptreihe liegen (Hauptreihensterne) gilt: Mit wachsender Masse steigt die Strahlungsleistung sehr stark an. Gibt man die Strahlungsleistung und die Masse eines Sterns in Vielfachen der entsprechenden Größen der Sonne an, gilt für Hauptreihensterne:  $P \approx m^4$ .

Berechnen Sie die Masse des Sterns Wega ( $P = 60 P_s$ ) in Vielfachen der Sonnenmasse!

**Lösung:** Gegeben:  $P = 60 P_s$     Gesucht:  $m$  in  $m_s$   
 $P \approx m^4$

$$m \approx \sqrt[4]{P}$$

$$m \approx \sqrt[4]{60}$$

$$m \approx 2,8$$

**Ergebnis:** Der Stern Wega hat etwa die 2,8fache Sonnenmasse.

**Bemerkung:** Es kann gerechnet werden:

$$60 \sqrt[4]{0,25} = 0,25 \quad \text{oder} \quad 60 \sqrt[4]{\quad} \sqrt[4]{\quad}$$

**Methodischer Hinweis:**

Die Lösung der Aufgabe verdeutlicht eine Beziehung zwischen zwei wichtigen Zustandsgrößen. An ihr kann der erkenntnistheoretische Weg verdeutlicht werden:

- Analyse von Beobachtungsdaten
- Erkenntnis von  $P \approx m^4$
- Anwendung auf konkretes Beispiel.

Die Beziehung hat nur für Hauptreihensterne Gültigkeit. Das kann mit dem abweichenden inneren Aufbau der anderen Sterntypen erklärt werden. Die Ermittlung der Masse eines Hauptreihensterns aus dessen Leuchtkraft wird vom Lehrplan mit Hilfe des HRD in Form qualitativer Aussagen gefordert. Die Lösung der Aufgabe ist eine Ergänzung dieser Aufgabenstellung, die sich für den differenzierten Einsatz eignet.

**Aufgabe 26: Vergleich der mittleren Dichte eines Überriesen mit der Dichte der Luft (Stoffeinheit 3.2.)**

Die Dichte der Luft beträgt unter Normalbedingungen  $1,3 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Entnehmen Sie der Lehrbuchtafel „Mittlere Dichten der Sterne“ die Dichte eines Überriesen und vergleichen Sie beide!

**Lösung:** Gegeben:  $\rho_{\text{Luft}} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 $\rho_{\text{Stern}} = 10^{-7} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
 Gesucht:  $\frac{\rho_{\text{Luft}}}{\rho_{\text{Stern}}}$

$$\frac{\rho_{\text{Luft}}}{\rho_{\text{Stern}}} = \frac{1,3 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}}{10^{-7} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}}$$

$$\frac{\rho_{\text{Luft}}}{\rho_{\text{Stern}}} = 13\,000$$

**Ergebnis:** Die Dichte dieser Sternmaterie ist 13000mal geringer als die Dichte der Luft.

**Methodischer Hinweis:**

Die Lösung der Aufgabe zielt auf die Veranschaulichung des Zustandes dieses Sterntyps. Die Aufgabe kann durch die Vorgabe der Masse und des Radius eines Überriesen und die Berechnung von dessen Dichte erweitert werden.

**Aufgabe 27: Berechnung der Entfernung einer Galaxie (Stoffeinheit 3.3.)**

Der Zusammenhang zwischen der Fluchtgeschwindigkeit  $v$  und der Entfernung  $r$  der Galaxien ist mit  $v = H \cdot r$  gegeben.

$v$  - Fluchtgeschwindigkeit in  $\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$   
 $H$  - Hubble-Konstante in  $\text{km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$   
 $r$  - Entfernung in Mpc

Die größte bisher gemessene Fluchtgeschwindigkeit beträgt  $270\,000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Berechnen Sie die Entfernung dieses Objektes, wenn  $H = 55 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$  ist.

Wie lange sind Signale von diesem Objekt bis zu uns unterwegs?

**Lösung:**  $v = H \cdot r$

$$r = \frac{v}{H}$$

$$r = \frac{270\,000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}}{55 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}}$$

$$r = 4900 \text{ Mpc}$$

$$t = 4,9 \cdot 10^9 \cdot 3,3 \text{ a}$$

$$t = 1,6 \cdot 10^{10} \text{ a}$$

**Ergebnis:** Die Galaxie ist 4900 Mpc von uns entfernt. Die Laufzeit des Lichtes beträgt  $1,6 \cdot 10^{10}$  Jahre.

**Methodischer Hinweis:**

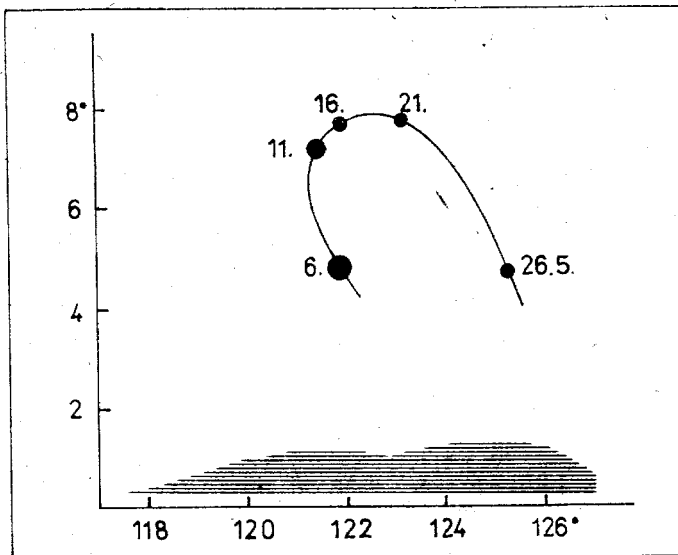
Als Rückführung des Ergebnisses bietet sich ein Vergleich mit der Tabelle „Zeitpunkte in der Entwicklung in der Metagalaxis“ im Lehrbuch an. In der Diskussion des Vergleichs kann herausgearbeitet werden, daß das bei uns empfangene Signal etwa zum Zeitpunkt des „Urknalls“ entstanden sein müßte. Weitere Angaben zu diesem Zusammenhang können BERNHARD/LINDNER/SCHUKOWSKI: Wissensspeicher Astronomie entnommen werden.

Anschrift des Verfassers:  
**OSTR PETER KLEIN**  
**57. POS „Josef Schares“**  
**Rostock 5**  
**DDR - 2520**

# B Beobachtung

**Mercur am Abendhimmel**

Die letzten Wochen vor den Abschlußprüfungen geben in diesem Jahre noch einmal Gelegenheit, den Planeten Mercur am Abendhimmel zu sehen. Im Mai schließt abends die Ekliptik mit dem Westhorizont einen großen Winkel ein, deshalb ist der sonnennächste Planet in den Wochen vor und nach seinem größten Winkelabstand von der Sonne ( $22^\circ$  am 19. 5. 1988) auch nach Sonnenuntergang noch hoch genug am Himmel zu finden.



Die Abbildung zeigt den Ort des Merkur über dem Westnordwesthorizont am 6., 11., 16., 21. und 26. 5. 1988, jeweils eine Stunde nach Sonnenuntergang. Am Horizont ist das Azimut, am linken Bildrand die Höhe angegeben. Die scheinbare Helligkeit des Planeten, die in diesem 20 Tage umfassenden Zeitraum von  $-0,7$  auf  $+1,2$  Größenklassen absinkt, ist in der Abbildung durch die unterschiedlichen Scheibendurchmesser symbolisiert. Man erkennt, daß es ratsam ist, schon in den ersten zehn Tagen der Sichtbarkeitsperiode nach dem Planeten Ausschau zu halten. Dabei ist die günstigste Beobachtungszeit gegen 22 Uhr MESZ. Ein Fernglas ist das zweckmäßigste Hilfsmittel zum Auffinden des Planeten in der Dämmerung.

Am 17. 5. 1988 gegen 22 Uhr MESZ befindet sich die schmale Sichel des zunehmenden Mondes fast genau senkrecht über dem Merkur, der Abstand zwischen beiden Himmelskörpern beträgt  $3^\circ$ . Fernrohrbeobachter sehen am 13. 5. den Planeten in Halbphase; nach dem 21. 5. kann eine deutlich ausgeprägte Sichelgestalt wahrgenommen werden.

KLAUS LINDNER

## Unsere fotografische Mondkarte (II)

In diesem Heft beginnen wir mit einer zwanglosen Beitragsfolge zur gezielten Beobachtung von Einzelheiten auf der Mondoberfläche. Wir haben für den ersten Beitrag ein Gebiet ausgewählt, das in den Tagen nach dem ersten Viertel ideale Beobachtungsmöglichkeiten bietet und das zu den markantesten Oberflächenformationen des Mondes gehört. Es umfaßt das Gebiet der Krater **Archimedes**, **Aristillus**, **Autolycus** und **Cassini**, sowie des **Kaukasus** und der **Apenninen**. Diese reizvolle Mondgegend bietet vor allem für die Schüler der fakultativen Kurse hervorragende Möglichkeiten zu einem ersten, wirklichen „Zurechtfinden“ auf der Mondoberfläche. Die Schüler

- lernen anhand unserer Beobachtungskarte auf der 3. Umschlagseite und der darin eingezeichneten Städteentfernungen die wahre Ausdehnung verschiedener Mondformationen anschaulich kennen,
- sie können Vergleiche ziehen zwischen dem Anblick dieser Mondgegend im Fernrohr und der Mondkarte und lernen dabei die mit der unterschiedlichen Sonnenhöhe auf dem Mond einhergehenden wechselnden Schattenlängen besser verstehen,
- sie erkennen, daß die Höhe der Gebirge auf dem Mond (meist bezogen auf das Niveau der Umgebung) beachtliche Dimensionen erreicht. So ist beispielsweise der **Bradley** im Apenninengebiet mit seiner Höhe von 8880 m mit dem **Mt. Everest** (Tschomolungma) auf unserer Erde vergleichbar! Im Kaukasusgebiet sind Berghöhen bis zu mehr als 5000 m zu verzeichnen und auch ein einzelner Bergkegel wie der **Piton** kann auf eine beachtliche Höhe verweisen.

- Des weiteren können sich die Schüler einen interessanten Überblick über den Aufschlagort der Mondsonde **Luna 2** (des ersten von Menschenhand geschaffenen Körpers auf der Mondoberfläche) und des Landeortes der bemannten Mondmission **Apollo 15** verschaffen.

Um dem die Beobachtung vorbereitenden Astronomielehrer aufwendige Nachschlagearbeiten zu ersparen, seien im folgenden die wichtigsten Daten zu den beiden genannten Raumflugmissionen genannt:

Die sowjetische Mondsonde **Luna 2** (auch unter der Bezeichnung **Lunik** bekannt geworden) wurde am 12. September 1959 gestartet und schlug nach rund 36stündigem Flug hart auf der Mondoberfläche in unmittelbarer Nähe des Kraters **Autolycus** auf. Das amerikanische Raumfluggerät **Apollo 15** mit den Astronauten **SCOTT**, **WARDEN** und **IRWIN** startete am 26. Juli 1971. Die Landefähre erreichte die Mondoberfläche am Rande der Apenninen am 30. Juli 1971. Die Aufenthaltsdauer auf dem Mond betrug 66 h 55 min. Die Rückkehr zur Erde erfolgte am 7. August 1971.

Unser Schulfernrohr „Telementor“ zeigt mühelos die auf der Mondkarte sichtbaren Einzelheiten. Jedoch ist für die Schüler der Hinweis wichtig, daß auch das größte Fernrohr die auf der Mondoberfläche niedergegangenen Landeapparate nicht zeigen kann.

HANS JOACHIM NITSCHMANN

# W

# Wissenswertes

## Einfache Experimente zur Darstellung der Spektren

Der neue Lehrplan im Fach Astronomie fordert von den in diesem Fach unterrichtenden Lehrern den Unterricht problemreich, interessant, anschaulich und erziehungswirksam zu gestalten. Ein Mittel dazu ist auch das physikalische Experiment im Astronomieunterricht.

Besonders eindrucksvoll sind dabei die Experimente zur Darstellung der Spektren. Wir, die Fachkommission Astronomie des Kreises Bad Langensalza, haben dazu unsere Erfahrungen zusammengetragen. Dabei sind wir davon ausgegangen, daß diese Experimente besonders aussagekräftig sein sollten und mit geringem Aufwand an Material und Zeit durchgeführt werden können.

In den vorliegenden Veröffentlichungen werden die Spektren meist auf einem Projektionsschirm vorgeführt. Wir schlagen eine andere Methode vor. In dem SEG Optik für den Physikunterricht sind Prismen in genügender Anzahl für eine Klasse enthalten (je zwei Schüler ein Prisma). Diese Prismen halten die Schüler während des Experiments direkt vor ein Auge und beobachten damit im verdunkelten Raum verschiedene Lichtquellen.

Auf der Netzhaut des Auges entsteht dann das jeweilige Spektrum. Die durch die Brechung bedingte Änderung der Blickrichtung kann man den Schülern kurz erläutern. Wir setzen diese Beobachtungsmethode ein zur Darstellung des Spektrums der Sonne, des kontinuierlichen Spektrums einer Lichtquelle, eines Absorptionsspektrums, der Linienspektren verschiedener Gase und des Zusammenhangs: „Farbe des Lichts – Temperatur – Spektrum der Sterne“.

### 1. Sonnenspektrum

Die Vorhänge werden so zugezogen, daß schmale Spalte entstehen, durch die das Tageslicht fällt. Diese Spalte werden von den Schülern durch das Prisma betrachtet. Die brechenden Kanten der Prismen werden dabei senkrecht gehalten.

Sie sehen ein kontinuierliches Spektrum.

Für das Sichtbarmachen der Fraunhoferschen Linien ist das Auflösungsvermögen zu gering. Diesen Sachverhalt zeigen wir mit einem geeigneten Dia.

## 2. Kontinuierliches Spektrum einer Lampe

Als Lichtquelle verwenden wir den Polylux, auf dessen Projektionsfläche wir zwei Blätter aus Zeichenkarton legen, so daß sie einen senkrechten Spalt bilden. Dieser Spalt wird an die Wand projiziert und von den Schülern durch das Prisma betrachtet. Sie sehen ein farbkräftiges Spektrum.

## 3. Absorptionsspektrum

Die Anordnung ist die gleiche wie oben beschrieben. Auf den Spalt auf der Projektionsfläche wird nun eine Glasschale mit einer schwachen Kaliumpermanganat-Lösung gestellt. Dort wo der Spalt unbedeckt ist, sehen die Schüler beim Blick durch das Prisma ein kontinuierliches Spektrum. Im Vergleich dazu sehen die Schüler an dem Teil des projizierten Spaltes, an dem das Licht die Kaliumpermanganat-Lösung durchstrahlt, ein Absorptionsspektrum.

## 4. Emissionslinienspektrum

Bei diesem Experiment verwenden wir die Spektralröhrenleuchte aus dem neuen Gerät Wellenoptik. Zum Betrieb der Spektralröhre wird ein Teslatransformator verwendet. Durch Drehen um 90° und Umstecken eines Verbindungsleiters können nacheinander die Spektralröhren mit Helium, Wasserstoff, Neon und Argon zum Leuchten gebracht werden. Beim Betrachten dieser leuchtenden Röhren durch das Prisma sehen die Schüler für jedes Gas das charakteristische Emissionslinienspektrum.

## 5. Zusammenhang Farbe des Lichts – Temperatur – Spektrum

Als Lichtquelle verwenden wir eine Experimentierleuchte aus dem SEG Optik (Grundgerät), deren Beleuchtungslinse wir mit einem Stück Transparentpapier bedeckt haben. Mit dem regelbaren Drehwiderstand aus dem SEG Elektrik wird die Lampe mit einer Spannungsteilerschaltung betrieben. Durch Betätigen des Drehwiderstandes kann man die Farbe des Lichtes von Rot bis Weiß verändern. Betrachten die Schüler dieses Licht durch das Prisma, so erkennen sie, wie sich die Intensität der einzelnen Farbbereiche des kontinuierlichen Spektrums ändert.

EDMUND KADNER

## Weiterbildung für Fachberater in Sohländ

Die ersten Veranstaltungen im neuen Kurszyklus begannen für unser Fach Astronomie bereits in den Winterferien 1988. Gründliche und umfassende Vorbereitung sowohl der Kursteilnehmer als auch der Lektoren und Seminarleiter sowie der Verantwortlichen in den zuständigen Bildungseinrichtungen selbst, sind die beste Garantie für eine hohe Qualität der Fachkurse.

Auf Einladung durch das Zentralinstitut für Weiterbildung trafen sich Fachberater für Astronomie in der ersten Woche dieses Jahres zu einem Erfahrungsaustausch in der „Bruno-H.-Bürger“-Sternwarte in Sohländ/OL.

Aus jedem Bezirk waren Fachberater angereist und füllten den kleinen, neu errichteten Hörsaal der Sohländ Sternwarte, um sich über die Konzeptionen der Lehrveranstaltungen zum neuen Kurssystem in Astronomie zu informieren (s. Bild 2, Umschlagseite).

Fachliche, methodische und organisatorische Fragen zur Realisierung der Bildungsinhalte einzelner Programmt Themen in den Fachkursen I (Fachlehrer) und II (Fachlehrer ohne spezielle Ausbildung) waren Gegenstand der Unterweisungen und Diskussionen. Das breite Spektrum der Veranstaltungen reichte vom sehr anspruchsvollen Fachvortrag zur Kosmologie über vielfältige didaktisch-methodische Fragen und interessante Anregungen und Hinweise zur Astrofotografie bis hin zum Gedankenaustausch über die Arbeit mit unserer Fachzeitschrift.

Ein Dankeschön gebührt den Sohländ „Astronomen“ unter der Leitung von WOLFGANG KNOBEL für die gute organisatorische Vorbereitung und die Betreuung der Lehrgangsteilnehmer während der Tagung. Neben dem offiziellen Programm hatten wir Fachberater Gelegenheit, in zahlreichen Gesprächen mit den Sohländ Sternfreunden die Einrichtung kennenzulernen und uns über die Arbeit der Sternwarte zu informieren. In Sohländ wurde beispielgebend deutlich, wie mit großem Fleiß und Eifer die Schul- und Amateurastronomie in unserer Republik ihren spezifischen Beitrag zur Popularisierung von Astronomie und Raumfahrt im Territorium leisten können.

Gerade der offene, kritische und kameradschaftliche Gedankenaustausch unter den Teilnehmern während solcher Veranstaltungen, das Kennenlernen der Einrichtungen mit ihrer Spezifik, das Vergleichen äquivalenter Aufgaben und deren Lösungen führt stets zur qualitativ verbesserten Arbeit an der eigenen Einrichtung. Alle Teilnehmer an der Weiterbildungsveranstaltung in Sohländ begrüßen und unterstützen die Bemühungen des ZIW, vertreten durch CHARLOTTE BIERWAGEN, auch künftig solche Tagungen unmittelbar an der Basis zu organisieren.

VOLKER KLUGE

## Aktivitäten zum 130. Geburtstag von K. E. ZIOLKOWSKI

Den Ehrennamen K. E. ZIOLKOWSKI trägt seit dem 8. Mai 1975 die Schul- und Volkssternwarte in Suhl.

Die Verleihung dieses Namens war für das Sternwartenkollektiv Verpflichtung, ihre Besucher anschaulich mit dem Leben und Werk dieses Gelehrten bekannt zu machen. Das sind nicht nur die Schüler, die im Rahmen des Astronomieunterrichts erscheinen, die mehr als 300 Jugendweihengruppen jährlich, die hier die Jugendstunde „Wissenschaftlich-technischer Fortschritt – Herausforderung für Dich!“ erleben, sondern auch Kollektive aus Betrieben und viele andere.

Zum 125. Geburtstag ZIOLKOWSKIS veröffentlichte die Sternwarte bereits die erste deutsche Übersetzung der berühmten Arbeit „Die Erforschung des Weltraums mit Rückstoßgeräten“ von 1911/12. Diese wurde allen Physik- und Astronomielehrern zur Verfügung gestellt.

In nächster Zeit sind zwei weitere deutsche Übersetzungen im Manuskript fertiggestellt und druckfertig: „Der kosmische Raketenflug“ von 1929 und „Ziele der Raumfahrt“ von 1929. Im Mai 1985 wurde als Anbau an die Sternwarte der ZIOLKOWSKI-Saal eröffnet. Dieser 100 qm große Saal konnte bereits mit 12 großflächigen Wandbildern ausgestattet werden, die auf eindrucksvolle Weise mit der Geschichte und der Entwicklung der Raketentechnik und Raumfahrt bekannt machen.

In Vitrinen sind interessante Exponate, darunter Originaldrucke von ZIOLKOWSKI-Arbeiten, und Verpflegungsproben sowjetischer Kosmonauten zu betrachten.

Modelle von Raumflugkörpern werden demnächst noch hinzukommen. Einen großen Anschauungswert werden aber vor allem die interessanten raumfahrtbezogenen physikalischen Experimente für alle Besucher haben. Stets vorführbereit sind z. B. Vakuum-Experimente, in denen die Physik des „leeren Raumes“ (des Weltraums) demonstriert werden. Experimente mit einem Solarzellen-Modul zeigen die Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie, die ein Transistor-Radio ertönen läßt, einen kleinen Elektromotor und eine Modelleisenbahn antreibt.

Höhepunkt ist der Flug einer elektrisch gezündeten Modellrakete, die an einem Perlonseil gelenkt durch den Raum fliegt.

Bei allen Experimenten wird die Frage gestellt: Warum ist das so? oder: Was hat das Experiment mit den wissenschaftlichen Überlegungen ZIOLKOWSKIS zu tun?

In der neu eingerichteten Datenstation IAS (Informations- und Auswertsystem) KOSMOS mit ROBOTRON-Computer K 8915 erfolgt eine wissenschaftliche Datensammlung und -speicherung aller wichtigen Raumfahrt Daten. Für die bisherigen bemannten Weltraumflüge liegen alle Daten der Kosmonauten bereits gespeichert vor und können ausgedruckt werden. Es versteht sich, daß zahlreiche Schüler aus Suhl Schulen in Arbeitsgemeinschaften bzw. als WPA-Gruppe der EOS an diesem Vorhaben beteiligt sind. Die ZIOLKOWSKI-Sternwarte konnte unter ihren zahlreichen prominenten Gästen auch die Kosmonauten SIGMUND JÄHN, VALERI BYKOWSKI, WIKTOR GORBATKO und ANATOLI FILIPTSCHENKO begrüßen.

ROLF HENKEL

## HRD-Stempel umgearbeitet

Die alten, in vielen Schulen vorhandenen HRD-Stempel lassen sich mit relativ geringem Aufwand an die Erfordernisse des neuen Lehrplans anpassen. Man muß dazu die

obere Gummischicht mit einem scharfen Messer vorsichtig von der Zwischenschicht lösen. Dann werden alle Skalenteilungen abgeschnitten. Der Rahmen des Diagramms wird nach links versetzt, und die Teilungen für Leuchtkraft und Temperatur werden links und am unteren Rand der Abbildung wieder aufgeklebt. Das „e“ bei „T<sub>e</sub>“ und das Gradzeichen bei der Angabe der Temperatureinheit sind wegzuschneiden. Als Kleber eignen sich Alleskleber oder „Chemikal“. Die Schüler haben dann lediglich am oberen Ende der senkrechten Skalenteilung den Vermerk „P<sub>str</sub> in P<sub>str</sub>S“ nachzutragen.

Da in Mathematik die logarithmische Skala nicht mehr behandelt wird, ist zu empfehlen, im Unterricht die Leuchtkraftachse mit den Zwischenwerten 10<sup>3</sup>, 10, 10<sup>-1</sup> und 10<sup>-3</sup> zu versehen.

PETER HEINRICH

### Kolloquium in Gera

Aus Anlaß des 35jährigen Bestehens der ersten Pionier- und Jugendsternwarte der DDR fand in Gera ein Kolloquium mit 70 Teilnehmern statt. Der Stadtschulrat DIESEL erläuterte Entwicklung und Aufgaben der Sternwarte Gera und hob die Einsatzbereitschaft ihrer Mitarbeiter hervor. Insbesondere wurde die über 30jährige Mitarbeit von GÜNTER BAUM gewürdigt, der zu den Initiatoren des Aufbaus dieser Einrichtung gehört.

Im Kolloquium wurden nachfolgende Vorträge gehalten: „30 Jahre Raumfahrt – wurden unsere Erwartungen erfüllt?“ (H. D. NAUMANN), „Zur Öffentlichkeitsarbeit der Sternwarten“ (D. FÜRST), „Neue Erkenntnisse zum Aufbau der Galaxis“ (H. ZIMMERMANN), „Erkenntnisse über den Planeten Uranus“ (J. DORSCHNER), „Zu schulpolitischen Aufgaben der Schulsternwarten“ (U. WALTHER), „Zur Bedeutung und zur Entwicklung der Beobachtungstechnik“ (S. MARX), „Gesellschaftliche Bedeutung der Astronomie in der Gegenwart“ (K.-H. SCHMIDT).

HENRY BILIO

### Zur Aufgabe 10 der Karteikartenreihe „Aufgaben für fakultative Kurse“

Da alle Schüler bis Klasse 10 den Taschenrechner besitzen, ist die demonstrierte Reihenfolge zur Berechnung des Stundenwinkels nicht mehr zweckmäßig.

Warum muß erst ein Sternzeitäquivalent für Stunde und Minute getrennt gesucht werden, wenn eine Multiplikation  $18,5 \cdot 1,0027379$  sofort die Informationen gebracht hätte; warum in Minuten umrechnen und in „Dreissatzschritt“ die Längenkorrektur berechnen, wenn der Rechner mit  $11,92/15$  sofort die Korrektur ausweist?

Mit dem Taschenrechner läßt sich die Rechnung wie folgt ausführen:

**Sternzeit** für 0 h UT des Beobachtungstages 1 h 51,7 min;  
**Beobachtungszeit** in UT am Beobachtungsort 18 h 30 min;  
**geographische Länge** des Beobachtungsortes 11°92' sind bekannt.

Dann ist

$1 + 51,7/60$	Sternzeit 0 h UT, 0°
$+ 18,5 \times 1,0027379$	Sternzeit 18,5 h UT, 0°
$+ 11,92/15$	
$= 21,206984$	Sternzeit 18,5 h UT, 11°92'

die gesuchte Ortssternzeit in Stunden.

(Bequem in einer halben Minute zu lösen. Wenn Ergebnis größer als 24, dann 24 subtrahieren.)

Mit diesem Wert läßt sich der Stundenwinkel sofort bestimmen:  $21,206984 - 40/60 = 20,540318$ . Das sind 20 Stunden und  $0,546318 \times 60 = 32,419062$ , also 32,4 Minuten. Methodisch könnte bereits in der Vorüberlegung der Rechner eingesetzt werden: Wenn 1 Sterntag = 0,9972696 Sonnentage gegeben wird, dann ist  $1/0,9972696$  Sterntag = 1 Sonnentag. Der reziproke Wert von 0,9972696 wird vom Taschenrechner sofort mit 1,0027379 angegeben. Dieser Wert sollte gespeichert werden.

Dann läßt sich mit 24/MR mit 23,933447 konkret zeigen, daß ein mittlerer Sterntag in mittlerer Sonnenzeit umgerechnet 23 h und mit  $.933442 \times 60 = 56$  min und mit  $.068188 \times 60 \approx 4,1$  s ergibt.

Bei Division mit dem gespeicherten Wert 1,0027379 kann sofort mittlere Sternzeit in mittlere Sonnenzeit umgerechnet werden – bei Multiplikation entsprechend umgekehrt. Wir erkennen: **Mit dem Wert 1,0027379 im Speicher unseres Rechners sind zwei Seiten der angeführten Tabellen aus AHNERT, „Kleine Praktische Astronomie“ nicht mehr notwendig.**

Wenn dann später bei Berechnung des Mittelwertes der Rechner ebenfalls genutzt wird, insbesondere bei Umrechnungen von Minuten und Sekunde in Stunden und umgekehrt, dann ist die angeführte Berechnung der Ortssternzeit den Kursteilnehmern vertraut.

GUNTER WOLF

### Das gefiel uns auch!

Der Lehrer fragt einen Schüler: „Welche Form hat die Erde?“ „Die Erde ist rund“, antwortete der Schüler.

„Und woher weißt du, daß sie rund ist?“ fragt der Lehrer. „Also nicht rund“, sagte der Schüler. „Ich möchte mich deswegen nicht mit Ihnen streiten.“

Aus: FÜR DICH 34/78.

# S

## Schülerfragen

### Wie soll ein Satellitenabwehrsystem im Weltraum funktionieren?

Zunächst muß gesagt werden, daß der Begriff Satellitenabwehrsystem ungenau und irreführend ist. In der westlichen Literatur wird damit u. a. der Eindruck erweckt, als ob von sowjetischen Satelliten eine unmittelbare Bedrohung für die USA und die NATO-Länder ausgehe, die man abwehren müsse. Zugleich wird der Angriff auf derartige Satelliten quasi als eine Verteidigungsmaßnahme legitimiert.

Die Schaffung und der Einsatz von Antisatellitensystemen (ASAT) ist jedoch Bestandteil eines extrem aggressiven, militärstrategischen Konzepts, das einen Krieg mit und gegebenenfalls auch ohne Kernwaffen gegen die UdSSR und ihre Verbündeten führbar und gewinnbar machen soll. Durch den Einsatz von ASAT-Waffen soll das sowjetische weltraumgestützte Frühwarn- und Kommunikationssystem möglichst frühzeitig und überraschend ausgeschaltet und damit die strategische Verteidigung der Staaten des Warschauer Vertrages blind, taub und letztlich stumm gemacht werden.

Die Konzipierung bzw. Entwicklung solcher Systeme läuft in den USA seit Mitte der 50er Jahre. Bereits im Oktober 1959 testete die amerikanische Luftwaffe den ersten „Killer-satelliten“.

In den 60er Jahren errichteten die USA als erstes Land zwei bodengestützte Antisatellitensysteme auf Inseln im Pazifik: 1963 auf dem Kwajalein-Atoll mit „Nike-Zeus“-Raketen und 1964 auf der Insel Johnston unter Einsatz modifizierter „Thor-Agena“-Raketen. Diese erste Generation von Antisatellitensystemen sollte mit Kernladungen die Ausschaltung der vorgesehenen Ziele gewährleisten. Ein wesentlicher Nachteil dieser ASAT-Systeme bestand in der Beeinträchtigung der Funktionen eigener Weltraumobjekte und elektronischer Bodenanlagen durch den bei der Explosion freiwerdenden elektromagnetischen Puls (EMP).

Mit Beginn der 70er Jahre konzentrierten sich die USA auf die Schaffung einer zweiten Generation von ASAT-Waffen. Von besonderer Bedeutung ist dabei das Projekt eines luftgestützten Systems, bei dem durch ein Kampfflugzeug F-15 eine zweistufige Feststoffrakete vom Typ „SRAM-Altair 3“

mit einem etwa 30 cm langen und 15 kg schweren, zielsuchenden Kleinstflugkörper (MHV-Miniature Homing Vehicle) zum Einsatz gebracht wird. Der bisher einzige Versuch zur direkten Zerstörung eines Zielsatelliten fand im September 1985 statt. Dabei wurde die ASAT-Rakete in 12 km Höhe ausgeklinkt und die erste Stufe gezündet. Es erfolgte ein senkrechter Aufstieg der Rakete in etwa 140 Sekunden auf etwa 80 km Höhe. Bei einer Brennschlußgeschwindigkeit der ersten Stufe von etwa 2 km/s wurde die zweite Stufe gezündet, die sich auf einer schrägen Bahn in Richtung Kollisionspunkt bewegte. Nach 32 Sekunden wurde eine Höhe von etwa 170 km erreicht. Die MHV-Endstufe flog danach mit etwa 6,8 km/s auf einer ballistischen Bahn weiter. Bei etwa 150–200 km Abstand erfaßten die Infrarot-Sensoren des Kleinstflugkörpers den  $-30^{\circ}\text{C}$  kalten Zielsatelliten. Der Endanflug wurde mit 56 miniaturisierten Triebwerken korrigiert. In 550 km Höhe erfolgte die Kollision.

Geplant ist zunächst die Aufstellung von zwei Staffeln mit jeweils 18–28 Flugzeugen F-15 und insgesamt 112 ASAT-Raketen. Ursprünglich sollte bereits 1987 mit der Stationierung begonnen werden. Durch Entscheidungen des Kongresses der USA wurden die noch ausstehenden Versuche – u. a. gegen Satelliten in Höhen bis zu 965 km – mehrfach ausgesetzt. Das Pentagon drängt jedoch auf die Fortsetzung der Tests und will auch bodengestützte Startrampen einsetzen. Schließlich arbeiten die USA bereits an einer dritten Generation von ASAT-Waffen, die Satelliten auf Bahnhöhen von 20 000 bis 36 000 km bekämpfen sollen. Hierzu sollen vor allem die im Rahmen des SDI-Programms zu entwickelnden Waffentechnologien genutzt werden. Es liegt auf der Hand, daß die zur Bekämpfung von strategischen Raketen geplanten neuartigen kinetischen und Direktenergie-Waffen wahrscheinlich noch eher und einfacher gegen Satelliten einsetzbar sind.

SDI und ASAT sind funktionell und technologisch eng miteinander verflochten. In beiden Fällen handelt es sich um Angriffswaffen, deren Stationierung die internationale Lage beträchtlich destabilisieren und zu einer weiteren Eskalation des Wettrüstens führen würde. Die Verhinderung der Militarisierung des Weltraumes erweist sich daher gegenwärtig als Schlüsselproblem zur Sicherung des Friedens und zur Abwendung der Gefahr einer nuklearen Vernichtung der Menschheit.

**WILFRIED SCHREIBER**

## Z Zeitschriftenschau

**PÄDAGOGIK.** M. HONECKER: **Kontinuität und Dynamik in der Entwicklung unseres Bildungswesens.** 42 (1987) 11, 817 bis 824. Zwischenbilanz des Standes der inhaltlichen Ausgestaltung unseres Volksbildungswesens. Auf die neuen Lehrpläne als Ausdruck der Weiterentwicklung unseres Bildungskonzepts und den Beitrag jedes Unterrichtsfaches für eine hohe Allgemeinbildung wird eingegangen. Die Umsetzung der neuen Lehrpläne wird als langfristiger, kontinuierlicher Prozeß charakterisiert, der das Schöpferum aller Pädagogen verlangt. – In der Phase erstmaliger Arbeit mit dem neuen Astronomielehrplan kann die Kenntnis dieser Ausführungen helfen, die eigene Arbeit besser als Teil einer umfassenden Aufgabenstellung zu verstehen.

**DIE STERNE.** B. STECKLUM: **Die Supernova 1987A.** 63 (1987) 4, 203–212. Nach einer Chronologie des Hergangs werden die beobachteten Neutrinosignale interpretiert und das Erscheinungsbild der Supernova – der ersten seit 1604, die mit dem bloßen Auge beobachtet werden konnte – beschrieben und diskutiert. – W. WENZEL: **T-Tauri-Sterne.** 63 (1987) 5, 264–274. Eigenschaften, Benennung, Einteilung und Verhalten dieses Veränderlichentyps und Erklärungsmöglich-

keiten für ihren Lichtwechsel. – G. A. RICHTER: **Kataklysmische Veränderliche. I. Übersicht über die Erscheinungsformen.** 63 (1987) 5, 275–282. II. **Modellvorstellungen und Zustandsgrößen.** 6, 334–343. Kataklysmische Veränderliche sind sehr enge Doppelsterne, die einmalige oder wiederholte Helligkeitsänderungen zeigen. Zu ihnen rechnen die Novae, die Zwergnovae (U-Geminorum-Sterne), die Novaähnlichen (UX-Ursae-Majoris-Sterne) u. a. Neuerdings bezieht man auch die Supernovae in den Kreis der kataklysmischen Objekte ein. – S. ROSSIGER: **Algol – noch immer ein rätselhafter Stern.** 63 (1987) 5, 283–291. Der derzeitige Stand unserer Erkenntnisse über diesen Stern, der uns seit über 200 Jahren immer neue Rätsel aufgibt. Die Entwicklungsgeschichte des Algolsystems ist bis heute nicht geklärt, weil sich die Beobachtungsdaten (noch) mit keinem theoretischen Entwicklungsmodell befriedigend vereinbaren lassen. – R. LUTHARDT: **Symbiotische Sterne – rätselhafte Außenseiter in unserem Milchstraßensystem?** 63 (1987) 5, 292–301. Es wird eine Gruppe von Sternen vorgestellt, die ein außergewöhnliches Spektrum besitzen und von denen die meisten zu den unregelmäßigen Veränderlichen gehören. Symbiotische Sterne sind meist Doppelsterne, deren eine Komponente sich zu einem Riesen entwickelt hat, während die zweite bereits ein Unterzwerg oder gar ein Weißer Zwerg geworden oder in Einzelfällen noch ein Hauptreihenstern ist. – G. HOPPE: **Die Meteoritensammlung E. F. F. Chladnis.** 63 (1987) 6, 315–329. Die Beschreibung der von Ernst Florenz Friedrich Chladni (1756–1827) dem Berliner Mineralogischen Institut (Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität) testamentarisch vermachten Sammlung weist auf die umfangreichen Bestände an Meteoriten dieses Museums hin, deren Besuch mit Schülern interessant sein kann und die auch für die Arbeit in FKR „Astronomie und Raumfahrt“ und astronomischen Arbeitsgemeinschaften wichtige Anregungen geben können.

**URANIA.** K. FRITZE: **Supernova 1987A.** 1987, 9, 8–11. Zwar ist die Supernova 1987A, die in der Nacht vom 23. zum 24. 2. 1987 in der Großen Magellanschen Wolke aufleuchtete, mit einem Abstand von 170 000 ly etwa zwei Milchstraßendurchmesser von uns entfernt, jedoch liegt sie in einer durch interstellare Absorption fast ungetrübten Gegend und erscheint dadurch so hell und deutlich wie keine seit 1604. Es werden Charakteristika der Supernova der Typen 1 und 2 genannt und mit den Beobachtungsdaten der Supernova 1987A verglichen. Dabei ergibt sich, daß es sich bei ihr um eine sehr ungewöhnliche Supernova handelt. Lichtkurve, Spektrum und ihr wahrscheinlicher Vorläufer deuten auf die Entdeckung neuer, bisher unbekannter Entwicklungsphasen sehr massereicher Sterne hin. – V. SCHORCHT: **Sternentheater. Geschichte der Planetariumsherstellung in Jena.** 1987, 10, 6–9. – D. B. HERRMANN: **Attraktion in Berlin: Großplanetarium im Thälmann-Park.** 1987, 9, 4–7. Ein Interview. – T. GEMSA: **Giganten aus der Steppe. 30 Jahre Raumfahrt.** 1987, 10, 28–33. Entwicklung und Einsatz sowjetischer Flüssigkeitstriebwerke und Trägeraketensysteme. – S. MARX: **Astronomische Großteleskope der Zukunft.** 1987, 11, 56–61. Die Leistungsfähigkeit von Spiegelteleskopen wird wesentlich durch den Spiegeldurchmesser bestimmt, der aber mit herkömmlichen Mitteln kaum noch vergrößert werden kann. Als Alternativen werden Mosaikspiegel, Viel-Spiegel-Teleskope und Teleskopbatterien diskutiert. Zusammenfassend resümiert der Autor, daß Großteleskope der Zukunft horizontal montierte, voll rechnergesteuerte Instrumente sein werden, deren lichtsammelnde Fläche auf unterschiedliche Art und Weise aus mehreren optischen Elementen bestehen wird.

**MANFRED SCHUKOWSKI**



# R

## Rezensionen

**WOLFGANG SPICKERMANN: Urknall, Quarks, Kernfusion.** (Streifzug durch Forschungsgebiete der modernen Physik) URANIA Verlag Leipzig, Jena, Berlin, 1. Auflage, 1986, 216 Seiten, zahlreiche Fotos und Grafiken im Text, Bestellnummer: 654 053 9, Preis: 10,- M.

Der hier vorgestellte Titel darf im wahrsten Sinne des Wortes als ein „Streifzug“ durch neuere Forschungsbereiche der Physik betrachtet werden, denn der Inhalt des Buches überstreicht ein breites Spektrum interessanter physikalischer, astrophysikalischer und z. T. stark technisch orientierter Themen. Die Palette reicht von optischen Riesenteleskopen über die Radioastronomie bis hin zum Nachweis von Neutrinos und der Suche nach Gravitationswellen, aber auch die energiereichsten Beschleuniger zur Erzeugung von Elementarteilchen werden behandelt und Versuche zur Kernfusion in der UdSSR und den USA beschrieben. Die einzelnen Kapitel lesen sich wie Reportagen oder in sich geschlossene Aufsätze über brennende Probleme aktueller Grundlagenforschung. Das hat auf der einen Seite den Vorzug, daß man den gesamten Band nicht hintereinander lesen muß, sondern ihn nach dem Studium eines Absatzes getrost aus der Hand legen kann und trotzdem das Gefühl hat, Wesentliches zu der aufgeworfenen Frage erfaßt zu haben. Die Überschriften zu den einzelnen Kapiteln machen neugierig, z. B. „Sternennacht im Kaukasus“ oder „Radiowellen und ihre Botschaft“ oder „Wie elementar sind Elementarteilchen?“ Fragen über den „Urknall“ und die große Familie der Elementarteilchen finden nur sehr zögernd Eingang in die populärwissenschaftliche Literatur, weil es schwierig, wenn nicht gar unmöglich ist, etwas über die Frühphase der Metagalaxis allgemeinverständlich abzuhandeln, wenn Kenntnisse zur Hochenergiephysik fehlen. Der Autor hat diese Lücke in der Sachliteratur erkannt und versucht sie auszufüllen durch Nachliefern von Faktenkenntnis und die Vermittlung von Einsichten in erst spät erkannte gesetzmäßige Zusammenhänge („Die große Vereinigung der Naturkräfte“). Daß andererseits Wiederholungen vorkommen, nimmt man gern in Kauf. Nach Ansicht des Rezensenten wäre es dem Gesamtanliegen des Buches zuträglicher gewesen, die Kapitel nach S. 167 (Wo liegt der praktische Nutzen? Mikroelektronik usw.) in einer gesonderten Schrift zu behandeln.

Das Buch ist gut geeignet für Dozenten, Lehrer und Studenten naturwissenschaftlicher Richtungen, für Kulturbund- und Uraniareferenten sowie für Arbeitsgemeinschaften und fakultative Kurse.

**WOLFGANG KÖNIG**

GOOLD, G. P. (Hrsg.); MANILIUS, M.: **Astronomica.** Bibliotheca Teubneriana, lateinisch, XXXVII, 185 Seiten, Leipzig 1985, Leinen 56,- M. Bestellangaben: 666 238 4/Goold, Manilius lat.

Die vom Herausgeber verfaßte Praefatio enthält eine Übersicht der Codizes, eine ausführliche Angabe des Inhaltes der fünf Bücher und Kapitel sowie eine Zeittabelle der bisher 40 erschienenen Ausgaben dieses zwischen den Jahren 9 und 22 u. Z. verfaßten Lehrgedichtes. REGIONMONTANUS kommt das Verdienst zu, das Werk des MANILIUS im Jahre 1773 zuerst herausgegeben zu haben. Das Werk enthält, in poetischen Schilderungen verfaßt, eine Fülle astrologischer und astronomischer Gedankengutes jener Zeit. Die Art der Darstellung und die Originalität erinnern an das Werk des LUCRETIUS.

MANILIUS sieht in der Astrologie sowie in jeder menschlichen Erkenntnis das Wirken einer göttlichen Offenbarung im Sinne der antiken Philosophie. Die religiöse Natur der Astrologie ist unlösbar mit der wissenschaftlichen Forschung und Erkenntnis verbunden. In seinen Proömen (Vorreden)

und Epilogen schildert er die Großartigkeit eines astrologischen Weltbildes in seiner Einheit und Erhabenheit, die ganz im Sinne der antiken Kosmosauffassung zu verstehen ist und mit dem uns gebräuchlichen Begriff der Sterndeuterei nichts Gemeinsames hat. Die Astrologie der antiken Philosophen war weit mehr, nämlich ein Versuch, Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten eines einheitlichen Weltbildes zu erkennen: *certa stant omnia lege*. In diesem Sinne ist das gesamte Lehrgedicht zu verstehen, wenn wir es von dem so poesievollen und mythologischen Beiwerk befreien. Auch finden wir bei MANILIUS oft sehr reizvolle Hinweise auf Beziehungen zwischen den Sternbildern (Symbol eines Inhaltes) und dem Obwalten des unter dem Bilde Geborenen. Es existiert das unumstößliche Gesetz, das durch die Sterne und ihre Bewegungen alle Schicksale für ewig lenkt. F. BOLL bezeichnet die Astrologie als eine Art „kosmisches Evangelium“, das zur Zeit des TIBERIUS im Römischen Reich entstand.

Die Ausgabe enthält noch 13 Seiten mit Bemerkungen zur Orthographie sowie 21 Tabellen und Zeichnungen zur antiken Astrologie.

**ARNOLD ZENKERT**

# U

## Umschlagseiten

**Titelseite** – Komet BRADFIELD (1987s) am 9. 12. 1987 im Sternbild Vulpecula. Fokalaufnahme am 110/750 mm-Kometensucher der Sternwarte „JOHANNES FRANZ“ Bautzen. Belichtet von 17 h 35 min bis 18 h 18 min MEZ auf ORWO NP 17.

Aufnahme: WOLFGANG SCHWINGE, Bautzen

**2. Umschlagseite** – Volks- und Schulsternwarte „BRUNO H. BÜRGELE“ in Sohland/Spree. Hier entstand in den letzten zwei Jahren vor allem durch freiwillige Arbeitseinsätze der ehrenamtlichen Mitarbeiter der Sternwarte ein modernes Lehrgebäude, welches u. a. einen Hörsaal mit etwa 70 Plätzen, einen größeren Ausstellungsraum und ein Fotolabor enthält. Die genannten Räume stehen hauptsächlich dem Astronomieunterricht, den fakultativen Kursen „Astronomie und Raumfahrt“, aber auch der Öffentlichkeitsarbeit zur Verfügung. Lesen Sie dazu auch unseren Beitrag „Weiterbildung der Fachberater in Sohland“ auf Seite 44.

Aufnahme: HEINZ BOHM, Radebeul

**3. Umschlagseite** – Fotografische Mondkarte (I). Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 43.

**4. Umschlagseite** – Galaxiengruppe im Sternbild Löwe (etwa 37,5 Millionen ly entfernt). Links oben: NGC 3628. Von links nach rechts: M 66, M 65, NGC 3593. Schmidt-Kamera 200/240/356, ORWO DK 5, am 31. 1. 1987. Belichtet von 2 h 15 min bis 3 h 45 min MEZ bei  $\approx 14,5^\circ\text{C}$ .

Aufnahme: WOLFRAM FISCHER, Sohland

## Korrespondenten von „Astronomie in der Schule“

Oberlehrer Heinz Albert, Crimmitschau; Oberlehrer Rolf Bahler, Neetzow; Olaf Fischer, Leipzig; Dieter Frisch, Berlin; Oberlehrer Luise Gräfe, Dresden; Oberstudienrat Hans Greiser, Potsdam; Studienrat Rolf Henkel, Suhl; Oberlehrer Hermann Hilbert, Rudolstadt; Lutz Klinnert, Strausberg; Studienrat Ilse Krösche, Berlin; Annelore Muster, Halle; Studienrat Klaus Schmidt, Herzberg; Studienrat Wolfgang Severin, Wittenberg; Studienrat Klaus Ullrich, Burg; Erhard Weidner, Gotha.

- Anzeige des Sachgebietes, in das die Veröffentlichung einzuordnen ist
  - Nennen des Verfassers und des Titels der Publikation
  - Orientierung zum Standort des Beitrages und über seine Beilagen (z. B. Anzahl der Literaturangaben)
  - Kurzinformationen über wesentlichen Inhalt des Artikels
- Zusammenstellung: ANNELORE MUSTER

## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Führungstätigkeit*  
LORE GRAUMANN

### Neues Rahmenprogramm für den fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 1, 2-5; 6 Lit. Erläuterung des ab 1. 9. 1988 gültigen Rahmenprogrammes für den fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“. Außerdem wird dargelegt, wie die in unserer Zeitschrift veröffentlichten Stellungnahmen im neuen Rahmenprogramm berücksichtigt wurden.

## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Fachwissenschaft · Kosmologie*  
ULRICH BLEYER

### Die Frühphase der Metagalaxis

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 2, 28-30; 1 Lit. Skizziert wird die Entwicklung der Metagalaxis, beginnend mit quantenmechanischen Überlegungen zur Anfangssingularität, über Aspekte der einheitlichen Feldtheorie und der Beschreibung der Hadronenära bis zur Galaxienbildung.

## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Fachwissenschaft · Kosmologie*  
ULRICH BLEYER

### Die expandierende Metagalaxis

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 1, 6-8; 6 Lit. Nach einleitenden Bemerkungen über die Wissenschaft Kosmologie und die Abgrenzung des Forschungsgegenstandes geht der Autor auf die kosmologischen Postulate, die Hubble-Expansion und das kosmologische Standardmodell ein.

## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Raumfahrt*  
DIETER HOFFMANN

### Das sowjetische Programm der Zusammenarbeit im Weltraum - 1988-2005

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 2, 30-32 Überblick über etwa 30 hochinteressante, von der UdSSR in Zusammenarbeit mit vielen Ländern und Institutionen geplante Raumfahrtprojekte, bis zum Jahr 2005.

## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Methodik AU · Kosmologie*  
OLAF FISCHER

### Zum Lehrplanabschnitt „Die Metagalaxis“

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 1, 9-10, 15; 1 Abb.

Es werden erste Erfahrungen dargelegt, wie Wissen über die Metagalaxis im Unterricht erfolgreich vermittelt werden kann.

## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Führungstätigkeit*  
Ministerium für Volksbildung

### Prüfungsanforderungen zum Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie nach externer Vorbereitung

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 2, 32-33 Ausführlicher Überblick über die fachlichen und methodischen Prüfungsanforderungen zum Erwerb der Lehrbefähigung im Fach Astronomie nach externer Vorbereitung.

## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Methodik AU*  
PETER KLEIN

### Zur Anwendung des Taschenrechners im Astronomieunterricht (I-IV)

Astronomie in der Schule, Berlin 24 (1987) 5 u. 6, 105 bis 108, 140-143; 2 Lit. - Berlin 25 (1988) 1 u. 2, 16-19, 41-42

Die Beitragsreihe enthält inhaltliche und didaktisch-methodische Anregungen zum Einsatz des Taschenrechners im Astronomieunterricht. Außerdem wird eine Vielzahl von Aufgaben mit Lösungswegen und methodischen Hinweisen vorgestellt.

## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Methodik AU · Planetensystem*  
HELMUT KÜHNHOLD

### Unterricht zum Thema „Entstehung und Entwicklung der Planeten“

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 2, 38-39; 2 Lit. Der Autor beschreibt, wie er die Stunde „Entstehung und Entwicklung der Planeten“ gestaltet und damit die neue Lehrplanforderung erfolgreich umgesetzt hat.

## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Fachwissenschaft · Sonnensystem*  
DIEDRICH MÖHLMANN  
Ergebnisse der Halley-Missionen

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 2, 26-27; 3 Abb.

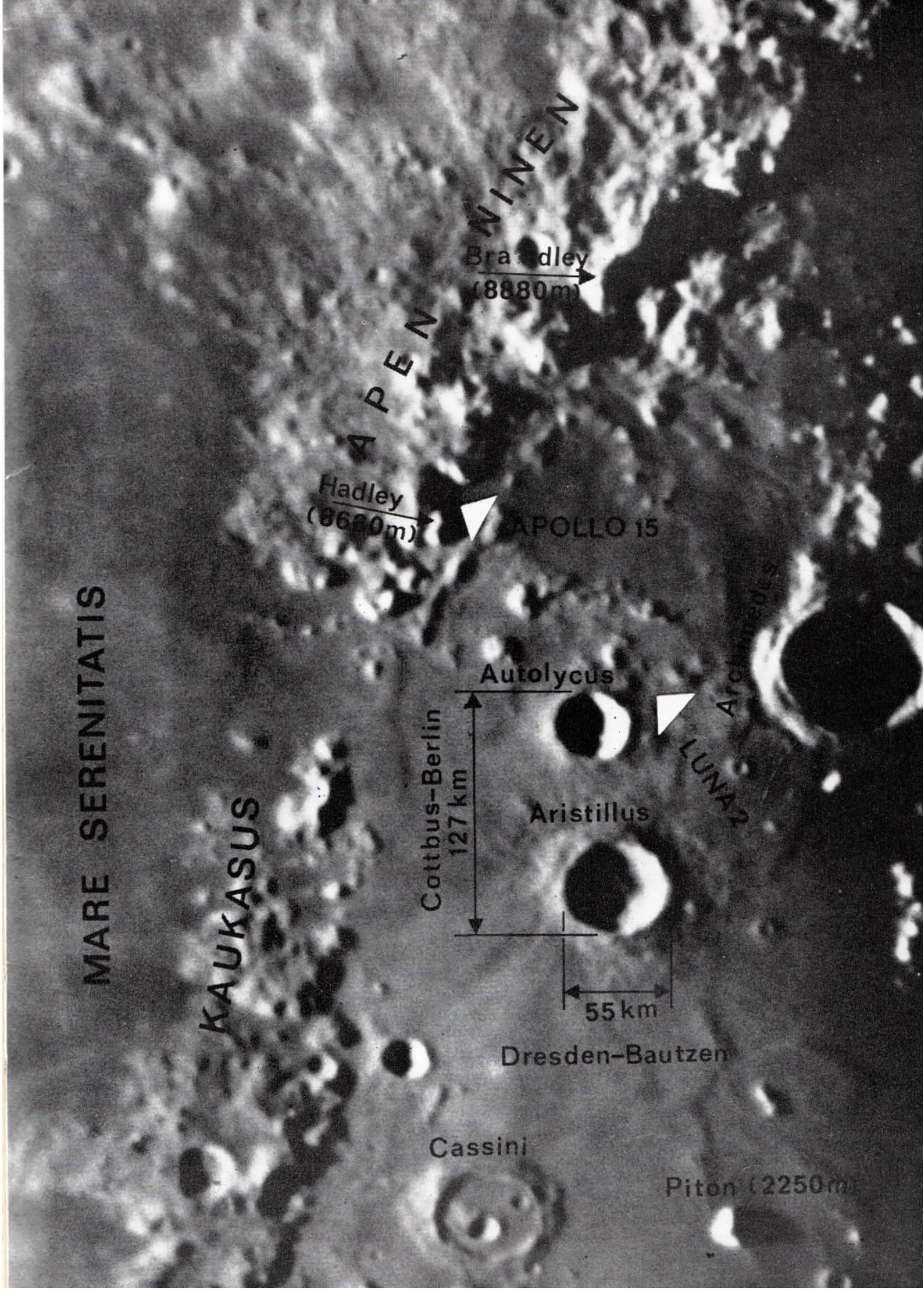
Darstellung der wesentlichsten wissenschaftlichen Erkenntnisse über den Kometen Halley, die aus den Beobachtungsdaten, vor allem der Kometensonden VEGA und GIOTTO, abgeleitet wurden.

## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Führung des AU · Beobachtungen*  
DIETHARD RUHNOW

### Schulsternwarte unterstützt lehrplangebundene Beobachtungen

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 2, 39-41 Der Leiter der Schulsternwarte Rodewisch berichtet, wie die Mitarbeiter dieser Einrichtung in Zusammenarbeit mit dem Kreisschulrat umfassende Anleitung und Unterstützung bei der Durchführung der lehrplangebundenen Beobachtungen geben.



MARE SERENITATIS

KAUKASUS

APENNININEN

Hadley  
(8680m)

Bradley  
(8880m)

APOLLO 15

Autolycus

Cottbus-Berlin  
127 km

Aristillus

LUNA 2

55 km

Dresden-Bautzen

Cassini

Piton (2250m)



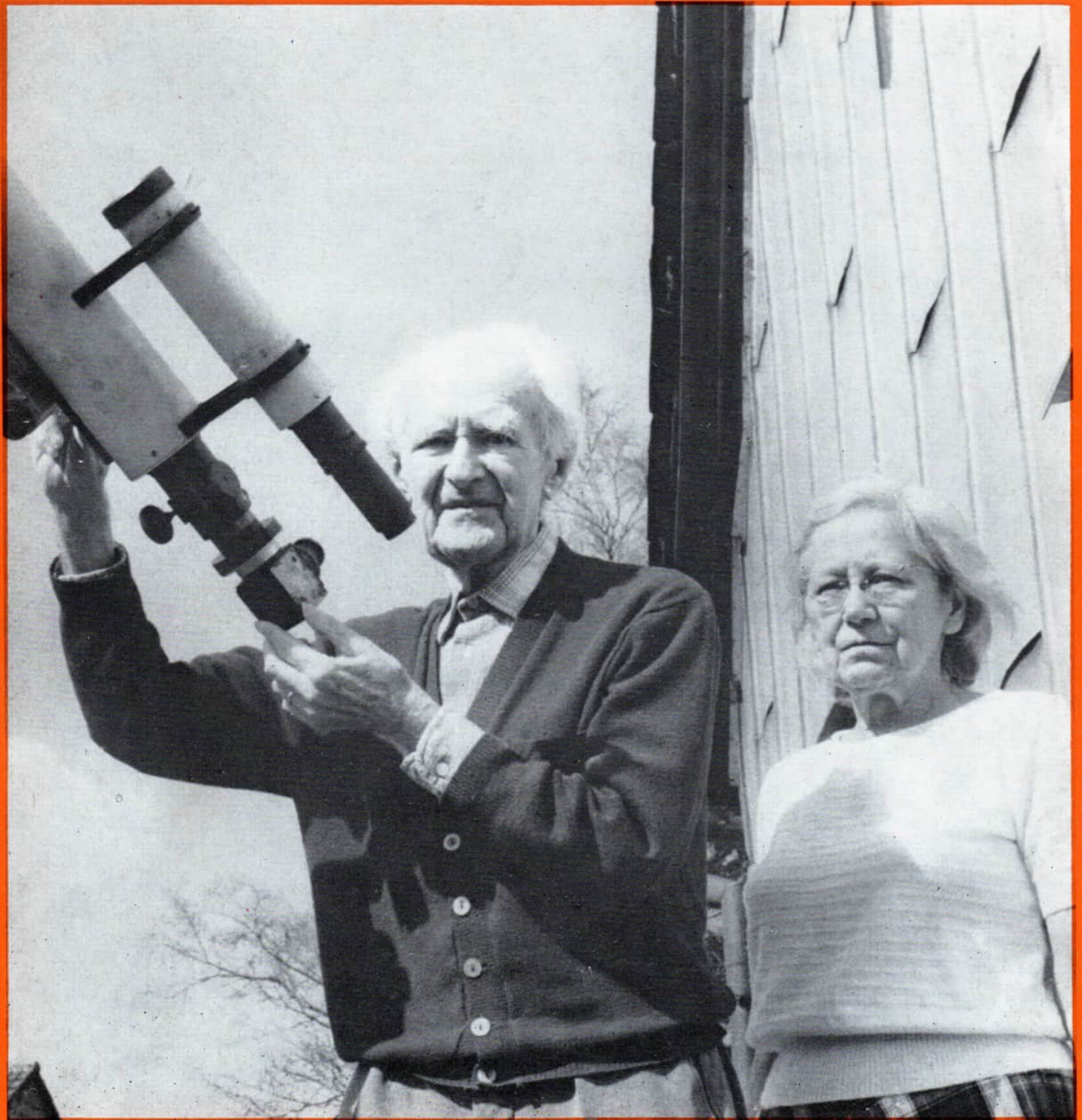
# ASTRONOMIE

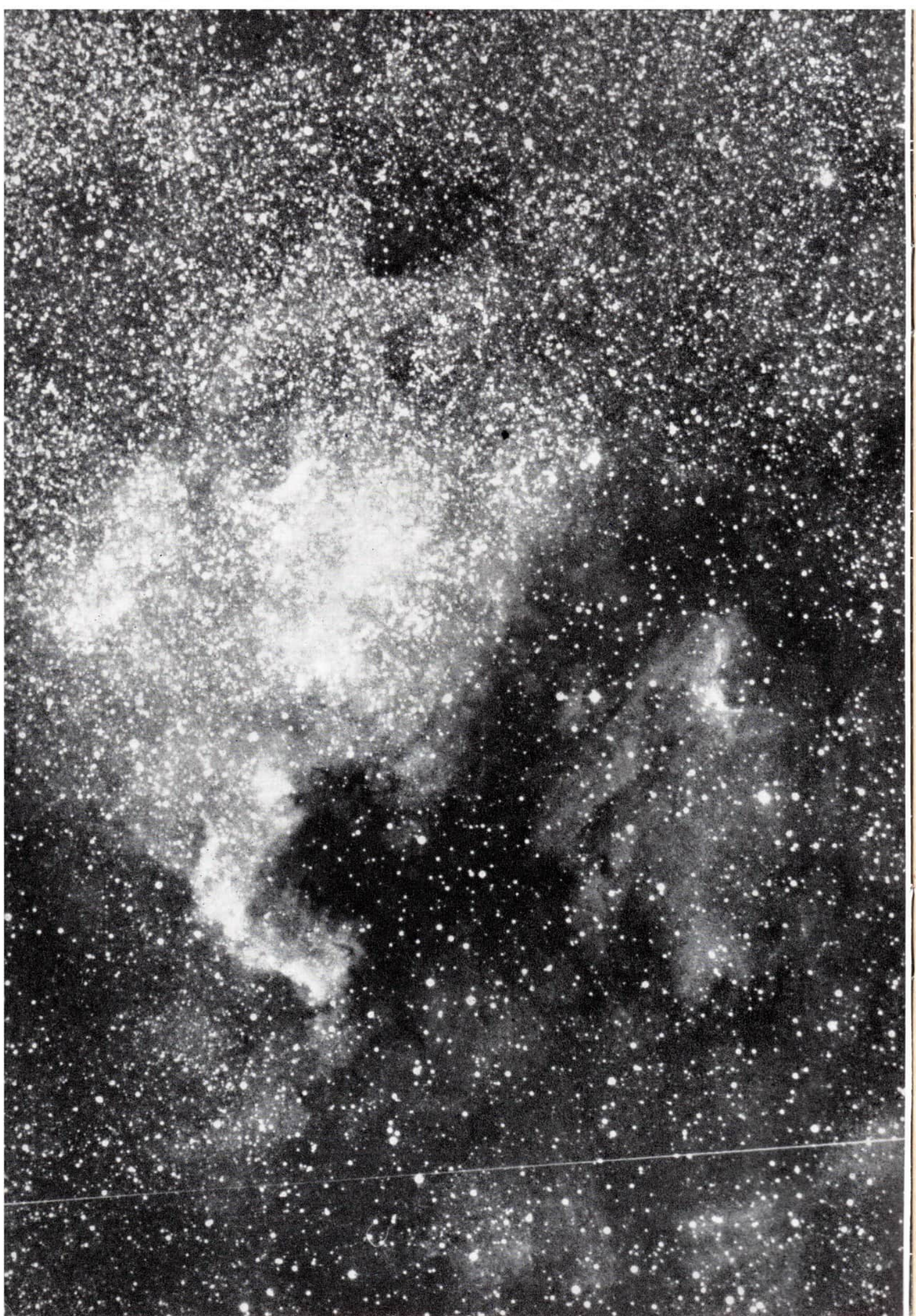
## 3

# IN DER SCHULE

Jahrgang 1988  
ISSN 0004-6310  
Preis 0,60 M

Volk und Wissen  
Volkseigener Verlag  
Berlin





## Inhalt

<b>● Astronomie und Raumfahrt</b>	
P. AHNERT: Vom Amateur zum Berufsastronomen . . . . .	50
H.-J. FISCHER: Nutzen der Raumfahrt für die Volkswirtschaft . . . . .	51
B. STECKLUM: Die Supernova 1987A . . . . .	53
U. BLEYER; R. SCHIMMING: ALEXANDER FRIEDMANN – Zum 100. Geburtstag . . . . .	57
<b>● Unterricht</b>	
K. LINDNER: Astronomische Daten für das Schuljahr 1988/89 . . . . .	59
E.-M. MARX: Jubiläen in Astronomie und Raumfahrt im Schuljahr 1988/89 . . . . .	63
TH. LATKA: Befähigung der Schüler zur selbständigen Beobachtung . . . . .	64
E.-M. SCHOBER: Lehrplanbezogene Weiterbildung im Prozeß der Arbeit . . . . .	66
I. HOLJEWILKEN: Zur Unterrichtsmittelausstattung für den Astronomieunterricht . . . . .	67
<b>● Beobachtung</b>	
A. ZENKERT: Die günstige Marsopposition 1988 . . . . .	68
K. LINDNER: Kugelförmige Sternhaufen im Feldstecher . . . . .	69
<b>● Kurz berichtet</b>	
Wissenswertes . . . . .	69
Zeitschriftenschau . . . . .	71
Rezensionen . . . . .	72
<b>● Abbildungen</b>	
Umschlagseiten . . . . .	72
<b>● Karteikarte</b>	
M. REICHSTEIN: Entstehung des Sonnensystems	

Redaktionsschluß: 11. 4. 1988

Auslieferung an den Postzeitungsvertrieb: 13. 6. 1988

## Из содержания

П. АНЕРТ: От любителя к учёному астроному . . . . .	50
Х. И. ФИШЕР: Полезность космонавтики для народного хозяйства . . . . .	51
Б. СТЕКЛУМ: Сверхновая 1987А . . . . .	53
У. БЛАЙЕР; Р. ШИММИНГ: АЛЕКСАНДР ФРИДМАНН — сто лет со дня рождения . . . . .	57
К. ЛИНДНЕР: Астрономические данные на 1988/89ый учебный год . . . . .	59

## From the Contents

P. AHNERT: From Amateur to Professional Astronomer . . . . .	50
H.-J. FISCHER: The Benefit of Space Flight for National Economy . . . . .	51
B. STECKLUM: The Supernova 1987A . . . . .	53
U. BLEYER; R. SCHIMMING: ALEXANDER FRIEDMANN – for the 100th Birthday . . . . .	57
K. LINDNER: Astronomical Information for the 1988/89th School Year . . . . .	59

## En résumé

P. AHNERT: De l'amateur à l'astronome professionnel . . . . .	50
H.-J. FISCHER: L'avantage de l'aviation interplanétaire pour l'économie politique . . . . .	51
B. STECKLUM: La supernova 1987A . . . . .	53
U. BLEYER; R. SCHIMMING: ALEXANDER FRIEDMANN – à son 100e anniversaire . . . . .	57
K. LINDNER: Dates astronomiques de l'année scolaire 1988/89 . . . . .	59

## Del contenido

P. AHNERT: Del aficionado al astrónomo profesional . . . . .	50
H.-J. FISCHER: El provecho de vueltas espaciales para la economía popular . . . . .	51
B. STECKLUM: La supernova 1987A . . . . .	53
U. BLEYER; R. SCHIMMING: ALEXANDER FRIEDMANN – a su centenario . . . . .	57
K. LINDNER: Fechas astronómicas para el año escolar de 1988 a 1989 . . . . .	59

# ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Heft 3

25. Jahrgang 1988

### Herausgeber:

Verlag Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, Krausenstraße 50, Postfach 1213, Berlin, DDR - 1086, Tel. 20430, Postscheckkonto: Berlin 7199-57-1326 26

### Anschrift der Redaktion:

Friedrich-List-Straße 8 (Sorbisches Institut für Lehrerbildung „Karl Jannack“), Postfach 440, Bautzen, DDR-8600, Telefon 4 25 85

### Redaktionskollegium:

Oberstudienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Klaus Lindner (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Horst Bienioschek, Dr. rer. nat. Ulrich Bleyer, Dr. rer. nat. Hans-Erich Fröhlich, Dr. phil. Fritz Gehlhar, Dr. sc. phil. Nina Hager, Prof. Dr. sc. nat. Dieter B. Herrmann, Oberlehrer Volker Kluge, Oberlehrer Monika Kohlhausen, Oberlehrer Jörg Lichtenfeld, Oberstudienrat Hans Joachim Nitschmann, Prof. Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Oberlehrer Eva-Maria Schober, Prof. Dr. sc. paed. Manfred Schukowski, Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert, Studienrat Joachim Stier, Oberlehrer Dr. paed. Uwe Walther, Prof. Dr. rer. nat. habil. Helmut Zimmermann, Günter Zimmermann.

Drahomira Guther (redaktionelle Mitarbeiterin), Dr. sc. phil. Siegfried Michalk (Übersetzer)

Lizenznummer und Lizenzgeber: 1488, Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik

### Gesamtherstellung:

Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen  
AN (EDV 427)  
III-4-9-785-5,2 Liz. 1488

### Erscheinungshinweise:

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. – Bestellungen werden in der DDR von 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, Leninstraße 16, Leipzig, DDR - 7010.

ISSN 0004-6310

## Vom Amateur zum Berufsastronomen

Der hochbetagte und international anerkannte Astronom Dr. rer. nat. h. c. PAUL AHNERT, aus dessen Feder nunmehr 40 „Kalender für Sternfreunde“ und zahlreiche andere Fachschriften stammen, berichtet im folgenden Beitrag, wie er seinen Weg zur Astronomie fand.

Ein großer Teil der Briefe, die ich erhalte, stammen von jungen Sternfreunden, deren Interesse an der Astronomie durch den Unterricht im 10. Schuljahr geweckt wurde. Aber auch jüngere, 10- bis 15jährige Schüler stellen schon Fragen nach astronomischen Problemen. Ihnen fühle ich mich besonders verbunden, denn auch bei mir erwachte das astronomische Interesse bereits in früher Kindheit. Den ersten Anlaß, an den ich mich noch erinnere, bot mir der Anblick des fast vollen Mondes, den ich, erst 4 oder 5 Jahre alt, vom Fenster unserer Wohnung aus über den Dächern meiner Geburtsstadt Chemnitz rot, rund und groß aufsteigen sah. In der Schulzeit genügte dann jede beiläufige Bemerkung eines Lehrers über Himmelskunde, um meine Wißbegierde anzureizen. Eine Erwähnung der Mondmeere veranlaßte mich, unseren Trabanten mit dem Opernglas zu betrachten. Die damals oft erwähnten Marskanäle und die Bemerkung eines Lehrers, daß die Marsbewohner keine Taschenuhren brauchten, weil sie die Zeit am Himmel an den Stellungen der rasch umlaufenden Monde ihres Planeten ablesen könnten, regte meine Phantasie besonders tiefwirkend an. Einige Aufsätze und Kosmoshefte mit sternkundlichen Themen verschafften mir neue Erkenntnisse, wenn sie auch noch ungeordnet waren. Den stärksten Anstoß zu meiner späteren intensiven Beschäftigung mit der Astronomie brachte aber in meiner Seminarzeit der Erwerb eines alten, aber optisch guten kleinen terrestrischen Fernrohrs, mit dem ich zum ersten Male die Gebirge des Mondes und das Jupiterscheibchen mit den vier Galileischen Monden mit meinen eigenen Augen sah. Damit stand für mich fest, daß ich mir nach Abschluß meiner Lehrerbildung ein richtiges und möglichst großes astronomisches Fernrohr anschaffen würde.

Infolge der Teilnahme am ersten Weltkrieg und der nachfolgenden Inflation konnte dieser Vorsatz freilich nur in bescheidener Form verwirklicht werden. Im September 1920 erhielt ich das Schulfernrohr der Münchener Firma G. MERZ, der Nachfolgerin des FRAUNHOFERSchen Instituts. Es war mit seinem Objektiv von 54 mm Öffnung und 650 mm Brennweite parallaxtisch auf einem sehr stabilen Tischstativ montiert. Nach dem Zukauf einiger Okulare standen mir Vergrößerungen von 24- bis 130fach zur Verfügung. Es war nur wenig größer als

das ZEISSsche Bastelfernrohr, das sich ein geschickter, wenig bemittelter Sternfreund aus dem Optiksatz des VEB C. ZEISS selbst bauen kann.

Das MERZsche Schulfernrohr bot gegenüber dem früher erträumten großen Fernrohr zwei Vorteile: Es war in jeder klaren Abendstunde sofort einsatzbereit und lehrte wegen seiner leichten Handhabung den Benutzer sehr rasch die nötige Beobachtungstechnik.

Im ersten Jahr habe ich – außer der Unterrichtszeit – jede meteorologisch brauchbare Gelegenheit zum Beobachten aller erreichbaren Himmelsobjekte ausgenutzt: Sonne, Mond, alle großen Planeten – ich fand sogar Merkur, Uranus und Neptun auf – und am Fixsternhimmel viele Doppelsterne, Sternhaufen, Gasnebel und sogar einige Spiralnebel. Alles wurde exakt notiert und ausführlich beschrieben. Mein erstes Beobachtungsbuch, in dem ich noch heute mit Freude gelegentlich blättere, enthält Beobachtungen an 135 Daten, darunter auch schon Mondaufnahmen und -zeichnungen.

Diese Beobachtungen hatten natürlich keinen wissenschaftlichen Wert. Aber subjektiv waren sie höchst interessant. Für mich bedeuteten sie aufregende Entdeckungen, und mein bescheidenes Instrumentarium war für mich tatsächlich eine Sternwarte.

Ich habe die Anfänge meiner Beschäftigung mit der Astronomie so ausführlich beschrieben, weil ich glaube, daß diese Schilderung auch bei anderen Sternfreunden ähnliche Erinnerungen wachrufen wird.

Durch meine Korrespondenz mit dem fast gleichaltrigen, erfolgreichsten deutschen Amateurastronomen, MAX BEYER in Hamburg, wurde ich auf ein Beobachtungsgebiet hingewiesen, auf dem auch ein Amateur wissenschaftlich wertvolle Zubringerarbeit leisten kann, wenn er sich systematisch und mit Ausdauer damit befaßt: der Beobachtung veränderlicher Sterne. Dazu beschaffte ich mir ein größeres Objektiv von G. MERZ mit 75 mm Öffnung und 1130 mm Brennweite, mit dem ich mir ein Fernrohr baute, das in klaren mondlosen Nächten noch Sterne von 12,2 visueller Größe erkennen ließ. Ich fertigte dazu ein stabiles, hölzernes Pyramidenstativ und benutzte dazu das Achsensystem meines Schulfernrohrs, das einfacher montiert, nur noch für die Sonnenbeobachtungen diente. Das 75-mm-Fernrohr blieb bis zu meinem Eintritt in die Sternwarte Sonneberg meine „Sternwarte“.

Mein Veränderlichenprogramm umfaßte von 1928 bis 1938 rund 100 ständig beobachtete Objekte. Zur Berechnung standen mir nur Logarithmen- und trigonometrische Funktionstabellen zur Verfügung. In der Fachzeitschrift „Astronomische Nachrichten“ und dem zugehörigen Beobachtungszirkular veröffentlichte ich in zahlreichen Beiträgen die Resultate meiner Beobachtungen.



In normalen Zeiten wäre ich wahrscheinlich bis zu meinem Rentenalter weiterhin Lehrer und Amateur-astronom geblieben. Aber 1933 entließen mich die Nazis wegen meiner Kritik an ihrer Ideologie als ungeeignet zur Erziehung der „Deutschen Jugend“. Ich mußte mich als unlizenzierter Photograph durchschlagen, ließ mich aber nicht entmutigen und beobachtete noch intensiver als vorher. Als ich 1938 eine größere, zusammenfassende Arbeit in den „Astronomischen Nachrichten“ veröffentlicht hatte, bot mir der Begründer und Leiter der Sonneberger Sternwarte, Dr. CUNO HOFFMEISTER, der von meiner Entlassung wußte, eine Stelle als Rechner an. Ich griff natürlich freudig zu und arbeitete von Mai 1938 an mit weit größeren optischen Mitteln, einer großen Bibliothek (und vor allem weitergebildet durch den hervorragenden Fachastronomen HOFFMEISTER) bis zu meinem Rentenalter und noch Jahrzehnte darüber hinaus auf der Sternwarte. 1957 erhielt ich von der Universität Jena die Promotion zum Dr. rer. nat. h. c. Im Grunde meines Herzens blieb ich aber immer Amateur, Liebhaber der Sternkunde. Das hat mich auch dazu bewogen, den anderen Sternfreunden soviel als möglich zu helfen und als kleines astronomisches Jahrbuch von 1949 an, den „Kalender für Sternfreunde“ herauszugeben.

Anschritt des Verfassers:  
 Dr. rer. nat. h. c. PAUL AHNERT  
 Sternwartestraße 25  
 Sonneberg  
 DDR - 6400

Hans-Joachim Fischer

## Nutzen der Raumfahrt für die Volkswirtschaft

Der Verfasser des nachfolgenden Beitrages – Ehrenmitglied des Präsidiums der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt in der DDR – war in den Jahren 1970 bis 1980 als Bereichsleiter und Institutsdirektor in der Kosmosforschung tätig. Seit 1981 arbeitet er an Problemen des wissenschaftlichen Gerätebaus der Mikroelektronik im Zentrum für wissenschaftlichen Gerätebau der AdW der DDR. Er ist Autor von Lehrbüchern zur Mikroelektronik und Hochfrequenztechnik. Für seine erfolgreiche Tätigkeit wurde HANS-JOACHIM FISCHER u. a. mit dem Nationalpreis ausgezeichnet.

### Einleitung

Nach dreißig Jahren aktiver Kosmosforschung in der Welt und 10 Jahre nach dem Flug unseres Kosmonauten SIGMUND JÄHN erscheint es notwendig, auf Zielrichtungen und Nutzenskomponenten der Weltraumforschung und Raumfahrt bewertend einzugehen. Es ist unbestritten, daß „große Ziele“ die schöpferischen Kräfte der Menschheit freige-

setzt und neue Entdeckungen und Erfindungen hervorgebracht haben. Hierfür gibt es viele Beispiele, sei es der Ersatz der Muskelkraft des Menschen durch die Dampfmaschine, sei es die Nutzung der Elektrizität als leicht transportierbare Energieform oder das Automobil, das nun auch schon wieder 100 Jahre alt ist. Auch in der Grundlagenwissenschaft waren große Ziele stark motivierend, wie die Antarktisforschung, die Kernfusion oder nun auch die Kosmosforschung. In der gegenwärtigen Periode des verstärkten Friedenskampfes mit dem Ziel der Befreiung der Welt von Kernwaffen bis zum Jahr 2000 spielt der friedliche Wettbewerb der Welt-systeme, auch bei gemeinsamen großen Kosmosprojekten, wie dem bemannten Marsflug, als Alternative für die militärische Konfrontation, eine große Rolle.

### Umsetzung wissenschaftlich-technischer Erkenntnisse der Raumfahrt in der gesellschaftlichen Praxis

Ein Wissenschaftsprogramm im Kosmos (Beispiele: „Interkosmos“, ESA-Programm, NASDA-Programm Japans) kann als Schrittmacher für zahlreiche andere Tätigkeitsbereiche betrachtet werden, da die Kosmosforschung zur Erreichung ihrer Ziele immer komplexere, empfindlichere und kleinere Geräte und Instrumente benötigt. Darüber hinaus sind neuartige Sensoren für bisher unerreichte Meßgrößen in der Röntgenastronomie, der Plasmaphysik, der Materialanalytik oder für Nachrichtenverbindungen zu den Grenzen unseres Sonnensystems erforderlich.

Hieraus ergibt sich für die Technik als Wissenschaft der „Umsetzung gewonnener wissenschaftlicher Erkenntnisse in die gesellschaftliche Praxis“ eine ständige Herausforderung, das bisher Unerreichte anzustreben und die technologischen Grenzen immer weiter hinauszuschieben. Unsere heutigen Spitzentechnologien profitieren von der Weltraumforschung, und sie wurden im Rahmen dieser großen Zielsetzung für die wissenschaftliche Erforschung des Weltraums entwickelt: neue Meßwert-erfassungs- und -verarbeitungsverfahren, Mikro-rechentechnik, Verbundwerkstoffe, Bahnkontroll- und Lageregelungssysteme hoher Präzision und verschiedenes andere mehr.

Weiterhin finden die in der Kosmosforschung entwickelten Technologien, Projektleitungsmethoden und Fachkenntnisse auch Eingang in andere Bereiche von Industrie und Wirtschaft. Für die beteiligten Betriebe und Kombinate ergibt sich auch ein Prestigegewinn, wenn von einem Erzeugnis gesagt werden kann, es wurde im Kosmos getestet – wie z. B. bei der Multispektralkamera und dem Audiometer „Elbe“. Eine Studie der Universität Strasbourg ergab für die westeuropäische Raumfahrt ein Kosten-Nutzen-Verhältnis von 1 : 3. Sowjetische Quellen geben bei der Fernerkundung und Wetterbeobachtung das Verhältnis mit 1 : 7 an.

## Nutzenskomponenten der Raumfahrt

Man kann die Nutzenskomponenten in kurz- und langfristige Anteile gliedern. **Langfristiger Nutzen** ergibt sich aus der Kosmosforschung für die disziplinären Wissenschaftszweige durch die Akkumulation und spätere Auswertung neuer Erkenntnisse aus Messungen im erdnahen Raum, im tiefen Welt- raum und bei der Durchführung materialwissen- schaftlicher Versuche in der Schwerelosigkeit.

**Kurzfristiger Nutzen** ergibt sich durch den „Technologietransfer“, d. h. durch die interdisziplinäre Nutzung von Verfahren und Methoden der Kosmos- forschung in der industriellen Praxis. Ein praktisches Beispiel ist das in der *Mikroelektronik* angewandte Verfahren des Plasmaätzens von Strukturen auf Siliziumwafern im Submikrometerbereich (grob formuliert: „atomares Sandstrahlen“). Die Erfahrungen der Degradation von Solarzellen im kosmi- schen Plasma und die Schaffung von Ionentrieb- werken waren die Wurzeln für dieses neuartige Verfahren, ohne das man keine Megabitspeicher herstellen könnte.

Der kurzfristige Nutzen läßt sich grob in vier Kate- gorien unterteilen:

### – technologischer Nutzen

neue Ergebnisse, Qualitätsverbesserungen, Ein- satz neuartiger Materialien (Leichtbau), neue Verfahren (Laserschweißen, Mikromechanik, Plasmatechnologie etc.)

### – kommerzieller Nutzen

Gewinn von Ansehen, Zusammenarbeit (national und international), Zugang zu neuen Absatz- märkten

### – verbesserte Organisations- und Leitungsmetho- den

hohe Anforderungen an Qualitätssicherung, Ko- stenreduktion und Termintreue

### – gesteigerte Arbeitsproduktivität

Einsatz von Prozeßsensoren, CAD/CAM sowie CIM-Methoden.

Während die erkundende Kosmosforschung sowohl langfristigen als auch (in geringerem Maße) kurz- fristigen Nutzen ergibt, sind die Nutzenskompo- nenten bei technologisch orientierten Programmen vorwiegend kurzfristiger Natur. So sind ausgereifte Techniken im kosmischen Nachrichtenwesen, der Satellitennavigation oder bei Wettersatelliten ein- gesetzt, sie haben ihre Wurzeln im erdgebundenen Fernmeldewesen und sie wurden in der Entwick- lung für den Kosmos modifiziert. Der Nutzen liegt hier unmittelbar in der Bereitstellung neuer Nach- richtenkanäle, der Sicherung der Schiff- und Luft- fahrt sowie in der Unwetterwarnung. Neben diesen „Erweiterungen irdischer Techniken auf den Kos- mos“ gibt es noch die andere Richtung „Nutzung des Kosmos für neuartige Technologien“. Hier ist als Beispiel die „*Materialwissenschaft im Kosmos bei Mikrogravitation*“ anzuführen. Die Material- wissenschaft wird auf der Erde seit längerer Zeit

als disziplinäre Wissenschaft betrieben, etwa 60 Prozent der Kosten eines Finalproduktes sind Ma- terialkosten, notwendige Sonderwerkstoffe bestim- men oft den Wert eines Finalproduktes in hohem Maße. Es ist daher gegenwärtig von hohem Inter- esse, gezielt die Bedingungen der langfristigen Reduzierung der Schwerkraft durch die Zentrifugal- kraft in einer orbitierenden Außenstation zu nutzen, um damit ein tieferes Verständnis der physikali- schen Prozesse bei der Bildung fester Phasen durch Kristallisation oder Sublimation zu erreichen, aber auch, um schwerkraftabhängige Prozesse in unge- störter Weise untersuchen zu können. Das fördert dann schließlich die bessere Beherrschung irdi- scher Prozesse. Dabei sucht man sich zunächst gut erforschte Modellsubstanzen aus und sichert gleiche Experimentführung auf der Erde und im Kosmos.

Dies geschah z. B. vor 10 Jahren im Versuchspro- gramm „Berolina“ beim Flug von SIGMUND JÄHN. Nach Sicherung eines kontaminationsfreien Trans- ports zur und von der Orbitalstation stellt man mit Hilfe komplexer physikalischer und chemischer Me- thoden Unterschiede in den Materialeigenschaften fest und analysiert deren Ursachen. Danach sind theoretische Schlußfolgerungen zu ziehen.

Bei einigen Prozessen der Materialwissenschaft im Kosmos ist die Anwesenheit des Menschen von Vor- teil, da er in den laufenden Prozeß eingreifen und auch einmal ein Experiment „retten“ kann. Er bringt allerdings eine Restunruhe in die Mikrogravitation ein, die bei manchen Versuchen stört. Hier ist ein „freifliegender materialwissenschaftlicher Sputnik“ vorteilhafter.

## Kosmische Materialwissenschaft

Die kosmische Materialwissenschaft läßt sich grob in drei Gebiete unterteilen: **Werkstoffforschung**, **Flüssigkeitsphysik** und **Biowissenschaften/Pharma- zie**. Zu allen Richtungen sind seit etwa 15 Jahren Untersuchungen auf Raketen (etwa 7 min Schwere- losigkeit), Satelliten und Orbitalstationen durch- geführt worden. Die Ergebnisse können in der Zu- kunft zur Verbesserung der Fertigungs- und Ver- arbeitungstechnologien auf der Erde beitragen, aber auch zur Herstellung bestimmter Medika- mente, die mittels Elektrophorese im Kosmos super- rein hergestellt werden können. Experimente am kritischen Punkt zwischen Flüssigkeit und Gasphase können Aufschluß über die physikalischen Eigen- schaften des fluiden Zustands bringen, die sich auf der Erde experimentell nicht untersuchen lassen.

Ein weiteres interessantes Verfahren für die Mate- rialwissenschaft im Kosmos ist die „*akustische Levitation*“, d. h. eine Halterung der z. B. geschmol- zenen Materialprobe durch stehende akustische Wellen. Bei leitenden Materialien kann man sie ohne Wandkontakt durch elektrische und magne- tische Felder stabil halten, aber bei nichtleitenden Substanzen bleibt nur die akustische Halterung.

Hierzu wird in einer Versuchskammer mit drei gegeneinander rechtwinklig in den Achsen x, y und z angeordneten Druckkammerlautsprechern ein Schallfeld erzeugt, das genau in der Mitte der Versuchskammer einen Schwingungsknoten besitzt. In diesem kann auch schon unter irdischen Bedingungen z. B. ein Wassertropfen „containerlos“ gehalten werden.

Die Entwicklung auf diesem Gebiet ist noch im Fluß, man kann aber in naher Zukunft Ergebnisse bei *Pharmazeutika*, *Halbleitermaterialien* und *neuartigen Legierungen* erwarten, die irdische Anwendung finden können. Auf diesem Gebiet ist gegenwärtig die UdSSR führend, da sie zur Zeit allein über eine langfristig bemannte Außenstation verfügt. Im Rahmen der ESA werden Raketenversuche in den Programmen TEXUS und MAUS durchgeführt, die natürlich hinsichtlich der Versuchsdauer stark limitiert sind.

### Weiterer Nutzen aus der Raumfahrt

Zur weiteren Untersetzung des Nutzens der Raumfahrt können die Versuche zur *Fernerkundung der Erde*, zur *Erweiterung des Spektralbereiches der kosmischen Funkdienste* in den Millimeterwellenbereich und zum *internationalen Rettungssystem COSPAS-SARSAT* angesehen werden. Auf allen diesen Gebieten hat die DDR im Rahmen der Interkosmoskooperation mit eigenen Beiträgen im Rahmen ihrer Möglichkeiten mitgewirkt. Erfahrungen sind an die Volkswirtschaft im Rahmen von „Winterschulen“, Konsultationen und durch Mitwirkung der Spezialisten des kosmischen Gerätebaus an Projekten der Kombinate umgesetzt worden, obwohl sicher auch hier das Erreichte noch nicht das Erreichbare ist.

### Hinweise für den Unterricht

Für den Unterricht ist der Gedanke des „interdisziplinären Zusammenwirkens“ unterschiedlicher Wissenschaftszweige, des „großen Zieles“ zur Motivation der Beteiligten und des Technologietransfers – der Überleitungsproblematik in die produzierenden Bereiche – herauszuarbeiten. Keine heutige Spitzentechnologie kommt ohne geplantes und geordnetes Zusammenwirken interdisziplinär zusammengesetzter Kollektive zur Lösung von Schwerpunktaufgaben aus. Neben dem disziplinären Spezialisten mit großer Tiefe des Wissens kommt dem interdisziplinären Wissenschaftsorganisator und -leiter mit großer Breite des Wissens steigende Bedeutung zu.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. sc. nat. HANS-JOACHIM FISCHER  
AdW der DDR, Zentrum für wissenschaftlichen Gerätebau  
Betriebsteil Rahnsdorf  
Seestraße 82  
Berlin-Rahnsdorf  
DDR - 1166

## Die Supernova 1987 A Ein Jahrhundertereignis der Astronomie

Ein Jahr danach kann mit Gewißheit gesagt werden, daß das Erscheinen einer mit bloßem Auge sichtbaren Supernova, worauf die Astronomen seit 1604 warteten, zur Lösung vieler astrophysikalischer Probleme beigetragen hat. Gleichzeitig jedoch wurden viele neue Fragen aufgeworfen, denn SN 1987A ist ein in vieler Hinsicht ungewöhnliches Objekt. Man kann deshalb erwarten, daß mit der weiteren Beobachtung der Supernova in Zukunft wesentliche Erkenntnisse folgen werden.

### Historisches

Vor einer kurzen Schilderung der wichtigsten Beobachtungen soll der Kenntnisstand resümiert werden, wie er vor dem Aufleuchten von SN 1987A war. Obwohl die erste historische Überlieferung einer Supernovabeobachtung aus chinesischen Quellen des Jahres 532 v. u. Z. stammt, hält man nur vier für wirklich zuverlässig, darunter die von 1054, in deren Folge der Krebsnebel und der dort befindliche Pulsar als Überrest der Supernova entstanden, die Supernova von 1572, die von TYCHO BRAHE beobachtet wurde, und die schon erwähnte aus dem Jahre 1604, die von JOHANNES KEPLER verfolgt wurde. Bei diesen Ereignissen handelt es sich um Supernovae unseres Milchstraßensystems, wogegen die erste extragalaktische Supernova 1885 im Andromedanebel entdeckt wurde. Seither sind mehr als 600 Supernovae in anderen Galaxien beobachtet worden, aber keine war so nahe wie SN 1987A in der Großen Magellanschen Wolke (GMW).

FRITZ ZWICKY und WALTER BAADE veröffentlichten 1934 eine Analyse der SN 1885, bei der sich ergab, daß die freigesetzte Energie ausreichen würde, einen Stern zu zerreißen. Achtzehn Monate später, nachdem JAMES CHADWICK das Neutron entdeckt hatte, sagten beide voraus, daß „eine Supernova den Übergang eines gewöhnlichen Sterns zu einem Neutronenstern darstellt“. Diese Hypothese hat sich 1967 mit der Entdeckung des Pulsars im Krebsnebel glänzend bestätigt.

### Bisherige Klassifikation der Supernovae

Bis vor wenigen Jahren konnte die insbesondere auf optischer Spektroskopie beruhende Klassifikation der Supernovae in zwei Typen aufrechterhalten werden. Als Supernova vom **Typ II** bezeichnet man solche, bei denen die optischen Spektren durch Wasserstofflinien der Balmer-Serie geprägt sind; im Gegensatz dazu fehlen diese in den Spektren

der Typ I-Supernovae. Es gelang noch nicht, die in diesen Spektren auftretenden breiten Banden zu identifizieren. Die Supernovae vom Typ II beobachtet man in Galaxien, in denen eine starke Sternentstehung vermutet wird. Die Leuchtkraft kann um einen Faktor 30 von Objekt zu Objekt differieren. Die Expansionsgeschwindigkeit der bei der Explosion abgestoßenen Hülle liegt bei etwa  $5000 \text{ km s}^{-1}$ , und wenige Monate nach dem optischen Aufleuchten läßt sich eine starke Radiostrahlung bei Wellenlängen von einigen Zentimetern nachweisen.

Im Gegensatz dazu wurden Supernovae vom Typ I in allen Galaxienarten beobachtet. Die Leuchtkraft ist nahezu bei allen Objekten dieses Typs gleich. Nach dem Maximum sinkt die Leuchtkraft nach jeweils 55 Tagen auf die Hälfte ab. Die auftretenden Expansionsgeschwindigkeiten sind viermal so hoch wie beim Typ II. Radiostrahlung ist nicht nachweisbar.

Man geht davon aus, daß es sich bei Typ II-Supernovae um massereiche Sterne handelt, in denen als Folge des Aufbrauchens der Kernfusionvorräte ein Kollaps des Kerns stattfindet, der eine Explosion des Sterns auslöst. Beim nur Zehntelsekunden dauernden Kollaps des Kerns eines massereichen Sterns, so legen Modellrechnungen nahe, werden innerhalb von etwa zwei Sekunden eine große Menge Elektronen-Neutrinos emittiert. Diese Neutrinos führen etwa 90 Prozent der freiwerdenden Energie (etwa  $10^{46} \text{ J}$ ) ab. Gleichzeitig wird eine Stoßwelle ausgelöst, die zunächst nach innen läuft und dann nach außen reflektiert wird. Diese führt zur Aufheizung und zum Wegschleudern der Sternatmosphäre, was eine Zunahme der Leuchtkraft auf das  $10^9$ - bis  $10^{11}$ -fache bewirkt. Die Zeitspanne zwischen dem Neutrinoimpuls und dem Aufleuchten ist vom Radius des Sterns abhängig. Unmittelbar danach strahlt die Photosphäre wie ein Schwarzer Körper, d. h. sie emittiert ausschließlich ein kontinuierliches Spektrum.

Als Ursache für Supernovae vom Typ I werden thermonukleare Explosionen in einem engen Doppelsternsystem angesehen, bei dem eine Komponente, ein Weißer Zwerg, solange Materie aufammelt, bis der Druck des entarteten Elektronengases nicht mehr ausreicht, diesen Stern zu stabilisieren. Obwohl nach wie vor die spektroskopische Unterscheidung der beiden Typen aufrechterhalten werden kann, gab es in den letzten Jahren einige Supernovae, die nicht in das klassische Schema paßten. Bei zwei Supernovae vom Typ I beobachtete man gegenüber den gewöhnlichen Supernovae dieses Typs eine fünffach höhere Leuchtkraft sowie Radiostrahlung. Nahezu gleichzeitig wurde man auf Unterschiede in den Lichtkurven von Supernovae des Typs II aufmerksam, die eine Gliederung in zwei Untergruppen rechtfertigen. In diese Situation hinein platzte die Supernova 1987A.

### Zur Entwicklung der Supernova 1987A

Am 23. Februar 1987 wurden um 3 h 52 min fünf Neutrinoimpulse mit Energien von etwa 9 MeV während eines Zeitraums von sieben Sekunden am Mont-Blanc-Detektor registriert. Nur 1,4 Sekunden vorher, so fanden Wissenschaftler am Gravitationswellenexperiment in Rom später anhand ihrer Aufzeichnungen, hat eine Gravitationswellenantenne ein Signal nachgewiesen, das mit 3 Prozent Wahrscheinlichkeit zufällig verursacht sein kann. Leider war zum Zeitpunkt des Ereignisses der wesentlich empfindlichere heliumgekühlte Detektor abgeschaltet.

Um 8 h 35 min wies der Kamiokande-II-Neutrino-detektor ein Signal nach. Es traten innerhalb von 13 Sekunden 12 Impulse im Energiebereich zwischen 10 und 35 MeV auf. Die japanischen Wissenschaftler hatten dabei Glück, denn erst kurz vorher wurde eine Eichmessung abgeschlossen. Allerdings führte ein Stromausfall am 25. Februar dazu, daß der Zeitpunkt des Ereignisses nur mit einer Genauigkeit von einer Minute bestimmt werden konnte. Auch die Wissenschaftler am IMB-Detektor konnten zur selben Zeit innerhalb von 6 Sekunden 8 Neutrinoereignisse im Energiebereich von 20 bis 40 MeV beobachten. Der IMB-Detektor war ursprünglich zum Nachweis des Protonenzerfalls konzipiert. Er verfügt über 2048 SEVs, die die in 5000 Tonnen Wasser infolge von Neutrinoeinfang entstehende Tscherenkow-Strahlung registrieren. Trotz eines Ausfalls von 512 SEVs gelang es, die Ereignisse zu rekonstruieren. Der Nachweis eines Neutrinosignals gelang ebenfalls sowjetischen Forschern mit dem im Baksan-Stollen (Kaukasus) befindlichen Detektor. Es handelte sich um fünf Impulse mit Energien von mehr als 10 MeV, die innerhalb von 9 Sekunden, jedoch 25 Sekunden nach dem IMB-Ereignis, beobachtet wurden.

Am Siding Spring Observatorium in Australien unternahm R. H. MC NAUGHT um 11 h 38 min Aufnahmen der GMW mit Hilfe einer Schmidt-Kamera. Im Abstand von drei Minuten wurden zwei Bilder angefertigt, auf denen das Objekt eine Helligkeit von  $6^m$  besaß (was allerdings von den Beobachtern erst am nächsten Tag bemerkt wurde).

Am 25. Februar startete um 2 h 26 min I. SHELTON am Las-Campanas-Observatorium die dreistündige Belichtung einer Aufnahme der GMW mit dem 25-cm-Astrographen. Kurz nach 6 h 30 min entdeckte er bei der Entwicklung der Photoplatte die Supernova. Sie besaß eine Helligkeit von ungefähr  $5^m$  und befindet sich etwa  $18'$  westlich und  $30'$  südlich von 30 Doradus, einem Sternentstehungsgebiet der GMW. Unverzüglich wurde das IAU-Telegrammbüro über die Entdeckung informiert.

### Zum Nachweis der Supernovaexplosion mittels Neutrinodetektoren

Der Nachweis der Supernovaexplosion mit Hilfe der Neutrinodetektoren stellt praktisch die Geburt

eines neuen Zweiges der beobachtenden Astronomie dar. Ging man bisher davon aus, nur solare Neutrinos zu beobachten, so ist nun klar, daß die bereits bestehenden Detektoren galaktische Supernovae nachweisen werden, deren direkte optische Beobachtung durch den Staub in der Milchstraßenebene verhindert wird. *Von wesentlichem Interesse ist das Problem der Neutrino Ruhemasse, über die seit einigen Jahren diskutiert wird.* Abschätzungen über die Masse der Neutrinos lassen sich aus der Dauer des beobachteten Neutrinosignals und den Energien der Teilchen ableiten. Besäßen Neutrinos keine Ruhemasse, so würden sie sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. In diesem Fall sollte man erwarten, daß die Zeitdauer des beobachteten Neutrinosignals die erwähnten zwei Sekunden nicht wesentlich übersteigt. Dies steht jedoch im Widerspruch zu den Beobachtungen. Aus den gemessenen Zeitspannen der Neutrinosignale und unter Berücksichtigung einer Entfernung von 52 kpc der GMW reichen die publizierten Werte der Masse des Elektron-Neutrinos von 3 bis 25 eV/c<sup>2</sup>. Mittlerweile ist die Anzahl der dazu erschienenen Arbeiten weitaus größer als die der beobachteten Neutrinos. Die weitere Diskussion wird zu einem zuverlässigerem Wert führen, der, falls er 15 eV/c<sup>2</sup> übersteigt, bei Gültigkeit des kosmologischen Standardmodells einen geschlossenen Kosmos nahelegt.

Erhebliche Diskrepanzen gibt es jedoch zwischen den verschiedenen Beobachtergruppen hinsichtlich der Frage, welches Neutrinosignal mit dem Kernkollaps verbunden ist. Einige US-amerikanische Wissenschaftler weisen das mit dem Mont-Blanc-Detektor registrierte Signal als zufällige Schwankung über dem Mittelwert des Rauschens zurück und plädieren dafür, daß das zweite Neutrinosignal mit der Auslösung des Supernovaereignisses verbunden ist. Nach ersten Modellrechnungen, die davon ausgehen, daß es sich bei dem Vorgänger der Supernova um den Stern Sanduleak -69°202 (V = 12<sup>m</sup> 24, Spektraltyp B3 I) handelt, erscheint es jedoch problematisch, das zweite Neutrinosignal mit der Auslösung der Explosion in Verbindung zu bringen, da bereits drei Stunden später die Supernova eine Helligkeit von 6<sup>m</sup> aufwies. Diese Helligkeit läßt vermuten, daß zu dieser Zeit die Photosphäre bereits einen Radius von etwa 700 R<sub>☉</sub> besaß. Um dies in nur drei Stunden zu erreichen, muß die Expansionsgeschwindigkeit etwa 50 000 kms<sup>-1</sup> betragen haben. Die ersten optischen Spektren ergaben jedoch nur Werte von etwa 20 000 kms<sup>-1</sup>.

Offen ist noch die Frage, warum der erste Neutrinoimpuls nicht auch vom Kamiokande-Detektor registriert wurde, der im Gegensatz zu den anderen den Energiebereich des Mont-Blanc-Detektors mit überdeckt.

Wenn das erste Neutrinosignal mit dem Kernkollaps verbunden ist, wodurch wurde dann das zweite Signal ausgelöst? Theoretische Betrachtungen le-

gen nahe, daß im Endstadium von Sternen, die auf der Hauptreihe Massen von mehr als 25 M<sub>☉</sub> hatten, Proto-Neutronensterne mit mehr als zwei Sonnenmassen gebildet werden. Die Masse dieser Proto-Neutronensterne übersteigt jedoch die Masse, bei der ein Neutronenstern noch stabil ist. Ein derartiges Objekt muß weiter kollabieren und wird schließlich ein Schwarzes Loch. Die thermische Energie, die den Proto-Neutronenstern zeitweilig stabilisiert, wird durch Neutrinos abgestrahlt. Die Zeitskala des Übergangs des Proto-Neutronensterns zum Schwarzen Loch kann im konkreten Fall zu mindestens zwei Stunden abgeschätzt werden. Viereinhalb Stunden nach dem ersten Neutrinosignal wurde das zweite beobachtet. Ob diese Interpretation tatsächlich zutrifft, müssen weitere Beobachtungen, insbesondere die eines vorhandenen oder fehlenden Pulsars, zeigen. Bis Ende November konnte mit dem HEXE-Instrument an Bord des Quant-Moduls der Mir-Station nicht eindeutig unterschieden werden, ob die beobachtete harte Röntgenstrahlung durch Streuung der beim radioaktiven Zerfall entstehenden Gamma-Strahlung oder durch einen Pulsar verursacht wird.

#### Zur Klassifikation der Supernova 1987A

Mit der Expansion der Hülle war eine Abkühlung verbunden, wobei sich die spektrale Energieverteilung zu längeren Wellenlängen verschiebt. Gleichzeitig nahm die Tiefe des Gebietes, aus dem Photonen ausgestrahlt werden, zu, und die chemische Zusammensetzung wurde somit für die Opazität bei verschiedenen Wellenlängen wichtig. Es traten Spektrallinien mit P-Cygni-Profil auf. Dieses Profil besteht aus einer breiten Emissionslinie, deren kurzwelliger Seite eine schmale Absorptionskomponente überlagert ist. Dies traf vor allem auf die Balmer-Serie des Wasserstoffs zu (später auch im nahen IR-Bereich bei Übergängen der Paschen-, Brackett- und Pfund-Serie beobachtet). Anhand der ersten Spektren wurde SN 1987A als Supernova vom Typ II klassifiziert.

Die photometrischen Daten machten deutlich, daß SN 1987A mit M<sub>B</sub> = -14,1 gegenüber einer normalen Supernova vom Typ II (M<sub>B</sub> = -17,6) eine zu geringe Leuchtkraft zeigte. Die optische Helligkeit von SN 1987A fiel eine Woche nach der Explosion etwas ab, um dann nahezu 80 Tage lang anzusteigen. Nach dem 20. Mai erfolgte eine Helligkeitsabnahme (s. Abb. 1). Damit entsprach die Lichtkurve der einer bisher einzigartigen Supernova (SN 1961V), für die ZWICKY extra die Typbezeichnung III einführt. Des weiteren verlief die spektrale Entwicklung von SN 1987A rascher, als dies bei bisherigen Supernovae beobachtet wurde. Obwohl die Supernova in der Nähe eines aktiven Sternentstehungsgebietes auftrat, erwies sich die auftretende Radiostrahlung tausendmal schwächer als erwartet.

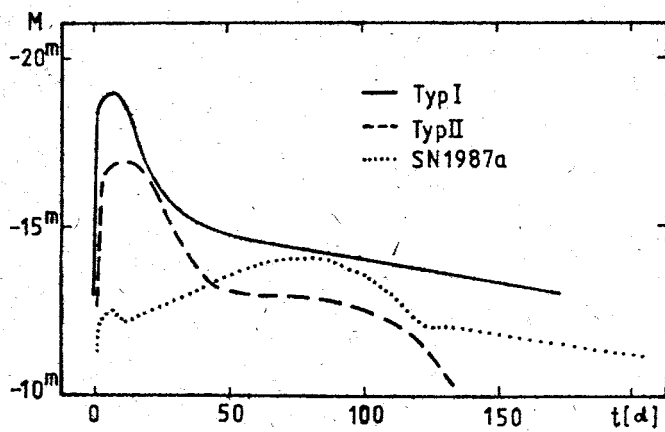


Bild 1: Lichtkurven der Supernovae vom Typ I und II im Vergleich zu der Lichtkurve der Supernova 1987A.

Bereits wenige Wochen nach der Explosion entsprach das Spektrum im Bereich von 115 nm bis 160 nm wieder dem eines B-Überriesen und man schlußfolgerte zunächst daraus, daß im Ultraviolett der Stern Sk-69°202 wieder zu beobachten sei und demzufolge nicht der Vorgänger von SN 1987A sein könne. Besonderes Interesse fand deshalb das Archivmaterial, von dem man sich Anhaltspunkte über den Vorgänger der Supernova erhoffte. Sehr schnell wurde deutlich, daß es sich bei dem Stern Sanduleak -69°202 zumindest um einen Doppeltstern mit einer zweiten Komponente in etwa 3" Abstand bei einem Positionswinkel von 310° handelte. Schließlich gelang es sogar, durch Bildverarbeitung von Archivplatten einen dritten Stern in 1,4" Abstand bei einem Positionswinkel von 110° nachzuweisen. Daraufhin wurden die UV-Daten er-

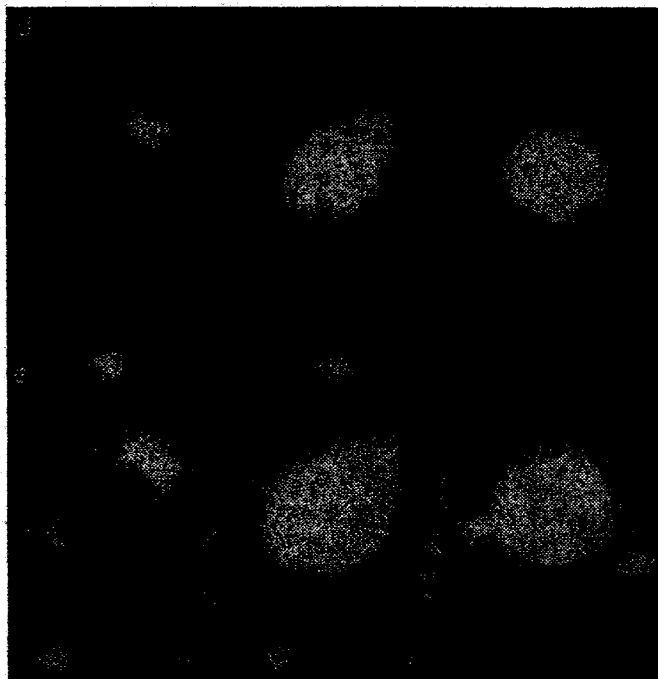


Bild 2: Bildverarbeitung des Vorgängers der Supernova Sk -69°202 unter Verwendung von Bildern des Sterns Sk -69°203 (rechte Spalte). Für zwei Aufnahmen unterschiedlicher Belichtungsdauer (30 Minuten - oben, 90 Minuten - unten) ist jeweils links die Differenz der Bilder von Sk -69°202 (Mitte) und des sich unweit davon befindenden gleichhellen Sterns zu sehen.

neut analysiert und man fand eine sehr gute Anpassung der Sternspektren durch zwei Punktquellen in einem Abstand von 4,13" mit einem Positionswinkel von 152°. Daraus ist zu schlußfolgern, daß tatsächlich Sk -69°202 der Vorgänger der Supernova war, wofür auch die hervorragende Übereinstimmung der Koordinaten spricht, deren Differenzen  $\Delta\alpha = 0,05 \pm 0,06$  und  $\Delta\delta = 0,09 \pm 0,09$  betragen.

Die Existenz eines möglichen vierten Sterns als Kandidat für den Supernova-Vorgänger, insbesondere eines M-Sterns der Leuchtkraftklasse I-III, gilt aufgrund der Farbenindizes als unwahrscheinlich. Ebenso ergab die Auswertung des Archivmaterials, darunter auch 200 Platten der Sonneberger Plattensammlung, im Rahmen der photometrischen Meßgenauigkeit noch keinen Hinweis auf einen Lichtwechsel, der durch einen Begleiter verursacht sein könnte. Die Unterschiede zwischen SN 1987A und gewöhnlichen Supernovae vom Typ II sind wahrscheinlich auf die geringe Metallhäufigkeit der GMW zurückzuführen. Bislang war man der Meinung, daß B-Überriesen, im Gegensatz zu M-Riesen und Überriesen, keine Vorgänger von Supernovae seien. In jüngster Zeit wurde jedoch gezeigt, daß sich metallarme B-Sterne vor Beginn des Kohlenstoff-Brennens nicht zu M-Überriesen entwickeln können. Vollzieht sich, ausgelöst durch eine hydrodynamische Instabilität, der Kernkollaps eines B-Sterns, so werden in der im Vergleich zu einem M-Stern dichteren Hülle mehr Photonen absorbiert. Damit erreicht die Supernova zwar nicht die Helligkeit wie im Fall der Explosion eines M-Sterns, kann jedoch mehr Energie in kinetische Energie der Expansion umsetzen.

### Zu Beobachtungsergebnissen der Speckle-Interferometrie

Wegen der raschen Expansion der Hülle begann man bald mit Beobachtungen durch Speckle-Interferometrie, die das Erreichen der beugungsbegrenzten Auflösung eines Teleskops erlaubt. Fünf Wochen nach dem Ereignis wurde im Abstand von etwa 60 Millibogensekunden ein Objekt nachgewiesen, das nur drei Größenklassen schwächer war als die Supernova zu diesem Zeitpunkt. Diese Lichtquelle konnte drei Monate beobachtet werden und bildete die Ursache vieler Spekulationen. Sie mußte durch die Supernova verursacht sein, denn sonst wäre sie mit Abstand das hellste Objekt der GMW. Man vermutet, daß der Anlaß zu dieser Beobachtung in der Wechselwirkung der energiereichen Röntgen- und UV-Strahlung der Supernova, die ja zeitlich zuerst emittiert wurde, mit einer nahegelegenen dichten interstellaren Wolke besteht. Die durch die Strahlung in der Wolke hervorgerufenen Ionisationsprozesse waren von Rekombinationsvorgängen gefolgt, wobei die dabei ausgesandten energieärmeren Photonen die optische Erschei-

nung verursachten. Aus den Beobachtungen schlußfolgerte man auf eine Entfernung der Wolke zur Supernova von etwa 4000 AE. Trifft diese Interpretation zu, so ist damit zu rechnen, daß nach etwa einem Jahr die Stoßwelle der Supernovaexplosion die Wolke erreicht und dann eine starke Röntgenstrahlung auslösen wird.

### Spektroskopische Untersuchungen

Die Helligkeit der Supernova gestattete es erstmalig, hochauflösende Spektroskopie mit einem guten Signal/Rausch-Verhältnis in Richtung auf die GMW durchzuführen. Die daraus zu gewinnenden Erkenntnisse betreffen vor allem das Problem der Existenz, Struktur und Zusammensetzung von gasförmigen Halos um das Milchstraßensystem bzw. die GMW und die Fragen des Aufbaus der GMW und der Natur der dortigen interstellaren Materie. Die im Ultraviolett erhaltenen Spektren zeigen eine Vielzahl schmaler Absorptionslinien von Ionen unterschiedlicher Ionisationszustände (Mg I bis Si IV), wobei alle Linien eine Anzahl von Komponenten besitzen, die den gesamten Geschwindigkeitsbereich vom galaktischen Vordergrund bis zur Radialgeschwindigkeit der GMW von  $260 \text{ km s}^{-1}$  überstreichen. Die optischen Spektren sind vor allem durch Ca II-Absorptionslinien gekennzeichnet. Die Tatsache, daß keine Absorptionslinien mit höheren Radialgeschwindigkeiten als die der GMW nachweisbar sind, belegt den Aufenthalt der Supernova in der GMW eindeutig.

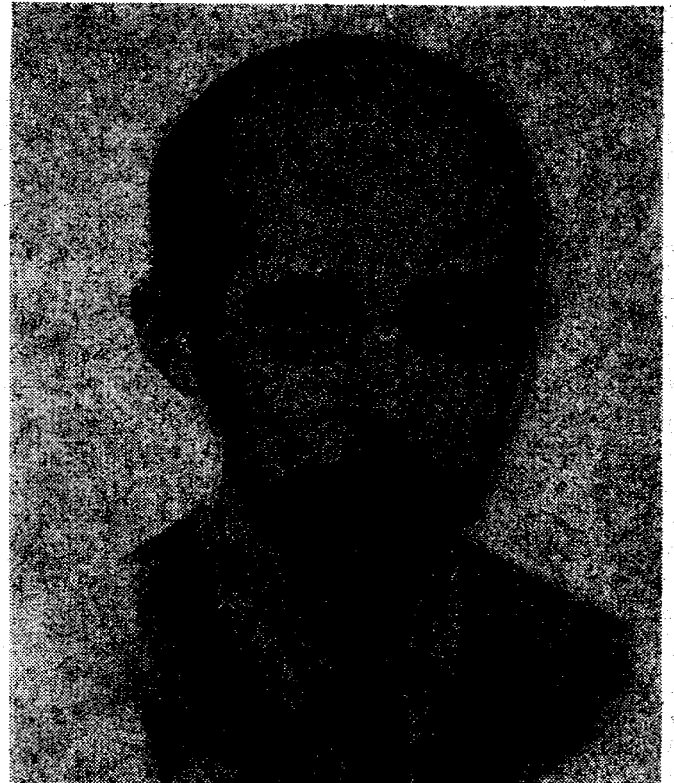
### Schlußbemerkungen

Die hier in Kürze dargestellten wichtigsten Beobachtungen gaben Anlaß, erste Modelle der Entwicklung des Vorgängers der Supernova sowie der Expansion und der Strahlung der Hülle zu berechnen. Aus dem Vergleich der mit hohem numerischen Aufwand durchgeführten Rechnungen mit den Meßdaten werden weitere astrophysikalische Aussagen über die Natur von SN 1987A folgen. Aber auch auf der Seite der Beobachtungen bestehen weitere vielversprechende Aussichten. So erwartet man, daß spätestens ein Jahr nach dem Ereignis die Hülle für die Gammastrahlung, die beim Zerfall des radioaktiven Kobalts in Eisen auftritt, durchlässig wird. Der Nachweis dieser Gammastrahlung wäre die direkte Bestätigung der Theorie der stellaren Energiefreisetzung durch Kernfusion.

Anschrift des Verfassers:

**Dr. BRINGFRIED STECKLUM**  
 Universitäts-Sternwarte  
 Schillergäßchen 2  
 Jena  
 DDR - 6900

## Alexander Friedmann – Zum 100. Geburtstag



Am 17. Juni 1988 jährt sich zum 100. Mal der Geburtstag von ALEXANDER ALEXANDROVITSCH FRIEDMANN, eines bedeutenden Naturforschers unseres Jahrhunderts. FRIEDMANN war in seinen nur siebenunddreißig Lebensjahren auf den verschiedensten Gebieten der Naturwissenschaften bahnbrechend tätig, von besonderer Bedeutung war aber sein Beitrag zur Entwicklung der modernen Kosmologie. Er fand nichtstationäre kosmologische Lösungen der EINSTEINschen Gravitationsgleichungen und sagte auf ihrer Grundlage die Expansion des Weltalls voraus. Dieses kosmologische Modell, das zunächst durch die als Hubble-Expansion bezeichnete kosmologische Rotverschiebung des Lichtes der Galaxien, vor allem aber nach der Entdeckung der 3K-Hintergrundstrahlung glänzende Beobachtungsstützen erhielt, ist als Standardmodell der Kosmologie fester Bestandteil unseres naturwissenschaftlichen Weltbildes geworden (s. (1) und (2)). Die Beiträge FRIEDMANNs zur theoretischen Kosmologie sind sowohl von ihrer wissenschaftlichen Tragweite als auch durch die Umstände ihrer Entstehung wissenschaftliche Leistungen, die nicht hoch genug eingeschätzt werden können und ihrem Schöpfer einen unübersehbaren Platz in der Wissenschaftsgeschichte eingetragen haben.

## Bewegte Zeiten

A. A. FRIEDMANN wurde am 17. Juni 1888 in Petersburg in der Familie eines Musikers und Komponisten geboren. Der junge ALEXANDER interessierte sich mehr für Mathematik und Naturwissenschaften als für Musik. Als Gymnasiast verfaßte er bereits erste Arbeiten zur Zahlentheorie (gemeinsam mit seinem Klassenkameraden J. D. TAMARKIN), die in renommierten Zeitschriften erschienen und lobende Begutachtung durch DAVID HILBERT erfuhren. Von 1906 bis 1910 studierte er als Schüler von V. A. STEKLOV am Lehrstuhl für reine und angewandte Mathematik der Universität und verblieb nach glänzendem Abschluß an der Fakultät zur Vorbereitung auf die Hochschullehrerlaufbahn. Verschiedene Petrograder Hochschulen erteilten ihm Lehraufträge.

Im Jahre 1913 erhielt der junge Wissenschaftler eine Anstellung als Physiker am Aerologischen Observatorium in Pawlowsk. Bis dahin hatte er schon Arbeiten zur Hydrodynamik und Aerodynamik verfaßt und arbeitete sich nun schnell in die theoretische und praktische Meteorologie ein. Zur Weiterbildung delegierte man FRIEDMANN 1914 nach Leipzig zu dem damals führenden Meteorologen V. BJERKNES. Der Beginn des ersten Weltkrieges unterbrach diese Entwicklung. Unmittelbar nach seiner Rückkehr aus Leipzig zog FRIEDMANN in den Krieg gegen Deutschland. Er wurde bei den sich gerade entwickelnden Fliegerkräften als Wetterbeobachter und bei Bombenzielwürfen eingesetzt. Selbst diese Zeit nutzte er zur wissenschaftlichen Arbeit und weiteren Profilierung. So wurde FRIEDMANN u. a. ein führender Spezialist für Flugnavigation und technische Fluggeräte. Schließlich wurde er im Jahre 1917 sogar Direktor des von ihm mit konzipierten Werkes für Flugzeugzubehör „Aviapribor“ in Moskau. Oktoberrevolution und Kriegsende beendeten diese Tätigkeit.

Unter der Sowjetmacht erhielt A. A. FRIEDMANN eine Menge wechselnder Aufgaben, die er mit dem ihm eigenen Arbeitseifer erfüllte. Seine Laufbahn wurde ein Spiegel der unruhigen Zeit. Hier nur einige Stationen: Professor für Theoretische Mechanik an der Universität Perm, Lehraufträge an Petrograder Hochschulen, Studienaufenthalte in Deutschland und Norwegen, im Jahre 1925 dann Direktor des Geophysikalischen Hauptobservatoriums in Pawlowsk.

Bei allen administrativen Funktionen fand FRIEDMANN Zeit für tiefgründige wissenschaftliche Arbeit. Er profilierte sich zum führenden Meteorologen des jungen Sowjetstaates, der die gesamte Skala von der Theorie bis zur praktischen Anwendung beherrschte. Ein lebensgefährliches Experiment war ein Forschungs-Ballonaufstieg in die Rekordhöhe von 7400 Meter zusammen mit einem Ballonpiloten im Jahre 1925.

## Der Kosmos ist nicht stationär

Die wissenschaftlichen Interessen FRIEDMANNs erstreckten sich auf viele Gebiete der Mathematik, der Physik und ihrer Anwendungen. So war FRIEDMANN einer der ersten in der Sowjetunion, der die Relativitätstheorie EINSTEINS verbreitete, besonders die noch recht neue Allgemeine Relativitätstheorie. Gemeinsam mit V. K. FREDERIKS trug er durch Vorlesungen und ein Buch zu ihrer Verbreitung unter seinen Schülern bei, zu denen u. a. auch VLADIMIR FOCK gehörte. Mehr noch, die auf der Relativitätstheorie aufbauenden eigenen Arbeiten FRIEDMANNs zur Kosmologie erwiesen sich als fundamental. Seine berühmten Artikel „Über die Krümmung des Raumes“ und „Über die Möglichkeit einer Welt mit konstanter negativer Krümmung des Raumes“ erschienen 1922 bzw. 1924 in deutscher Sprache in der „Zeitschrift für Physik“.

ALBERT EINSTEIN erkannte als erster die Möglichkeit und die Notwendigkeit, Kosmologie im Rahmen der Allgemeinen Relativitätstheorie zu betreiben. Bereits 1917 erschien seine erste kosmologische Arbeit. Der seinerzeit vorherrschenden Denkweise gemäß suchte er nach einem statischen, d. h. zeitunabhängigen, Modell. Er betrachtete „ein nach seinen räumlichen Erstreckungen geschlossenes Kontinuum“ mit konstanter Massendichte. EINSTEIN stellte fest, daß seine ursprünglichen Gleichungen keine statische Lösung gestatten und fügte eigens deshalb einen sogenannten kosmologischen Term hinzu (vgl. (2)). Dieser beschreibt eine Abstoßungskraft, die der gravitativen Anziehung die Waage halten kann. Die Krümmung des dreidimensionalen Raumes ist im Einstein-Universum konstant. Die Idee der konstanten Krümmung ist auch in dem Modell von W. DE SITTER durchgeführt, das ebenfalls 1917 publiziert wurde. Hier ist die Krümmung des vierdimensionalen Raumes konstant. DE SITTER nimmt an, daß die mittlere Massendichte aufgrund ihrer Kleinheit vernachlässigt werden kann, und er benötigt ebenfalls den kosmologischen Term. Sein Modell kann qualitativ die Rotverschiebung der Spektrallinien ferner Galaxien durch eine Expansion des dreidimensionalen Raumes erklären. Die Rotverschiebung der Galaxien wurde nach den ersten Beobachtungen von V. M. SLIPHER ab 1912 bekannt. Man bemerkte auch, daß die Verschiebung mit dem Abstand der Objekte systematisch zunahm und versuchte, die Rotverschiebung über den Dopplereffekt mit einer Radialgeschwindigkeit in Verbindung zu bringen. Erste Bemerkungen zu einer solchen Deutung finden sich bereits bei DE SITTER 1917. Das berühmte Buch von HERMANN WEYL „Raum – Zeit – Materie“ enthält in seiner fünften Auflage, die 1922 erschien, sogar einen Anhang „Rotverschiebung und Kosmologie“. Wegen der wenigen astronomischen Beobachtungen hatten diese Vorstellungen jedoch nur hypothetischen Charakter und waren durchaus nicht all-



gemein anerkannt. Außerdem ist anzunehmen, daß A. A. FRIEDMANN in Petrograd während der Interventionskriege weitgehend von der wissenschaftlichen Information abgeschnitten war und deshalb die aktuelle Diskussion nicht voll verfolgen konnte. Um so höher ist die Tatsache zu bewerten, daß er erstmals einen richtigen phänomenologischen Ansatz für die Materie fand, der als Lösung der Feldgleichungen ein Expansionsmodell, d. h. einen sich entwickelnden Kosmos, lieferte. Die physikalische Materie (als Sterne und Galaxien gedacht) nahm er als „staubförmig“ (d. h. ohne Druck) und als homogen und isotrop im Raum verteilt an. Die kosmologische Konstante hat bei FRIEDMANN einen beliebigen Wert, sie ist nicht notwendig.

### Späte Anerkennung

Diese Ergebnisse fanden damals schwer Aufnahme. Sogar EINSTEIN hielt sie für die Folge eines Rechenfehlers. Bald korrigierte er sich aber und würdigte die Leistung FRIEDMANNs. Die FRIEDMANN-Modelle wurden ab 1927 durch den belgischen Jesuitenpriester und Physiker GEORGES LEMAITRE wiederentdeckt. Er erweiterte sie auf den Fall einer „idealen Flüssigkeit“, d. h. er bezog den Druck mit ein. Auch bemühte er sich um eine physikalische Interpretation der durch Rückrechnung erhaltenen Frühphase der Expansion. Da LEMAITRE zwar die Arbeiten FRIEDMANNs teilweise zitierte, aber in seinen Texten nicht auf sie einging, berief sich die weitere Entwicklung der Kosmologie vorwiegend auf LEMAITRE. FRIEDMANNs Beitrag wurde über viele Jahre nur wenig beachtet. Heute findet man in der Literatur oft die Bezeichnung FLRW-Modelle (FRIEDMANN – LEMAITRE – ROBERTSON – WALKER), wobei auch die Beiträge von ROBERTSON und WALKER aus den dreißiger Jahren gewürdigt werden.

Eine glänzende astronomische Bestätigung fanden die Arbeiten FRIEDMANNs durch die Beobachtungen E. HUBBLES, der ab 1922 den Zusammenhang von Rotverschiebung und Entfernung von Galaxien systematisch untersuchte. Dabei war die Hypothese von der homogenen Verteilung der Galaxien (ab einer bestimmten Entfernung), die auch Grundlage der FRIEDMANN-Modelle ist, eine der Ausgangspositionen HUBBLES (vgl. (3)). Die Deutung der Rotverschiebung als Dopplerverschiebung infolge Radialgeschwindigkeit der Galaxien war mit dieser Hypothese nur vereinbar, wenn ein linearer Zusammenhang zwischen Entfernung und Geschwindigkeit bestand. Dies konnte HUBBLE 1929 zeigen (HUBBLE-Gesetz).

FRIEDMANN erlebte die astronomische Bestätigung und allgemeine Anerkennung seines Modells des expandierenden Weltalls leider nicht mehr. Er starb am 16. September 1925 in Leningrad nach kurzem Krankenzustand an Typhus. In einem Nachruf der Zeitschrift „Nature“ würdigt die Fachwelt FRIEDMANN als „einen Mann von außerordentlichen mathema-

tischen Fähigkeiten; er zwang sich bewußt zu experimenteller Arbeit, um seine Resultate zu überprüfen. Er widmete sich ganz der Wissenschaft, arbeitete selbst hart und forderte harte Arbeit von seinen Kollegen.“

Die Sowjetregierung ehrte den Wissenschaftler im Jahre 1931 postum mit dem Leninpreis. Leben und Werk A. A. FRIEDMANNs wurden durch die Herausgabe seiner „Ausgewählten Werke“ (1966) zugänglich gemacht. Das Jubiläumsjahr wird weitere Würdigungen mit neuem biographischen Material bringen.

### Literatur:

- (1) BLEYER, U.: **Die expandierende Metagalaxis.** In: *Astronomie in der Schule* 25 (1988) 1.
- (2) BLEYER, U.: **Die Frühphase der Metagalaxis.** In: *Astronomie in der Schule* 25 (1988) 2.
- (3) BLEYER, U.: **Was ist die Metagalaxis?** In: *Astronomie in der Schule* 23 (1986) 3.

Anschrift der Verfasser:

**Dr. ULRICH BLEYER**

Einstein-Laboratorium der AdW der DDR

Potsdam

DDR - 1500

**Dr. sc. RAINER SCHIMMING**

Sektion Mathematik

Ernst-Moritz-Arndt-Universität

Greifswald

DDR - 2200

Klaus Lindner

## Astronomische Daten für das Schuljahr 1988/89

Das erste Jahr der Arbeit mit dem neuen Lehrplan Astronomie geht seinem Ende entgegen. Im Schuljahr 1988/89 wird es nicht mehr der „neue“ Lehrplan sein; die Umsetzung des Planes in die pädagogische Alltagsarbeit wird dann auf der Grundlage eines schon erprobten methodischen Konzeptes vor sich gehen. Zu dieser Arbeit gehören auch die schulastronomischen Beobachtungen, für deren Planung der folgende Beitrag wiederum Datenmaterial bereitstellt. Das betrifft sowohl die Beobachtungen im Klassenverband als auch differenzierte häusliche Beobachtungsaufgaben. Wie in den vergangenen Schuljahren ist das Material aber auch zur Aktualisierung des obligatorischen und fakultativen Astronomieunterrichtes geeignet.

Alle nicht eingeklammerten Zeitangaben sind Mitteleuropäische Zeit, Zeitangaben in Klammern sind Sommerzeit. Alle Daten sind streng für Berlin berechnet, gelten jedoch in guter Näherung für das gesamte Territorium der DDR.

### 1. Sternbilder

Während des gesamten Schuljahres befindet sich der helle Planet Jupiter im Bereich des Sternbildes

Stier. Das kann zu Schwierigkeiten bei der Identifizierung des Sternbildes führen, die in den Monaten März und April 1989 dadurch größer werden können, daß der rötliche Mars ebenfalls das Sternbild Stier durchläuft. Er ähnelt in der Farbe dem Hauptstern des Stieres, Aldebaran, und seine scheinbare Helligkeit ist auch nur unwesentlich geringer als die jenes Sterns.

Bei Beobachtungen am Morgenhimmel Anfang Januar 1989 befindet sich die Venus zwischen den Sternbildern Skorpion und Schütze. Wenn auch, des großen Helligkeitsunterschiedes wegen, eine Verwechslung mit dem Stern Antares im Skorpion ausgeschlossen werden kann, so wird der Anblick dieser Himmelsregion doch wesentlich verändert sein.

## 2. Planeten

### Jährliche Bewegung der Erde

Die Bahnbewegung der Erde wird im Schuljahr 1988/89 durch folgende Daten charakterisiert:

Herbstanfang	22. 9. 1988, 20h (21h)
Winterranfang	21. 12. 1988, 16h
Frühlingsanfang	30. 3. 1989, 16h
Sommerranfang	21. 6. 1989, 11h (12h)

Die Sommerzeit (MESZ) endet am 25. 9. 1988 und beginnt am 26. 3. 1989.

### Sichtbarkeit der Planeten

#### Merkur

wird im Schuljahr 1988/89 dreimal mit dem bloßen Auge bzw. mit einem Fernglas zu beobachten sein:

1. Morgensichtbarkeit am Osthimmel:

18. 10. 1988 (Aufgang 5<sup>h</sup> 22<sup>min</sup>) bis 13. 11. 1988 (Aufgang 6<sup>h</sup> 18<sup>min</sup>); größte westliche Elongation (18°) am 26. 10. 1988 (Aufgang 5<sup>h</sup> 01<sup>min</sup>). Im Sichtbarkeitszeitraum steigt die scheinbare Helligkeit von +1,1 auf -0,8 Größenklassen.

2. Abendsichtbarkeit am Südwesthimmel:

30. 12. 1988 (Untergang 17<sup>h</sup> 03<sup>min</sup>) bis 18. 1. 1989 (Untergang 17<sup>h</sup> 45<sup>min</sup>); größte östliche Elongation (19°) am 9. 1. 1989 (Untergang 17<sup>h</sup> 47<sup>min</sup>). Im Sichtbarkeitszeitraum fällt die scheinbare Helligkeit von -0,6 auf +0,9 Größenklassen.

3. Abendsichtbarkeit am Nordwesthimmel:

14. 4. 1989 (Untergang 20<sup>h</sup> 03<sup>min</sup> (21<sup>h</sup> 03<sup>min</sup>)) bis 11. 5. 1989 (Untergang 21<sup>h</sup> 31<sup>min</sup> (22<sup>h</sup> 31<sup>min</sup>)); größte östliche Elongation (21°) am 1. 5. 1989 (Untergang 21<sup>h</sup> 43<sup>min</sup> (22<sup>h</sup> 43<sup>min</sup>)). Im Sichtbarkeitszeitraum fällt die scheinbare Helligkeit von -1,3 auf +1,6 Größenklassen.

In der ersten Maidekade 1989 befindet sich Merkur in der Nähe der Sternhaufen Hyaden und Plejaden im Sternbild Stier. Beide Sternhaufen sind zu dieser Zeit in der Dämmerung nur noch mit dem Fernrohr dicht über dem Nordwesthorizont zu sehen. Etwa 6° von Merkur entfernt befindet sich der helle Planet Jupiter, der als Aufsuchhilfe für Merkur dienen kann (Bild 1).

#### Venus

kann vom Schuljahresbeginn bis fast zum Beginn der Winterferien am Morgenhimmel beobachtet

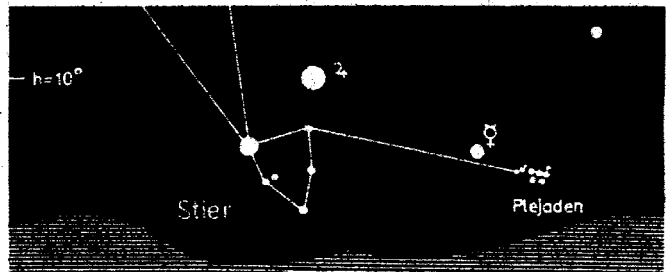


Bild 1

Merkur und Jupiter über dem Nordwesthorizont am 1. 5. 1989, 20h 45 min (21h 45 min)

werden. Eine Sichelgestalt ist in diesem Zeitraum nicht wahrnehmbar; allenfalls kann Venus Anfang September 1988 nahezu in Halbphase gesehen werden. Am 7. 10. 1988 bedeckt der Mond die Venus. Von unserem Territorium aus ist jedoch nur das Ende der Bedeckung – und auch dieses nur kurz nach Mondaufgang – sichtbar.

Eine interessante Konstellation ergibt sich Mitte Januar 1989, wenn Venus am Morgenhimmel den Planeten Saturn und Uranus sehr nahe kommt. Die beiden äußeren Planeten sind in der Morgendämmerung nicht mehr mit dem bloßen Auge zu sehen; sie befinden sich aber mit Venus gemeinsam im Gesichtsfeld eines Fernglases (Bild 2). Am 16. 1. 1989 geht Venus 0°55' südlich an Saturn vorüber.

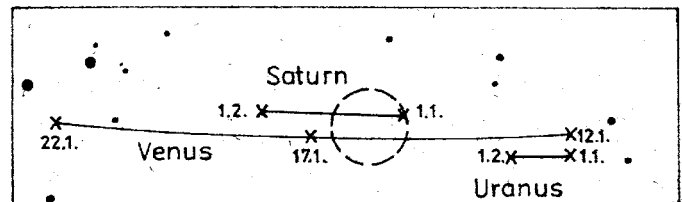


Bild 2

Venus, Saturn und Uranus im Januar 1989. Der gestrichelte Kreis umgrenzt das Gesichtsfeld des 40-mm-Okulars am Schulfernrohr.

In den Monaten Februar, März und April 1989 ist Venus unsichtbar. Die obere Konjunktion zur Sonne wird am 4. 4. 1989 durchlaufen. Am gleichen Tage befindet sich auch Merkur in oberer Konjunktion (Bild 3) – ein merkwürdiges Gegenstück zu der

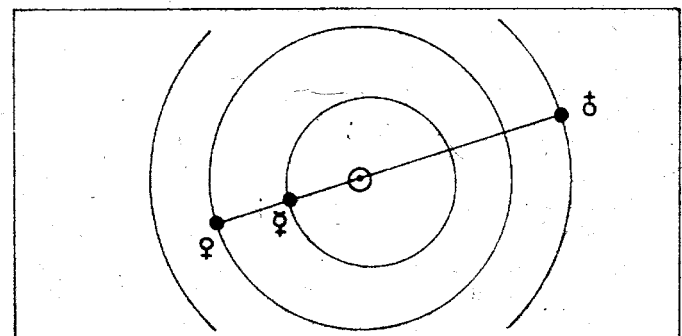


Bild 3

Merkur und Venus in oberer Konjunktion am 4. 4. 1989

gleichzeitigen unteren Konjunktion beider Planeten am 13. 6. 1988. Von Anfang Mai bis zum Schuljahresende ist Venus in der Abenddämmerung zu sehen, sie bleibt aber der Sonne relativ nahe. Am 23. 5. 1989 überholt Venus in 0°8' Abstand den zu

diesem Zeitpunkt in der hellen Dämmerung nicht mehr ohne Fernglas oder Fernrohr auffindbaren Jupiter.

### Mars

ist am herbstlichen und winterlichen Abendhimmel der beherrschende Planet. Am 28. 9. 1988 befindet er sich in einer ausnehmend günstigen Oppositionsstellung, in der er der Erde so nahe kommt wie seit dem Jahre 1971 nicht mehr. (Wegen der stark elliptischen Bahn des Mars wird die größte Annäherung an die Erde bereits am 22. 9. 1988 erreicht. Mars ist dann im Fernrohr etwa halb so groß wie Jupiter.) Mit  $-2,5$  Größenklassen übertrifft die scheinbare Helligkeit des Mars in der Opposition sogar die des Jupiter, jedoch wird Mars nach dem Oppositionsdatum schnell lichtschwächer. Mitte Februar ist er nur noch ein Objekt der  $+1$ . Größenklasse.

Im März 1989 durchläuft Mars das „Goldene Tor“ der Ekliptik zwischen den Plejaden und den Hyaden. Anfang März ist er rechts, Ende März links der Plejaden zu finden. Wenn er am 11. 3. 1989 im Abstand von  $19^\circ$  nördlich von dem nunmehr viel helleren Jupiter vorbeizieht, ist der zunehmende Mond noch etwa  $10^\circ$  weit von den beiden Planeten entfernt. Am Abend des 12. 3. jedoch befindet sich die breite Mondsichel in direkter unmittelbarer Nähe (Bild 4).

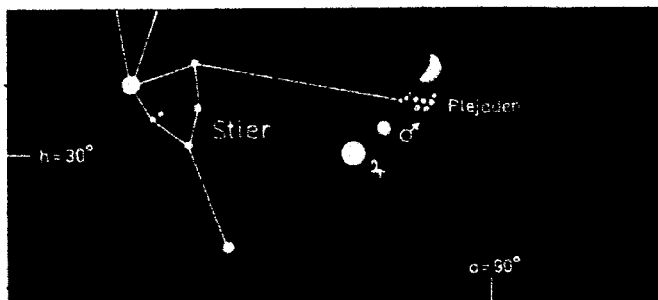


Bild 4  
Mars, Jupiter, Plejaden und Mond am 12. 3. 1989, 21h

### Jupiter

kann fast das gesamte Schuljahr über beobachtet werden. Im Herbst ist er zunächst in den späten, dann in den zeitigen Abendstunden am Osthimmel zu sehen; am 23. 11. 1988 erreicht der Riesenplanet die Oppositionsstellung zur Sonne. Wie an Mars im Laufe des März 1989, so kann auch an dem hellen Jupiter die Bewegung relativ zu den Plejaden verfolgt werden. Allerdings bewegt sich Jupiter rückläufig und deutlich langsamer als Mars; im September befindet er sich links, im Januar rechts von diesem Sternhaufen. Mitte Mai 1989 wird Jupiter unsichtbar.

### Saturn

durchläuft am 12. 9. 1988 seinen sonnenfernsten Bahnpunkt. Er wird etwa ein Jahr später auch seinen größten südlichen Abstand vom Himmelsäquator erreichen, aber die Unterschiede zwischen den Saturndeklinationen dieses und des nächsten Schuljahres betragen nur noch wenige Hundertstel

eines Grades. Deshalb bleibt der Ringplanet ein unscheinbares Objekt. Er ist vom Schuljahresbeginn bis Anfang Dezember 1988 abends tief im Südwesten sichtbar und erscheint nach der Konjunktion zur Sonne (26. 12. 1988) in der dritten Januardekade wieder am Morgenhimmel.

Im Fernrohr ist zu sehen, daß das weit geöffnete Ringsystem die Polachse der Planetenkugel überträgt. Wir blicken auf die Nordseite der Ringe.

### Uranus und Neptun

sind mit dem Fernrohr im Sternbild Schütze, wenige Grade voneinander entfernt, auffindbar. Pluto, der nunmehr die Hälfte seines innerhalb der Neptunbahn verlaufenden Bahnabschnittes zurückgelegt hat, befindet sich zwischen den Sternbildern Jungfrau und Waage in der Nähe des Himmelsäquators.

## 3. Mond

### Scheinbare und wahre Bewegung des Mondes

Für die Monate November und Dezember, in denen im Astronomieunterricht die Stoffeinheit „Mond“ behandelt wird, sind im Abschnitt 6 die Tage und die Beträge der größten und der kleinsten Entfernungen des Mondes von der Erde angegeben. Die scheinbare Bewegung des Mondes kann besonders augenfällig bei den Bedeckungen der Plejaden am 27. 10. 1988 und am 20. 12. 1988 sowie (weniger günstig) am 17. 1. 1989 und am 12. 3. 1989 verfolgt werden.

### Finsternisse

Im Schuljahr 1988/89 ereignen sich fünf Finsternisse, von denen zwei von unserem Territorium aus sichtbar sind:

1. Ringförmige Sonnenfinsternis am 11. 9. 1988, sichtbar in Ostafrika, dem Süden Asiens und in Australien.

2. Totale Mondfinsternis am 20. 2. 1989; der Austritt des Mondes aus dem Erdschatten ist **auf dem Gebiet der DDR zu beobachten:**

Ende der Totalität	17h 15 min
Mondaufgang	17h 22 min
Austritt des Mondes aus dem Kernschatten (Höhe des Mondes zu diesem Zeitpunkt: $8^\circ$ )	18h 27 min

3. Partielle Sonnenfinsternis am 7. 3. 1989, sichtbar in Nordamerika und Grönland.

4. Totale Mondfinsternis am 17. 8. 1989; nahezu der gesamte Verlauf ist **auf dem Gebiet der DDR zu beobachten:**

Eintritt des Mondes in den Kernschatten	2h 21 min (3h 21 min)
Beginn der Totalität	3h 20 min (4h 20 min)
Mitte der Finsternis	4h 08 min (5h 08 min)
Ende der Totalität	4h 56 min (5h 56 min)
Sonnenaufgang	4h 56 min (5h 56 min)
Monduntergang	5h 00 min (6h 00 min)
Austritt aus dem Kernschatten	5h 55 min (6h 55 min)

5. Partielle Sonnenfinsternis am 31. 8. 1989, sichtbar in Südafrika und der Antarktis.

## 4. Die Sonne

Die Sonnenaktivität wird im Schuljahr 1988/89 weiter zunehmen. Das nächste Maximum ist für 1991 zu erwarten.

## 5. Empfehlungen zur Beobachtungsplanung

In diesem Abschnitt sind Objekte in großen Höhen über dem Horizont, zu deren Beobachtung ein Zenitprisma oder ein Okularrevolver mit Umlenkprisma verwendet werden sollte, durch ein Sternchen (\*) gekennzeichnet. Nur beim Mond wurde wegen der raschen Bewegung auf eine solche Kennzeichnung verzichtet.

### Beobachtungen am Abendhimmel

*September (gegen 20<sup>h</sup> (21<sup>h</sup>))*

Saturn; Mond vom 17. bis 30. 9.; Mizar im NW, Albireo (\*) im S; offene Sternhaufen chi/h Persei im NO, Kugelhaufen M 13 (\*) im W, Andromedanebel (\*) im O; Milchstraße in Zenitnähe.

*Oktober (gegen 19<sup>h</sup>)*

Mars, Saturn; Mond vom 16. bis 28. 10.; Mizar im NW, Albireo (\*) im SW, chi/h Persei (\*) im NO, M 13 (\*) im W, Andromedanebel (\*) im O; Milchstraße im Zenit.

*November (gegen 18<sup>h</sup>)*

Mars, Jupiter, anfangs noch Saturn; Mond vom 13. bis 25. 11.; Mizar tief im NW, Albireo (\*) im SW, chi/h Persei (\*) im NO, Plejaden tief im O, M 13 (\*) im W, Andromedanebel (\*) im O; Milchstraße im Zenit.

*Dezember (gegen 18<sup>h</sup>)*

Mars, Jupiter; Mond vom 12. bis 24. 12.; Mizar sehr tief im N, Albireo im W, chi/h Persei (\*) im NO, Plejaden (\*) im O, M 13 sehr tief im NW, Andromedanebel (\*) in Zenitnähe; Milchstraße im Zenit

*Januar (gegen 18<sup>h</sup>)*  
Mars (\*), Jupiter (\*); Mond vom 9. bis 22. 1.; Mizar sehr tief im N, Albireo sehr tief im W, chi/h Persei (\*) fast im Zenit, Plejaden (\*) im SO, Andromedanebel (\*) in Zenitnähe; Milchstraße im Zenit.

*März (gegen 20<sup>h</sup>)*

Mars, Jupiter; Mond vom 9. bis 22. 3.; Mizar (\*) im NO, chi/h Persei (\*) im NW, Plejaden im W, Andromedanebel tief im NW; Milchstraße hoch im W.

### Beobachtungen am Morgenhimmel

*Dezember (gegen 6<sup>h</sup>)*

Anfangs Venus; Mond vom 1. bis 6. und 21. bis 31. 12.; Mizar (\*) im NO, offener Sternhaufen Praesepe (\*) im W, M 13 im O.

*Januar (gegen 6<sup>h</sup>)*

Mond vom 1. bis 4. und 19. bis 31. 1.; Mizar (\*) fast im Zenit, Albireo im O, Praesepe tief im W, M 13 (\*) im O.

## 6. Astronomischer Kalender 1988/89

Die Angaben zur Sichtbarkeit der Objekte und zu den Mondvorübergängen an den Planeten sind für einen Beobachter in Berlin berechnet. Eingeklammerte Zeitangaben sind Sommerzeit (MESZ), alle anderen Mitteleuropäische Zeit (MEZ). **Halbfette gedruckte Termine sind unterrichtsfreie Tage (Sonn- und Feiertage, Ferien).**

### September 1988

- Mi., 7. 4<sup>h</sup> (5<sup>h</sup>) Mond 5° links oberhalb von Venus (Mond und Venus ab 2<sup>h</sup> (3<sup>h</sup>) bis zum Morgen beobachtbar)
- So., 11. 6<sup>h</sup> (7<sup>h</sup>) ringförmige Sonnenfinsternis; in der DDR nicht sichtbar.
- Do., 15. Merkur in größter östlicher Elongation (27°; der Planet bleibt unsichtbar)
- Do., 22. 20<sup>h</sup> (21<sup>h</sup>) Herbstanfang
- Do., 22. Mars in Erdnähe (58,8 Mill. km)
- Sa., 24. Jupiter wird rückläufig
- So., 25. Vollmond
- Mi., 28. Mars in Opposition zur Sonne
- Fr., 30. 4<sup>h</sup> Mond 6° rechts oberhalb von Jupiter (Mond und Jupiter ab 20<sup>h</sup> bis zum Morgen beobachtbar)

### Oktober 1988

- Fr., 7. 5<sup>h</sup> Mond 1° links unterhalb von Venus (Mond und Venus ab 2<sup>h</sup>30 min bis zum Morgen beobachtbar)
- Di., 11. Merkur in unterer Konjunktion zur Sonne
- Di., 18. Beginn der Morgensichtbarkeit des Merkurs
- Sa., 22. 21<sup>h</sup> Mond 5° rechts oberhalb von Mars (Mond und Mars vom Dunkelwerden bis 3<sup>h</sup>30 min beobachtbar)
- Di., 25. Vollmond
- Mi., 26. Merkur in größter westlicher Elongation (18°; ab 5<sup>h</sup>20 min beobachtbar)
- Do., 27. 3<sup>h</sup> bis 6<sup>h</sup> Mond bedeckt Plejaden
- So., 30. Mars wird rechtläufig

### November 1988

- Fr., 4. Mond in Erdferne (405 000 km)
- So., 6. 6<sup>h</sup> Mond 5° rechts unterhalb von Venus (Mond und Venus ab 4<sup>h</sup> bis zum Morgen beobachtbar)
- So., 13. Ende der Morgensichtbarkeit des Merkurs
- Sa., 19. 20<sup>h</sup> Mond 4° links oberhalb von Mars (Mond und Mars vom Dunkelwerden bis 2<sup>h</sup>30 min beobachtbar)
- So., 20. Mond in Erdnähe (367 000 km)
- Mi., 23. Vollmond
- Mi., 23. Jupiter in Opposition zur Sonne
- Mi., 23. 6<sup>h</sup> Mond 9° rechts unterhalb von Jupiter; 18<sup>h</sup> Mond 5° links oberhalb von Jupiter (Mond und Jupiter vom Dunkelwerden bis zum Morgen beobachtbar)

### Dezember 1988

- Do., 1. Merkur in oberer Konjunktion zur Sonne
- Fr., 2. Mond in Erdferne (404 000 km)
- Mo., 5. Ende der Abendsichtbarkeit des Saturns
- Sa., 10. Bis zum 14. 12. sind zahlreiche Meteore des Geminidenstroms zu erwarten (Maximum am 14. 12. gegen 2<sup>h</sup>)
- Fr., 16. Mond in Erdnähe (370 000 km)
- Sa., 17. 22<sup>h</sup> Mond 4° senkrecht über Mars (Mond und Mars vom Dunkelwerden bis 1<sup>h</sup>30 min beobachtbar)
- Di., 20. 21<sup>h</sup> bis 24<sup>h</sup> Mond bedeckt Plejaden
- Mi., 21. 17<sup>h</sup> Wintersanfang
- Fr., 23. Vollmond
- Mo., 26. Saturn in Konjunktion zur Sonne
- Fr., 30. Mond in Erdferne (404 000 km)
- Fr., 30. Beginn der Abendsichtbarkeit des Merkurs

### Januar 1989

- Mi., 4. In den frühen Morgenstunden sind zahlreiche Meteore des Quadrantidenstroms zu erwarten
- Mo., 9. Merkur in größter östlicher Elongation (19°; bis 17<sup>h</sup>50 min beobachtbar)
- Sa., 14. 20<sup>h</sup> Mond 3° rechts oberhalb von Mars (Mond und Mars vom Dunkelwerden bis 1<sup>h</sup> beobachtbar)
- Mo., 16. 21<sup>h</sup> Mond 6° rechts oberhalb von Jupiter (Mond und Jupiter vom Dunkelwerden bis 3<sup>h</sup>30 min beobachtbar)
- Di., 17. 3<sup>h</sup>30 min Mond bedeckt Plejaden (bis 4<sup>h</sup>30 min beobachtbar)
- Mi., 18. Ende der Abendsichtbarkeit des Merkurs
- Do., 19. Beginn der Morgensichtbarkeit des Saturns
- Fr., 20. Jupiter wird rechtläufig
- Sa., 21. Vollmond
- Mi., 25. Merkur in unterer Konjunktion zur Sonne
- Di., 31. Ende der Morgensichtbarkeit der Venus

## Februar 1989

- Sa., 18. Merkur in größter westlicher Elongation (26°; der Planet bleibt unsichtbar)  
Mo., 20. Vollmond  
Mo., 20. 17h totale Mondfinsternis; Ende ab 17h 22 min in der DDR beobachtbar

## März 1989

- Di., 7. 19h partielle Sonnenfinsternis; in der DDR nicht sichtbar  
Sa., 11. Mars 19° nördlich von Jupiter (Mars und Jupiter vom 1. bis zum 20. 3. jeweils vom Dunkelwerden bis Mitternacht beobachtbar)  
So., 12. 21h Mond 6° rechts oberhalb von Jupiter und 4° rechts oberhalb von Mars (Mond und Jupiter vom Dunkelwerden bis Mitternacht beobachtbar)  
Mo., 20. 16h Frühlingsanfang  
Mi., 22. Vollmond

## April 1989

- Di., 4. Merkur und Venus in oberer Konjunktion zur Sonne  
Fr., 14. Beginn der Abendsichtbarkeit des Merkurs  
Fr., 21. Vollmond  
So., 23. Saturn wird rückläufig

## Mai 1989

- Mo., 1. Merkur in größter östlicher Elongation (21°; bis 21h 30 min (22h 30 min) beobachtbar)  
Mo., 1. Beginn der Abendsichtbarkeit der Venus  
Do., 11. Ende der Abendsichtbarkeit des Merkurs  
Sa., 20. Vollmond  
So., 21. Ende der Abendsichtbarkeit des Jupiters  
Di., 23. Merkur in unterer Konjunktion zur Sonne

## Juni 1989

- So., 4. 21h (22h) Mond 4° rechts neben Venus (Mond und Venus bis 21h 30 min (22h 30 min) beobachtbar)  
Fr., 9. Jupiter in Konjunktion zur Sonne  
Do., 15. Ende der Abendsichtbarkeit des Mars  
So., 18. Merkur in größter westlicher Elongation (23°; der Planet bleibt unsichtbar)  
Mo., 19. Vollmond  
Mi., 21. 11h (12h) Sommersanfang

Anschrift des Verfassers:

OL Dr. KLAUS LINDNER  
EOS „Karl Marx“  
Erfurter Straße 9  
Leipzig  
DDR - 7022

Eva-Maria Marx

## Jubiläen in Astronomie und Raumfahrt im Schuljahr 1988/89

Die nachstehenden Angaben zu Jubiläen von bedeutenden Persönlichkeiten und wichtigen Ereignissen aus der Geschichte von Astronomie und Raumfahrt sind geeignet, sowohl den obligatorischen Astronomieunterricht als auch die fakultativen Kurse (FKR) zu beleben und zu ergänzen. Die kurzen Textinformationen sollen lediglich als Anregung für eine vertiefende Beschäftigung dienen. Die Literaturhinweise bei besonderen Jubiläen er-

möglichen weitere selbständige Studien. Die vorangestellte Numerierung entspricht dem Lehrplanabschnitt, in dem auf das Jubiläum sinnvoll eingegangen werden kann.

**1.1. 3. Dezember 1988: 100. Todestag von CARL ZEISS (1816–1888).** Gründete 1846 in Jena eine optische Werkstatt, die später auf Initiative von ABBE eine Abteilung für astronomischen Instrumentebau eröffnete. *Damit wurden die Grundlagen für die Entwicklung und den Bau feinmechanisch-optischer Geräte geschaffen, wie sie heute im international bekannten Kombinat VEB CARL ZEISS JENA produziert werden.*

**1.1./1.2. 12. September 1988: 150. Geburtstag von ARTHUR von AUWERS (1838–1915).** Deutscher Astronom und Wissenschaftsorganisator, nutzte seine Tätigkeit an der Berliner Akademie der Wissenschaften, um die Zusammenstellung älterer Positionsangaben von Fixsternen in einem Katalog anzuregen, ein Werk, das erst 1966 mit Erscheinen des letzten Bandes seinen Abschluß fand. Er brachte ebenfalls eine Neubearbeitung der Beobachtungen von BRADLEY in einem Fundamentalkatalog heraus. Er gehört zu den Mitbegründern der Astronomischen Gesellschaft und hatte maßgebenden Anteil am Erscheinen der Astronomischen Nachrichten.

**2.1./2.2. 15. Februar 1989: 425. Geburtstag von GALILEO GALILEI (1564–1642).** Bedeutender italienischer Forscher und Astronom, der als Wegbereiter der modernen Naturwissenschaft gilt. Wirkte als Professor für Mathematik in Pisa und Padua, später als Hofmathematiker in Florenz. Er fand die Schwingungsgesetze des Pendels und die Gesetze des freien Falls. Von ihm stammen die hydrostatische Waage, der Proportionalzirkel und das Thermoskop. 1609 baute er ein Fernrohr nach holländischem Vorbild und benutzte es als erster zur Himmelsbeobachtung. Ihm gelangen damit so *sensationelle Entdeckungen wie die vier hellsten Jupitersatelliten (Galileische Monde), der Phasenwechsel der Venus, die Mondgebirge, die Sonnenflecken und die Saturnringe*, ohne letztere deuten zu können. *Aus seinen Beobachtungen schloß er auf die Richtigkeit des copernicanischen Systems*, was ihm Verfolgung und Verurteilung durch die Inquisition einbrachte. Zum öffentlichen Widerruf gezwungen, lebte er bis zu seinem Tode unter Aufsicht in der Verbannung.

**2.4. 10. Februar 1989: 25. Todestag von EUGEN SÄNGER (1905–1964).** *Gehört zu den Pionieren der Raketen- und Raumflugtechnik.* Begann schon während seines technischen Studiums mit Untersuchungen über verschiedene Raketentreibstoffe sowie über spezielle Probleme der Raketenflugtechnik.

**2.4. 5. März 1989: 10. Jahrestag der Jupiterpassage von Voyager 1 (5. März 1979).** *Beim Vorbeiflug der Planetensonde am Jupiter gelang es, Tausende von Farbbildern des Planeten und seiner großen Satel-*

liten zu machen sowie eine Vielzahl von Daten aufzunehmen, die zusammen mit dem Material von Voyager 2 zu teilweise sensationellen Entdeckungen führten.

**2.4. 21. Juli 1989: 20. Jahrestag der ersten Landung von Menschen auf dem Mond (21. Juli 1969).** Nach erfolgreichen Vorerprobungen wurde für Apollo 11 das Mondlandeprogramm angesetzt. Das Raumfahrzeug wurde zunächst in eine Mondumlaufbahn gebracht, von dort erfolgte der Abstieg der Landefähre mit den beiden Astronauten ARMSTRONG und ALDRIN, während COLLINS an Bord von Apollo 11 blieb. *Am Südrand des Mare Tranquillitatis setzte die Landefähre auf und NEIL ARMSTRONG betrat den Mond.*

**3.2. 15. November 1988: 250. Geburtstag von FRIEDRICH WILHELM HERSCHEL (1738–1822).** Einer der bedeutendsten Astronomen, dem durch seine vielfältigen Forschungen eine epochemachende Wirkung zukommt. *Er begründete die Stellarastronomie und die wissenschaftliche Kosmologie.* Durch seine Arbeiten wirkte er auf fast alle Gebiete der Himmelskunde befruchtend und beeinflusste die weitere Entwicklung der Astronomie maßgeblich. Nach anfänglicher Tätigkeit als Musiker widmete er sich intensiv der Astronomie. Mit seinen selbstgebauten Spiegelteleskopen gelangen ihm zahlreiche wichtige Beobachtungen. *Er entdeckte 1781 den Planeten Uranus, was ihm internationale Anerkennung einbrachte, weiterhin die physischen Doppelsterne, die Infrarotstrahlung im Sonnenspektrum, neue Uranus- und Saturnsatelliten sowie den Apex der Sonnenbewegung im Sternbild Herkules.* Mit der Aufstellung von umfangreichen Katalogen von Doppelsternen, Sternhaufen, Nebelflecken und veränderlichen Sternen nahm er eine regelrechte „Inventarisierung“ des Himmels vor. Neben KANT gehörte er zu denjenigen, die den *Entwicklungsgedanken in die Kosmologie* einbrachten. (Dazu: D. B. HERRMANN: Geschichte der modernen Astronomie, S. 16 ff., D. B. HERRMANN: Entdecker des Himmels, S. 108.)

#### Chronologische Ordnung der Jubiläen

12. September 1988	100. Geburtstag von A. v. AUWERS
15. November 1988	250. Geburtstag von F. W. HERSCHEL
3. Dezember 1988	100. Todestag von C. ZEISS
10. Februar 1989	25. Todestag von E. SÄNGER
15. Februar 1989	425. Geburtstag von G. GALILEI
5. März 1989	10. Jahrestag der Jupiterpassage von Voyager 1
21. Juli 1989	20. Jahrestag der ersten bemannten Mondlandung

Anschrift des Verfassers:

Diplomlehrer EVA-MARIA MARX  
Archenhold-Sternwarte  
Berlin-Treptow  
DDR - 1193

## Befähigung der Schüler zur selbständigen Beobachtung

Mit diesem Artikel beginnen wir mit der Veröffentlichung von Empfehlungen zur Realisierung des neuen Rahmenprogramms für den fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“. Nachfolgend behandelt der Verfasser ein wichtiges Anliegen des Grundkurses „Einführung in die Astronomie und Raumfahrt“.

### Zielstellung der Beobachtung und der Orientierung

Die Schüler sollen sich im Grundkurs **grundlegende** Kenntnisse über astronomische Objekte und Erscheinungen aneignen sowie einen Überblick über Systeme im Weltall gewinnen. Dabei steht die Wissensaneignung durch geistig-praktische Tätigkeiten im Mittelpunkt. Deshalb werden die Schüler mit astronomischen Arbeitsmethoden vertraut gemacht und lernen notwendige Arbeitsgeräte und Hilfsmittel kennen. Die Herausbildung von Fähigkeiten und Fertigkeiten zum Orientieren am Sternhimmel ist für die Durchführung der Beobachtungen eine notwendige Voraussetzung. Wichtig ist ein geschicktes methodisches Vorgehen bei der Einführung in die Orientierung, um zu sichern, daß die Kursteilnehmer schrittweise auf ein höheres Niveau geführt werden. Am Ende des Grundkurses sollten sich die Teilnehmer selbständig am Sternhimmel orientieren können.

Die selbständigen Beobachtungen haben eine große Bedeutung für das Verstehen astronomischer Sachverhalte durch die Schüler. Sie sind eine wesentliche Schülertätigkeit im Kurs. Unter diesem Aspekt ist ebenfalls die zunehmend selbständige Auswertung der Beobachtungsergebnisse zu sehen, die eine wichtige Grundlage für die Kenntnisanneignung bilden. Da bei den im Rahmenprogramm ausgewiesenen Beobachtungen die Sichtbarkeit der Objekte beachtet werden muß, ist es nicht zu umgehen, die Reihenfolge der zu behandelnden Inhalte zu variieren. Besondere astronomische Ereignisse sind bereits bei der Planung des Kurses zu berücksichtigen. Die diesbezüglichen Angaben können dem „Kalender für Sternfreunde“, dem ebenfalls jährlich erscheinenden astronomischen Kalender der Archenhold-Sternwarte oder dem Heft 3 der Fachzeitschrift „Astronomie in der Schule“ entnommen werden.

### Zur Realisierung der Beobachtungen

Eine erste Aufgabe des Grundkurses besteht darin, die Schüler zum *Aufbauen des Schulferrnhohres* in horizontaler und parallaktischer Aufstellung zu befähigen. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, in einer Veranstaltung die Einführung des Horizontsystems mit der horizontalen Aufstellung des „Tele-

mentors" zu verbinden und anschließend sofort erste Koordinatenmessungen an irdischen Objekten vorzunehmen. Zum Messen von Koordinaten eignen sich selbstgebaute Winkelmeßinstrumente, mit denen sowohl Höhen als auch Azimute bestimmt werden können. Durch solche zusätzlichen Instrumente, z. B. auch Theodoliten, ist eine effektive Arbeit mit mehreren Schülergruppen möglich. Auf unterschiedliche Genauigkeiten der Winkelmessungen in Abhängigkeit vom Gerätetyp sollten die Schüler hingewiesen werden. Die Einführung der parallaktischen Aufstellung des Fernrohres kann unter Verwendung der Anschauungstafel „Rotierendes Äquatorsystem" im Klassenzimmer durchgeführt werden, damit das erste Training zu dieser Aufstellungsvariante nicht noch durch zusätzliche Probleme belastet wird, die eine Abendbeobachtung mit sich bringt.

Vorschlag für das Vorgehen zur parallaktischen Aufstellung bei Abendbeobachtungen:

#### 1. Stativ

- Stativbeine spreizen  
(bei horizontnahen Objekten nur etwa  $\frac{2}{3}$  ausziehen)
- nach der Dosenlibelle ausrichten

#### 2. Montierung

- auf Stativzapfen aufsetzen, ohne festzuklemmen
- Polkopf einstellen, entsprechend der geographischen Breite des Beobachtungsortes

#### 3. Rohr

- einsetzen
- auswuchten (Deklinationsachse, Stundenachse)
- optische Achse des Fernrohres und Stundenachse parallel zueinander stellen  
(Deklinationskreis  $90^\circ$ , Stundenkreis  $0^h$ )

#### 4. Gesamte Montierung

- in Richtung Polarstern auf den Stativzapfen drehen, bis der Polarstern in den Sichtbereich kommt.
- Klemmung am Stativzapfen anziehen.

(Siehe auch (1; 70) und (2; 47, 71))

Zum Training am Tage kann zum Ermitteln der Nordrichtung der Kompaß verwendet werden. (Auf die Mißweisung des Kompasses kann hingewiesen werden, sie hat aber für den Übungszweck keine Bedeutung.)

Bei der **Beobachtung der Satelliten des Jupiters** ist zu berücksichtigen, daß an einem einzigen Beobachtungsabend, bedingt durch die zur Verfügung stehende Zeit, kaum eine Positionsveränderung festzustellen ist. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Beobachtung so erfolgt, daß während der Beobachtungszeit eine besondere Erscheinung, wie z. B. der Eintritt eines Satelliten in den Jupiter Schatten zu beobachten ist, oder ein Satellit nach der Bedeckung durch Jupiter wieder sichtbar wird. Eine solche Erscheinung kann als Problemstellung

für eine anschließende Diskussion der Beobachtungsergebnisse im Kollektiv dienen. In der Auswertung des Beobachtungsergebnisses sollte man hier stets auch auf die Beobachtung der „4 Mediceischen Planeten" des Jupiter durch GALILEI eingehen. Emotional wirksam ist dabei das Vortragen einer entsprechenden Textstelle aus (3; 123 ff.). Damit die Schüler dem Vortrag gezielt zuhören, empfiehlt sich die vorherige Orientierung u. a. an Hand folgender Fragen: Worüber berichtet GALILEI? Was ist für die damalige Zeit das Neue im Bericht? Über welche Bewegungen von Himmelskörpern schreibt GALILEI? Warum mußte er seine Beobachtungen an mehreren Tagen durchführen? Warum waren die Himmelskörper vor GALILEI nicht entdeckt worden?

Wird die Beobachtung der 4 hellen Jupitersatelliten einige Tage später wiederholt, läßt sich die Beobachtung GALILEIS nachvollziehen. Wurde mit dem Schulfernrohr beobachtet, so ist in Abhängigkeit vom verwendeten Okular zumindest eine Streifenstruktur am Äquator des Jupiters auszumachen. Damit erhält man die Möglichkeit, die Äquatorebene des Jupiters als Hilfslinie in das Protokoll einzuzeichnen. Zum Abschätzen der Abstände vom Jupiter sollte der Äquatordurchmesser des Planeten als Einheit benutzt werden. Wertet man mehrere Beobachtungen der Jupitersatelliten I bis IV aus, kann auf die Bewegungen der einzelnen Satelliten geschlossen werden. Zur Kontrolle bieten sich hier die graphischen Darstellungen der Jupitermondbewegung im „AHNERTschen Sternkalender" an. Dadurch ist auch eine selbständige Auswertung der Beobachtung gut möglich.

Beim **Aufsuchen und Bestimmen von Oberflächenformationen** des Mondes sind zwei Ziele zu realisieren:

- Kennenlernen typischer Mondformationen
- Gewinnen einer Vorstellung von den Größenordnungen der Objekte.

Dazu sind Mondkarten unerläßlich. Eine Mondkarte hängt im Fachunterrichtsraum ständig aus. Besonders interessierten Schülern kann der Kauf der Haack-Handkarte „Erdmond, Vorderseite – Rückseite" empfohlen werden. Für die Benutzung direkt am Fernrohr, insbesondere bei selbständigen Mondbeobachtungen durch die Schüler, eignet sich auch der „Taschenatlas Mond – Mars – Venus" aus dem Artia-Verlag.

Bei dieser Beobachtung bietet sich der Einsatz des Okularrevolvers an, wobei die Beobachtung wegen des größeren Gesichtsfeldes mit dem Okular 40-H begonnen wird. Dadurch fällt es den Schülern leichter, sich einen Überblick über wichtige Mondformationen zu verschaffen. Durch die Verwendung des Okularrevolvers ist dann ein schneller Wechsel zu höheren Vergrößerungen möglich. Wegen der großen Blendwirkung ist es nicht günstig, kurz vor oder nach Vollmond zu beobachten.

Die erste derartige Beobachtung wird von den Teilnehmern des von mir geleiteten fakultativen Kurses protokolliert, indem zuerst die jeweils sichtbaren Maria in einen Vollkreis, auf dem der Terminator eingezeichnet ist, eingetragen werden. Zur weiteren Orientierung benutzen wir auffällige Krater. Dafür sind z. B. solche geeignet, von denen Strahlensysteme ausgehen, also Copernicus, Tycho oder Kepler. Diese Krater werden während der Beobachtung ins Protokoll, das bereits die Mare enthält, eingetragen. Als Hilfsmittel benutzen wir Signaltaschenlampen, an denen sich durch Farbgläser die Blendwirkung stark herabsetzen läßt. Die Schüter können nachträglich im Zimmer die Objekte auf der Mondkarte aufsuchen und anschließend im Protokoll beschriften. Es kommt bei der ersten Beobachtung nicht auf eine Vielzahl von Oberflächenformationen an, sondern auf einige typische.

Wenn die Beobachtungen unter Verwendung der Protokolle im Kollektiv ausgewertet werden, kann man zur Veranschaulichung der Größe von Oberflächenformationen bzw. der Entfernungen auf der Mondoberfläche auch Dias einsetzen. Dazu können aus der Serie R 1135 die Dias 14 bis 16 verwendet werden, wobei das Dia 15 „Mond und DDR – Größenvergleich“ besonders aussagekräftig ist.

#### Literatur:

- (1) NITSCHMANN, H. J.: **Einige notwendige Hinweise zum Gebrauch des Schulfernrohrs „Telementor“**. In: *Astronomie in der Schule* 18 (1981) 3.
- (2) NITSCHMANN, H. J.: **Zum Einsatz unseres Schulfernrohrs im Klassenverband**. In: *Astronomie in der Schule* 19 (1982) 2, 3.
- (3) GALILEO GALILEI: **Schriften, Briefe, Dokumente**. Verlag Rütten und Loening, Berlin 1987.

Anschrift des Verfassers:

**THOMAS LATKA**  
Diesterweg-Oberschule  
Burgstädt  
DDR - 9112

**Eva-Maria Schober**

## Lehrplanbezogene Weiterbildung im Prozeß der Arbeit

### Ein Erfahrungsbericht aus dem Kreis Pirna

Seitdem ich 1964 zum Fachberater für Astronomie im Kreis Pirna berufen wurde, arbeite ich mit einem Kollektiv zusammen, welches im Kern von 5 Kollegen unverändert blieb. Aus der damaligen Arbeitsgruppe entstand die **Fachkommission Astronomie**, heute aus 9 Kollegen bestehend. Es festigten sich bestimmte Traditionen in der Zusammenarbeit des Fachberaters mit diesem Kollektiv. Fachkommission, Fachzirkel und Fachberaterin stimmen ihre

Arbeitspläne aufeinander ab; das setzt gemeinsame Planung und Erarbeitung voraus. Dabei werden aus den Erfahrungen der Fachberaterin bei Hospitationen und Aussprachen mit den Lehrern, aus Prüfungsergebnissen und aus den Wünschen von Kollegen die wichtigsten Aufgaben formuliert und Maßnahmen geplant, wie zum Beispiel Nutzung von Unterrichtsmitteln, Offene Stunden zu bestimmten Themen, Vorschläge für Arbeitsblätter und die Arbeit mit der Zeitschrift.

### Betreuung der im Fach neuen Kollegen

Eine unserer wichtigsten Aufgaben ist die Betreuung der im Fach neuen Kollegen. In allen Arbeitsplänen erscheint diese Aufgabe am Anfang des Schuljahres. Die Fachberaterin besucht sie im September alle und führt mit ihnen im Beisein des Direktors die erste Aussprache. Dabei geht es um fachliche Voraussetzungen und notwendige Hilfen. Der Kollege erhält einen Betreuer aus der Fachkommission, welcher möglichst nicht allzu weit entfernt wohnt oder arbeitet. Außerdem wird er mit den Aufgaben des Fachkabinetts vertraut gemacht, wo er jederzeit Hilfe für seinen Unterricht und zu seiner Weiterbildung erhalten kann. Mit dem Direktor werden die Möglichkeiten der Weiterbildung für den Kollegen besprochen. Da meistens keine Ausbildung vorhanden ist, legen wir als erstes fest, wann der Kollege für 1 oder 2 Jahre am Fachzirkel teilnehmen kann, wann ein Fachkurs möglich ist. Die Fachkommission schaltet sich in diese Arbeit ein, indem im September die erste Veranstaltung diesen neuen Kollegen gewidmet ist. Hier beraten wir dann gemeinsam, wie wir helfen können. Dazu gehört auch eine Ausbildung am Fernrohr und nach Wunsch im Planetarium zur Orientierung am Sternhimmel.

Wir gehen davon aus, daß der Astronomielehrer an seiner Schule keinen Partner hat, wir ihn aber nicht allein lassen dürfen. Wir bemühen uns, alle zu erreichen, und das gelang bisher immer. Die Kollegen sind sehr dankbar. Sie brauchen diese Hilfe, und sie wissen, daß ihnen geholfen wird.

Im Jahre 1973 wurden „**Fachkabinette der guten Erfahrungen**“ eingerichtet. Für Astronomie wurde das die Karl-Marx-Oberschule in Pirna; der Leiter des Kabinetts ist Kollege KÜTTNER. Er hat auf dem Dachboden der Schule eine Beobachtungsstation und ein Planetarium eingebaut. Hier liegen alle obligatorischen Lehrmittel aus und können ausprobiert werden, Fachliteratur kann ausgeliehen, Arbeitsblätter, Folien oder selbstgebaute Lehrmittel können hier eingesehen werden. Kollege KÜTTNER ist jederzeit bereit, Kollegen zu helfen. (Da hat z. B. in G. eine junge Kollegin mit der Astronomie begonnen, Ausbildung Physik. Mein erster Besuch in der dritten Schulwoche, Aussprache mit der Direktorin. Größtes Problem: Orientierung am Sternhimmel, Koordinatensysteme. Sofortiger Anruf bei



Kollegen KUTTNER; sie besucht mit ihren Schülern die Station, er demonstriert im Planetarium alles. Dabei lernt sie es auch.)

### Wie unterstütze ich die Lehrer bei der Arbeit mit dem neuen Lehrplan?

In diesem Schuljahr werde ich alle Schulen mindestens einmal besuchen, um nach Hospitationen mit jedem Kollegen persönlich ins Gespräch zu kommen. Als Schwerpunkte sehen wir: **Wie gelingt die Umsetzung der Lehrplanforderungen?** Was gelingt gut? Wo treten Probleme auf? Welche Ursachen gibt es dafür? Wie können wir helfen? Welche Hinweise müssen wir geben? Dazu gehören auch Aussprachen und Beratungen mit den Direktoren zur Gewinnung der Kollegen für Weiterbildungsveranstaltungen. Außerdem werden wir verstärkt Einsicht in die Prüfungsanalysen des vergangenen Jahres nehmen, da in bezug auf Prüfungsfragen und Prüfungsergebnisse Mängel auftraten. In der Arbeit der Fachkommission und des Fachzirkels stehen die von den Kollegen erkannten Probleme auf dem Programm. So werden wir uns unter anderem vornehmen:

- *Gemeinsame Erarbeitung einer Konzeption zu den obligatorischen Beobachtungen (Auswahl-aufgaben, methodische Hinweise, Formen der Durchführung)*
- *Darstellung aller Möglichkeiten der Arbeit mit dem Tellurium*
- *Wie behandeln wir das HRD unter neuer Sicht?*
- *Wir erarbeiten gemeinsam eine Stoffeinheitenplanung in fachlicher und didaktisch-methodischer Hinsicht zum Thema „Sternsysteme und Metagalaxis“*

Wir beginnen mit einem Erfahrungsaustausch zur Aktivierung der Schüler und zur effektiven Planung des Unterrichts. Erstes Thema: *Wie plane ich eine wirkungsvolle Zielorientierung und gestalte meinen Unterricht problemhaft?* (Das wird im nächsten Schuljahr fortgesetzt mit dem Themen: *Wie befähige ich im Astronomieunterricht meine Schüler zur Festigung bestimmter Lerntechniken? Wie sichere ich bereits in der Erstvermittlung dauerhaftes, anwendungsbereites Wissen?*) Erfahrungsaustausch zur Formulierung von Prüfungsfragen.

Unsere Arbeit am Lehrplan wird in den nächsten Jahren planmäßig fortgesetzt. Dabei beziehen wir zu eigenen Erfahrungen immer die Angebote der Fachzeitschrift aktiv in unsere Arbeit ein. Unsere Schwerpunkte für die nächsten Jahre werden sein: 1988/89 – *Wie gelingt es den Kollegen, bei den Schülern besser als bisher dauerhaftes anwendbares Wissen zu sichern?* Bei welchen Stoffeinheiten gelingt das besonders gut? Wo sind Reserven? Welche Erfahrungen könnte man verallgemeinern? Welche Rolle spielen bei der Erfüllung aller Aufgaben die Beobachtungen?

1989/90 – *Wie ist der Stand der Entwicklung bestimmter Fähigkeiten und Fertigkeiten?*

Der Aspekt der Erziehungswirksamkeit des Astronomieunterrichts zur Persönlichkeitsentwicklung unserer Schüler soll immer im Zentrum unserer Arbeit stehen. Bei der Erfüllung dieser Aufgaben kann ich mich als Fachberaterin auf meine Fachkommission stets verlassen.

Anschrift des Verfassers:  
**OL EVA-MARIA SCHOBER**  
Goethe-Oberschule  
Ernst-Thälmann-Straße  
Heidenau  
DDR - 8312

Isa Holjewilken

## Zur Unterrichtsmittel-ausstattung für den Astronomieunterricht

Mit der Einführung des neuen Astronomielehrplanes im Schuljahr 1986/87 trat auch ein neuer Ausstattungplan für Astronomie als Teil des Gesamtausstattungsplanes für Unterrichtsmittel in Kraft. Die Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts, seine neue inhaltliche Akzentuierung und didaktisch-methodische Konzeption, die im neuen Lehrplan, im Lehrbuch und der Unterrichtshilfe ihren Ausdruck findet, hatte auch Konsequenzen für die Unterrichtsmittelausstattung.

In enger Abstimmung mit der Entwicklung der neuen Lehrmaterialien erfolgte in den letzten Jahren die Überarbeitung bzw. Neuentwicklung einiger Unterrichtsmittel. Gleichzeitig wurden in diesem Prozeß z. T. veraltete Mittel oder auch einzelne Mittel, die nachweislich kaum noch eingesetzt wurden, aus der Ausstattung gestrichen. Diese Unterrichtsmittel, in der Hauptsache Lichtbildreihen, verbleiben aber an den Schulen zur weiteren Nutzung, z. B. in astronomischen Schülerarbeitsgemeinschaften.

Ein großer Teil der Unterrichtsmittelausstattung hat sich in der Schulpraxis bewährt und wird auch weiterhin erhalten bleiben.

Spezifisch für den Astronomieunterricht ist es, daß die Mehrzahl der behandelten Objekte und Vorgänge nicht direkt von den Schülern beobachtet werden können.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, diese Objekte und Erscheinungen den Schülern anschaulich und faßlich aufbereitet in Form bildlicher Darstellungen nahezubringen.

Ohne an dieser Stelle auf die erkenntnistheoretischen und lernpsychologischen Grundlagen für die Herausbildung von Anschauungen und Vorstellungen bei den Schülern über bestimmte Objekte und deren Bedeutung für die Begriffsbildung und Erkenntnisgewinnung einzugehen, wird sicher jeder

Astronomielehrer aus eigener Erfahrung heraus bestätigen können, wie wichtig geeignetes Anschauungsmaterial für eine erfolgreiche Gestaltung seines Fachunterrichts ist.

Es ist daher verständlich, daß neben allen anderen Unterrichtsmitteln audiovisuelle Mittel wie Lichtbildreihen und Dia-Ton-Reihen im Astronomieunterricht eine wesentliche Funktion erfüllen und an ihre Qualität in bezug auf Aktualität, Konzentration auf grundlegende Lehrplaninhalte und nicht zuletzt ihre erziehungswirksame Gestaltung hohe Ansprüche gestellt werden.

Jedem Astronomielehrer wird empfohlen, sich eingehend in dem an der Schule vorhandenen „Gesamtausstattungsplan für Unterrichtsmittel (1986 bis 1990)“ über die Unterrichtsmittel für das Fach Astronomie zu informieren.

Anschrift des Verfassers:

**ISA HOLJEWILKEN**

Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR

Institut für Unterrichtsmittel

Krausenstraße 8

Berlin

DDR - 1080

# B Beobachtung

## Die günstige Marsopposition 1988

Die stark exzentrische Marsbahn bedingt sehr unterschiedliche Entfernungen Erde-Mars in den Oppositionszeiten. In der Perihel-*Opposition* beträgt der Abstand des Planeten von der Erde im günstigsten Falle nur 56 Mill. km, der scheinbare Durchmesser der Planetenscheibe 25,4". In der Aphel-*Opposition* kann der Abstand 101,3 Mill. km und der scheinbare Durchmesser nur 14" erreichen. Die letzte günstige Perihel-*Opposition* war mit einer Erdentfernung von 56,2 Mill. km am 10. 8. 1971. In der Aphel-*Opposition* am 25. 2. 1980 betrug die Entfernung 101,3 Mill. km. Seit dieser Zeit nahm die Oppositionsentfernung wieder ab und erreichte 1986 nur noch 60,4 Mill. km. Trotz dieser verhältnismäßig geringen Entfernung war die letzte Marsopposition eine Enttäuschung: Infolge der geringen Deklination von  $-28^\circ$  waren die Beobachtungsbedingungen mit Kulminationshöhen um  $12^\circ$  denkbar schlecht.

Die bevorstehende Opposition am 28. 9. 1988 bietet weit aus günstigere Voraussetzungen: Am 22. 9. 1988 beträgt der geringste Erdabstand nur 58,5 Mill. km, der scheinbare Durchmesser erreicht mit 23,8" beinahe den Maximalbetrag und die visuelle Helligkeit wird bei  $-2,5^m$  liegen. Während der Oppositionszeit beträgt die Deklination des Planeten  $-2^\circ$ , was einen größeren Sichtbarkeitsbogen sowie Kulminationshöhen um  $36^\circ$  zur Folge hat.

### Die scheinbare Bewegung des Planeten Mars

Das Perihel erreicht Mars am 12. 8. 1988, die Opposition findet aber erst 47 Tage später statt. Aus diesem Grunde kann auch 1988 der geringstmögliche Abstand von der Erde (56 Mill. km) nicht erreicht werden.

Von Mitte Mai bis Ende Juni bewegt sich Mars rechtläufig durch das Sternbild Wassermann und gelangt dann vor das Sternbild Fische bzw. den nördlichen Teil des Walfisches. Im August nimmt die Geschwindigkeit der scheinbaren Bewegung zusehends ab, bis der Planet am 27. 8. rückläufig

wird. Diese Bewegungsrichtung dauert bis zum 30. 10. Danach wird Mars wieder rechtläufig, nähert sich dabei aber der Ekliptik, die er am 12. 12. 1988 nordwärts überquert. Das Bild der Oppositionsschleife wird von dem Abstand zu den Knoten der Planetenbahn bestimmt. Da der aufsteigende Knoten zur Zeit eine Länge von  $49,48^\circ$  (Osteil des Sternbildes Widder) hat, unterscheidet sich die diesjährige Marschleife deutlich von der des Jahres 1986 (Sternbild Steinbock). Auffallend ist diesmal die geringe Breite der Schleife von  $1,6^\circ$ , während diese 1986  $3,8^\circ$  betrug. Die stark zusammengedrückte Schleife ist charakteristisch für die Nähe der Opposition zum Knoten (s. Bild 3. Umschlagseite).

### Methodische Hinweise

Zu Beginn des Schuljahres geht Mars gegen 20h MEZ auf, so daß Beobachtungen für Schüler bereits zumutbar sind. Die Behandlung der Planeten liegt nach den Herbstferien (7. bis zur 9. Unterrichtsstunde). Anfang November hat Mars um 19h bereits eine Höhe von fast  $30^\circ$  am östlichen Himmel.

Die Beobachtung und Protokollierung der scheinbaren Planetenbewegung gestaltet sich vor den Sternbildern Fische und Walfisch mit ihren wenigen, schwachen Sternen sehr schwierig. Es fehlen hier die Fixpunkte, um die Bewegung des Planeten am Himmel markieren zu können. Das ändert sich erst Anfang 1989, wenn der Planet die Sternbilder Widder und Stier erreichen wird. Man sollte deshalb die Beobachtungen zum Eintragen in die Karte der Tierkreiszone nicht auf die Oppositionszeit beschränken, sondern bis zum Frühjahr 1989 fortsetzen.

Die zu- und abnehmende Helligkeit des Planeten bietet eine Reihe von Beobachtungsmöglichkeiten. Die günstige Perihel-*Opposition* läßt die Helligkeit bis  $-2,7^m$  ansteigen; damit wird Mars um 0,1 Größenklassen heller als Jupiter. Da sich Jupiter vor dem Sternbild Stier aufhält, sind Helligkeitsvergleiche ab September 1988 leicht möglich. Als ein „Vergleichssterne“ bietet sich Wega in der Leier an. Am 29. 5. und am 25. 12. 1988 sind die Helligkeiten mit  $0,0^m$  gleich. Die Sirlushelligkeit wird am 6. 11. erreicht (Aufgang des Sirius kurz vor Mitternacht). Eine weitere Beobachtungsmöglichkeit bietet die allmähliche Annäherung von Mars an Jupiter in den ersten Monaten des Jahres 1989 und die dabei eintretende Planetenkonjunktion.

Datum	Abstand von der Erde	scheinb. Helligk.	scheinb. Durchm.	30"
08.06.88	129,2 Mio km	$-0^m,2$	10"8	
22.09.88	58,8 Mio km	$-2^m,7$	23"8	
04.01.89	150,1 Mio km	$+0^m,2$	9"3	

Wichtige Daten zur Marsopposition 1988. Die Angaben überdecken den in der Beobachtungskarte auf unserer 3. Umschlagseite dargestellten Zeitraum.

Für die Fernrohrbeobachter ergibt sich ein großes Betätigungsfeld. Hier kann bewiesen werden, was das Schulfernrohr TELEMENTOR sowie die Beobachter zu leisten imstande sind. Von Mitte August bis Ende Oktober 1988 ist der scheinbare Durchmesser größer als  $20''$ . In der Perihel-*Opposition* blicken wir auf die südliche Hemisphäre des Mars. Bei der Beobachtung mit dem Fernrohr sollte man das Augenmerk auf die Polkappe sowie auf die Große Syrte richten. Dabei ist zu beachten, daß wir an aufeinanderfolgenden Tagen etwa dieselben Gebiete der Planetenoberfläche sehen, weil sich die Rotationszeiten von Erde und Mars nur geringfügig unterscheiden. 36 Tage sind erforderlich, bis man die gesamte Planetenoberfläche durchbeobachtet hat. In diesem Zeitraum ändert sich aber die Entfernung um etwa 12 Mill. km, was eine Veränderung des scheinbaren Durchmessers um  $4''$  zur Folge hat.

Auch sollte man den Schülern verdeutlichen, was der maximale Scheibendurchmesser von 23,8" bedeutet: Unter diesem Blickwinkel sehen wir ein Zehnpfennigstück aus 183 m Entfernung!

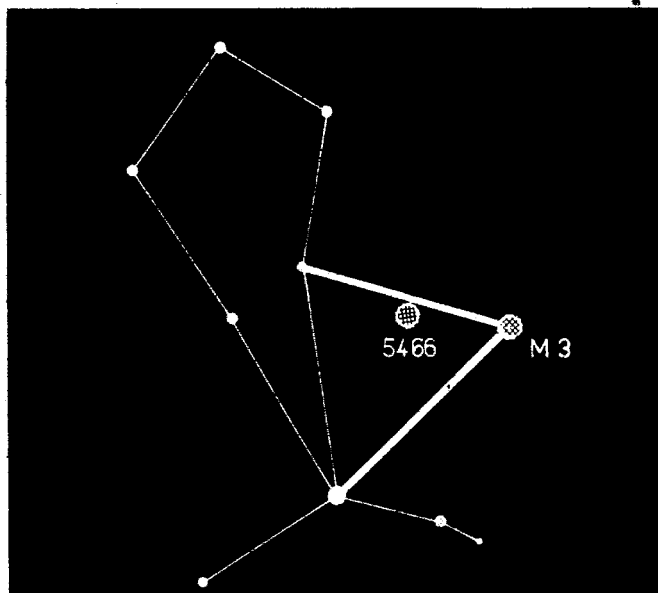
Als Planetenbeobachter muß man den Wechsel des scheinbaren Durchmessers berücksichtigen. Wenn man auf der Marsscheibe so viel sehen möchte wie mit bloßem Auge auf dem Mond, dann ist bei einer Perihel-Opposition eine 73fache Vergrößerung notwendig, bei einer Aphel-Opposition jedoch eine 133fache.

Die günstige Marsopposition 1988 sollte daher optimal für die Beobachtung der scheinbaren Planetenbewegungen sowie der Planetenoberfläche genutzt werden. Die nächste Marsopposition am 27. 11. 1990 wird mit einem Erdbstand von 77, Mill. km und einem Scheibendurchmesser von nur 18,1" längst nicht mehr diese günstigen Voraussetzungen bieten.

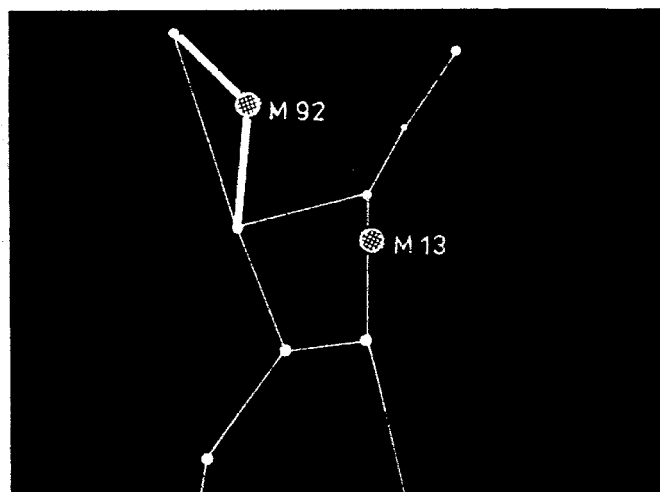
ARNOLD ZENKERT

### Kugelförmige Sternhaufen im Feldstecher

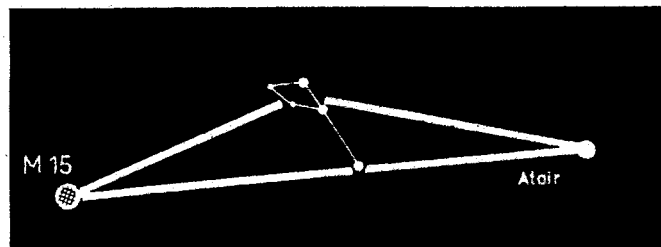
Augustnächte sind die große Zeit der kugelförmigen Sternhaufen. Wir möchten dazu anregen, in den Ferien mit Feldstecher und drehbarer Sternkarte einmal einige dieser Zeugen aus der grauen Vorzeit unserer Galaxis am spätabendlichen Himmel zu beobachten. Anfang August gegen 23h MESZ befinden sich die vier in der Tabelle genannten kugelförmigen Sternhaufen in Höhen über 30°, also außerhalb von Dunst und Sichtbehinderungen. Zum Auffinden dienen die drei Sternbildkarten, in denen die Sternbilder Bootes, Herkules und Delphin durch zusätzliche Hilfslinien mit den Sternhaufen verbunden sind.



1 Bootes



2 Herkules



3 Delphin

Sternhaufen	scheinbare Gesamthelligkeit	scheinbarer Durchmesser
M 3	6 m 4	10'
M 13	5 m 7	10'
M 15	6 m 0	7'
M 92	6 m 1	8'

Der in der Karte des Sternbildes Bootes enthaltene Sternhaufen NGC 5466 – ebenfalls ein Kugelhaufen – ist mit 8 m 5 wohl für die meisten Feldstecher zu lichtschwach. Wer aber ein sehr leistungsfähiges Instrument im Urlaubsgepäck hat, sollte in einer klaren, mondlosen Nacht dennoch sein Glück versuchen. Schönen Urlaub und gute Erholung!

KLAUS LINDNER

## W Wissenswertes

### Blick auf den Büchermarkt

Den nachstehenden Angaben liegt das „Börsenblatt für den Deutschen Buchhandel“, Sonderausgabe zur Internationalen Leipziger Buchmesse 1988, zugrunde.

#### 1. Neuerscheinungen

N. HAGER: **Der Traum vom Kosmos**. Dietz Verlag Berlin. Etwa 180 S.; etwa 6,00 Mark. Erscheint vorauss. III/88. Best.-Nr. 738 455 8.

Philosophische Überlegungen zur Raumfahrt.

A. KOWAL/N. DENISSOW: **In den Weltraum zum Nutzen der Menschheit**. Staatsverlag der DDR/Verlag Progreß Moskau. 480 S., zahlr. Fotos; 19,80 Mark. Best.-Nr. 772 274 8.

D. MOHLMANN/H. STILLER: **Origin and Evolution of Planetary and Satellite Systems**. Akademie-Verlag Berlin. Etwa 350 S., 61 Abb., 39 Tab.; etwa 70,- Mark. Best.-Nr. 763 673 5. Ein in der AdW der DDR erarbeitetes Modell der Entwicklung von Planeten-Satelliten-Systemen wird in diesem Buch international vorgestellt. Es bietet damit eine Gesamtdarstellung des gegenwärtigen Wissens zum Planetensystem und seinen Satellitensystemen.

TH. ROATSCH (Leiter Autorenkollektiv): **Data of the Planetary System**. Akademie-Verlag Berlin. Etwa 100 S., 10 Abb.; etwa 18,- Mark. Best.-Nr. 763 774 6.

In Tabellenform wird eine Zusammenstellung der charakteristischen quantifizierbaren Daten über alle Körper und Felder im Planetensystem geboten. Dazu gehören alle wesentlichen Daten, die in den letzten 20 Jahren durch die Raumfahrt sowie mit irdischen Beobachtungen gewonnen wurden.

H. WUSSING/H. REMANE: **Wissenschaftsgeschichte en miniature**. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften Berlin. Etwa 256 S., 230 farb. Tableaus; etwa 25,- Mark. Erscheint IV/88. Best.-Nr. 571 444 5.

In chronologischer Reihenfolge wird die Entwicklung der Naturwissenschaften und der Mathematik geschildert und diese Entwicklung durch Briefmarken illustriert, deren Aussagekraft zu diesem Thema überzeugend und reichhaltig ist. In neun Kapiteln wird der Leser an ausgewählten wissenschaftshistorischen Themen von den Anfängen der Wissenschaft über die alten Klassengesellschaften Ägyptens, Indiens, Chinas

und Mesopotamiens, über die Antike und das europäische Mittelalter, die Renaissance, Wissenschaftliche und Industrielle Revolution und 19. Jahrhundert bis zur Mitte unseres Jahrhunderts geführt.

G. WENDEL (Hrsg.): **Beiträge zur Wissenschaftsgeschichte.** VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften Berlin. Etwa 256 S., 20 Abb.; etwa 28,- Mark. Erscheint IV/88. Best.-Nr. 571 692 6.

Die naturwissenschaftliche Revolution im 17. Jahrhundert.  
H. BÖRNER: **Computer bearbeiten Bilder.** VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften Berlin. Etwa 136 S., 39 Farb- und 27 SW-Abb.; 28,- Mark. Erscheint III/88. Best.-Nr. 571 569 9.  
Eine populärwissenschaftliche Darstellung mit Bildbeispielen aus der Kosmosforschung.

W. SCHREIER (Hrsg.): **Geschichte der Physik. Ein Abriss.** VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften Berlin. Etwa 420 S., 121 Abb., 2 Tab.; 29,80 Märk. Erscheint II/88. Best.-Nr. 571 566 7.

Mit diesem Buch wird der Versuch unternommen, nach fast 100 Jahren wieder eine Geschichte der Physik in deutscher Sprache zu erarbeiten. Durch die enorme Breite und Entwicklung der Physik bedingt, kann das vorliegende Buch nicht den Anspruch einer umfassenden Darstellung erheben. Es versteht sich als Abriss. Dabei werden die wichtigsten Entwicklungslinien der Physik mit ihrem Vorfeld aufgezeigt und konsequent in den kultur- und sozialgeschichtlichen Rahmen eingeordnet sowie Bezüge zur technischen Entwicklung hergestellt. Die sorgfältig ausgewählte Bebilderung unterstützt die textlichen Aussagen. Eine umfangreiche Literaturübersicht ermöglicht weitergehende Studien.

J. HAMEL: **Friedrich Wilhelm Herschel.** Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig. (Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner, Bd. 89.) Etwa 100 S., 18 Abb.; etwa 4,80 Mark. Erscheint vorauss. III/88. Best.-Nr. 666 464 6.

F. W. Herschel (1738 bis 1822) spielte für die moderne Astronomie eine entscheidende Rolle. Er entdeckte mit den von ihm gebauten großen Spiegelteleskopen eine große Zahl Galaxien und Nebel, den Planeten Uranus und drei seiner Monde, untersuchte Doppelsterne und ermittelte die Struktur des Milchstraßensystems sowie die Bewegung des Sonnensystems in ihm.

Ahnerts Kalender für Sternfreunde 1989. VEB Johann Ambrosius Barth Leipzig. Etwa 190 S., etwa 55 Abb. (davon etwa 15 farbige), zahlr. Tab.; 5,70 Mark. Best.-Nr. 793 823 1. Kleines astronomisches Jahrbuch.

W. GÖTZ: **Die offenen Sternhaufen unserer Galaxis.** VEB Johann Ambrosius Barth Leipzig. Etwa 300 S., etwa 145 Abb., etwa 80 Tab.; etwa 44,- Mark. Best.-Nr. 793 826 6.

Das Buch vermittelt einen Überblick über den derzeitigen Stand der Kenntnisse auf dem Gebiet der offenen Sternhaufen und macht auf Schwerpunkte der Forschung aufmerksam.

G. WÄSCH/G. FILIPAK/P. PIGORS: **Erziehungsarbeit mit älteren Schülern.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin. Etwa 10 S.; 4,- Mark. Best.-Nr. 709 365 4.

H. HAFERKORN: **Bi-Lexikon Optik.** VEB Bibliographisches Institut Leipzig. Etwa 400 S., 505 Abb., 32 Farb- und 8 SW-Tafeln; etwa 28,- Mark. Best.-Nr. 578 145 3.

In etwa 4000 Stichwörtern wird über physikalische Optik, optische Instrumente und Geräte und optische Meßtechnik, Fotografie und Kinematografie, Fotogrammetrie und Bildverarbeitung, Spektroskopie, Laser und nichtlineare Optik, Elektronenoptik, Lichttechnik, Farbenlehre und Fotometrie, Optoelektronik, integrierte Optik, optische Nachrichtentechnik, feinmechanische Baugruppen und Optik-Technologie, physiologische und ophthalmologische Optik sowie historische und biographische Fakten informiert.

P. STACHE: **Raumfahrer von A bis Z.** Militärverlag der DDR. Etwa 256 S. u. Abb.; 12,80 Mark. Erscheint II/88. Best.-Nr. 747 033 3.

Der Wissensspeicher gibt einen lückenlosen Überblick über die bemannten Raumflugunternehmen, die daran beteiligten Raumfahrer und die eingesetzten Raumfahrzeuge und Trägerraketen. In 200 bebilderten Kurzbiografien und in Tabellen hat der Autor die wichtigsten Angaben über die

Raumfahrer so zusammengestellt, daß sie einen mehrfachen Zugriff erlauben. Der angefügte Typenteil mit Zeichnungen und Fotos sowie Kurzbeschreibungen der bei den Raumflügen eingesetzten Raumfahrzeuge und Trägerraketen runden die Darstellungen ab. Ein Register in alphabetischer Reihenfolge macht ein schnelles Auffinden der gesuchten Daten möglich.

R. SCHIELICKE: **Geschichte der Astronomie in Jena.** Jena-Information. 96 S., 80 SW-Fotos; 8,- Mark.

Geschichte der Astronomie unter heimatkundlichen Gesichtspunkten. Dabei wird die Entwicklung des astronomischen Gerätebaus des VEB Carl Zeiss, der Universitätssternwarte und des Karl-Schwarzschild-Observatoriums erfaßt.

K. LANIUS: **Mikrokosmos – Makrokosmos.** Urania Verlag Leipzig/Jena/Berlin. 304 S., 28 Farb-, 58 SW-Fotos, 133 z. T. vierfarb. Zeichn.; 36,- Mark. Erscheint II/88. Best.-Nr. 654 200 8.

Der Autor stellt den Zusammenhang der fundamentalen Kräfte der Natur und der Evolution des Weltalls entsprechend neuesten Erkenntnissen dar. Das Ringen um das physikalische Weltbild veranschaulicht er von den antiken Vorstellungen über die Weltentstehung bis heute in seinen wesentlichen Etappen (Hesiod, Thales, Demokrit, Kopernikus, Galilei, Newton, Einstein, Planck). Aus dem tieferen Verständnis der vier fundamentalen Naturkräfte (Gravitation, elektromagnetische, starke, schwache Kraft) erschließen sich Zusammenhänge über die Entwicklung des Universums in Raum und Zeit.

I. S. SCHKLOWSKI: **Geburt und Tod der Sterne.** Urania Verlag Leipzig/Jena/Berlin. 409 S., 32 SW-Fotos, 101 Zeichn.; 16,- Mark. Ersch. III/88. Best.-Nr. 654 169 7.

In vier Kapiteln wird über die Entstehung, Entwicklung und den Untergang der Sterne berichtet: 1. Sterne werden geboren (Grundbegriffe der Sternphysik – interstellare Materie – Sternentstehung); 2. Sterne strahlen (Aufbau und Energiequellen der Sterne – Modellvorstellungen über Sterne – spezielle kosmische Objekte – Doppelsternsysteme); 3. Sterne explodieren (Ursachen und Folgen); 4. Sterne vergehen (Endstadien der Sternentstehung: Pulsare – Röntgensterne – Schwarze Löcher – Gravitationswellen).

## 2. Nachauflagen

**Sozialistisches Bildungsrecht Volksbildung. Allgemeine Bestimmungen.** Staatsverlag der DDR. 2., überarb. Aufl. 411 S.; 17,50 Mark. Best.-Nr. 772 258 8.

**Sozialistisches Bildungsrecht Volksbildung. Gesundheits- und Arbeitsschutz sowie Brandschutz.** Staatsverlag der DDR. 5., bearb. Aufl. 208 S.; 7,- Mark. Best.-Nr. 772 343 3.

H. HÖRZ / K.-F. WESSEL (Hrsg.): **Philosophie und Naturwissenschaften.** VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften Berlin. 2. Aufl. 340 S., 16 Abb.; 27,- Mark. Best.-Nr. 571 320 7.

J. N. JEFREMOV: **In die Tiefen des Weltalls.** Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig/BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig. (Kleine Naturwiss. Biblioth. Bd. 51) 3. Aufl. 214 S., 62 Abb.; 11,50 Mark. Ersch. vorauss. IV/88. Best.-Nr. 666 087 2.

I. D. NOWIKOW: **Schwarze Löcher im All.** Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig/BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig. (Kleine Naturwiss. Biblioth. Bd. 47) 4. Aufl. Etwa 92 S., 11 Abb.; 5,50 Mark. Ersch. vorauss. IV/88. Best.-Nr. 666 035 4.

P. AHNERT: **Astronomisch-chronologische Tafeln für Sonne, Mond und Planeten.** VEB Johann Ambrosius Barth Leipzig. 6., überarb. Aufl. Etwa 100 S., 8 Abb., zahlr. Tab.; etwa 18,- Mark. Best.-Nr. 793 792 5.

W. GERLACH: **Johannes Kepler und die Copernikanische Wende.** VEB Johann Ambrosius Barth Leipzig. 3. Aufl. 20 S., 7 Abb.; 2,50 Mark. Abhandl. d. Deutschen Akad. d. Naturforscher Leopoldina Nr. 210, Bd. 37/2.

O. HECKMANN: **Copernicus und die moderne Astronomie.** VEB Johann Ambrosius Barth Leipzig. 3. Aufl. 16 S.; 3,- M. Abhandl. d. Deutschen Akad. d. Naturforscher Leopoldina Nr. 215, Bd. 38.

H. BERNHARD / K. LINDNER / M. SCHUKOWSKI: **Wissensspeicher Astronomie.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin. 2. Aufl. 7,10 Mark. Best.-Nr. 709 206 1.

K. FRIEDRICH / G. MEYER: **Astronomie und Raumfahrt.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin. 2. Aufl. 4,90 Mark. Best.-Nr. 709 208 8.

K. LINDNER: **Jugendlexikon Astronomie.** VEB Bibliographisches Institut Leipzig. 2., durchgesehene Aufl. 192 S., 143 Abb., 47 Tab.; 6,50 Mark. Best.-Nr. 577 853 7.

J. HAMEL: **Astrologie – Tochter der Astronomie?** Urania Verlag Leipzig/Jena/Berlin. (Reihe akzent) 2. Aufl. 128 S., etwa 60 vierfarb. Abb.; 4,50 Mark. Ersch. II/88. Best.-Nr. 654 156 6.

R. DROSSLER: **Planeten, Tierkreiszeichen, Horoskope.** Koehler & Amelung Leipzig. 3. Aufl. 148 S., 36 Abb.; 12,80 Mark. Best.Nr. 698 256 4.

D. B. HERRMANN: **Rätsel um Sirius.** Buchverlag Der Morgen Berlin. 2. Aufl. 196 S.; 10,50 Mark. Best.-Nr. 695 578 5.

### 3. Vorrätige Literatur

**Haack Handkarte Erdmond Vorderseite/Rückseite.** VEB Hermann Haack Geographisch-Kartographische Anstalt Gotha. Maßstab 1 : 12 000 000, Format 110 cm × 66 cm. Best.-Nr. 598 177 0.

**Haack Handkarte Mars / Westliche und östliche Hemisphäre.** VEB Hermann Haack Geographisch-Kartographische Anstalt Gotha. Maßstab 1:23 500 000, Format 110 cm × 66 cm. Best.-Nr. 966 249 4.

**Sternbilder.** (Quartettspiel) Verlag für Lehrmittel Pöbneck. 33 Spielkarten 7 cm × 10 cm; Textheft 32 S. (A. Zenkert); 2,40 Mark. Best.-Nr. 334 693 3.

A. ZENKERT (Bearb.): **Drehbare Schülersternkarte.** Verlag für Lehrmittel Pöbneck. 24,4 cm × 24,5 cm; 4,30 Mark. Best.-Nr. 334 602 8.

MANFRED SCHUKOWSKI

## BURGEL-Nachlaß übergeben

Der seit fast 40 Jahren in der BRD befindliche, größere Teil des schriftlichen Nachlasses von BRUNO H. BURGEL (1875 bis 1948) konnte unlängst der Bürgel-Gedenkstätte im Astronomischen Zentrum Potsdam übereignet werden. Die in den letzten Lebensjahren BURGELS tätige Sekretärin Frau CHARLOTTE RUFER (früher ENDEMANN), übergab am 12. 1. 1988 in Singen a. H. (BRD) dem Leiter der Gedenkstätte, ARNOLD ZENKERT, den Nachlaß, der den bisherigen Bestand in Potsdam übertrifft.

Es handelt sich in erster Linie um Beiträge aus Zeitungen und Zeitschriften, die BURGELS umfangreiches und vielseitiges Schaffen widerspiegeln und die ihm einen breiten Leserkreis erschlossen. Ferner befinden sich darunter zahlreiche Briefe sowie Dokumente, wie z. B. von PAUL AHNERT, CUNO HOFFMEISTER, PAUL GUTHNICK, EHM WELK und MANFRED v. ARDENNE. Zu dem Nachlaß gehörte auch die Original-Totenmaske vom Bildhauermeister WALTER BULLERT, Potsdam.

Zu den wertvollsten Gegenständen zählt ein Bild OTTO GROTEWOHLs mit dessen persönlicher Widmung zu BURGELS 70. Geburtstag am 14. November 1945: „Dem Menschenfreund BURGEL in brüderlicher Verbundenheit...“ Eine gründliche Sichtung und Auswertung der umfangreichen Materialien steht bevor.

ARNOLD ZENKERT

## Hinweis zur Unterrichtsfernsehsendung

### „Die Sonne“

Der Kommentartext der Unterrichtsfernsehsendung „Die Sonne“ enthält einen Zahlenwertfehler. Im Teil 5 der Sendung („Die Energie der Sonne“) heißt es u. a.: „In jeder Sekunde werden rund 600 Millionen Tonnen Wasserstoff in rund 560 Millionen Tonnen Helium umgewandelt. Die Differenz von 40 Millionen Tonnen ist die freiwerdende Strahlung.“ Dieser Satz muß richtig lauten: „In jeder Sekunde werden rund 600 Millionen Tonnen Wasserstoff in rund 596 Millionen Tonnen Helium umgewandelt. Die Differenz von rund 4 Millionen Tonnen ist die freiwerdende Strahlung.“ Bis zu einer Überarbeitung der Sendung muß der Lehrer beim Sendungsempfang diesen Fehler berichtigen. Im gleichen Sinne ist auch das Zitat im Beitrag „Die Sonne“ – eine neue Unterrichtsfernsehsendung“ von H. RÖPKE (Astronomie in der Schule 24 (1987), 6, S. 136) zu korrigieren.

## Zur Karteikarte in diesem Heft

Die beiliegende Karteikarte zum Thema „Entstehung des Sonnensystems“ ist als methodische Hilfe zur Behandlung der Kosmogonie des Sonnensystems im obligatorischen und fakultativen Astronomieunterricht gedacht. Die auf der Karteikarte vorgestellten Folien zeigen einen möglichen Weg zur Vermittlung und Aneignung von Wissen über die Entstehung des Sonnensystems. Jeder Benutzer sollte prüfen, in welcher Art und Weise und in welchem Umfang er den Folientext in seinen Unterricht übernehmen kann. Bei entsprechenden Kürzungen läßt sich aus dem Folientext auch ein Tafelbild entwickeln. Wichtig ist, daß die auf der Karte enthaltenen Hinweise für den Lehrer bei der Erläuterung der Aussagen auf den Folien beachtet werden. „Astronomie in der Schule“ wird, ab Heft 6/1988 beginnend, eine Artikelreihe über die Evolution des Sonnensystems veröffentlichen, die von D. MOHLMANN verfaßt ist.

REDAKTION

# Z Zeitschriftenschau

**ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT.** H.-D. NAUMANN: **Einige Entwicklungstendenzen der Raumfahrtstechnik.** 25 (1987) 5, 133–138. Autor nennt 6 Schwerpunkte der bisherigen Raumfahrt: 1. *Extraterrestrische astronomische Grundlagenforschung.* 2. *Erdfernerkundung.* 3. *Biologische und technische Forschungen im Zustand der Schwerelosigkeit.* 4. *Kommerzielle Nutzung.* 5. *Passive militärische Nutzung.* 6. *Tests und Erprobungen.* In Anlehnung daran werden 6 Schwerpunkte der weiteren Entwicklung genannt, die auf die Weiterführung, qualitative Steigerung und Weiterentwicklung der gegenwärtigen Bereiche gerichtet sind. Dabei geht er entsprechend den Bedürfnissen der menschlichen Gesellschaft davon aus, daß an die Stelle militärischer Nutzung mehr und mehr die internationale Kooperation tritt und sich die Raumfahrtforschung stärker in Richtung der für künftige Raumflugmissionen notwendigen Träger-, Transport- und Orbitalysteme entwickelt. – D. STOLL/H. TIERSCH: **Neue Daten von den Uranusringen.** 25 (1987) 5, 138–141. Geometrische, optische und physikalische Parameter der Ringe. – B. SCHILDWACH: **Satelliten-Datensammelsysteme.** 25 (1987) 5, 142–146. Daten der Erde, die von Satelliten aus gewonnen werden, bedürfen der Ergänzung durch Informationen, die auf der Erde gewonnen und gesammelt werden (Wind- und Strömungsrichtungen, Temperaturprofile, Verunreinigungen des Wassers und der Luft, Zusammensetzung des Bodens, Luftfeuchtigkeit, Wasserstände usw.). Solche Daten können in den Menschen unzulänglichen oder schwer zugänglichen Gebieten auf und unter der Erd- oder Wasseroberfläche oder in der Luft gewonnen werden. Die Satellitentechnik gestattet, die Daten dieser erdgebundenen Anlagen einzuholen und Bodenstationen zur Verfügung zu stellen. Bei der Realisierung eines Datensammelsystems können das *Zufallsprinzip* oder das *Aufrufprinzip* angewendet werden, auf die der Autor eingeht. Abschließend wird das experimentelle Datensammelsystem SSPI vorgestellt, das 1979/80 auf den Interkosmos-Satelliten 20 und 21 erprobt wurde. – H. SCHOLZE: **Das Fernrohr des Sternfreundes. Spiegelfernrohre I und II.** 25 (1987) 5, 147–149 und 6, 178–181. Nach der Darstellung des prinzipiellen Aufbaues von Spiegelfernrohren geht der Autor auf den Newton-Spiegel sowie auf das Cassegrain-Spiegelteleskop und seine Varianten ein. (Fortsetzung des Beitrages in Heft 2/88 angekündigt.) – H. THIERSCH / D. STOLL: **Neues vom Neptun-„Ring“.** 26 (1988) 1, 2–5. Es werden Ergebnisse von Sternbedeckungen durch Neptun bzw. einen eventuellen Ring (oder einen Ringbogen) diskutiert und zu deuten versucht. Letztlich bleibt die Existenz eines Ringes (oder auch nur eines Stückes davon) und ggf. seine Struktur offen. Es bleibt zu

hoffen, daß die Neptun-Passage von Voyager-2 im August 1989 hilft, diese Fragen zu beantworten. — M. DANZ / TH. MANGOLDT: **Die VEGA-Mission zum Kometen Halley.** 26 (1988) 1, 5–7. Es werden Ergebnisse weiterbearbeiteter Aufnahmen vorgestellt. Aus ihnen ergeben sich die geometrischen Abmessungen des Kometenkerns zu  $(15,7 \pm 0,6)$  km für die Längsachse,  $(7,5 \pm 0,3)$  km für die große und  $(5,0 \pm 0,2)$  km für die kleine Querachse sowie eine Eigenrotationsperiode von  $(52,5 \pm 1,5)$  h.

**URANIA.** D. B. HERRMANN: **Erlebnis Wissenschaft im Zeiss-Großplanetarium Berlin.** 1988, 2, 38–41. Vom Wirken der neuen Einrichtung in den ersten Monaten ihres Bestehens. Die Seiten 40/41 sind als Poster mit dem Schnittbild des Planetariums gestaltet. Vorbestellungen telefonisch Montag bis Freitag 4 36 31 30, schriftlich Zeiss-Großplanetarium Berlin, Prenzlauer Allee 80, Berlin, 1055.

MANFRED SCHUKOWSKI

# R

## Rezensionen

**LUDWIG MEIER: Die Bewegung des Mondes.** Schriftenreihe des Planetariums der Carl-Zeiss-Stiftung Jena Nr. 9 (ohne Jahresangabe), 48 Seiten, 11 Abb., Preis 2,80 M.

Der Mond ist das eindrucksvollste Demonstrationsobjekt für jeden, der zum ersten Mal durch ein Fernrohr den Himmel betrachtet. Trotz allgemeiner Kenntnis der Bewegung des Mondes um die Erde und des Phasenwechsels ist es erstaunlich, in welchem Maß in breiten Bevölkerungskreisen Unwissenheit über die Mondbewegungen besteht. Insofern ist das von LUDWIG MEIER verfaßte Heft ein wichtiger Beitrag zur Vermittlung solider Grundkenntnisse auf diesem Gebiet der Astronomie. Aus den Erfahrungen des Autors als Vortragender im Planetarium ergeben sich zahlreiche Hinweise auf Bewegungsvorgänge, die im Planetarium wegen des Zeitraffereffekts besonders eindrucksvoll dargestellt werden können. Das Büchlein ist aber nicht nur zur Vorbereitung auf einen Planetariumsbesuch nützlich.

Ausgehend von der Bewegung der Erde wird leicht verständlich die Mondbewegung unter den Sternen erläutert, wobei der Leser Grundtatsachen über die scheinbare Größe des Mondes und die Änderung seiner Phasengestalt erfährt. Tiefer in den Gegenstand eindringend, werden die unterschiedlichen Monatslängen genannt und plausibel erklärt. Die Ursachen der Mondbewegung um die Erde, die Entstehung der Mondphasen und der Unterschied in der Länge von siderischem und synodischem Monat sowie die gebundene Rotation und die Libration sind weitere Themen. Wesentliches Merkmal der Mondbahn ist, daß sie stets konkav zur Sonne verläuft. Die Bahnbewegung des Mondes unterliegt zahlreichen Störungen durch Sonne und Erde. Die Drehung der Apsidenlinie in 18,6 Jahren ist ein Präzessionseffekt wegen der Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik.

Von breitem Interesse sind die Wechselwirkungen zwischen Erde und Mond. Allerdings sind die weithin vermuteten direkten Einflüsse des Mondes auf den Menschen und die Natur im wesentlichen auf astrologische Relikte zurückzuführen. Physikalisch einwandfrei begründet, wenn auch nur empirisch bestimmbar, sind die Gezeitenwirkungen Ebbe und Flut, die Gezeiten der Atmosphäre und des festen Erdkörpers sowie entsprechende Wirkungen auf dem Mond. Zu den Wechselwirkungen gehört auch der interessante Effekt der Lunisolarpräzession.

Kurze Kapitel behandeln die Finsternisse, Probleme der Kalender und die künstlichen Monde.

Neuartig sind die Erscheinungen des Himmels vom Mond aus beobachtet: der Ablauf des Mondtages und des Mondjahres sowie die Erde als Gestirn.

Den Abschluß des Heftes bildet eine Zusammenstellung sehr exakter Zahlenangaben.

Im Anhang sind Methoden zur Berechnung von Mondpositionen im Ekliptik- und Äquatorkoordinatensystem mit dem Taschenrechner auf Zehntelgradgenauigkeit angegeben. Weiterhin wird vorgeführt, wie man mit erstaunlicher Genauigkeit über mehrere Jahrhunderte die Zeitpunkte der Voll- und Neumondphasen berechnen kann.

Das kleine Buch ist eine Freude für jeden, der einfache und klare Darstellungen von teilweise komplizierten Naturvorgängen liebt. Der Liebhaber von Rechnungen, die mit geringem Aufwand zu recht präzisen Ergebnissen führen, findet manche Anregung. Das gilt insbesondere für Astronomielehrer, die im fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ die Schüler mit den exakten Methoden der rechnenden Astronomie vertraut machen wollen.

KLAUS-GUNTHER STEINERT

# U

## Umschlagseiten

**Titelseite** — Der Autor unseres Beitrages „Vom Amateur zum Berufsastronomen“ (s. S. 50), Dr. h. c. PAUL AHNERT mit seiner Gattin bei der Sonnenbeobachtung.

**2. Umschlagseite** — Die Nordamerikanebelregion im Sternbild Schwan mit Satellitenspur. Originalabzug einer Aufnahme mit Schmidt-Kamera 200/240/356, Rotfilter — hell (Nr. 901), ORWO NP 27, Belichtung am 14./15. 8. 1985 von 23.35 bis 1.35 Uhr MESZ.

Aufnahme: WOLFRAM FISCHER, Sternwarte Sohland.

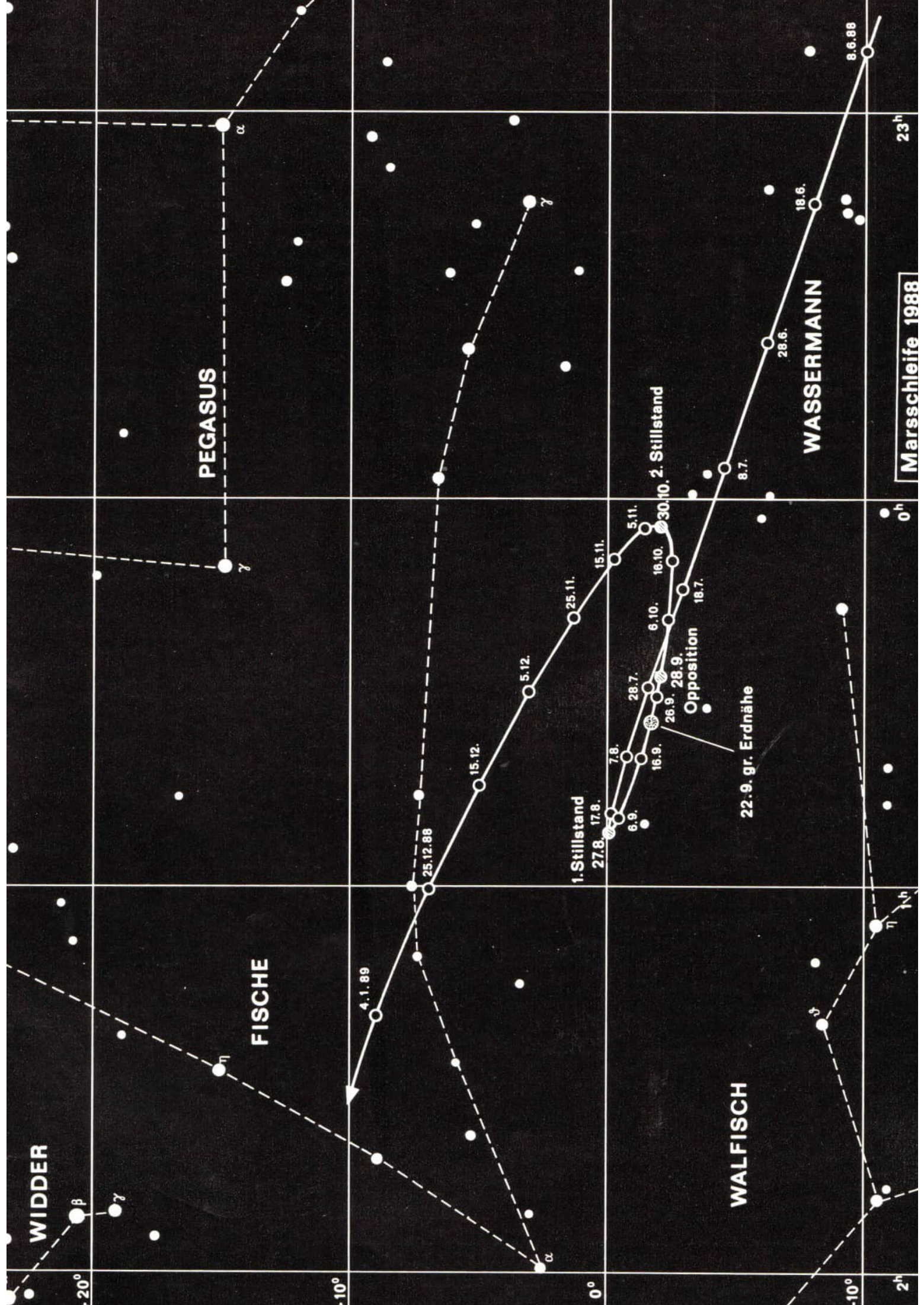
**3. Umschlagseite** — Beobachtungskarte für die Oppositionsschleife des Planeten Mars 1988. Besonders hervorgehoben sind der 1. Stillstand, die größte Erdnähe, der Ort des Planeten zur Zeit der Opposition sowie der 2. Stillstand. Der Bahnverlauf ist für die Zeit vom 8. Juni 1988 bis zum 4. Januar 1989 wiedergegeben. Die Verbindungslinien zwischen den Sternen der Sternbilder Widder, Pegasus, Fische, Wassermann entsprechen der Darstellungsweise auf der drehbaren Schülersternkarte.

Grafik: HANS JOACHIM NITSCHMANN, Bautzen.

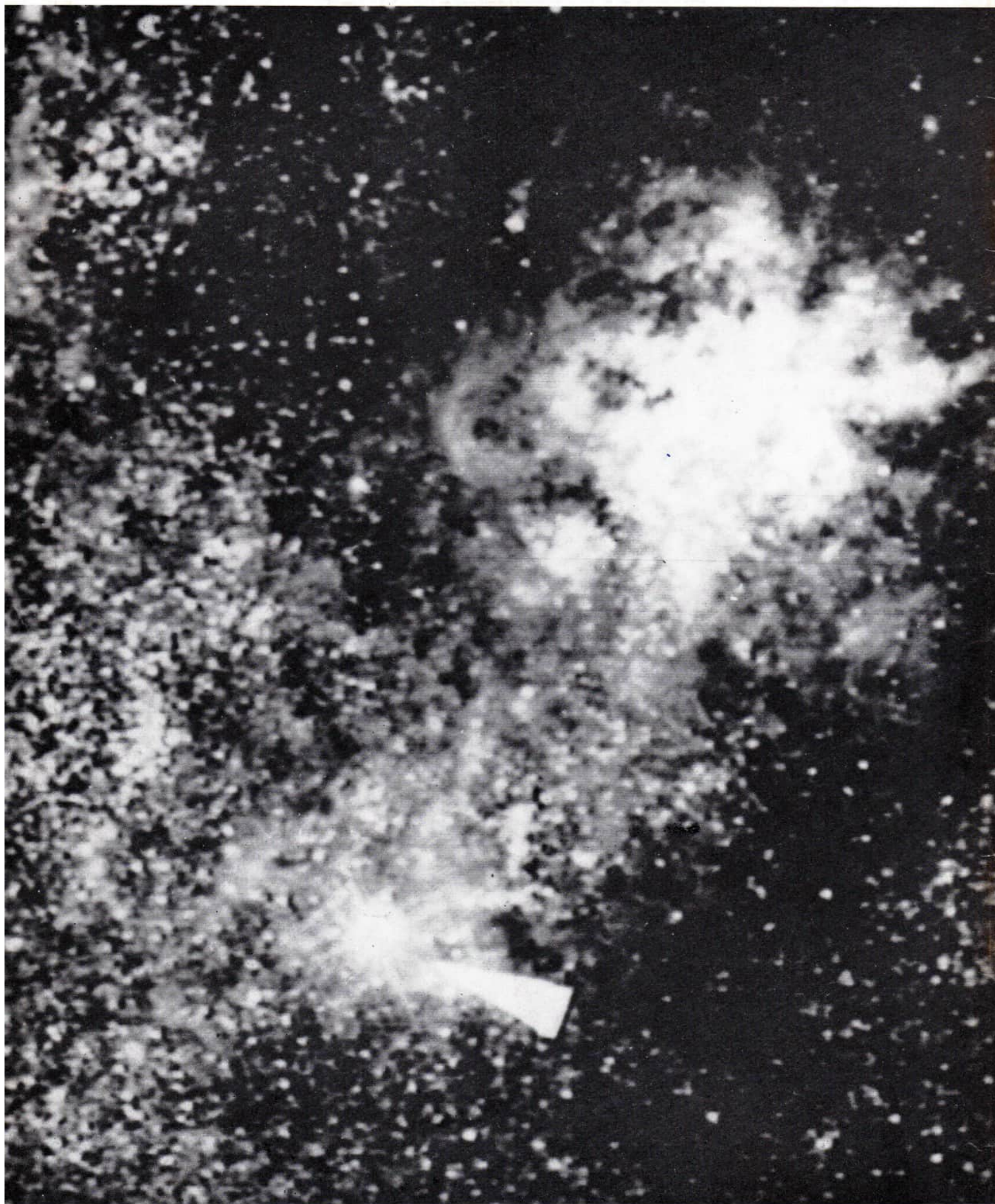
**4. Umschlagseite** — Supernova 1987A. Aufnahme vom Interamerikanischen Observatorium in Cerro Tolola nahe der Stadt La Serena in Chile angefertigt am 27. Februar 1987. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Die Supernova 1987A“ auf Seite 53.

## Korrespondenten von „Astronomie in der Schule“

Oberlehrer Heinz Albert, Crimmitschau; Oberlehrer Rolf Bahler, Neetzow; Olaf Fischer, Leipzig; Dieter Frisch, Berlin; Oberlehrer Luise Gräfe, Dresden; Studienrat Rolf Henkel, Suhl; Oberlehrer Hermann Hilbert, Rudolstadt; Oberstudienrat Peter Klein, Rostock; Lutz Klinnert, Strausberg; Studienrat Ilse Krösche, Berlin; Annelore Muster, Halle; Studienrat Klaus Schmidt, Herzberg; Studienrat Wolfgang Severin, Wittenberg; Oberlehrer Herwig Sue, Dallgow; Studienrat Klaus Ullerich, Burg; Erhard Weidner, Gotha.



Marschleife 1988





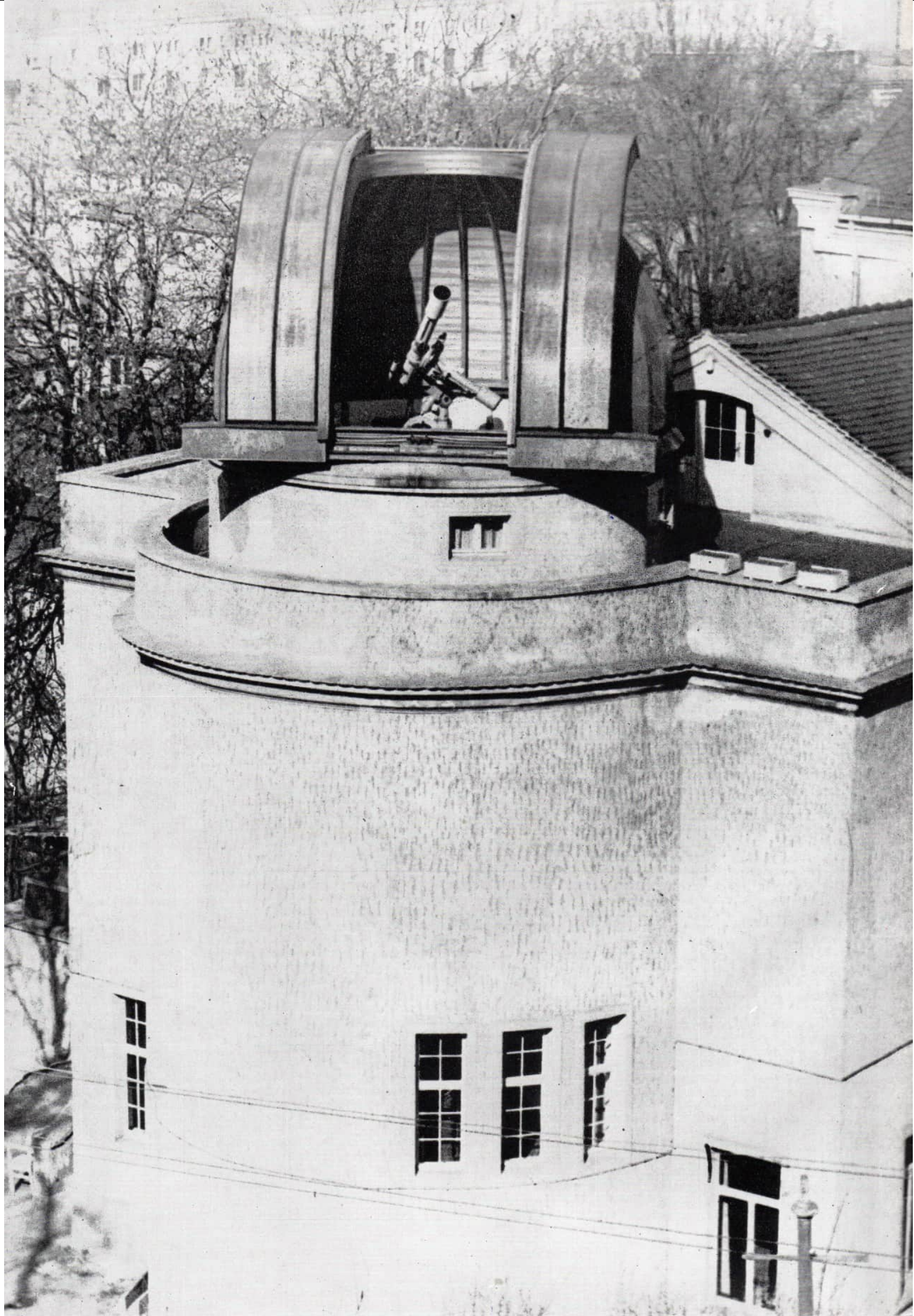
# ASTRONOMIE

## 4 IN DER SCHULE

Jahrgang 1988  
ISSN 0004-6310  
Preis 0,60 M

Volk und Wissen  
Volkseigener Verlag  
Berlin





● **Das aktuelle Thema**

M. SCHUKOWSKI: Vor 10 Jahren: SIGMUND JÄHN — der erste Deutsche im All . . . . . 74

● **Astronomie**

M. REICHSTEIN: Die großen Galileischen Monde Ganymed und Kallisto . . . 75  
 J. HAMEL: Probleme der Durchsetzung des copernicanischen Weltbildes . . . 78

● **Unterricht**

CH. BIERWAGEN: Pädagogische Lesungen 1987 im Fach Astronomie . . . . . 81  
 H. BIENIOSCHEK; P. KLEIN: Zur Behandlung der Sichtbarkeit von Planeten . . . 83  
 J. NAUMANN: Suchhaltungen entwickeln . . . . . 87  
 C. NOLTENIUS: Zur Erörterung der Stoffeinheit „Orientierung am Sternhimmel“ im Planetarium . . . . . 89

● **Beobachtung**

H. J. NITSCHMANN: Sternbild Schwan — Doppelstern Beta Cygni . . . . . 90  
 K. LINDNER: Zwei aktuelle Beobachtungsaufgaben . . . . . 91

● **Kurz berichtet**

Wissenswertes . . . . . 92  
 Schülerfragen . . . . . 93  
 Rezensionen . . . . . 94

● **Abbildungen**

Umschlagseiten . . . . . 95

● **Dokumentation (ANNELORE MUSTER)**

. . . . . 96

● **Karteikarte**

W. WENZEL: Aufgaben von Raumflugkörpern und ihre Bahnen — Aus der Geschichte der Raumfahrt

**Redaktionsschluß: 14. 6. 1988**

**Auslieferung an den Postzeitungsvertrieb: 15. 8. 1988**

Из содержания

M. ШУКОВСКИ: Десять лет тому назад: Зигмунд Ен — первый немец в космосе . . . . . 74

M. РЕЙХШТЕЙН: Большие Галилеевы спутники Ганимед и Каллисто . . . . . 75

И. ХАМЭЛЬ: Трудности при пропагандировании Коперникова миропонимания . . . 78

Х. БИНИОШЕК; П. КЛЕЙН: Трактовка темы о видимости планет . . . . . 83

И. НАУМАНН: Развивать искательное настроение . . . . . 87

From the Contents

M. SCHUKOWSKI: Ten Years ago: SIGMUND JÄHN — First German in Space . . . . . 74

M. REICHSTEIN: The Large Galilean Moons Ganymed and Callisto . . . . . 75

J. HAMEL: Difficulties in Propagating the Copernican View of World . . . . . 78

H. BIENIOSCHEK; P. KLEIN: Dealing with the Visibility of Planets . . . . . 83

J. NAUMANN: Developing Searchers' Attitude . . . . . 87

En résumé

M. SCHUKOWSKI: Il y a 10 ans: SIGMUND JÄHN — le premier Allemand dans l'univers . . . . . 74

M. REICHSTEIN: Les grands satellites de Galilée: Ganymède et Callisto . . . 75

J. HAMEL: De l'histoire de la publication du système de Copernic . . . . . 78

H. BIENIOSCHEK; P. KLEIN: La visibilité des planètes — un problème de l'enseignement astronomique . . . . . 83

J. NAUMANN: Le développement de l'esprit créateur des élèves . . . . . 87

**Herausgeber:**

Verlag Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, Krausenstraße 50, Postfach 1213, Berlin, DDR - 1086, Tel. 20430, Postscheckkonto: Berlin 7199-57-132626

**Anschrift der Redaktion:**

Friedrich-List-Straße 8 (Sorbisches Institut für Lehrerbildung „Karl Jannack“), Postfach 440, Bautzen, DDR-8600, Telefon 4 25 85

**Redaktionskollegium:**

Oberstudienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Klaus Lindner (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Horst Bienioschek, Dr. rer. nat. Ulrich Bleyer, Dr. rer. nat. Hans-Erich Fröhlich, Dr. phil. Fritz Gehlhar, Dr. sc. phil. Nina Hager, Prof. Dr. sc. nat. Dieter B. Herrmann, Oberlehrer Volker Kluge, Oberlehrer Monika Kohlhausen, Oberlehrer Jörg Lichtenfeld, Oberstudienrat Hans Joachim Nitschmann, Prof. Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Oberlehrer Eva-Maria Schober, Prof. Dr. sc. paed. Manfred Schukowski, Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert, Studienrat Joachim Stier, Oberlehrer Dr. paed. Uwe Walther, Prof. Dr. rer. nat. habil. Helmut Zimmermann, Günter Zimmermann.

Drahomira Günther (redaktionelle Mitarbeiterin), Dr. sc. phil. Siegfried Michalk (Übersetzer)

**Lizenznummer und Lizenzgeber:** 1488, Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik

**Gesamtherstellung:**

Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen  
 AN (EDV 427)  
 III-4-9-1270-5,2 Liz. 1488

**Erscheinungshinweise:**

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. — Bestellungen werden in der DDR von 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, Leninstraße 16, Leipzig, DDR - 7010.

ISSN 0004-6310

## Vor 10 Jahren: SIGMUND JÄHN – der erste Deutsche im All

Am 26. August 1978 startete Sojus 31 mit der dritten internationalen Besatzung an Bord: WALERI BYKOWSKI und SIGMUND JÄHN. Am Tag darauf koppelten sie an die Station Salut 6, in der seit dem 17. Juni WLADIMIR KOWALJONOK und ALEXANDER IWANTSCHENKO arbeiteten, und in der inzwischen schon die zweite internationale Mannschaft – PJOTR KLIMUK und MIROSLAW HERMASZEWSKI – begrüßt worden war. Sechs Tage lang wurden Experimente auf den Gebieten der kosmischen Technologie, der Biomedizin und der Erdkunde im Auftrage von Wissenschaft und Industrie ausgeführt. Mehrfach wurde dabei die im VEB Carl Zeiss Jena gebaute Multispektralkamera MKF 6 M eingesetzt. Am 3. September kehrten BYKOWSKI und JÄHN mit Sojus 29 zur Erde zurück. Das ist die knappe Skizze bewegender Tage, die die Schüler der 10. Klassen des Schuljahres 1988/89 noch im Vorschulalter erlebten.

Am Beginn des neuen Schuljahres wird man im Interesse eines auch emotional bewegenden Einstiegs in das für die Schüler neue Unterrichtsfach Astronomie fragen: Könnt Ihr Euch erinnern? Was habt Ihr damals empfunden? Wie wertet Ihr dies Ereignis heute?

Viel ist in diesem Jahrzehnt über SIGMUND JÄHN geschrieben worden. Viele Bürger unseres Landes, darunter nicht wenige Jugendliche, konnten ihn persönlich kennenlernen und erleben. Besonders bewegend aber empfinde ich auch aus dem Abstand der Jahre die Gedanken des ehemaligen Lehrers unseres Raumfahrers, ERHARD BÖHM aus Morgenröthe-Rautenkranz, über die Entwicklung seines Schülers und späteren Freundes (1; 98). Wer dies Heft unserer Fachzeitschrift besitzt, sollte die Worte ERHARD BÖHMS für die Würdigung des Fluges SIGMUND JÄHNS an der Seite seiner sowjetischen Genossen in diesem Schuljahr nutzen.

1978 rieten wir: „Wer jetzt Zeitungen und andere Materialien über den Flug SIGMUND JÄHNS und WALERI BYKOWSKIS und von ihrem Besuch in der DDR sammeln und aufbereiten läßt (Jahresarbeiten!), dem stehen sie in den kommenden Jahren für Schülerjahrgänge bereit, die nicht mehr den unmittelbaren Kontakt zu den Ereignissen dieser Monate hatten.“ (2; 99) Solche Materialien oder auch Zeitungen, Plakate o. ä. aus jener Zeit sind in diesem Jahr beim Einstieg in den Astronomieunterricht und zu seiner Motivierung sowie in der Stoffeinheit Raumfahrt besonders wertvoll. Das gilt na-

türlich ebenso für die Arbeit im fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“, insbesondere dort, wo der Wahlkurs Raumfahrt gewählt wird.

Welche Einordnung sollte der Flug SIGMUND JÄHNS in unserm heutigen Unterricht finden? Das können folgende Gesichtspunkte sein:

- Die bemannte Raumfahrt, an deren Anfang JURI GAGARIN stand, ist Teil der Geschichte der Raumfahrt. Sie ist Teil eines großen Konzepts der friedlichen Erforschung der Erde, des Sonnensystems, wissenschaftlich-technischer Experimente, astronomischer Beobachtungen bis in die fernsten Tiefen des Weltalls in allen Bereichen des elektromagnetischen Spektrums. In diesem Sinne haben die Jahre 1957, 1961 und 1978 und die Namen Sputnik 1, GAGARIN und JÄHN Platz in unserm Unterricht gefunden.
- Die sowjetische Raumfahrt öffnete als erste und in immer größerem Umfang anderen Nationen den Orbit. Das gilt für die bemannte Raumfahrt wie für unbemannte Forschungen (Interkosmos, Halley-Mission, Unternehmen Phobos u. a.). Es gibt Vorschläge, wie die friedliche Kosmoskooperation in Zukunft erweitert und auf größere Vorhaben bezogen werden kann, die die Möglichkeiten eines einzelnen Staates übersteigen.
- Die Teilnahme an der bemannten Raumfahrt ist ein wichtiger Bestandteil, aber nicht der einzige Anteil der DDR an der kosmischen Forschung der Sowjetunion.

Wir haben mit dem Jahrestag des Fluges von SIGMUND JÄHN Grund, diese generellen Gesichtspunkte 1988/89 betonter zu behandeln, den Schülern bewußter zu machen. In fakultativen Kursen nach Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“ kann das bis zu Untersuchungsaufträgen reichen: Wie war das vor 10 Jahren? Der Mensch und Kommunist SIGMUND JÄHN, u. ä.

Ich erinnere an Sätze, die SIGMUND JÄHN im Zusammenhang mit dem 25. Jahrestag des Fluges von JURI GAGARIN in „Astronomie in der Schule“ schrieb: „An einem Tag im Frühjahr des Jahres 1951 saß ich wie andere Schulabgänger meines vogtländischen Heimatdorfes in einem festlich geschmückten Saal und hörte die Worte, die uns unser damaliger Schuldirektor mit auf den Weg ins Leben gab. Er sprach davon, daß es für junge Menschen durchaus berechtigt ist zu träumen, zum Beispiel vom Beruf, von neuen Maschinen oder gar von weiten Reisen bis zum Eismeer; von kühnen Dingen also, wie uns damals schien. Niemand von den Anwesenden, auch ich nicht, hätte es sich damals träumen lassen, daß diese Erwartungen gar nicht so sehr viel später noch weit übertroffen wurden und ein völlig neuer Beruf entsteht – der des Kosmonauten.“ (3; S. 2) Geben wir unseren Absolventen nicht Jahr um Jahr ähnliche Worte mit auf den Weg? Und werden sie nicht auch für die heutige junge Generation auf ihrem weiteren Lebens-

weg in manchmal unerwarteter, überraschender Weise übertroffen werden?

Vor 10 Jahren schrieben wir: „Der erste gemeinsame bemannte Raumflug UdSSR – DDR wird im Unterricht der sozialistischen Schule seinen bleibenden Platz finden.“ (2; 98) Wir bekräftigen diesen Gedanken heute unter der Sicht auf einen lebendigen Umgang mit der Geschichte und eine schöpferische, erziehungswirksame Gestaltung des Astronomieunterrichts. Denn das Werden und Wachsen der DDR ist Gegenstand der Geschichtsforschung, bildet sogar den Kern unserer Geschichtspropaganda (4; S. 3). Der Raumflug SIGMUND JÄHNS war einer der Konzentrationpunkte dieser unserer guten Entwicklung.

#### Literatur:

- (1) ERHARD BOHM: Gedanken über unseren ersten Kosmonauten. In: *Astronomie in der Schule* 15 (1978) 5.
- (2) MANFRED SCHUKOWSKI: Erörterung von Pionierleistungen sozialistischer Raumfahrt im Unterricht. In: *Astronomie in der Schule* 15 (1978) 5, 98–99.
- (3) SIGMUND JÄHN: Zum 25. Jahrestag des ersten bemannten Weltraumfluges. In: *Astronomie in der Schule* 23 (1986) 1, 2–4. Das thematische Heft 1/86 war dem 25. Jahrestag des Fluges von JURI GAGARIN gewidmet. Es kann Anregung bei der Vorbereitung und Gestaltung des Unterrichts zum Thema Raumfahrt im Astronomieunterricht des beginnenden Schuljahres geben. Siehe auch S. JÄHN: Ein Vierteljahrhundert nach Juri Gagarins Weltraumflug. In: *Astronomie und Raumfahrt* 24 (1986) 1, 2–5, sowie S. JÄHN: Der erste gemeinsame bemannte Weltraumflug UdSSR – DDR. In: *Astronomie und Raumfahrt* 25 (1987) 2, 56–59.
- (4) HELMUT BOCK: Kontinuität und Wandlung im sozialistischen Geschichtsbild. In: *Urania-Mitteilungen* 34 (1987) 8, 3–6.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. sc. MANFRED SCHUKOWSKI  
Rat des Bezirkes Rostock  
Abt. Volksbildung  
Wallstraße  
Rostock  
DDR - 2500

Manfred Reichstein

## Die großen Galileischen Monde Ganymed und Kallisto

Ganymed und Kallisto, die beiden äußeren der vier Galileischen Monde, sind nicht nur räumliche Nachbarn im Jupitersystem, sie sind es erst recht hinsichtlich ihrer planetarischen Krustenevolution. In starker Vereinfachung kann man sie der Io und der Europa mit deren relativ jugendlichen Krustenstrukturen als Eisplaneten auf Satellitenbahnen mit Altkrustenmerkmalen gegenüberstellen.

Noch bevor die beiden Voyager-Sonden 1979 die ersten Nahaufnahmen der großen Jupitermonde zur Erde sendeten, wußte man aus spektrographischen Untersuchungen von der Erde aus, daß H<sub>2</sub>O-Eis am Krustenaufbau von Europa, Ganymed und Kallisto stark beteiligt ist und daß dieser H<sub>2</sub>O-Anteil zugunsten einer dunklen, meteoritischen, silikatischen Komponente bei den jeweils von Jupiter weiter entfernten Galileischen Monden als albedobestimmendes Merkmal stärker in den Hintergrund tritt. Damit und, wie es schien, durch die ersten Voyager-Bilder bestätigt, ließ sich ein einfaches Evolutionsschema für die Galileischen Monde entwerfen, demzufolge auf dem äußersten Galileischen Jupitermond, der Kallisto, die Urkruste nur wenig verändert bis heute erhalten blieb. Für Ganymed, den inneren Nachbarn der Kallisto, sollte das nur noch etwa zur Hälfte gelten, während die noch jupiternäheren Monde dann die intensivsten Revolutionen ihrer Oberflächenreliefs erfuhren.

Auch heute gilt dieses Konzept wenigstens noch in seinen Grundzügen. Umfangreiche Detailuntersuchungen haben jedoch inzwischen erkennen lassen, daß selbst bei den zwei großen und jupiterfernen Galileischen Monden die Evolution ihrer Krusten komplizierter und wechselvoller verlief, als anfangs angenommen wurde; und es haben sich dabei auch wichtige Bezüge zum tatsächlichen Verlauf der Akkretionsphase des Planeten ableiten lassen, von dem wir ja noch immer viel zu wenig wissen.

### Struktur und Formierung der Kruste Kallistos

Dieser zweitgrößte Jupitermond hat mit einer Masse von  $1,06 \cdot 10^{23}$  kg fast das 1,5fache der Masse unseres Erdmondes aufzuweisen; und dennoch erreicht seine mittlere Dichte mit 1,8 (bezogen auf Wasser = 1) nur etwas mehr als den halben Wert unseres Mondes. Diese relative „Leichtigkeit“ bewirkt der hohe Anteil von etwa 50 Prozent Wasser am sonst vorwiegend silikatischen Baumaterial der Kallisto. Nun ergibt sich daraus vordergründig die Frage, bis zu welchem Grade diese beiden Hauptkomponenten der Substanz heute noch gemischt oder bereits entmischt in ihrem Innern vorhanden sind. Die Antwort kann man inzwischen schon recht gut aus Kallistos Krustenstrukturen ableiten. Da stehen die Zeichen eindeutig auf Entmischung; das heißt, wir gehen heute davon aus, daß das Querschnittsprofil der Kallisto – wie das der übrigen Galileischen Monde – von einem Schalenbau gekennzeichnet wird, der hier sogar drei- bis vierteilig sein kann.

Welches sind nun die Gründe hierfür?

Voraussetzung für eine allmähliche Trennung sich physikochemisch unterscheidender Grundsubstan-

zen im Innern anfangs kühler, planetarischer Himmelskörper ist immer eine Erhöhung der Innentemperatur über den Schmelzpunkt oder wenigstens bis zum Erweichungszustand ihrer Hauptmasse. Für Kallisto heißt das, Verflüssigung oder starkes Erweichen der Eisanteile, so daß die darin „eingebackenen“ silikatischen Staubpartikel und die größeren meteoritischen Brocken in Richtung Zentrum absinken können. Als Konsequenz sollte sich hieraus ein relativ massiver, also dichter, Kern formieren, der bei Kallisto einen Durchmesser von etwa 2500 bis 3000 km erreicht haben könnte. Ihn müßte dann eine gewaltige ozeanische Schale umgeben, deren oberer Teil in großer Mächtigkeit zu Eis erstarrt ist.

Im Durchschnitt rechnet man heute damit, daß die Basis des Eisozeans im liquiden Zustand vielleicht in einer Tiefe von 600 bis 700 km oder sogar noch etwas mehr unter der Oberfläche zu suchen sein sollte und daß ein Eispanzer von etwa 200 bis 300 km Dicke den oberen Abschluß darstellt.

Aus der Oberflächenmorphologie läßt sich ableiten, daß gerade die Mächtigkeit dieses als Kruste der Kallisto definierten Eispanzers im Laufe seiner frühen Entwicklung erhebliche Veränderungen erfahren haben muß.

Zunächst fällt auf (vgl. Bild 4. Umschlagseite), daß Globalaufnahmen der Kallisto an der Peripherie praktisch kein bemerkenswertes Relief zu erkennen geben. Obwohl die Zahl der Einschlagkrater mit Durchmessern um 50 bis etwa 100 km auf Kallisto überdurchschnittlich hoch zu sein scheint, fehlen doch praktisch alle Anzeichen für morphologisch markantere Ringwälle von mehr als 1 km Höhe. Die größeren Einschlagstrukturen wirken alle irgendwie erheblich abgeflacht. Die Standfestigkeit der Kruste ist – oder besser war – mindestens zeitweilig nicht sehr groß. Daß die Krater dennoch so deutlich zu sehen sind, hat weniger morphologische als vielmehr substantielle Ursachen. Die meisten Krater zeigen sich nämlich durch ihre mehr oder weniger starke Aufhellung als Ringstrukturen an, und oft erscheint noch ein weißlicher Fleck in der Mitte, der wohl der Position eines flachen Zentralberges entspricht.

Man ist heute ziemlich einhellig der Meinung, daß die weißlichen Konturen solcher Einschlagstrukturen von einst an die Oberfläche geworfenen, reineren Eismassen erzeugt worden sind, die sonst in ihrer primären Tiefenlage vom dunkleren, meteoritischen Trümmaterial des kosmischen Dauerbombardements der Jahrmilliarden stärker verdeckt werden. Die hellsten dieser Einschlagkrater, die z. T. sogar noch Ansätze zu weißlichen Strahlenkränzen zeigten, dürften demnach die relativ jüngsten sein, die noch nicht wieder von meteoritischem Staub „verdunkelt“ wurden. Andererseits muß man an der Oberfläche auch unabhängig davon im Laufe von Jahrtausenden mit einem gewissen Sub-

stanzverlust an leichtflüchtigen, hellen Eismassen durch Sublimationsvorgänge rechnen.

Aus all dem Gesagten ergibt sich, daß die Überlieferung von Einschlagkratern um so schwieriger wird und um so unvollständiger zu erwarten ist, je weiter ihre Entstehung zurückliegt. Nur sehr große Strukturen hatten noch eine Chance, aus relativ frühen Phasen des kosmischen Krustenbombardements überliefert zu werden.

Glücklicherweise gibt es tatsächlich zwei Reliktformen aus solcher Zeit auf Kallisto. Es handelt sich um die großen Multiringsysteme Walhalla und Asgard, von denen hier eigentlich nur das größere, also der Walhalla-Komplex, mit dem ungeheuren Außendurchmesser von 3000 km detailliertere Studien erfahren konnte. – Für die Namensgebung großer Krater und anderer auffälliger Strukturen auf Kallisto wurden bevorzugt Begriffe aus der Sagenwelt nordischer Kulturen herangezogen, während man für den gleichen Zweck bei Ganymed auf die Mythologie der Assyrer, Babylonier und Ägypter zurückgegriffen hat.

Was wir vom ehemaligen Walhalla-Einschlagbecken heute noch sehen können, ist eine aufgehellte, unregelmäßige Kernzone von etwa 600 km Durchmesser ohne auffälliges Eigenrelief – offenbar der Aufschmelzungsbereich des einstigen Riesenkraters –, der radial nach außen von etwa fünfzehn stark wellig verbogenen, hellen Ringspalten umgeben wird. Diese folgen in radialer Richtung mit Abständen von 50 bis etwa 200 km aufeinander und laufen in Längsrichtung meist schon nach einigen 100 km aus, um allerdings oft in unregelmäßigen Abständen von nicht selten ebenfalls über 100 km manchmal etwas versetzt wieder zu erscheinen. Planetologen nennen solche sehr alten Strukturen, die fast nur noch aus Relikten besonderer geochemischer Natur bestehen und die durch Umschmelzungen im Gestein entstanden sind, „Palimpseste“.

Eigentlich kommt dieser Begriff aus frühgeschichtlicher Zeit, denn man verstand einst darunter alte Papyrusschriftrollen, von denen – noch schwach erkennbar – der ursprüngliche Text schon einmal heruntergekratzt worden war.

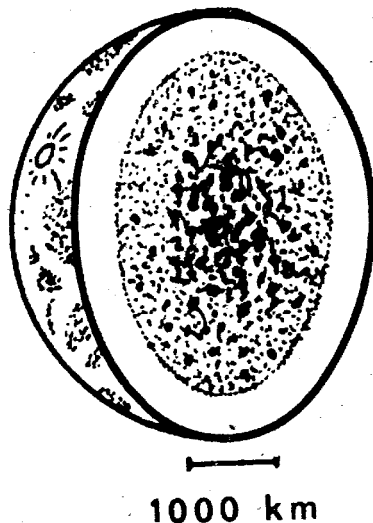
Eindeutig ist nun am Beispiel der Ringstruktur Walhalla zu erkennen, daß hier ein Projektil etwa vom Format des Marsmondes Phobos, also von rund 25 bis 30 km Durchmesser, zu einer Zeit in der Kruste Kallistos einschlug, als deren Standfestigkeit noch erheblich geringer war als gegenwärtig. Man vermutet, daß die Kruste damals durch Aufheizvorgänge von innen her vorübergehend in ihrer Stärke stark reduziert worden war und beim Zeitpunkt des Einschlages vielleicht nur eine Dicke von wenigen 10 km aufwies.

### **Ganymed, ein „Eisplanet“ mit zwei Krusten**

Es ist durchaus wahrscheinlich, daß Ganymed vor mehr als vier Milliarden Jahren vorübergehend so

ausgesehen hat wie Kallisto heute noch. Da er aber mit seinem 5 280 km Durchmesser noch größer als diese ist und mit seinen  $1,49 \cdot 10^{23}$  kg über mehr als das Doppelte der Masse Lunas verfügt, konnte er mit Hilfe seines ebenfalls etwas höheren chondritischen Kernanteils auch mehr Eigenwärme entwickeln, und die reichte sichtlich aus, seine kraterreiche Kruste wenigstens zum Teil durch Aufschmelzungsvorgänge noch einmal stärker umzuformen. Praktisch ist hier nur noch die Hälfte der älteren Kruste vom Typ derjenigen Kallistos erhalten geblieben. Diese Reste sind heute inselartig als teilweise allerdings kontinentgroße Schollen über den gesamten Ganymedglobus verteilt zu finden, und dazwischen hat sich „aufgequollenes“, das heißt aus Bereichen des Mantels aufgestiegenes, Eis geschoben, das wie auf Kallisto einen viel helleren Gesamteindruck hinterläßt, weil es durch ähnliche Differentiationsvorgänge vielleicht zeitweilig gänzlich verflüssigt seine zur Tiefe abgesunkenen, meteoritischen „Einlagerungen“ verloren hat.

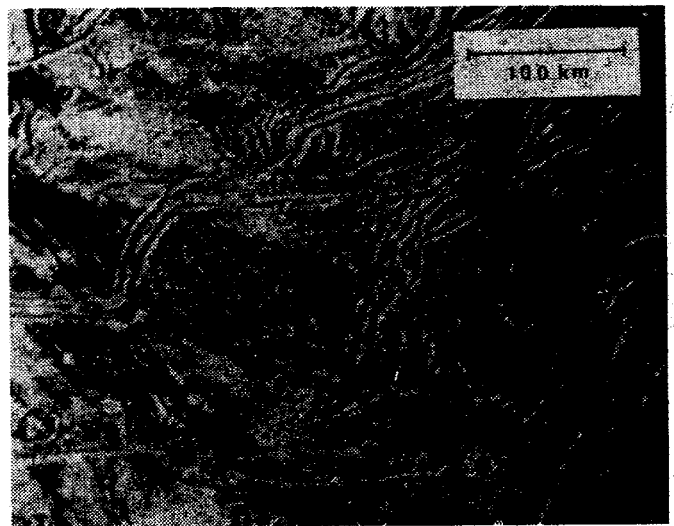
Im Prinzip weist daher das Schalenmodell Ganymeds die gleiche Bauformel im Querschnittsprofil auf wie Kallisto – nur die Proportionen sind etwas andere (vgl. Bild 1). Der Hauptunterschied liegt in



**Bild 1:** Der Schalenbau des Jupitermondes Ganymed im Profilschnitt.  
 Schwarzer Außenrand = Eiskruste  
 Weiß = „Mantelozean“  
 punktiert = der chondritische Kern  
 Links ist das Schollenmosaik der zwei Krustentypen symbolisch angedeutet zu erkennen.

einem um etwa 1 000 km mächtigeren chondritischen Kern, der mit einem absoluten Durchmesser von fast schon 4 000 km auch die Ursache des höheren mittleren Dichtewertes Ganymeds nahe dem Doppelten des Wassers ist. Allerdings kann ein Teil des Effekts wegen der großen Masse Ganymeds auch als Wirkung einer bei ihm bereits stärker wirksamen, druckbedingten Eigenverdichtung verstanden werden, muß also nicht allein auf Substanzunterschieden begründet sein.

Als Mantelzone Ganymeds könnte sich darüber ein



**Bild 2:** Das Furchensystem der jüngeren Eiskruste Ganymeds.

vielleicht schon wieder im Softeisstadium befindlicher Eisozean von ebenfalls rund 500 bis 700 km Tiefe ausgebildet haben, den aber zumindest gegenwärtig ein festerer Eispanzer von etwa 100 km Dicke als Kruste umschließen soll.

Zur Zeit der größten Erwärmung der oberflächennahen Schichten und des Mantels scheint nicht etwa flüssiges Wasser fontänenartig an die Oberfläche gepreßt worden zu sein, sondern es dürfte sich – wie das eingefrorene Gefügebild des Krustenreliefs zu erkennen gibt – eher um den Typ des soeben erwähnten Softeises gehandelt haben, welches durch zäh-viskose Fließvorgänge auf langen Spaltensystemen in vielen Einzelschüben die Oberfläche erreichte.

Auf diesem Wege erhielt die jüngste Kruste Ganymeds dann jenes charakteristische Muster (vgl. Bild 2), welches aus Tausenden von Rillen oder Furchenbündeln besteht, die sogar heute noch z. T. einige 100 m tief sind, während ihre Breite im Mittel zwischen 15 und 50 km schwankt. In der Längsrichtung können sie zwar sogar mehrere 100 km erreichen, enden aber jäh entweder an den Rändern noch unveränderter, älterer Schollen oder aber an einem räumlich mit seiner Längsachse ganz anders ausgerichteten Furchenbündel. Im globalen Maßstab ist dieser vielfache Richtungswechsel sogar kennzeichnend für die gesamte erneuerte Ganymedkruste. Und da die älteren „Urkrusten“-Relikte örtlich erhebliche Seitenverschiebungsbeträge bis zu Hunderten von Kilometern nachzuweisen gestatten, läßt sich der Krustenbau Ganymeds mit solchen Drifterscheinungen in Anlehnung an die irdischen Verhältnisse heute am besten sogar als Spezialfall initialer Plattentektonik einer globalen Eiskruste verstehen.

Anschrift des Verfassers:

**Doz. Dr. MANFRED REICHSTEIN**

Martin-Luther-Universität

Sektion Geographie

Heinrich- und Thomas-Mann-Straße 26

Halle

DDR - 4020

## Probleme der Durchsetzung des copernicanischen Weltbildes

### Ephemeridenrechnung – Prüfstein für astronomische Theorien

Eine grundsätzliche Prägung erhielt die Astronomie des 17. Jahrhunderts durch die Auseinandersetzungen um das copernicanische Weltsystem, seine empirische und theoretische Begründung sowie daran sich anschließende weltanschauliche Konsequenzen.

Die wirkliche Bedeutung der Leistung von COPERNICUS hatte von seinen Zeitgenossen niemand erkannt – weder die kleine Schar seiner Anhänger, noch die ebenso kleine Schar seiner Gegner. Wie so oft in der Geschichte der Wissenschaften, hatte die Mitwelt von einer fundamentalen wissenschaftlichen Leistung kaum Notiz genommen. Warum? Die wissenschaftlichen Grundlagen des copernicanischen Systems mußte die Zeitgenossen fast durchweg absurd anmuten. Der Widerspruch zu den empirischen Beobachtungen vom Lauf der Sterne, Planeten und der Sonne war so offenbar, daß man sich kaum der Mühe unterzog, das heliozentrische System ernsthaft zu diskutieren. Auch der Widerspruch zu den Grundlagen der aristotelischen Physik war allzu deutlich.

Ein weiterer Grund lag darin, daß die copernicanische Theorie auf dem Hauptbewährungsfeld aller astronomischen Theorien versagte – der Ephemeridenrechnung. Ihre Bedeutung erhellt vor allem daraus, daß man sie für die Berechnung von Horoskopgrundlagen benötigte. Für Jahrhunderte lag darin das wichtigste gesellschaftliche Bedürfnis nach Astronomie. Deshalb wog es schwer, daß die wenigen, nach COPERNICUS gerechneten Ephemeridentafeln den auf geozentrischer Grundlage beruhenden nicht überlegen waren. Das waren Gründe dafür, daß die kleine Schar derer, die in der copernicanischen Theorie wenigstens ein verbessertes mathematisches Fundament für astronomische Berechnungen zu erhalten hofften, ohne ihre weltanschaulichen Konsequenzen zu erkennen oder gar zu ahnen, rasch dahinschmolz. Die Ursache für die geringe Genauigkeit lag darin, daß COPERNICUS weiterhin mit kreisförmigen Planetenbahnen rechnete und auch das gesamte theoretische Instrumentarium (Epizykel usw.) benötigte.

Hemmend für die Anerkennung von COPERNICUS war es weiterhin, daß er nicht in der Lage war, seiner astronomischen Theorie ein physikalisches Fundament zu geben. Die aristotelische Physik konnte es nicht mehr sein, eine neue entstand aber erst

150 Jahre nach COPERNICUS in Gestalt der NEWTONschen Physik. Damit soll keinesfalls der Eindruck erweckt werden, daß nicht auch weltanschauliche Gründe eine grundsätzliche Rolle gespielt haben. Diese müssen hier aber zurückgestellt werden.

Der überhaupt erste Astronom von Rang, der sich COPERNICUS ohne Vorbehalte anschloß, war JOHANNES KEPLER mit seinem „Mysterium cosmographicum“ (1596). Durch dieses Werk wurde er mit TYCHO BRAHE bekannt. Wenn auch BRAHE nicht das copernicanische System akzeptierte, erkannte er doch das große mathematische und philosophische Talent KEPLERS. Der exzellente Beobachter BRAHE hatte mit seinen auf der Sundinsel Hven aufgestellten Beobachtungsinstrumenten eine Genauigkeit der Planetenpositionen erreicht, die noch lange nach ihm als vorbildlich galt. Bald nach seiner Übersiedlung nach Prag lud er KEPLER zu sich ein. Der junge Gelehrte wurde bald Assistent und Nachfolger als Kaiserlicher Mathematiker. Damit übernahm er den Auftrag RUDOLPHS II. zur Berechnung neuer, zuverlässigerer Planetentafeln, die als Grundlage verbesserter Ephemeridenrechnungen dienen sollten. Durch die Astrologiegläubigkeit des Kaisers waren der Astronomie Geldquellen erschlossen und Personalprobleme geklärt. KEPLER stellte fest: „Wenn zuvor nie niemandt so thöricht gewest were, dass er auss dem Himmel künfftige Dinge zu erlernen Hoffnung geschöpft hette, so werest auch die Astronomie so witzig nie worden... Ja du hettest von dess Himmels Lauff gar nichts gewust.“

In seiner Lebenszeit hatte BRAHE es nicht vermocht, die neuen Tafeln fertigzustellen und auch KEPLER erfüllte den Auftrag erst nach fast 25jähriger Arbeit (RUDOLPHinische Tafeln, 1627). Bei den vorbereitenden Arbeiten war ihm klar geworden, daß neue Tafeln Stückwerk bleiben müßten, wenn ihnen nicht ein völlig neues Fundament auf der Grundlage der copernicanischen Theorie gegeben wurde. Allerdings sah er auch, daß die Rechnung nach dem originalen Konzept von COPERNICUS gegenüber den exakten Beobachtungen BRAHES zu nicht unerheblichen Fehlern führte, deren Ursache nicht im empirischen Material liegen konnte. In zähem Ringen, das sich hier viel zu vereinfacht anhört, versuchte er eine bessere Angleichung der Theorie an die empirischen Daten. Sie ergab sich, als er das antike Kreisbahndogma aufgab und der Planetenbewegung eine elliptische Bahnform beilegte. Daraus entstanden die bald als „KEPLERSche Gesetze“ bezeichneten Entdeckungen. Hier ist nun zu beachten, daß KEPLER nicht einfach die eine Bahnform durch eine andere ersetzte und damit schlagartig alle Probleme löste.

Für den wirklichen Geschichtsablauf ist zu bedenken, daß die Kreisform der Planetenbewegung seit der Antike ein unerschütterlicher, an weltanschau-



liche Konsequenzen gebundener Grundzug jeglicher Planetentheorie war. Die Planeten (einschließlich Sonne und Mond) galten als unveränderliche Körper, die auf unabänderlichen, exakt berechenbaren Bahnen um die Erde zogen – deshalb als göttliche Körper. Denn was unveränderlich und unwandelbar ist, müsse vollkommen und deshalb göttlich sein. Dem entspräche in der Körperform die Kugel, in der Bewegung der Kreis. Auf diese Weise war die KEPLERSche Erkenntnis der elliptischen Planetenbahnen mit weltanschaulichen Konsequenzen verbunden.

Wie aber schon im Falle von COPERNICUS wurde auch KEPLERS Leistung erst sehr langsam anerkannt. GALILEI z. B. erwähnt die KEPLERSchen Gesetze niemals, obwohl sie ihm bekannt waren. Von vielen Astronomen wurden sie als mathematischer Kunstgriff betrachtet, der ganz pragmatisch eine bessere Berechnung der Planetenpositionen ermögliche, aber mit der wirklichen Bewegung der Planeten um die Erde nichts zu tun hätte. In diesem Sinne urteilte der bedeutende Universalgelehrte ATHANASIUS KIRCHER (1602–1680) über KEPLER: „Wo er Mathematiker ist, ist niemand besser und genauer als er, niemand ist aber auch schlechter da, wo er Physiker ist“ (1; 81).

Wieviel besser war nun KEPLER auf mathematischem Gebiet? Eine unlängst von V. BIALAS durchgeführte Prüfung ergab, daß die KEPLERSchen Planetenpositionen seit 1617 eine wesentlich höhere Genauigkeit besaßen als die etwa gleichzeitigen von MAGINI (geozentrisch) und ORIGANUS (Professor in Frankfurt/Oder, heliozentrisch), wie dies die Tabelle zeigt. Die KEPLERSchen Ephemeriden zeigen augenfällig den Theoriefortschritt durch das copernicanische System mit den KEPLERSchen Korrekturen. Da, wie wir feststellten, die Ephemeridenrechnung praktischer Prüfstein jeder astronomischen Theorie war, mußte dies auf die Durchsetzung der heliozentrischen Planetentheorie von eminenter Bedeutung sein. Denn wenn man auch anfangs in den KEPLERSchen Gesetzen eine rein mathematische Theorie sah, gewann doch immer mehr der Gedanke Raum, daß die große Zuverlässigkeit der heliozentrischen Ephemeriden nach KEPLER auf der

exakten Widerspiegelung der physikalischen Verhältnisse beruht.

Schließlich gab die NEWTONSche Gravitationstheorie das physikalische Fundament für die heliozentrische Planetentheorie, indem sie zeigte, daß nur die Sonne mit ihrer bestimmenden Gravitationskraft die Stabilität des Planetensystems aufrecht erhalten kann (einschließlich der Ableitbarkeit der KEPLERSchen Gesetze).

### Die ersten Fernrohrbeobachtungen

Die ersten Beobachtungen mit dem um 1610 erfundenen Fernrohr spielten eine nicht unwesentliche Rolle in der Diskussion um das neue Welt-system: die Entdeckung der Venusphasen, der ersten vier Jupitermonde, der Sonnenflecke und der „Berge“ und „Täler“ auf dem Mond. Welchen Einfluß hatten sie auf die Anerkennung des copernicanischen Systems?

**Venusphasen:** Unter der Voraussetzung, daß die Venus kein eigenes Licht aussendet, ist die Existenz von Lichtphasen auch bei diesem Planeten eine notwendige Folgerung, und zwar im Rahmen eines jeden Weltsystems, sei es geo- oder heliozentrisch (auch im BRAHEschen Vermittlungssystem). Diese Tatsache wird in der Literatur fast stets übersehen. Allerdings unterscheidet sich der konkrete Phasenablauf in beiden Systemen beträchtlich voneinander. Im System des PTOLEMAUS befindet sich die Venus stets zwischen Sonne und Erde, weshalb sie niemals als voll erleuchtete Scheibe sichtbar ist

Venusphasen geozentrisch

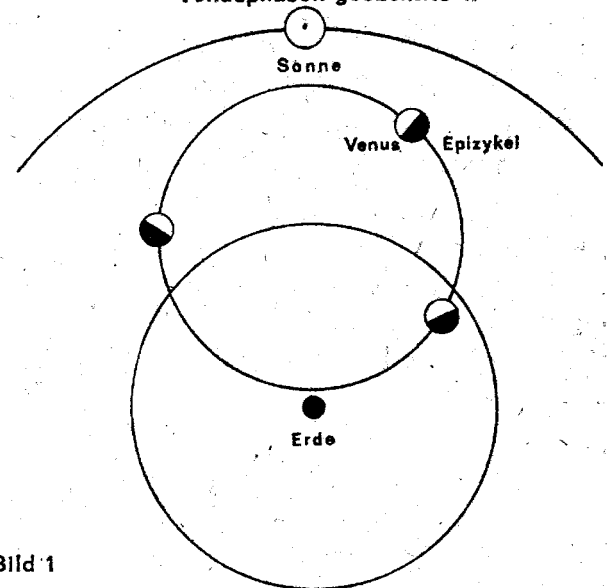


Bild 1

Tabelle: Vergleich der Genauigkeit wichtiger Ephemeridenwerke für 1617 in Bogenminuten (nach BIALAS)

	Saturn	Jupiter	Mars	Venus	Merkur	Sonne	Mond
Länge							
MAGINI	9,8	13,0	56,7	37,1	3°26'	27,9	33
ORIGANUS	9,9	13,0	56,7	37,2	3°26'	5,3	12
KEPLER 1	11,4	5,6	6,7	10,3	20,3	5,4	
KEPLER 2	6,5	6,7	4,3	9,3	11,8	5,6	10
Breite							
MAGINI	21	26	25	82	29		
ORIGANUS	21	26	25	80	26		4
KEPLER 1	2,9	0,8	2,4	5,6	11,7		3
KEPLER 2	2,5	1,2	1,3	2,4	4,8		4

KEPLER 1: Ephemeriden für 1617, KEPLER 2: Für 1617–1636

(max. Elongation beachten). Im heliozentrischen System kann sie dagegen alle Phasen durchlaufen. Was GALILEI betrifft, so hatte er die Venus seit Anfang Oktober 1610 beobachtet. Anfang 1611 begann sie sich immer stärker zu runden, wie es nur mit dem System des COPERNICUS vereinbar ist und wurde schließlich zur „Vollvenus“. Mit Recht erregte diese Beobachtung großes Aufsehen, war sie doch ein wichtiges erstes Argument zugunsten von CO-

Venusphasen heliozentrisch

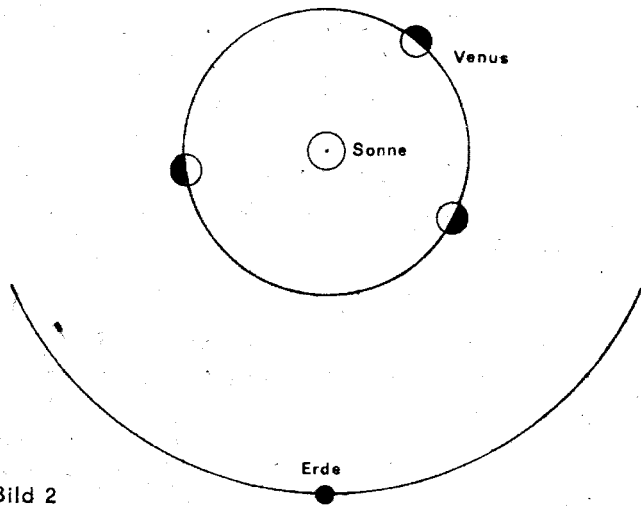


Bild 2

PERNICUS. Es sei jedoch noch einmal betont, daß nicht die Entdeckung der Lichtphasen überhaupt, sondern ihr konkreter Ablauf das Wesentliche war. **Jupitermonde:** Die Entdeckung gelang mehreren Forschern fast gleichzeitig – SIMON MARIUS, THOMAS HARRIOT und GALILEI. Diese Entdeckung stand in deutlichem Widerspruch zu einem der Grundaxiome der aristotelischen Physik, wonach nur der Erdmittelpunkt Zentrum der Kreisbewegung für die Himmelskörper sein könne. Dieses Axiom wurde erschüttert. Wenn damit auch die Zweifel an der Richtigkeit weiterer Grundaussagen der aristotelischen Physik gestärkt wurden, stellt diese Entdeckung objektiv keinerlei Beleg für die Richtigkeit des heliozentrischen Systems dar.

**Sonnenfleck:** Diese Wertung trifft auch für die von JOHANN FABRICIUS, THOMAS HARRIOT und CHRISTOPH SCHEINER (1610/11) sowie GALILEI 1612 erstmals beobachteten Sonnenfleck zu. Das Problem läuft darauf hinaus, daß in der christlich geformten aristotelischen Physik der Sonne eine besondere Stellung in der Welt beigemessen wurde. Man bezeichnete sie als Sinnbild Gottes in der körperlichen Welt, als unbesiegbare Gott, als verehrungswürdiger Bruder (FRANZ von ASSISI), setzte sie in symbolischer Deutung gleich Gott (ISIDOR von SEVILLA). Daraus ergab sich die Selbstverständlichkeit, daß ihr Licht, ihr Feuer göttlich rein sei, keiner Nahrung bedarf, in wörtlichem Sinne „unbefleckt“, makellos (Sonnenfleck lat. macula).

Über diesen Umweg ist es zu verstehen, daß die Entdeckung der Sonnenfleck in weltanschauliche Kontroversen hineingezogen wurde. Deshalb wurde der gelehrte Jesuit SCHEINER von seinem Ordensprovinzial gerügt, obwohl er anfangs die Sonnenfleck als die Sonne umlaufende kleine Körper ansah und seine weiteren Studien lieber anonym veröffentlichte. Allerdings bekannte er sich später zu der von FABRICIUS und GALILEI sofort vertretenen Ansicht der Zugehörigkeit der Flecke zum Sonnenkörper und wurde bald zum besten Kenner dieses Phänomens. Irgendeine Beweiskraft für das wahre

Weltsystem lag hierin nicht. Doch eine kirchlich sanktionierte Auffassung zu wissenschaftlichen Problemen wurde widerlegt und stärkte die Vermutung, es könnten sich noch weitere Sätze der christlich geformten aristotelischen Physik als falsch erweisen.

**Mondoberfläche:** Eine ähnliche Wirkung besaß schließlich auch die erste Erforschung des Mondes mit dem Fernrohr. Mehrere Beobachter nahmen sofort Erscheinungen von Licht und Schatten wahr. Sie folgerten daraus, daß die Natur des Mondes von der der Erde nicht so verschieden ist, wie in der aristotelischen Physik gefordert. Schließlich gehört in deren Rahmen die Erde zur elementischen Region (Erde, Wasser, Luft, Feuer), während der Mond als Himmelskörper eine grundsätzlich andere Natur besitzen sollte. Nebenbei bemerkt war dies nichts anderes als ein Resultat der durch Beobachtungen mit dem bloßen Auge festgestellten scheinbaren Unveränderlichkeit der Gestirne (Helligkeit und Position) bzw. der exakten Berechenbarkeit der Planetenbahnen im Gegensatz zu Werden und Vergehen auf der Erde. Ein weiteres Prinzip der Son-

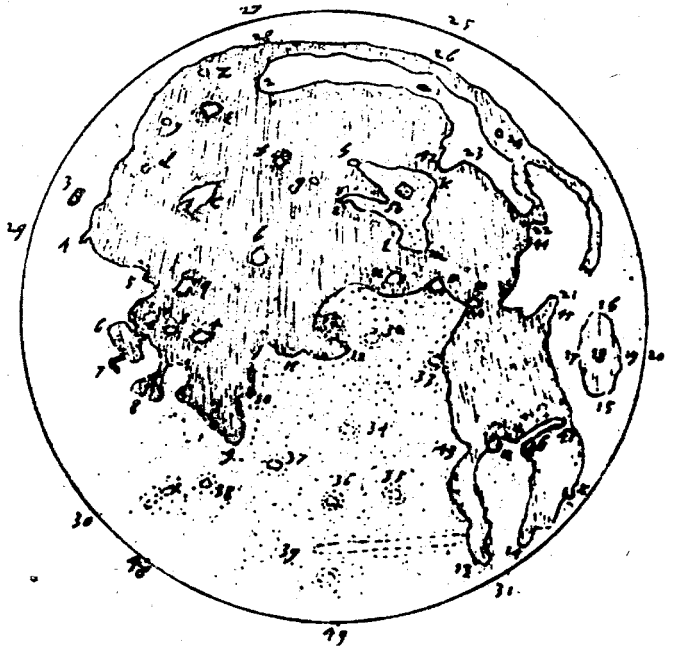


Abb. 1: Mondkarte von Thomas Harriot, um 1620

derstellung der Erde war durch diese Fernrohrbeobachtung erschüttert und es drängte sich die Frage auf, wenn der Mond „erdähnlich“ ist, ob nicht dann auch die anderen Planeten mit der Erde verwandt seien.

Zusammenfassend darf festgestellt werden, daß von allen frühen Fernrohrbeobachtungen nur der konkrete Ablauf der Venusphasen eine Stütze des copernicanischen Systems darstellt. Die Wirkung der anderen beruht lediglich darauf, daß sie Thesen der z. T. christlich geformten aristotelischen Physik in Frage stellten. Sie sprachen jedoch nicht zwingend für das copernicanische System.

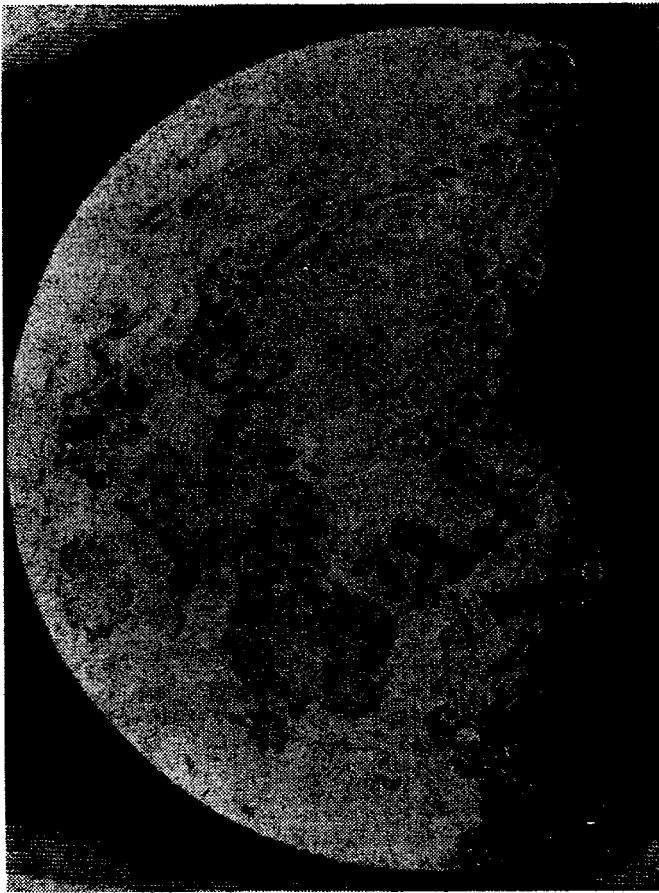


Abb. 2: Mondkarte von Claude Mellan, 1637

### Zentrale Persönlichkeit: GALILEI

Noch einige Worte zu GALILEI: Ohne Zweifel spielt er in den Jahren 1609–1611, die von mehreren fundamentalen Entdeckungen mit der neuen technischen Erfindung, dem Fernrohr, geprägt wurden, eine herausragende Rolle. Es muß aber im Interesse der korrekten Nachzeichnung des historischen Ablaufs hervorgehoben werden, daß GALILEI weder der einzige, noch immer der erste Beobachter war. In der Literatur finden sich dazu sehr oft falsche oder zumindestens zweideutige Formulierungen. Es muß auch gesagt werden, daß GALILEI hierbei nicht immer der gründlichste Beobachter war. Seine Stärke lag nicht in langen Beobachtungsreihen und exakter Protokollierung. Ihn interessierte die qualitative Seite der Phänomene viel mehr, wie dies in Fragestellungen gefaßt werden kann, wie: Gehören die neben Jupiter gesehenen Sternchen zum Planeten? Gibt es auf dem Mond Berge und Täler? Sind die von der Sonne gesehenen Flecke Gebilde der Sonnenoberfläche? usw. Waren diese Fragen für ihn geklärt, erlosch sein Interesse zusehends. Deshalb blieb es anderen Gelehrten, wie SCHEINER, vorbehalten, sich in lange Detailstudien zu vertiefen und Regeln und Gesetzmäßigkeiten zu finden. Deshalb stammt auch die erste brauchbare Mondkarte nicht von GALILEIS Hand, denn seine Skizze bietet kaum eine grobe Übersicht. Jedoch vermochte GALILEI schon aus wenigen Beobachtungen durch scharfen Geist, logische Schlüsse und vom Boden

der Parteinahme für COPERNICUS die Bedeutung des Geschauten zu erkennen. GALILEI bleibt auch deswegen im Mittelpunkt des Interesses, weil die weltanschaulichen Auseinandersetzungen um das copernicanische Weltsystem in seiner Person kulminieren.

#### Literatur:

(1) KRAFFT, F.: Die KEPLERschen Gesetze im Urteil des 17. Jahrhunderts. In: Materialien über das Symposium zu KEPLERS 350. Todestag, o. J.

#### Anschrift des Verfassers:

Dr. JURGEN HAMEL  
Archenhold-Sternwarte  
Alt-Treptow 1  
Berlin-Treptow  
DDR - 1193

Charlotte Bierwagen

## Pädagogische Lesungen 1987 im Fach Astronomie

Pädagogische Lesungen sind als Möglichkeit der Verbreitung guter Unterrichtserfahrungen auch im Fach Astronomie schon seit vielen Jahren zur Tradition in unserer Republik geworden. In jedem Jahr werden 5 bis 10 Lesungen an den Zentralvorstand der Gewerkschaft Unterricht und Erziehung mit dem Vorschlag zur zentralen Anerkennung und zur Einstellung in die Zentralbibliothek eingereicht, damit sie für alle Astronomielehrer zur Nutzung zur Verfügung stehen. So konnten zu den nunmehr 25. Zentralen Tagen der Pädagogischen Lesungen (wie auch schon 1984 und 1986) 8 ausgewählte Autoren ihre Lesungen im Februar 1988 in der Sternwarte „Johannes Franz“ in Bautzen vortragen. 40 Teilnehmer waren engagierte, sachkundige und kritische Diskussionspartner.

In allen Pädagogischen Lesungen ging es um die Sicherung eines hohen Beitrages zur allseitigen Entwicklung der Schülerpersönlichkeit durch geistige Aktivität. Der neue Lehrplan ist eine Herausforderung an den schöpferischen Lehrer. Er bringt von allen Kollegen begrüßte Veränderungen, aber damit auch neue Probleme. Die Woche der Pädagogischen Lesungen stellte mögliche Lösungsvarianten vor, gab Denkanstöße und Antworten. Sie schärfte den Blick für das sinnvolle Ausschöpfen der ganzen Methodenvielfalt des Unterrichts.

WOLFGANG SEVERIN (Wittenberg) stellte Antworten auf folgende Fragen zur Diskussion: Wie können wir unsere Schüler noch gezielter, bewußter und wirksamer zur Leistungsbereitschaft stimulieren durch eine gute Zielorientierung, durch ein Problem, das dem Schüler „unter die Haut geht“, ihn zum

Interesse an der Lösung zwingt? Damit war der Weg für die Diskussion der für die Aneignung grundlegenden Wissens notwendigen Schülertätigkeiten bereitet. KLAUS ULLERICH (Burg), HORST KRAMER (Erfurt) und HEINZ LEGNER (Blankenburg) trugen ihre eigenen Erfahrungen zu den im Lehrplan ausgewiesenen Tätigkeiten vor. Dazu gehören insbesondere das Erklären astronomischer Erscheinungen, d. h., das Zurückführen astronomischer Sachverhalte auf grundlegende Gesetze, und das Erläutern von Aussagen und Zusammenhängen, d. h., das verständliche, anschauliche Darlegen bestimmter Sachverhalte, eventuell auch anhand von Beispielen (ULLERICH, KRAMER), aber auch das Vergleichen von Eigenschaften astronomischer Objekte (LEGNER). Über den Umfang und die Tiefe solcher Tätigkeiten und ihrer Ergebnisse gab es recht unterschiedliche Auffassungen.

Ein weiteres wichtiges Thema war die Anwendung der Mathematik im Astronomieunterricht. PETER KLEIN (Rostock) machte dazu ein umfangreiches Angebot, besonders zur Nutzung des Taschenrechners bei der rationalen Berechnung von Größen. Viele wertvolle Hinweise und Anregungen erhielten die Teilnehmer auch durch PETER SEEGER (Wollin) und DIETER KLIX (Bautzen), die ihre Erfahrungen mit schulastronomischen Beobachtungen vortrugen. Dazu gehörten Planungshinweise ebenso wie Hinweise auf die konkreten Möglichkeiten der Einbeziehung der Beobachtungsergebnisse in das Stoffgebiet Astrophysik. Besonders zur Pädagogischen Lesung von DIETER KLIX sprachen zahlreiche Teilnehmer den Wunsch aus, diese möglichst vielen Lehrern zugänglich zu machen. „Schöpferische Schüler setzen den schöpferischen Lehrer voraus“, bemerkte WOLFGANG SEVERIN in seinem Vortrag. In diesem Sinne stellte HANS-PETER HESS (Bachra) zwei überraschende und logische Weiterentwicklungen der drehbaren Schülersternkarte vor. Leider ist nicht Raum genug, um die Vielzahl und Vielfalt der konstruktiven Beiträge von Autoren und Teilnehmern zu veröffentlichen. Jedoch wird „Astronomie in der Schule“ Kurzfassungen ausgewählter Pädagogischer Lesungen publizieren, um den Gedankenaustausch über die erfolgreiche Unterrichtsgestaltung weiter anzuregen. Wir sind sicher, daß

#### Herzlichen Glückwunsch

Zum Tag des Lehrers 1988 erhielt Prof. Dr. sc. MANFRED SCHUKOWSKI, Vorsitzender des Wissenschaftlichen Rates „Methodik des Astronomieunterrichts“ an der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR und Mitglied des Redaktionskollegiums von „Astronomie in der Schule“, die Dr.-Theodor-Neubauer-Medaille in Gold. ERHARD WEIDNER, Fachberater in Gotha und Korrespondent von „Astronomie in der Schule“, wurde zum Oberlehrer befördert.

sich unsere Astronomielehrer an der schöpferischen Aussprache um die weitere Erhöhung der Ergebnisse von Bildung und Erziehung in Vorbereitung des IX. Pädagogischen Kongresses aktiv beteiligen werden. Vielleicht regt das den einen oder anderen an, seine Erfahrungen zur Gestaltung des Astronomieunterrichts auch in einer Pädagogischen Lesung vorzustellen, wobei Beiträge zur praktischen Umsetzung des Stoffgebietes „Sterne, Sternsysteme und Metagalaxis“ besonders gefragt sind.

#### Dokumentation

Pädagogische Lesung Nr. (03.3.) 86-07-15

Autor: SEVERIN, WOLFGANG

#### Erfahrungen mit Zielorientierungen und Motivierungen zur Aktivierung der Schüler im Astronomieunterricht

Der Autor geht vom gesellschaftlichen Auftrag aus, geistig aktive Schüler durch den überlegten Einsatz von Zielorientierung und Motivierung im Astronomieunterricht zu entwickeln und zu fördern. Er erläutert einige theoretische Grundlagen an Hand von Beispielen aus seiner Unterrichtspraxis.

In seinen Ausführungen stellt er die Möglichkeiten von Zielorientierung und Motivierung an praktischen Beispielen dar. Er zeigt zum Schluß einige Erkenntnisse auf, die durch die Arbeit mit Zielorientierung und Motivierung bei seinen Schülern gewonnen wurden.

Pädagogische Lesung Nr. (03.3.) 87-04-19

Autor: KRAMER, HORST

#### Zur Aneignung soliden, dauerhaften Wissens und Könnens im Astronomieunterricht durch geistige und geistig-praktische Schülertätigkeiten

An einem theoretischen Modell werden Bedeutung und Stellung der Lehrer- und Schülertätigkeit im Unterrichtsprozeß aufgezeigt. Am Beispiel der Stoffeinheit 2.3. „Mond“ des neuen Lehrplans Astronomie (1987) wird demonstriert, wie mit mittelbezogenen und mittelgebundenen Schülertätigkeiten ein relativ hoher Grad an selbständiger Arbeit der Schüler erreicht werden kann. Die vielfältigen Vorschläge für Schülertätigkeiten sind gemeinsam mit einem Erwartungsbild in Tabellenform übersichtlich aufbereitet.

Pädagogische Lesung Nr. (03.3.) 86-10-09

Autor: ULLERICH, KLAUS

#### Zum Inhalt und zum Einsatz von Schülertätigkeiten im Astronomieunterricht

Der Autor stellt die geistig-praktischen Schülertätigkeiten dar, die der neue Lehrplan für die Stoffgebiete 1 und 2 ausweist. Dazu geht er von einer vergleichenden Betrachtung der Schülertätigkeiten des alten und des neuen Lehrplans aus und behandelt einige inhaltliche Fragen der Tätigkeiten Erklären und Erläutern. Den Hauptteil der Lesung nehmen didaktisch-methodische Hinweise zu den einzelnen Schülertätigkeiten ein, wobei für jede Tätigkeit ein Erwartungsbild vorgeschlagen wird.

Pädagogische Lesung Nr. (03.3.) 86-10-08

Autor: LEGNER, HEINZ

#### Zur Aneignung eines festen und anwendungsbereiten Wissens im Astronomieunterricht am Beispiel des Vergleichs

Im Mittelpunkt der Lesung steht die rationale Gestaltung des Astronomieunterrichts. Der Autor erläutert an Beispielen, wie er die Selbsttätigkeit der Schüler optimiert. Es wird aufgezeigt, daß mit Hilfe einer vielfältigen Anwendung des Vergleichs die geistige Tätigkeit der Schüler, ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten aktiviert werden können.

Pädagogische Lesung Nr. (03.3.) 87-12-19

Autor: SEEGER, PETER

#### Schulastronomische Beobachtungen unter den Bedingungen einer Landschule

Ausgehend von den Bedingungen an der Schule gibt der Autor Anregungen zur organisatorischen und inhaltlichen Gestaltung der Beobachtungsabende auf der Grundlage der

neuen Lehrplananforderungen. Außerdem wird zur Anfertigung von Beobachtungsprotokollen und zur Auswertung der Beobachtungsergebnisse im Unterricht Stellung genommen.

Pädagogische Lesung Nr. (03.3.) 86-03-11

Autor: KLIX, DIETER

### Erfahrungen bei der Realisierung der Schülerbeobachtungen im Stoffgebiet „Astrophysik“

Der Autor stellt dar, wie Teile des Beobachtungsprogramms nach dem neuen Lehrplan realisiert werden können. Eine Auswahl geeigneter Beobachtungsobjekte und die entsprechenden Beobachtungsgeräte werden dargestellt und Anregungen zum Auffinden der Objekte am Himmel gegeben. Es werden außerdem Möglichkeiten der Nutzung der Beobachtungsergebnisse im Unterricht vorgestellt. Ausführungen zur Organisation der Beobachtungen sind ebenfalls auf den eigenen Astronomieunterricht eines jeden Lesers direkt übertragbar.

Pädagogische Lesung Nr. (03.3.) 87-04-20

Autor: HESS, HANS-PETER

### Eine neue drehbare Schülersternkarte und ihr Einsatz im Astronomieunterricht und im fakultativen Kurs nach Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“

In der Arbeit wird dargelegt, wie unser gegenwärtiges Unterrichtsmittel „Drehbare Sternkarte“ vervollkommen werden könnte. Deshalb wurde eine drehbare Sternkarte entwickelt und im Unterricht erprobt, die durch die Neugestaltung der Skalenkreise dem Schüler eine größere Sicherheit bei Arbeiten mit diesem Gerät bietet. Weiterhin wird vorgeschlagen, die drehbare Sternkarte vom Funktionsprinzip her mit der Beobachtung und der Theorie des Horizontsystems in Übereinstimmung zu bringen.

Pädagogische Lesung Nr. (03.3.) 87-13-28

Autor: KLEIN, PETER

### Der Einsatz des elektronischen Taschenrechners SR 1 beim Berechnen von Größen im obligatorischen Astronomieunterricht

Der Verfasser ordnet den Einsatz des SR 1 in die gesellschaftlichen Anforderungen ein, verdeutlicht den Stellenwert der Mathematik für den Astronomieunterricht und leitet Ziel, Inhalt und methodische Konzeption der Berechnung von Größen ab. Die sich aus dem Einsatz des SR 1 für den Astronomieunterricht ergebenden Anforderungen und neuen Möglichkeiten werden ausgewiesen, Erfahrungen aus der praktischen Arbeit und der Erprobung verallgemeinert und mit einer methodisch erläuterten Aufgabensammlung Hilfen und Empfehlungen für die Unterrichtsarbeit gegeben. Der Einsatz der Aufgabenstellung bietet sich für den Mathematik- und Physikunterricht an.

Außerdem wurden in den Jahren 1986 und 1987 folgende Pädagogische Lesungen in die Pädagogische Zentralbibliothek eingestellt.

PL Nr. (03.0.) 86-01-23

Autor: SCHLOSSIN, KLAUS

### Erfahrungen bei der Gestaltung und Durchführung von zwei Astronomiestunden im Planetarium der Archenhold-Sternwarte für alle 10. Klassen

PL Nr. (03.3.) 86-04-08

Autor: HESS, PETER

### Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes selbstgefertigter Projektionsfolien im Astronomieunterricht – dargestellt an Beispielen

PL Nr. (03.3.) 86-04-10

Autor: SCHOFT, RUDI

### Zur Festigung im Astronomieunterricht unter besonderer Berücksichtigung der Stoffeinheit „Die Sterne“

PL Nr. (03.3.) 86-04-14

Autor: WOLF, MANFRED

### Einige Probleme der Himmelsfotographie mit und ohne Fernrohr und deren Ausnutzung mit einfachen Mitteln für den obligatorischen und fakultativen Astronomieunterricht

PL Nr. (03.3.) 86-07-14

Autor: HÖFNER, CHRISTA

### Erfahrungen bei der Arbeit mit Fachhelfern im Astronomieunterricht

PL Nr. (03.3.) 86-07-17

Autor: SDSS, MANFRED

### Einige Erfahrungen bei der Nutzung von langfristigen Schüleraufträgen im Fach Astronomie als ein Mittel zur aktiven Einbeziehung der Schüler in den Unterrichtsprozeß

Die genannten Lesungen können über die Pädagogischen Kreiskabinette ausgeliehen werden.

Anschrift des Verfassers:

CHARLOTTE BIERWAGEN

Zentralinstitut für Weiterbildung

der Lehrer und Erzieher

Ludwigsfelde

DDR - 1720

Horst Bienioschek; Peter Klein

## Zur Behandlung der Sichtbarkeit der Planeten

Es zählt zu den wesentlichen Zielen des Astronomieunterrichts, astronomische Erscheinungen auf ihr Wesen zurückzuführen. Aus diesem Grunde erfordert die Umsetzung des neuen Lehrplans intensive didaktisch-methodische Arbeit mit jenen Inhalten, die die Möglichkeit bieten, von den Schülern am Sternhimmel beobachtete Erscheinungen zu erklären oder zu erläutern bzw. beobachtbare Erscheinungen vorherzusagen.

Ein solcher Inhalt ist die Sichtbarkeit der Planeten, die die Schüler – so fordert es der Lehrplan – anhand einer Skizze erläutern sollen. Diese Tätigkeit kann in Auswertung einer bereits durchgeführten

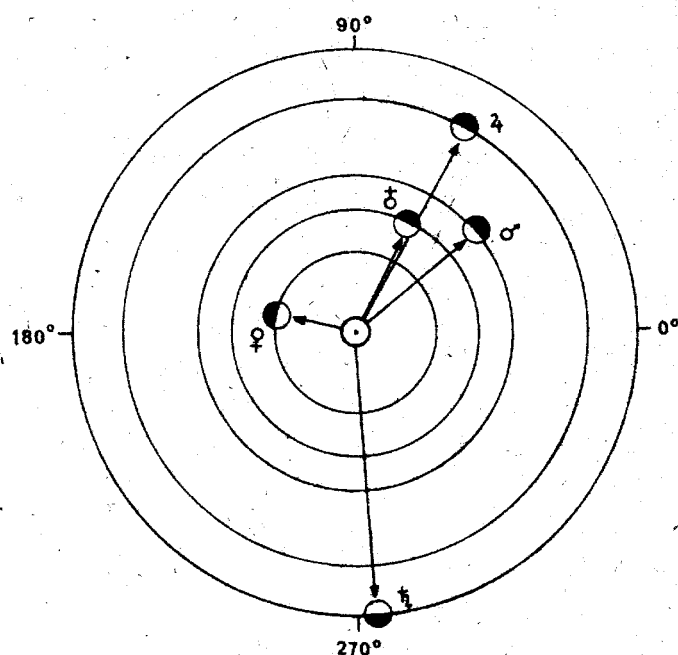


Bild 1: Heliocentrische Positionen der Planeten am 25.11.1988

Planetenbeobachtung oder in Vorbereitung auf diese erfolgen. In beiden Fällen ist es für einen aktuellen, die wahren Planetenpositionen berücksichtigenden Astronomieunterricht notwendig, die für den Beobachtungszeitpunkt zutreffenden helio-

zentrischen Längen der Planeten dem Kalender für Sternfreunde zu entnehmen (bzw. von FKR-Teilnehmern entnehmen zu lassen) und diese in eine Skizze zu übertragen (Bild 1). Da die Schüler jedoch die Planeten von der Erde und nicht von einem Punkt außerhalb des Sonnensystems aus beobachten, muß im Unterricht ein Übergang von der heliozentrischen Darstellung (Bild 1) zur geozentrischen Darstellung (Bild 2) erfolgen. Zur weiteren Verein-

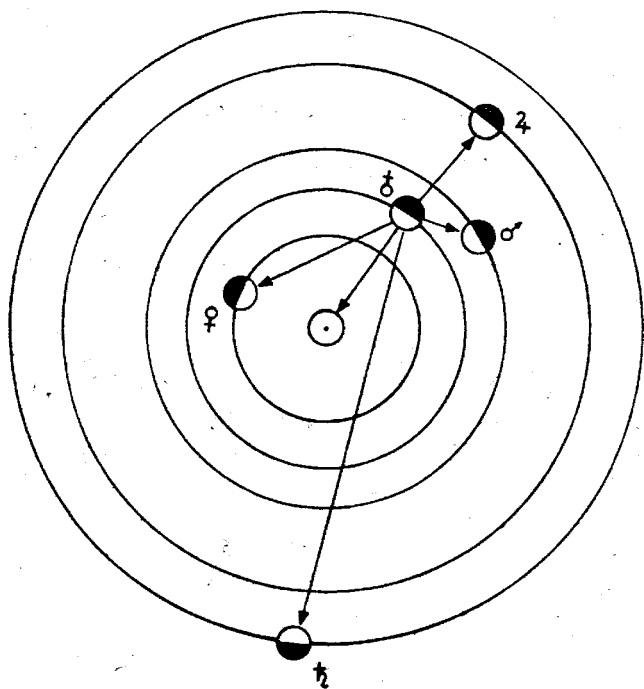


Bild 2: Blickrichtungen von der Erde aus zur Sonne und zu den Planeten

fachung der Betrachtungsweise kann Bild 2 so gedreht werden, daß – ähnlich wie in Bild 33/2 des Lehrbuches – die Erde „unten“ ist (Bild 3). Diese Darstellung wird im Unterricht meist genutzt. Hierbei liegt die Erfahrung vieler Astronomielehrer zugrunde, daß auf diese Art den Schülern der Zugang

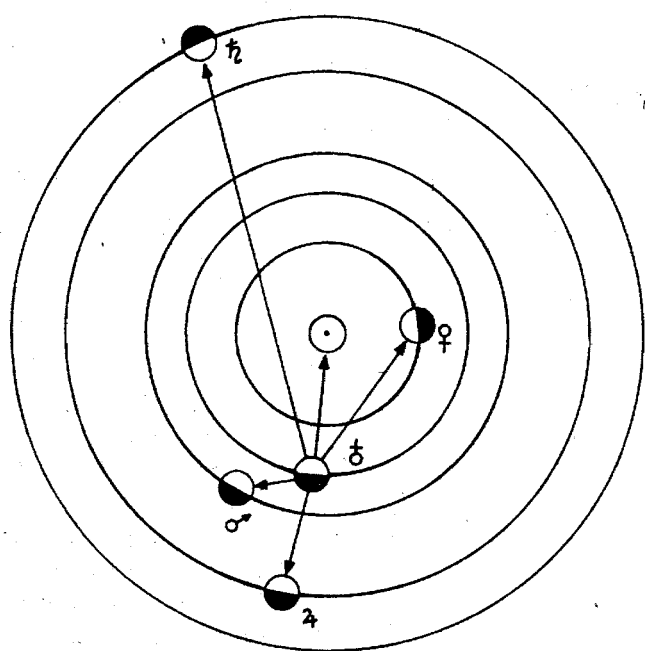


Bild 3: (wie Bild 2, gedreht, Erde unten)

zur Erläuterung der Sichtbarkeit der Planeten erleichtert wird.

Bei Anwendung einer selbstgefertigten Projektionsfolie mit der heliozentrischen Darstellung der Planeten kann nach Einklappen einer Deckfolie mit den Blickrichtungen von der Erde zu den Planeten und zur Sonne und durch anschließendes Drehen beider Folien ein zeitökonomisches Vorgehen im Unterricht von der helio- zur geozentrischen Darstellung gesichert werden. Der Übergang von der helio- zur geozentrischen Darstellung und die Übertragung in eine Horizontskizze ist von HOFFMANN in (1) ausführlich beschrieben worden.

Bei der Behandlung der Sichtbarkeit der Planeten muß der Astronomielehrer den Unterricht so führen, daß den Schülern der Übergang von der heliozentrischen zur geozentrischen Betrachtungsweise bewußt und von ihnen verinnerlicht wird. Dazu sollten den Schülern Hinweise und Impulse gegeben werden, die das Erfassen der geänderten Betrachtung begünstigen. Dem dienen auch folgende Schüleraufträge:

Schaffen Sie ein gegenständliches Modell des Sonnensystems, in dem Sie selbst die Sonne darstellen und Mitschüler als Planeten entsprechend ihrer (nichtmaßstäblichen) Entfernung und ihrer aktuellen Stellung zueinander platzieren!

Zur Erfüllung dieses Auftrages nutzt der beauftragte Schüler die heliozentrische Darstellung der Planeten gemäß Bild 1. Der Schüler, der in dem gegenständlichen Modell die Erde darstellt, erhält anschließend folgenden Auftrag:

Beschreiben Sie die von Ihnen beobachtete Stellung der anderen Planeten in bezug zur Sonne (z. B. rechts von der Sonne, gegenüber der Sonne...)! Übertragen Sie diese Stellungen der Planeten in bezug zur Sonne in eine Horizontskizze, in der die Sonne im Süden steht! (In die Horizontskizze brauchen nur die Planeten eingezeichnet zu werden, die zum gewählten Zeitpunkt – im Beispiel mittags – über dem Horizont stehen.) Im Ergebnis dieses Schülerauftrages entsteht Bild 4.

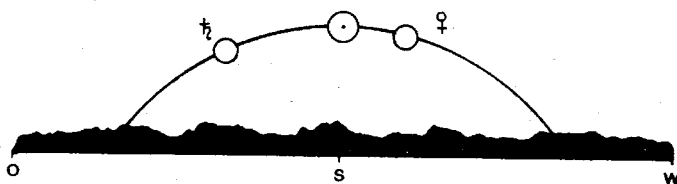


Bild 4: Horizontskizze der Planeten- und Sonnenpositionen vom 25. 11. 1988

### Welches Wissen ist zu reaktivieren?

Zügiges Voranschreiten bei der Behandlung der Sichtbarkeit der Planeten erfordert planmäßige Reaktivierung des dafür notwendigen Wissens.

Die Schüler haben bis zur Behandlung der Sichtbarkeit der Planeten das heliozentrische und das geozentrische Weltbild kennengelernt, sie können das Entstehen von Tag und Nacht sowie die scheinbare tägliche Bewegung der Gestirne auf die Ro-

tation der Erde zurückführen und kennen die KEPLERschen Gesetze für die Bewegung der Planeten um die Sonne.

Dieses Wissen der Schüler zählt zu den Voraussetzungen für das Verständnis der Sichtbarkeit der Planeten und erhält durch Anwendung beim Erläutern der Sichtbarkeit eine höhere Qualität. Zur bereitstellenden Wiederholung, zur Reaktivierung des o. g. grundlegenden Wissens ist das Stellen von Aufgaben zu empfehlen, deren Lösung durch die Schüler mit der Bewertung ihrer Leistungen verbunden werden kann.

Auf eine einfache Reproduktion von Wissen zielen folgende Aufgaben, die den Schülern mündlich gestellt werden können:

1. Beschreiben Sie das heliozentrische Weltbild des Copernicus!
2. Nennen Sie die Planeten zwischen Sonne und Erde!
3. Nennen Sie die Planeten in einer zweckmäßigen Reihenfolge!
4. Wie lauten die Keplerschen Gesetze?
5. Wodurch entstehen Tag und Nacht?
6. Warum bewegt sich die Sonne im Laufe des Tages scheinbar von Ost nach West?
7. Zeichnen Sie in die Skizze (Bild 4) Himmelskörper ein, die
  - a) vor der Sonne untergehen,
  - b) nach der Sonne untergehen,
  - c) vor der Sonne aufgehen!
8. Zeichnen Sie in die Skizze (Bild 4) die Richtung der scheinbaren täglichen Bewegung der Gestirne ein!

Zur Reaktivierung des Wissens sind ebenfalls Aufgaben aus dem Lehrbuch geeignet, die zum Teil auch komplexeren Charakter als die o. g. einfachen Reproduktionsaufgaben haben.

Wurde die Planetenbeobachtung vor der Behandlung der Sichtbarkeit der Planeten durchgeführt, so sind natürlich auch Beobachtungsbefunde zu reaktivieren und zugleich zur Motivierung zu nutzen, die Sichtbarkeit (bzw. Unsichtbarkeit) des/der Planeten zum Beobachtungszeitpunkt zu hinterfragen, das Wesen der beobachteten Erscheinung aufzuklären zu wollen.

### Welches Niveau soll das Wissen der Schüler über die Sichtbarkeit der Planeten haben?

Bei der Beantwortung dieser Frage orientieren wir uns am Lehrplan und an den den Lehrplan interpretierenden Unterrichtsmaterialien. In diesen Materialien wird ausgedrückt, daß zum Wissen der Schüler über die Sichtbarkeit der Planeten gehört, Kenntnis davon zu haben, **ob** und **wann** (morgens, abends oder während eines größeren Zeitraumes in der Nacht) und ggf. auch **wo** (z. B. am Ost- oder am Westhimmel für die Venus) ein Planet beobachtbar ist.

Bei Hospitationen im Astronomieunterricht konnte festgestellt werden, daß in einzelnen Klassen die Schüler über das gekennzeichnete Wissen hinaus weitere Kenntnisse erwerben. Dazu gehören Kenntnisse z. B. über die Lichtgestalten der Venus und deren Abhängigkeit vom Winkel zwischen den Blick-

richtungen des Beobachters zur Venus und zur Sonne, über die Zeitdauer der Sichtbarkeit eines Planeten, die im Unterricht mit Hilfe der drehbaren Sternkarte unter Verwendung des Ortes des Planeten in einem bestimmten Sternbild ermittelt wird, sowie über den Zusammenhang zwischen der Sichtbarkeitsdauer eines Planeten und der Größe des Winkels zwischen den Blickrichtungen des Beobachters zur Sonne und zum Planeten. *Die Vermittlung derartiger „zusätzlicher“ Kenntnisse ist durch den Lehrplan nicht vorgesehen und wird i. a. im Rahmen der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit auch nicht mit hoher Qualität möglich sein.*

Bei einer Leistungskontrolle erhielten Schüler die Aufgabe, anhand einer Skizze (Bild 5) die Sichtbarkeit der Planeten Venus, Mars und Jupiter zu erläutern. Diese Aufgabe entspricht der Forderung des Lehrplans. Bei allen drei Planeten kamen jeweils etwa 80 Prozent der Schüler zur richtigen Entschei-

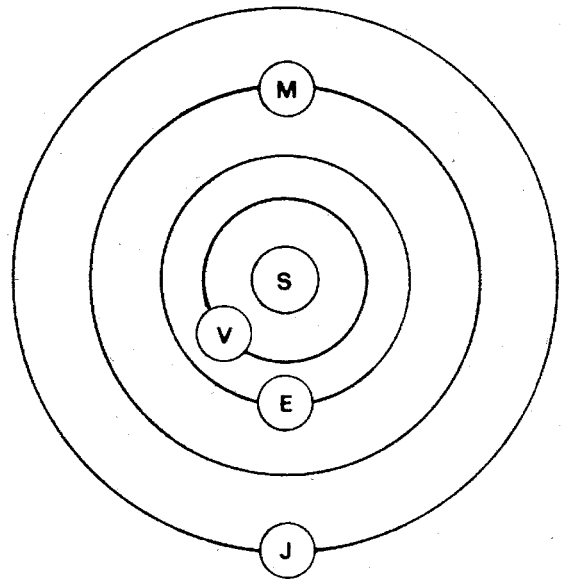


Bild 5: (Skizze zu Aufgabe in Leistungskontrolle)

dung. Bei der Erläuterung der Sichtbarkeit von Mars und Jupiter waren fast 80 Prozent, bei der Erläuterung der Sichtbarkeit der Venus jedoch weniger als 80 Prozent der Schüler erfolgreich. Diese Differenz ist nicht überraschend, ist doch die Erläuterung der Sichtbarkeit der Venus anhand der vorgegebenen Skizze eine höhere Anforderung an die Schüler als die entsprechenden Erläuterungen für die beiden anderen Planeten. Genauere Analysen ergaben, daß differenzierte Ergebnisse bei der in der Leistungskontrolle gestellten Aufgabe zwischen einzelnen Schulklassen von der Behandlung der Sichtbarkeit der Planeten im Unterricht abhängig sind.

### Wie wird die Sichtbarkeit der Planeten im Unterricht behandelt?

Bei Hospitationen im Astronomieunterricht können zwei Hauptvarianten der Behandlung der Sichtbarkeit der Planeten unterschieden werden:

a) Unter Nutzung von Bild 8 in den Unterrichtshilfen wird die scheinbare Bewegung von Sonne und Planeten bei ruhendem Beobachter zur Erläuterung der Sichtbarkeit der Planeten herangezogen.

b) Sonne und Planeten werden von der rotierenden Erde aus (wahre Bewegung) – unter Verzicht auf die scheinbare Bewegung der Gestirne – betrachtet und daraus erfolgt die Ableitung von Folgerungen über die Sichtbarkeit der Planeten.

Variante a ist im Unterricht vorzuziehen, da zum Zeitpunkt der Behandlung der Sichtbarkeit der Planeten der Sternhimmel von den Schülern beobachtet worden sein sollte und folglich die Darstellung von Positionen der Himmelskörper im Horizontsystem und die scheinbare Bewegung der Gestirne an der Himmelskugel gesichertes Wissen sind. Wurde dieses Wissen z. B. mittels der o. g. Aufgaben 7 und 8 reaktiviert, können die Schüler die Richtung der scheinbaren Bewegung der Planeten und der Sonne angeben (Bild 6) sowie Aussagen über Zeitpunkt und Himmelsrichtung der Sichtbarkeit von Planeten (im Beispiel der Planeten Venus und Saturn) machen.

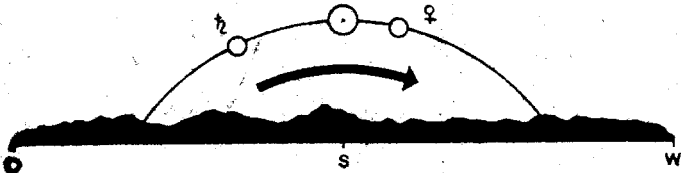


Bild 6: (Bild 4 mit Angabe der Richtungen der scheinbaren Bewegung der Sonne und der Planeten)

Variante b ist an der den Schülern bekannten Rotation der Erde orientiert und verzichtet auf den Übergang zur scheinbaren Bewegung der Gestirne. Das methodische Vorgehen nach dieser Variante kann der Lehrer unterstützen, indem er auf der Projektionsfolie auf der rotierenden Erde einen Beob-

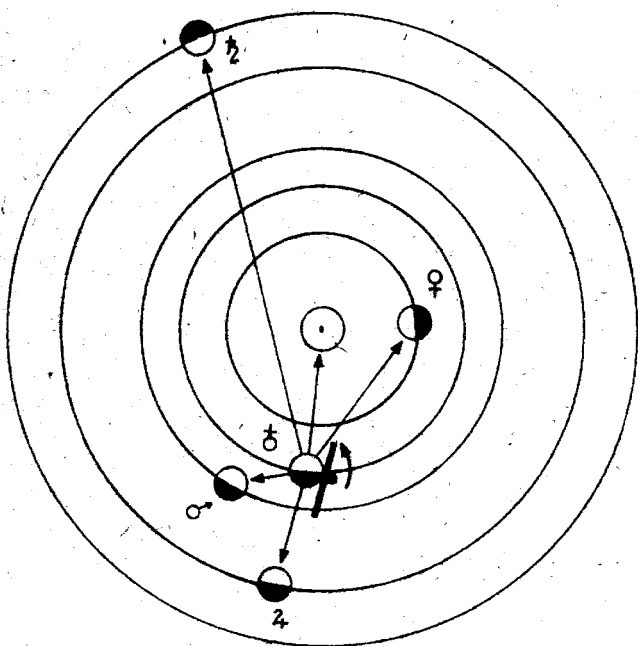


Bild 7: (Bild 3 mit Beobachter auf Erde und Horizontebene)

achter festlegt und in diesem Punkt eine Tangente als Horizontebene anlegt (Bild 7). Mit Hilfe eines Druckknopfes können auf der Projektionsfolie die Erde mit der Horizontebene drehbar angebracht werden. Damit ist es möglich, durch Drehung der Horizontebene auf der Projektionsfolie den Schülern zu veranschaulichen, daß bei Rotation der Erde die Planeten (im Beispiel Venus und Saturn) bzw. die Sonne nacheinander über dem Horizont sichtbar werden bzw. unter dem Horizont verschwinden, woraus auf Zeitpunkt und Himmelsrichtung der Sichtbarkeit der Planeten geschlossen werden kann. Manche Astronomielehrer gehen nach einer etwas modifizierten Variante b vor, indem sie darauf verzichten, die Horizontebene an die rotierende Erde anzulegen. Sie arbeiten mit den Blickrichtungen des an der Erdrotation teilnehmenden Beobachters zur Sonne bzw. zu den Planeten, beschreiben ausführlich die Veränderung der Blickrichtungen bei Rotation der Erde und deuten dies im Projektionsbild an.

Die Auswertung der o. g. Leistungskontrolle deutet darauf hin, daß Variante a bei den Schülern zu besseren Unterrichtsergebnissen führt. Das Vorgehen nach Variante a ist für die Schüler faßlicher, weil es mit der beim Beobachten des Sternhimmels geprägten Anschauung über die scheinbare Bewegung der Gestirne übereinstimmt.

Wenn die Schüler – ausgehend von einer Skizze z. B. gemäß Bild 3 – die Sichtbarkeit der Planeten nach Variante a mit Bezug auf deren scheinbare Bewegung erläutern, ist die entsprechende Anforderung des Lehrplans an das Wissen und Können erfüllt. In Abhängigkeit von den Zielen, die der Astronomielehrer unter seinen konkreten Unterrichtsbedingungen selbst stellt, ist es jedoch möglich, eine solche Erläuterung der Sichtbarkeit der Planeten mit den Schülern zu erarbeiten und von ihnen zu fordern (z. B. gemäß Variante b), aus der das Verständnis der Schüler für den Zusammenhang von Stellung der Planeten im heliozentrischen System, Rotation der Erde und Möglichkeit der Beobachtung der Planeten erkennbar ist.

#### Literatur:

- (1) HOFFMANN, H.: Methodischer Hinweis zur Behandlung der Sichtbarkeitsbedingungen der inneren Planeten. In: *Astronomie in der Schule* 18 (1981) 5.

Anschrift der Verfasser:

OL Dr. HORST BIENIOSCHEK  
Akademie der Pädagogischen Wissenschaften  
Institut für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht  
Otto-Grotewohl-Straße 11  
Berlin  
DDR - 1080  
OSTR PETER KLEIN  
57. OS „Josef Schares“  
Rostock 25  
DDR - 2520



# Suchhaltungen entwickeln

## Selbstvertrauen stärken

„Frag nicht immer so (dumm), ich habe jetzt zu tun!“ Wieviele Kinder erhalten schon im Vorschulalter auf ihre für sie bedeutungsvollen Fragen von den Erwachsenen solche oder ähnliche abweisende Antworten. Dabei hatte sich der junge Mensch mit viel Phantasie und erstem Schöpferium seine Frage überlegt. Wird er oft in dieser Weise behandelt, unterdrückt er künftig den jedem gesunden Kind angeborenen Drang nach Erkenntnis wenigstens nach außen hin. Sein Selbstvertrauen schwindet. In der späteren Schulzeit können diese wertvollen Eigenschaften dann nur mühevoll wieder freigelegt werden. Die Voraussetzungen für ein schöpferisches Aneignen von Wissen und Können sind sehr vielfältig und sollen hier nur angedeutet werden: familiäre und schulische Bedingungen, vorhandenes Leistungsniveau, das Schüler-Lehrer-Verhältnis und dergleichen.

Eine künftige Kollegin, unsere Doppel-Weltrekordlerin HEIKE DRECHSLER, berichtete von ihrer Schulzeit, sie habe im Unterricht kaum ein Wort gesprochen, weil sie sich den anderen unterlegen gefühlt, sich selbst zu wenig zugetraut hätte.

## Vermeidung lapidarer Antworten

Das Bestreben, Wissensdurst zu stillen, kausale Zusammenhänge herzustellen sowie Irrtümer und Zweifel zu beseitigen, ist ohne ständiges Stellen von Fragen undenkbar. Diese Suchhaltung erhebt uns Menschen weit über das Tierreich. Wie schnell kann diese Haltung verkümmern, wenn dem Schüler auf seine Fragen, die er mutig vorgebracht hat, nur mit lapidaren Antworten begegnet wird. Beispiel: „Warum bewegen sich in Sonnennähe die Planeten schneller?“ Antwort des Lehrers: „Damit die vom Leitstrahl überstrichene Fläche in der gleichen Zeit auch wieder gleichgroß wird!“ Dabei interessierte den Schüler der kausale Zusammenhang zwischen Radialkraft ( $F_r$ ), Bahnradius ( $r$ ) und Bahngeschwindigkeit ( $v$ ): Die Radialkraft, die einen Planeten ( $m_1$ ) auf seiner kreisähnlichen Bahn um die Sonne ( $m_2$ ) hält, ist der Gravitationskraft ( $F$ ) gleich. Aus  $F_r = F$

$$\text{bzw. } m_1 \cdot \frac{v^2}{r} = \gamma \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$\text{folgt } r \sim \frac{1}{v^2}.$$

Demnach muß bei kleiner werdendem Radius die Bahngeschwindigkeit anwachsen.

Mit folgender Äußerung GALILEIS sollten die Schüler zu guten Leistungen im Fach Mathematik angespornt werden: „Im großen Buche der Natur

kann nur der lesen, der die Sprache kennt, in welcher dieses Buch geschrieben ist, und diese Sprache ist die Mathematik.“ Mit ihr schaffen sich die Schüler überhaupt erst die Voraussetzung für ein besseres Verständnis der in den naturwissenschaftlichen Fächern behandelten Gesetze.

## Analysieren von Fragen

Eine Schülerfrage kann mit der Spitze eines Eisberges verglichen werden. An der gesamten Fragestellung ist unter Umständen das vorhandene Wissen und der Grad des Herstellens von Zusammenhängen ablesbar. Bei Behandlung der „Physik des Mondes“ entgegnete ein Schüler, nachdem er erfahren hatte, daß unser Mond keine Atmosphäre besitzt: „Ich habe aber unlängst ‚Streulicht‘ um den Mond beobachtet. Deshalb konnte ich ihn gestern abend ja auch als Neumond noch schwach leuchten sehen.“ Obwohl seine Schlußfolgerungen falsch sind, sollte dieser aufmerksame Beobachter gelobt werden, denn das ist aktive Mitarbeit. Man berichtet, daß der Lichthof durch Reflexion und Brechung an Eiskristallen in der Atmosphäre unserer Erde entsteht. Das aschgraue Licht ist zweimal reflektiertes Sonnenlicht: Sonne → Erde → Mond → Erde. Bei dieser Gelegenheit sollten den Schülern günstige Zeiten einer Sternbedeckung durch unseren Mond genannt werden. Das plötzliche Verdecken und Wiederaufleuchten eines Sterns ist ein guter Beleg für eine fehlende Mondatmosphäre. Manch ein Schüler wird die Geduld aufbringen und unablässig spannen, um den Effekt zu sehen.

## Beantwortung und Erkenntnisstand

In positiver Abwandlung eines bekannten Ausspruchs kann man sagen: Ein Schüler fragt mehr, als alle Wissenschaftler beantworten können.

Als Beispiel die Schülerfrage: „Warum läuft die thermonukleare Fusion der Sterne nicht so explosionsartig ab wie bei einer H-Bombe?“

Diese Frage könnte mit dem Prinzip der Rückkopplung, die vielen Naturprozessen ihren stabilen Charakter sichert, beantwortet werden: Es muß ein Temperatur-Druck-Gleichgewicht herrschen. Nimmt die Intensität der Kernfusion zu, dehnt sich durch die zusätzliche Energie die Sternmaterie aus. Ein Absinken der Temperatur in der zentralen Zone ist die Folge, was wiederum zu einer Verringerung der Intensität der Kernfusion führt (1., S. 100). Mit dem Darlegen physikalischer Tatsachen sind die Zweifel, die der Schüler äußerte, erst einmal beseitigt. Man sollte aber mit VIKTOR AMBARZUMJAN hinzufügen: „Es ist falsch, zu glauben, das System der Gesetze der theoretischen Physik, das wir auf der heutigen Entwicklungsetappe haben, sei endgültig und absolut exakt. Die Hoffnung, daß wir an der Schwelle der Schaffung eines endgültigen Weltbildes stehen, ist naiv“ (1., S. 40).

**Fragen, die unbewußt große Probleme ansprechen**  
Manche Schülerfrage berührt unbeabsichtigt grundsätzliche, die ganze Menschheit interessierende Fragen.

Beispiel: „Wir können heute mit Radioteleskopen extragalaktische Systeme bis zu einer Entfernung von  $10^{10}$  ly beobachten. Wird es künftig möglich sein, diesen Beobachtungsradius weiter zu vergrößern, etwa auf  $10^{11}$  ly?“

Darauf müßte **erstens** geantwortet werden, daß wir nicht über sicheres Wissen von den metrischen Eigenschaften des Universums verfügen, da wir das empfangene Licht dieser fernsten Systeme mit den uns zur Verfügung stehenden Lichtquellen vergleichen (2., S. 109).

**Zweitens:** In Zukunft ermöglicht die Raumfahrt eine wesentliche Vergrößerung des Abstandes zwischen gemeinsam arbeitenden Radioantennen. (Der bisher größtmögliche Abstand ist der Erddurchmesser.) Dadurch vergrößert sich die Winkelauflösung radioastronomischer Objekte um ein Vielfaches (1., S. 147).

**Drittens:** Nach der Entdeckung der Flucht der Galaxien schlußfolgern wir aus der Expansion des beobachtbaren Universums durch formales Zurückrechnen, daß die seit Beginn dieser Expansion ausgestrahlten Signale nicht länger als etwa  $2 \cdot 10^{10}$  Jahre unterwegs sein können. Folglich ist der mögliche Beobachtungsradius nach heutigen Berechnungen nicht größer als  $2 \cdot 10^{10}$  ly. Deshalb gibt es Teile des Weltalls, die von uns prinzipiell nicht beobachtet werden können. Dabei vergrößert sich dieser Wahrnehmungshorizont in Zukunft. Er entfernt sich logischerweise pro Jahr um ein Lichtjahr. Das ist allerdings ein relativ geringer Zuwachs. Noch einmal gibt AMBARZUMJAN dabei zu bedenken: „Die Welt ist nicht so einfach gebaut, wie wir das gern hätten. Auf jeder Entwicklungsstufe der Wissenschaft können unsere Kenntnisse nur als bestimmter Grad der Annäherung an das tatsächliche Weltbild angesehen werden“ (1., S. 40).

### Sinnlose Fragen

Werden Begriffe miteinander verwechselt oder bleiben Definitionen unberücksichtigt, so sind die darauf beruhenden Fragen sinnlos, wie beispielsweise „Wann kulminiert der Meridian?“ Durch schnelle Richtigstellung, ohne extra zu betonen, daß diese Frage völlig sinnlos war, vermeidet man Gelächter, das ja dann den Fragesteller verletzen könnte. Damit wird gleichzeitig dem formalen Fragestellen, um gute Mitarbeit vorzutäuschen, etwas entgegen gewirkt.

### „Verrückte“ Ideen

Suchhaltungen haben letztlich ein Streben nach neuen Lösungswegen zum Ziel. Deshalb sollten auch „verrückte“ Fragen eines Schülers anerkannt werden, wenn diese seinen logischen Überlegungen entspringen. Beispiel: Nach einem einfachen

physikalischen Experiment (Polarisiertes Licht wird durch den Analysator – in Querstellung – vollständig zum Auslöchen gebracht) wurde gefragt: „Kann das bei Schwarzen Löchern auch so sein?“ Die Idee allein schon ist lobenswert, zumal die Schüler durch verschiedenartige Beiträge in Zeitschriften sowie Funk und Fernsehen dazu angeregt werden. Deshalb sollte man unbedingt eine sachliche Antwort finden. Also muß der Begriff „Schwarzes Loch“ einerseits und die mögliche Polarisation des Lichtes im All andererseits behandelt werden. Wir wissen, daß die elektromagnetischen Wellen beim Durchdringen interstellarer Staubwolken zum Teil polarisiert werden. Ob es aber bei anderen physikalischen Vorgängen im Weltall nach dem Prinzip unseres Experiments zu einer totalen Auslöschung kommen kann, ist mir nicht bekannt. Aber an dieser interessanten Frage wird uns deutlich, daß auch Wissenschaftler nicht ohne Phantasie arbeiten können. Ihre „verrückten“ Ideen sind eigentlich letzten Endes nur ungewohnte und bisher noch nicht geäußerte völlig neue Betrachtungsweisen. So führt der Weg zum Verständnis vieler in jüngster Zeit entdeckter Prozesse und Objekte im Universum über die Physik der Elementarteilchen.

### Hemmungen abbauen

NIELS BOHR (1885 bis 1962) vereinte in seiner „Kopenhagener Schule“ international anerkannte Wissenschaftler. So hatten auch viele der führenden sowjetischen Theoretiker die Möglichkeit, mit BOHR die sie am brennendsten interessierenden Fragen zu erörtern. Wiederholt besuchte BOHR die Sowjetunion (3., S. 96). Hier fragte ihn L. D. LANDAU (1908 bis 1968): „Wie kam es, daß Kopenhagen zu solch einem berühmten wissenschaftlichen Zentrum geworden ist, aus dem derart viele fähige Physiker hervorgegangen sind?“ BOHRs Antwort: „Vielleicht deshalb, weil wir uns nicht scheuten, mit naiven Fragen unsere Unwissenheit zu offenbaren“ (1., S. 38). Ein aufschlußreiches Zitat, daß jeden Pädagogen dazu ermutigen sollte, seinen Schülern solch eine Atmosphäre des freimütigen Fragens und Antwortens zu schaffen. Im naturwissenschaftlichen Unterricht sind Experimente besonders gut geeignet, dem jungen Menschen die Erkennbarkeit der Welt bewußt zu machen. Oft sind unterschiedliche Vorgänge in der Natur mit den gleichen Gesetzen zu erklären. Besonders bei der schulastronomischen Beobachtung, ob mit Feldstecher, Fernrohr und Kamera oder nur mit bloßem Auge, gilt der zuerst von COPERNICUS vertretene Grundsatz: „Die Welt ist nicht so, wie wir sie unmittelbar wahrnehmen; wir müssen nach dem wahren Wesen der Erscheinungen suchen, das hinter ihrem äußeren Bild verborgen ist!“ (1., S. 23). Damit sind den jungen Menschen gute Bedingungen für eine Formung und Festigung ihrer wissenschaftlichen Weltanschauung gegeben. Sie werden überzeugt vom objektiven Charakter der Naturgesetze,

von der Materialität und vom universellen Zusammenhang der Welt.

### Bewertung

Eine aktive, Suchhaltung setzt hohe geistige Fähigkeiten wie das Erkennen und Zuordnen von Begriffen und das Werten, Urteilen sowie Schlußfolgern voraus. Diese Haltung gipfelt in der „intelligenten“ Frage. Mit ihrer hohen Bewertung erfolgt gleichzeitig eine Stimulierung der Mitarbeit im gesamten Unterricht. Besondere Leistungen würdige ich spontan im Klassenbuch durch eine Eins. Das Erfassen „kleiner Leistungen“ wird auf dem Sitzspiegel festgehalten und nach entsprechender Stundenzahl zu einer Note für das Klassenbuch zusammengefaßt.

**In jeder Unterrichtsstunde sollte genügend Zeit für Fragen und ihre Beantwortung eingeplant werden.**

### Literatur:

- (1) V. KOMAROW: **Rätselhaftes Weltall**. Verlag Neues Leben Berlin 1983.
- (2) U. KASPER: **Schwerkraft – Rätsel des Gewohnten**. Urania-Verlag Leipzig, Jena, Berlin 1984.
- (3) A. F. JOFFÉ: **Begegnungen mit Physikern**. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig 1967.

Anschrift des Verfassers:

**JURGEN NAUMANN**  
A.-Vater-Oberschule  
Rudolf-Renner-Straße  
Pirna-Copitz  
DDR - 8300

Carsten Noltenius

## Zur Erörterung der Stoffeinheit „Orientierung am Sternhimmel“ im Planetarium

Der Unterricht im Planetarium kann schulastronomische Beobachtungen wirksam unterstützen. Er trägt insbesondere zum besseren Verständnis der wahren und scheinbaren Bewegungen der Himmelskörper bei und hilft bei der Orientierung am Sternhimmel. Dort, wo die Möglichkeit besteht, sollte deshalb der Astronomieunterricht vor allem zur Stoffeinheit „Orientierung am Sternhimmel“ im Planetarium stattfinden. Der Autor dieses Beitrages hat zu der Thematik im Kleinplanetarium Strausberg etwa 40 Doppelstunden für fast alle Klassen des Kreises unterrichtet und möchte die zugrunde liegende Konzeption sowie gewonnenen Erkenntnisse mitteilen und zur **Diskussion** stellen.

### Materielle Bedingungen im Planetarium Strausberg

In Strausberg steht in einer 6-m-Kuppel ein Kleinplanetarium ZKP 1 mit Satelliten- und Sternbildprojektor zur Verfügung. Die Rundbank ist mit Sitzpolstern und gepolsterten Rückenlehnen versehen. Fest montierte Tische mit stufenlos regelbarer Beleuchtung der Schreibfläche ermöglichen Aufzeichnungen. Zur weiteren Ausstattung gehören: Lichtpfeil, automatischer Diaprojektor, Polylux, Tonband-

gerät, Globen, Diaserien, Folien und andere Unterrichtsmittel.

### Organisation, Vorbereitung und Durchführung

Im Kreis Strausberg gibt es etwa 50 zehnte Klassen. Davon können pro Woche maximal 6 Klassen im Planetarium unterrichtet werden, da nur der Verfasser diesen Unterricht erteilt, und zwar an zwei Tagen neben seiner Tätigkeit als Fachlehrer an einer Oberschule. Für etwa die Hälfte aller Klassen kann diese Doppelstunde als Erstvermittlung gehalten werden; für die übrigen Klassen dient sie der Festigung und Wiederholung. Daher müssen zwei Varianten vorbereitet und gestaltet werden, die inhaltlich im wesentlichen übereinstimmen, methodisch jedoch differenziert sind.

Den Astronomielehrern geht bereits in der Vorbereitungswoche ein Informationsblatt zu. Darin sind die von den Schülern zu wiederholenden und zu erbringenden Vorleistungen, die im Planetarium behandelten stofflichen Inhalte, die mitzubringenden Arbeitsmittel sowie das Vorgehen für eine rationelle Terminvereinbarung angegeben.

### Gliederung der Variante 1 (Erstvermittlung)

Stofflicher Inhalt	Methode	Schüler-tätigkeiten
1. Begrüßung/Belehrung	LV	
Vorstellung des Geräts	LV/Demo	
Grundbegriffe	LV/UG	Notizen
Mündliche LK	mdl. LK	mündl. LK/Demo
2. Orientierungssternbilder	LV/Demo	mündl. LK/Demo
Sommerdreieck	LV/UG	Notizen
Mündliche LK	mdl. LK	mündl. LK/Demo
3. Scheinbare tägliche Bewegung des Sternhimmels	LV/Demo	Erklären der Entstehung von Tag und Nacht
	LV/UG	
4. Wintersechseck	LV/Demo	
5. Horizontsystem (Koordinaten)	LV/UG	Notizen
Mündliche LK	Demo	Ableseübungen
6. Polhöhe und geographische Breite / Abhängigkeit der Horizontkoordinaten	mdl. LK	mündl. LK/Demo
	LV/UG	
	Demo	
7. Drehbare Sternkarte	LV/UG	Ablese- und Einstellübungen
	Demo	
8. Ausfüllen eines Arbeitsblattes	schr. LK	schr. LK/Ableseübungen

### Gliederung der Variante 2 (Wiederholung, Festigung, Kontrolle)

Stofflicher Inhalt	Methode	Schüler-tätigkeiten
1. Begrüßung/Vorstellung	LV	
Grundbegriffe	LV/Demo/UG	
Orientierungssternbilder	LV/Demo/UG	
Horizontkoordinaten	LV/Demo/UG	
Scheinbare tägliche Bewegung	LV/Demo/UG	
2. Ausfüllen des Arbeitsblattes 1	Kontrolle	Ableseübungen, schriftl. LK
3. Drehbare Sternkarte	LV/UG	Einstell- und Ableseübungen
4. Ausfüllen des Arbeitsblattes 2	Kontrolle	Ableseübungen, schriftl. LK

### Abkürzungen:

LV – Lehrervortrag, UG – Unterrichtsgespräch, Demo – Demonstration, LK = Leistungskontrolle

## Ergebnisse und Erfahrungen

1. Der Unterricht im Planetarium in der dargestellten Art und Weise bietet gegenüber dem Unterricht im Klassenraum eine Reihe von Vorteilen. Durch seine emotionale Wirksamkeit wird die Lern- und Leistungsbereitschaft der Schüler erhöht. Es besteht ein hoher Grad der Anschaulichkeit und eine gute Annäherung an die Wirklichkeit.

Durch Zeitrasterdarstellung von Bewegungsabläufen und vielseitige Einstellungsmöglichkeiten (Sternhimmel am Tage, Sternhimmel über beliebigen Punkten der Nordhalbkugel u. a.) werden Phänomene veranschaulicht, die für die Schüler schwer vorstellbar oder nicht zu beobachten sind.

Durch den Einsatz von Zusatzprojektoren und weiteren audiovisuellen Unterrichtsmitteln wird der Erkenntnisprozeß der Schüler unterstützt.

Infolge der Unabhängigkeit von Wetter, Datum und Uhrzeit lassen sich Konstellationen und Bewegungen am Sternhimmel zu einem bestimmten Zeitpunkt simulieren und beliebig oft wiederholen, was bei praktischen Beobachtungen nicht der Fall ist. Schließlich sind bei der vorliegenden Unterrichtskonzeption nahezu optimale Bedingungen für Übungen sowie für die Festigung und Kontrolle des Wissens und Könnens der Schüler bei der Orientierung am Sternhimmel gegeben (Lichtpfeil, veränderliche Beleuchtung, Hilfslinien, Schreibmöglichkeit usw.).

2. Es ergeben sich günstige Möglichkeiten, um den Unterricht im Planetarium mit den schulastronomischen Beobachtungen zu koordinieren. Je nachdem, ob der Planetariumsunterricht nach oder vor den Beobachtungen stattfindet, wird bei Variante 1 auf die Ergebnisse der Beobachtungsaufgaben 1 und 2 eingegangen (die in Protokollen fixiert sind) oder darauf hingearbeitet, daß diese erfolgreich als Hausbeobachtungen absolviert werden können. Falls Variante 2 zum Einsatz kommt, wird die Beobachtungsaufgabe 3 einbezogen. An geeigneter Stelle wird auf die Beobachtungsaufgaben 8 bis 12 eingegangen, zumindest werden die Beobachtungsobjekte an der Planetariumskuppel gezeigt und Hinweise zu deren Auffindbarkeit gegeben.

**Natürlich kann ein noch so guter Unterricht im Planetarium schulastronomische Beobachtungen nicht ersetzen. Im gegenseitigen Zusammenwirken lassen sich aber optimale Ergebnisse erzielen.**

3. Wegen sehr unterschiedlicher Bedingungen (Zusammensetzung und Leistungsvermögen der Klassen, Stand und Qualität der Lehrplannerfüllung und Vorbereitung der Schüler auf den Planetariumsbesuch) sind ein differenziertes Herangehen und eine gründliche Abstimmung mit dem Fachlehrer unerlässlich. Je besser die Schüler auf diese Doppelstunde vorbereitet und eingestimmt werden und je disziplinierter und aktiver sie mitarbeiten, desto effektiver und für Lehrer und Schüler befriedigender kann der Unterrichtsprozeß verlaufen.

4. Bei einigen Klassen kann sich eine Stoff-Zeit-Problematik ergeben. Diese ist jedoch nicht konzeptionell bedingt und ließe sich bei strafferer Unterrichtsführung, besserer Abstimmung und gründlicherer Vorbereitung der Schüler vermeiden.

5. Der Einsatz weiterer Unterrichtsmittel wie Anschauungstafeln, Wandkarten, Tellurium oder Tonbandgerät muß noch erwogen, aber auch gewissenhaft überdacht werden. Ein Zuviel an Unterrichtsmitteln beeinträchtigt deren Wirksamkeit. In den dargestellten Varianten kommen Dias, Folien, Erdglobus, Pendelquadrant, drehbare Sternkarte sowie zwei Arbeitsblätter zum Einsatz.

6. Der Einsatz des Planetariums bereichert den Astronomieunterricht wesentlich. Er sollte überall dort praktiziert werden, wo die materiell-technischen und personellen Bedingungen gegeben sind, auch wenn der Unterricht mit einem größeren Aufwand verbunden ist. Dabei bietet ein Kleinplanetarium gegenüber den großen Planetarien den nicht zu unterschätzenden Vorteil der direkten Kommunikation zwischen Lehrenden und Lernenden, des differenzierten Arbeitens mit den Schülern und des individuellen Eingehens auf die aktuellen Unterrichtsbedingungen.

Anschrift des Verfassers:

**CARSTEN NOLTENIUS**  
Kleinplanetarium Strausberg  
Strausberg  
DDR - 1260

# B

## Beobachtung

### Sternbild Schwan – Doppelstern Beta Cygni

Hauptgegenstand unserer Betrachtungen ist der physische Doppelstern Beta Cygni (Albireo, arab. „Vogel“), der den Kopf- bzw. Augensterne im Sternbild Schwan darstellt. Dieses markante Sommer- und Herbststernbild, das einen fliegenden Schwan mit weit ausgebreiteten Schwingen und lang vorgestrecktem Hals wiedergeben soll, wird nicht zu Unrecht auch als „Kreuz des Nordens“ bezeichnet. Von großem Vorteil ist es, daß dieses Sternbild von Beginn des Schuljahres an praktisch bis weit in den Januar hinein in genügender Höhe über dem Horizont am Abendhimmel steht, daß sein Hauptstern Alpha Cygni (Deneb, arab. „Schwanz“) einen der drei Markierungssterne des sogenannten „Sommer/Herbst-Dreiecks“ bildet und von diesem Sternbild als Ausgangspunkt die Sternbilder Leier, Adler, Delphin und Herkules leicht auffindbar sind.

Der Doppelstern Albireo eignet sich vorzüglich zur „optischen Klärung“ des Begriffes „Doppelstern“ und sollte deshalb neben Gamma Andromedae dem System Mizar unbedingt vorgezogen werden. Albireo steht in einer markanten Sterngruppierung und ist durch seine scheinbare Helligkeit von  $3^m 2$  auch unter ungünstigen Beobachtungsbedingungen, wie Dunst, Fremdlichtquellen usw., leicht auffindbar. Bei der Beobachtung mit dem Schulfernrohr „Telementor“ im Klassenverband verwenden wir zum Aufsuchen zunächst das Okular 40-H (21fache Vergrößerung) und beobachten dann mit dem Okular 25-H (34fache Vergrößerung) weiter. Für nahezu jeden Schüler mit Sicherheit wahrnehmbar ist

bei diesem Doppelstern neben dem Helligkeitsunterschied der beiden Komponenten auch deren unterschiedliche Farbe. Während die hellere Komponente in rötlich-gelbem Licht leuchtet, erscheint die lichtschwächere Komponente deutlich bläulich. Interessant ist dabei die Tatsache, daß es in jedem Jahrgang einzelne Schüler gibt, die die Farbe der Komponente B als „grünlich“ oder „grün“ angeben. Die relativ große Helligkeit der Komponenten und ihre ausreichende Distanz erlauben nicht nur die Beobachtung bereits in der fortgeschrittenen Dämmerung, sondern auch die Anwendung eines kleinen beobachtungstechnischen Kunstgriffes: durch leichtes Unschärfstellen (Defokussieren) werden die beiden Sterne zu Scheibchen „auseinandergezogen“. Dadurch wird die Wahrnehmbarkeit der Farben bedeutend verbessert. Die wichtigsten Daten für Albireo lauten:

Rektaszension	19h28 <sup>m</sup>
Deklination	+ 27°9
Helligkeit der Komponente A	+ 3 <sup>m</sup> 2
Helligkeit der Komponente B	+ 5 <sup>m</sup> 4
Distanz	34 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>
Spektrum	K0/B9
Farben	rötlich-gelb/bläulich
Positionswinkel	54°7
Entfernung	320 Lichtjahre

Wie aus den Spektralklassen hervorgeht, beruhen die unterschiedlichen Sternfarben auf unterschiedlichen Temperaturen. Die von den Schülern niedergeschriebenen Wahrnehmungen (das muß nicht unbedingt ein „klassisches“ Protokoll sein!) lassen sich hervorragend in den späteren Unterricht einbeziehen (siehe Pädagogische Lesung „Erfahrungen bei der Realisierung von Schülerbeobachtungen im Stoffgebiet Astrophysik“ von D. KLIX, Reg.-Nr. 86-03-11).

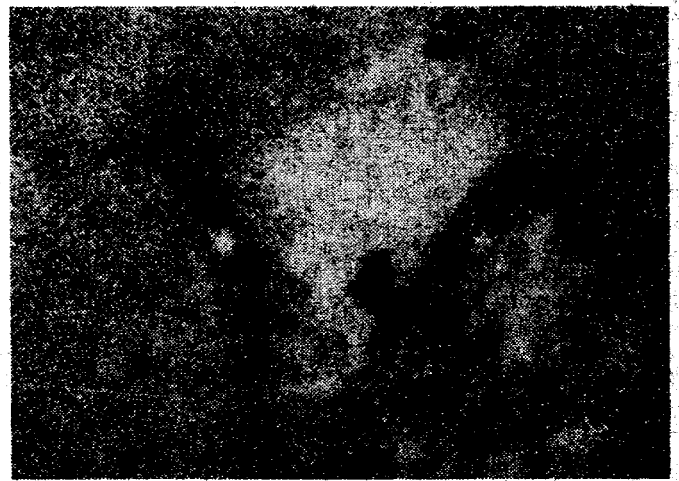
Der Hauptstern Deneb hat eine scheinbare Helligkeit von 1<sup>m</sup> 2. Sein gelblich-weißes Licht verrät eine hohe Oberflächentemperatur, sie liegt bei 11000 K. Deneb ist rund 1600 Lichtjahre von uns entfernt.

Auch für die Arbeit *fakultativer Kurse* hält das Sternbild Schwan einige Objekte bereit, die aber beobachtungstechnisch etwas anspruchsvoller sind. Es sind das die offenen Sternhaufen M 39 (in unserer Beobachtungskarte nicht enthalten), M 29 und NGC 6910 sowie mit NGC 7000 einen interessanten Gasnebel. Auch für diese Objekte seien die wichtigsten Daten gegeben:

<b>M 39</b> offener Sternhaufen mit 25 Mitgliedern	
Rektaszension	21h31 <sup>m</sup>
Deklination	+ 48°2
vis. Gesamthelligkeit	5 <sup>m</sup> 2
scheinbare Ausdehnung	32'
Entfernung	825 Lichtjahre
wahre Ausdehnung	7 Lichtjahre
<b>M 29</b> offener Sternhaufen mit 20 Mitgliedern	
Rektaszension	20h27 <sup>m</sup>
Deklination	+ 38°4
vis. Gesamthelligkeit	7 <sup>m</sup> 1
scheinbare Ausdehnung	7'
Entfernung	3100 Lichtjahre
wahre Ausdehnung	11 Lichtjahre
<b>NGC 6910</b> offener Sternhaufen mit 40 Mitgliedern	
Rektaszension	20h11 <sup>m</sup>
Deklination	+ 40°6
vis. Gesamthelligkeit	6 <sup>m</sup> 7
scheinbare Ausdehnung	8'
Entfernung	2600 Lichtjahre
wahre Ausdehnung	6 Lichtjahre

Alle drei offenen Sternhaufen sind für die Beobachtung im fakultativen Kurs, jedoch nicht für eine solche im Klassenverband geeignet.

Ein besonders delikates Objekt ist der Gasnebel NGC 7000, der wegen seiner Umrisse auch unter der Bezeichnung „Nordamerika-Nebel“ bekannt ist. Bei besten Beobachtungsbedingungen zeigt ein Feldstecher 7×50 die hellsten Teile des Nebels, ohne daß aber die Umrisse erkennbar werden. Diese treten erst auf längerbelichteten fotografischen Aufnahmen hervor. In fakultativen Kursen kann der Versuch unternommen werden, mit einer an der Gegengewichtsseite des gut justierten Schulfernrohres „Telemotor“ befestigten



Kleinbildkamera den Nebel zu fotografieren. Dazu muß das Fernrohr über den gesamten, konstruktionsbedingt möglichen Belichtungszeitraum von rund 20 min von Hand exakt nachgeführt werden. Als Leitstern bietet sich der in unmittelbarer Nähe des Nebels stehende Deneb geradezu an. Bei der Verwendung von ORWO-NP 27-Filmmaterial und exakter Arbeit wird der Lohn nicht ausbleiben. Natürlich wird das Ergebnis in keiner Weise mit der Amateuraufnahme des „Nordamerika-Nebels“, die hier wiedergegeben ist, konkurrieren können. Sie wurde mit einer selbstgebaute Schmidt-Kamera 200/240/356 unter Verwendung eines hellen Rotfilters bei zweistündiger Belichtungszeit auf ORWO NP 27 gewonnen. Im Bild ist die Bahnspur eines künstlichen Erdsatelliten erkennbar. Die Aufnahme wurde kontrastverstärkt kopiert. Bildautor ist WOLFRAM FISCHER, Volks- und Schulsternwarte Sohland/Spree.

HANS JOACHIM NITSCHMANN

## Zwei aktuelle Beobachtungsaufgaben

### 1. Mond und Venus am 7. Oktober 1988

Dies ist eine Aufgabe für Frühaufsteher! Aber die Beobachtung des Ereignisses lohnt, und da es an einem Feiertag stattfindet, muß auch der Gedanke an das werktägliche Weckerklingeln kein Hinderungsgrund sein.

In der Nacht vom 6. zum 7. Oktober bedeckt der Mond die Venus. Bei Beginn der Bedeckung befinden sich beide Gestirne noch unter dem Horizont; die Bedeckung endet in

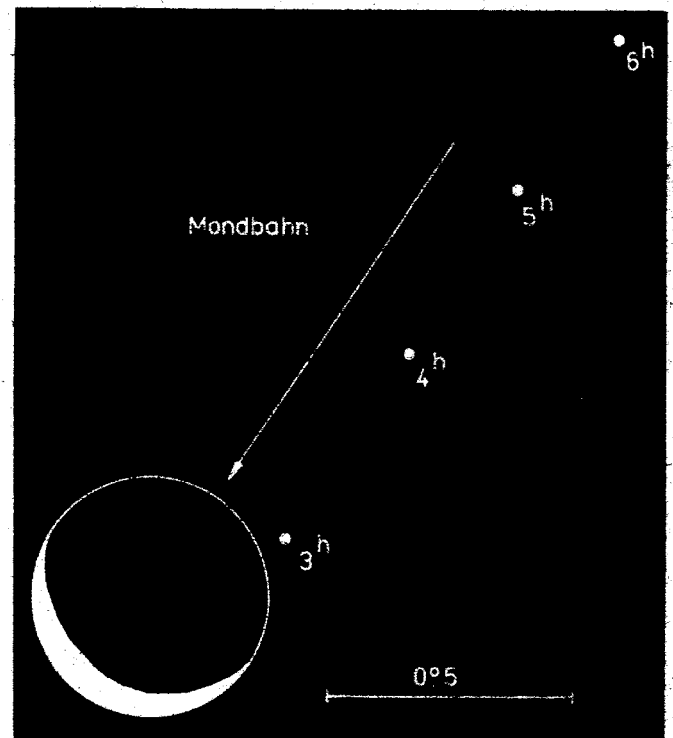


Bild 1: Mond und Venus am 7. 10. 1988

Berlin gegen 2h 40 min, 20 Minuten nach Mondaufgang. Zu diesem Zeitpunkt beträgt die Höhe des Mondes in Berlin erst 2 $\frac{1}{3}$ . Nur in wenigen Fällen wird es möglich sein, das Wiedererscheinen der Venus am dunklen Mondrand direkt zu beobachten.

Von Interesse ist aber, zu verfolgen, wie schnell sich der Mond von der Venus entfernt. Bild 1 zeigt für die Zeit bis zum Hellwerden die Positionen der Venus relativ zum Mond. Die Bildunterkante gibt die Richtung des mathematischen Horizonts kurz nach Mondaufgang an.

Für interessierte Schüler kann eine Beobachtungsaufgabe formuliert werden: *Beobachten Sie in den frühen Morgenstunden des 7. 10. 1988 den Mond und die Venus! Stellen Sie fest, um welchen Betrag sich der Winkelabstand zwischen der Mondsichel und der Venus im Verlaufe einer Stunde vergrößert hat! Benutzen Sie als Maßstab den Abstand zwischen den Spitzen der Mondsichel! Er beträgt 0 $\frac{1}{5}$ .* Die Beobachtung wird ergeben, daß sich der Mond in jeder Stunde um etwa 0 $\frac{1}{5}$  von der Venus entfernt. Im weiteren Verlauf des Schuljahres lernen die Schüler, daß sie damit die wahre Mondbewegung beobachtet und die Größenordnung ihres Betrages ermittelt haben.

## 2. Mond und Jupiter am 23. November 1988

Am 23. November 1988 befindet sich Jupiter in seiner Oppositionsstellung zur Sonne, er ist also die ganze Nacht hindurch sichtbar. Wegen seiner großen nördlichen Deklination geht der Riesenplanet an diesem Tage sogar abends vor Sonnenuntergang auf (16h 02 min) und morgens erst nach Sonnenuntergang unter (7h 46 min). Mit -2,4 Größenklassen ist Jupiter so hell, daß er abends und morgens in der Dämmerung noch bequem gesehen werden kann.

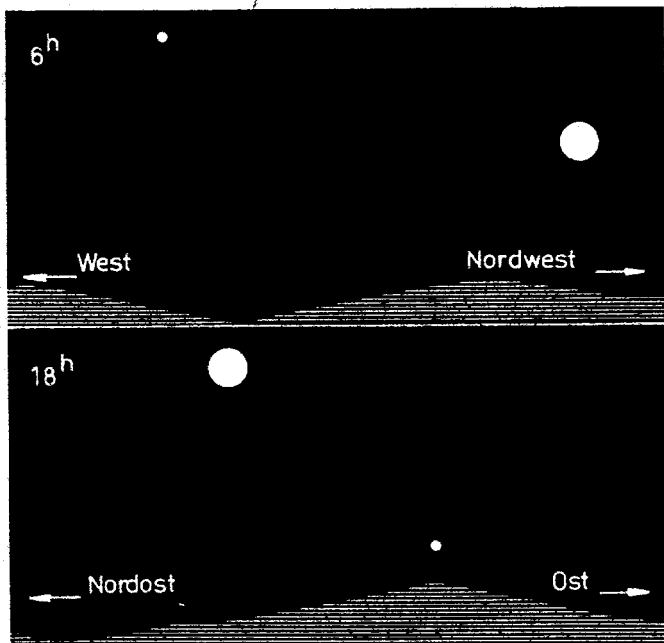


Bild 2: Mond und Jupiter am 23. 11. 1988. Die Höhen beider Gestirne sind in der Natur größer als in den Skizzen; der angedeutete Landschaftshorizont liegt in der 6h-Skizze bei etwa 10° Höhe, in der 18h-Skizze bei etwa 15° Höhe.

Der Zufall will es, daß am 23. 11. 1988 auch der Mond in Oppositionsstellung zur Sonne gelangt. Wir nennen diese Stellung bekanntlich „Vollmond“. Wie Jupiter ist der Mond am 23. 11. 1988 sowohl in der Morgendämmerung als auch in den Abendstunden zu sehen. Allerdings legt er im Laufe des Tages – während er sich, wie Jupiter, für uns unter dem Horizont befindet – ein beträchtliches Stück seiner Bahn zurück. So kommt es, daß wir ihn am Morgen des 23. 11., 6h, knapp 9° rechts unterhalb von Jupiter finden, am Abend des gleichen Tages um 18h aber 5 $\frac{1}{4}$  links oberhalb des Planeten.

Auch hierzu läßt sich eine Beobachtungsaufgabe formulieren: *Beobachten Sie am 23. 11. 1988 den Mond und den*

*Jupiter: a) morgens gegen 6h, b) abends gegen 18h! Skizzieren Sie jeweils die Stellung des Mondes und des Planeten relativ zum Horizont!*

Bild 2 deutet an, wie die Skizzen aussehen können. Auch hier wird sich bei der Behandlung der Mondbewegungen – normalerweise in der ersten Dezemberhälfte – herausstellen, daß die wahre Bewegung des Mondes beobachtet wurde. Mit beiden Aufgaben können Sie – falls das Wetter mitspielt – der Forderung entsprechen, daß die Beobachtung der unterrichtlichen Erörterung zeitlich vorausgehen soll. Ein besonders gutes Protokoll mit gelungenen Skizzen sollte während der Arbeit an der Stoffeinheit „Mond“ im Fachunterrichtsraum ausgestellt werden.

KLAUS LINDNER

# W Wissenswertes

## Mondphasen und Witterung

In der Hauptvegetationszeit, während der Frühjahrs- und Sommermonate, zeigt sich für den Landwirt mit besonderer Deutlichkeit die hohe Bedeutung einer sicheren Wettervorhersage. Der dringende Wunsch, gerade in dieser Zeit etwas zu erfahren über die wahrscheinliche Entwicklung der Witterung bringt oft die alten Hilfsmittel der Lalenwettervorhersage in Erinnerung. Neben den Bauernregeln, die wertvolles Erfahrungsgut unserer Vorfahren in sich bergen und bei richtiger Anwendung wirklich von Nutzen sein können, und neben dem „Hundertjährigen Kalender“, dessen mehr als 200 Jahre altem Unsinn heute wohl nur noch ganz Unbelehrbare Glauben schenken, ist es vor allem der Mond, mit dessen Hilfe man versucht, etwas über die künftige Wetterentwicklung zu erfahren.

Vielleicht rührt dieser Glaube daher, daß auch heute noch viele Menschen der Ansicht sind, Meteorologie und Astronomie gehörten irgendwie zusammen. Die Meteorologie hat zwar ihre Entwicklung im Anschluß an die Astronomie erfahren, aber beide Disziplinen haben sich sehr rasch getrennt, weil sie ja tatsächlich nichts miteinander zu tun haben. Im Volke aber ist der Glaube an diese Zusammengehörigkeit bis auf den heutigen Tag haften geblieben. Man meint, z. B. von den Mondphasen auf die künftige Witterungsgestaltung schließen zu können. Es wäre zwar schön, wenn Mond und Wetter eng miteinander verknüpft wären, denn die Mondbahn können wir auf lange Zeit im voraus berechnen. Das ist ein verhältnismäßig einfaches Problem der Himmelsmechanik. Die Berechnung von Turbulenzen in der Lufthülle ist uns Menschen dagegen noch nicht gelungen. Die gesamte Strahlungsenergie des Mondlichts würde nur ausreichen, um die Mitteltemperatur der Erde um weniger als ein tausendstel Grad zu erhöhen. Die durch die Anziehungskraft des Mondes hervorgerufenen Bewegungen der Atmosphäre und die dadurch ausgelösten Luftdruckschwankungen sind so klein, daß sie überhaupt nur durch äußerst komplizierte Messungen und umfangreiche mathematische Operationen festzustellen sind.

ALFRED FISCHER

## Geschwindigkeit der Planeten

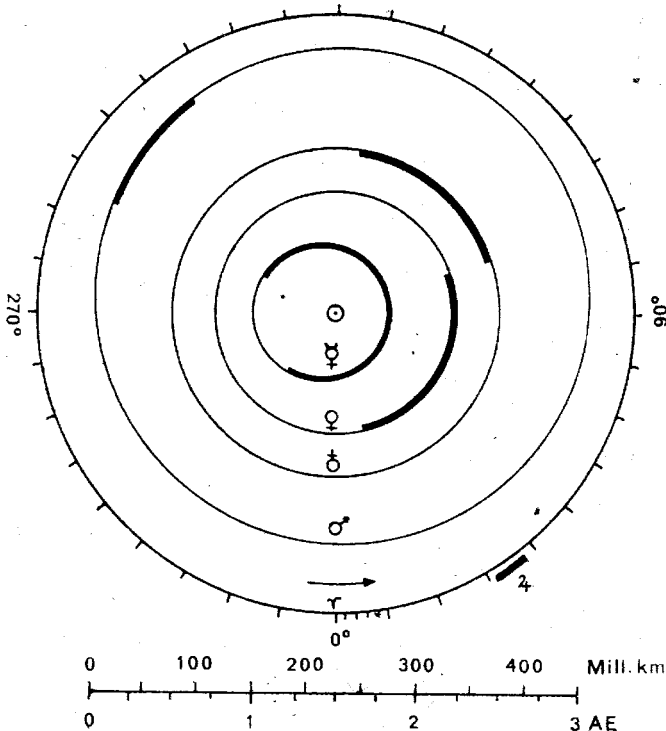
Bewegungen von Himmelskörpern und deren Erklärung sind für den gesamten Astronomieunterricht ein wesentliches Thema. Die Unterrichtspraxis zeigt, daß es den Schülern Schwierigkeiten bereitet, sich den Inhalt des 3. KEPLERschen Gesetzes vorstellen zu können. Der Lehrbuchtext auf Seite 29 ist nach meiner Erfahrung nicht dazu geeignet, den Schülern diese Vorstellungen zu vermitteln, da er nicht faßlich genug ist. Eine gute Möglichkeit der anschaulichen Stoffvermittlung, als Ergänzung zu den im Lehrplan geforderten Tätigkeiten, z. B. der Berechnung der Quotienten  $r^3/T^2$ , bietet meiner Meinung nach der Einsatz des Stempels „Planetenbahnen Merkur bis Mars“ (Hersteller: VEB Mantissa Dresden, Postfach 98, Meißen, 8250).

**Wie kann man die unterschiedliche Geschwindigkeit der Planeten darauf sichtbar machen?**

Aus dem „Kalender für Sternfreunde“ entnimmt der Lehrer die Koordinate  $l$  (Ekliptikale heliozentrische Länge) der Planeten für zwei Zeitpunkte. Als günstiger Zeitabstand hat sich ein Zeitraum von 2 Monaten erwiesen. Um die Koordinaten der Erde zu erhalten, ermittelt der Lehrer aus den Tabellen für die Sonne (Länge in der Ekliptik) und bestimmt die heliozentrischen Koordinaten der Erde nach  $l_{\text{Erde}} = \lambda \pm 180^\circ$ . Als vorteilhaft hat sich erwiesen, die heliozentrische Länge des Planeten Jupiter auf der äußeren Koordinateneinteilung des Stempels mit abzutragen, da dann die unterschiedliche Geschwindigkeit der Planeten sehr anschaulich dargestellt werden kann. Aus dem „Kalender für Sternfreunde“ 1988 wurden folgende Werte gerundet bestimmt:

Planet	10. 1. $l_1$ in $^\circ$	10. 3. $l_2$ in $^\circ$
Merkur	327	243
Venus	13	109
Erde	109	170
Mars	214	244
Jupiter	32	38

Planetenbahnen Merkur bis Mars (erweitert bis Jupiter)



Die entsprechenden durchlaufenen Bahnabschnitte zeigt die Abbildung. Durch die beschriebene Darstellung wird den Schülern der Zusammenhang zwischen dem Abstand eines Planeten von der Sonne und seiner Bahngeschwindigkeit besser veranschaulicht.

WOLFGANG SEMLEIT

**Zur Karteikarte in diesem Heft**

Die beiliegende Karteikarte „Aufgaben von Raumflugkörpern und ihre Bahnen – Aus der Geschichte der Raumfahrt“ soll die Gestaltung der Stoffeinheit 2.4. „Raumfahrt“ unterstützen. Die Vorderseite der Karte enthält einen Vorschlag zur Anfertigung einer Folie, die bei der Erörterung von Beispielen für den Zusammenhang zwischen den Aufgaben von Raumflugkörpern und ihren Bahnen eingesetzt werden kann. Aus dem Text auf der Rückseite der Karte kann für die Behandlung der Geschichte der Raumfahrt eine Auswahl getroffen werden, von der sich ein Tafelbild entwickeln läßt. Für fakultative Kurse Astronomie und Raumfahrt (R) wird empfohlen, Vorder- und Rückseite der Karteikarte als Folie bei Behandlung der Thematik im Grundkurs bzw. im Wahlkurs Raumfahrt einzusetzen

Die Redaktion

**Unterrichtssendungen des Fernsehens für den Astronomieunterricht**

Im Schuljahr 1988/89 werden folgende Sendungen ausgestrahlt:

1. „Vom Nutzen der Raumfahrt“ (Arbeitstitel) zur Stoffeinheit 2.4.
2. „Die Sonne“ zur Stoffeinheit 3.1.
3. „Kosmische Dimensionen“ zur Stoffeinheit 3.3.

Die erste Sendung wurde neu produziert; methodische Hinweise zu ihrer Nutzung erscheinen im Heft 5/1988. Die zweite und dritte Sendung sind Wiederholungen aus dem Vorjahr; methodische Hinweise zu ihrer Nutzung wurden in den Ausgaben 6/1987 und 1/1988 von „Astronomie in der Schule“ veröffentlicht.

**Sendetermine im Schuljahr 1988/89**

(I. = I. Programm; II. = II. Programm)

**1. „Vom Nutzen der Raumfahrt“ (vorläufiger Titel)**

Lehrerinformationssendungen:

Mo., 21. 11., 18.25 Uhr II.

Mo., 28. 11., 18.25 Uhr II.

Sendezeiten für den Unterricht:

	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Mo., 8.50 Uhr	5. 12. I.	—	19. 12. II.
Di., 11.45 Uhr II.	6. 12.	13. 12.	20. 12.
Mi., 7.55 Uhr II.	7. 12.	14. 12.	21. 12.
Do., 8.50 Uhr II.	8. 12.	15. 12.	22. 12.

Sendezeiten für den individuellen Empfang:

Mo., 12. 12., 16.40 Uhr II.

Mo., 19. 12., 17.05 Uhr II.

**2. „Die Sonne“ (17 Minuten)**

Lehrerinformationssendung:

Mo., 9. 1., 18.25 Uhr II.

Sendezeiten für den Unterricht:

	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Mo., 8.50 Uhr I.	16. 1.	—	30. 1.
Di., 11.45 Uhr II.	17. 1.	24. 1.	31. 1.
Mi., 7.55 Uhr II.	18. 1.	25. 1.	1. 2.
Do., 8.50 Uhr II.	19. 1.	26. 1.	2. 2.

Sendezeiten für den individuellen Empfang:

Mo., 30. 1., 16.15 Uhr II.

Mo., 27. 2., 17.05 Uhr II.

**3. „Kosmische Dimensionen“ (17 Minuten)**

Lehrerinformationssendung:

Mo., 17. 4., 18.25 Uhr II.

Sendezeiten für den Unterricht:

	1. Woche	2. Woche	3. Woche
Mo., 8.50 Uhr I.	24. 4.	—	22. 5.
Di., 11.45 Uhr II.	25. 4.	9. 5.	23. 5.
Mi., 7.55 Uhr II.	26. 4.	10. 5.	24. 5.
Do., 8.50 Uhr II.	27. 4.	11. 5.	25. 5.

(In der Woche der schriftlichen Abschlußarbeiten wird die Ausstrahlung unterbrochen.)

Sendezeiten für den individuellen Empfang:

Mo., 8. 5., 16.40 Uhr II.

Mo., 22. 5., 18.00 Uhr II.

HORST ROPKE

**S**

**Schülerfragen**

**Ist die Frage nach dem „Urknall“ eine Mode?**

Die Frage nach dem Urknall und dem Aufbau des Kosmos ist eine der grundlegendsten wissenschaftlichen Fragestellungen. Sie ist von größtem Interesse für das **wissenschaftliche Weltbild** und wird daher auf jeder Stufe der Wissenschaftsentwicklung neu gestellt und entsprechend dem Entwicklungsstand beantwortet.

In den vergangenen zwanzig Jahren sind durch die Fortschritte der astrophysikalischen Beobachtungstechnik und der theoretischen Physik atemberaubende Ergebnisse auf diesem Gebiet erzielt worden. Seit der Entdeckung der kosmischen Hintergrundstrahlung wurde das auf der HUBBLE-Expansion beruhende Modell des aus einer heißen Anfangsphase heraus expandierenden Kosmos immer mehr zum Standardmodell der modernen Kosmologie. Die Untersuchung dieser heißen Anfangsphase bis hin zu ihrem Ausgangspunkt, der oft als „Urknall“ bezeichnet wird, kann dabei nur auf indirektem Weg erfolgen. Man erarbeitet Modellvorstellungen für die dort abgelaufenen Vorgänge und erhält daraus Aussagen, wie sich der Kosmos im Laufe seiner Geschichte von etwa 20 Milliarden Jahren entwickelt haben mußte.

Diese Vorhersagen vergleicht man mit den tatsächlichen astrophysikalischen Beobachtungen. Die Modelle werden immer weiter verfeinert, um eine größtmögliche Übereinstimmung zu erzielen. Diese Modelle enthalten viele neue theoretische Vorstellungen, denn die klassischen Theorien, wie z. B. die Allgemeine Relativitätstheorie, sind unter so extremen Bedingungen an die Grenzen ihrer Anwendbarkeit gestoßen. Quanteneffekte müssen berücksichtigt werden, und es wird derzeit an einer geschlossenen Quantentheorie der Gravitation gearbeitet.

Ein qualitativ neues Stadium erreichten diese Forschungen in den letzten Jahren dadurch, daß die Theorie der Elementarteilchen in Energiebereiche vorgestoßen ist, wie sie nur in der Frühphase des Kosmos realisiert gewesen sein können. Elementarteilchenphysik und Kosmologie sind dadurch eng miteinander verschmolzen, denn die Elementarteilchentheorie befruchtet einerseits die Modelle über Entstehung und Entwicklung des Kosmos. Andererseits stellt unser Kosmos das einzige „Laboratorium“ für diese modernen Theorien dar, die über den Weg des Tests ihrer kosmologischen Konsequenzen geprüft werden. So gibt es bereits recht weit entwickelte Modelle, die die Entstehung unserer Metagalaxis aus Quantenfluktuationen des Vakuums erklären. Eine Phase sehr schneller Expansion, Inflation genannt, führt zu einem von hochenergetischer Strahlung dominierten Zustand, der Ausgangspunkt für die weitere Entwicklung nach dem Standardmodell ist.

Ungeachtet der prinzipiellen Unzulänglichkeiten, ist die Anfangsphase der kosmischen Entwicklung von einem Gebiet phantasievoller Spekulation zu einem modernen Feld erfolgreicher naturwissenschaftlicher Forschung geworden.

ULRICH BLEYER

## R Rezensionen

OLDŘICH HLAD u. a.: **Hvězdné oblohy (Sternenhimmel)**. Geodätischer und Kartografischer Betrieb in Prag, 1985. Nördlicher und südlicher Sternenhimmel, 2000,0 Kčs 42,-.

Hierbei handelt es sich um eine überarbeitete und veränderte Neuauflage der in den 60er Jahren erschienenen und längst vergriffenen Sternkarten gleichen Titels. Der Untergrund ist hellgrau, die Sterne werden entsprechend ihren Spektralklassen bis  $5,25^m$  verschieden farbig dargestellt. Doppelsterne und Veränderliche enthalten Unterscheidungsmerkmale für die Minimal- bzw. Maximalhelligkeit, Distanz, Epoche, Periode und Typ. Mit der Vielzahl an Informationen über Sternhaufen, Nebel, Galaxien, Supernovaereste, Radioquellen usw. haben diese Sternkarten mit 67 cm Durchmesser bereits den Charakter eines Wissensspeichers der Astrophysik.

Ein 27 Seiten umfassendes Beiheft erläutert die Orientierung am Sternhimmel, die Koordinatensysteme sowie die auf den Karten dargestellten Objekte.

OLDŘICH HLAD, JIRKA WEISELOVÁ: **Souhvězdí naší oblohy (Sternbilder unseres Himmels)**. Für die Sternwarte und das Planetarium der Hauptstadt Prag vom Verlag ČTK-Pressfoto herausgegeben. Prag, 52,- Kčs.

Bei zusammenfaltbaren Sternkarten ergibt sich immer das Problem der Handhabung sowie der Haltbarkeit. In der Praxis wird zumeist nur ein kleiner Teil des Sternhimmels, mitunter nur ein Sternbild benötigt. Die vorliegende Zusammenstellung von 40 Sternbildern und 13 Beilagen entspricht dem praktischen Verlangen und stellt ein Novum auf diesem Gebiet dar. Die Gestaltung der Kartenblätter im Format A6 ist überaus ansprechend und übersichtlich. Auf schwarzem Untergrund heben sich die farbig gestalteten Sterne mit der Beschriftung deutlich ab. Die Orientierung am Himmel wird durch die Eintragung der äquatorialen Koordinaten sowie der benachbarten Sternbilder wesentlich erleichtert. Auf der Kartenrückseite findet man alle erforderlichen Angaben der dargestellten Objekte in Tabellenform, wie Sterne, Sternhaufen, Nebel und Galaxien. Die Farbgebung der Sternbilder verweist auf die jahreszeitliche Sichtbarkeit des betreffenden Sternbildes. Die 13 Beilagen enthalten verschiedene Sternbilderübersichten (Tierkreis, zirkumpolare Sternbilder, Anblicke des Sternhimmels) sowie Darstellungen des HRD. Die erforderlichen Erläuterungen findet man in einem kleinen, mehrsprachigen Beiheft.

ARNOLD ZENKERT

HENRYK CHRUPAŁA, MAREK T. SZCZEPANŃSKI: **25 lat Olimpiad Astronomicznych (25 Jahre Astronomieolympiaden)**. Warszawa 1986, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, 272 Seiten, in Polnisch.

Astronomische Olympiaden haben in der Volksrepublik Polen bereits eine recht lange Tradition. Die Initiative zur ersten Olympiade im Schuljahr 1957/58 ging vom damaligen Direktor des Chorzówer Planetariums, JÓZEF SALABUN, aus. Sie beschränkte sich noch auf die Wojewodschaft Katowice. In den folgenden Jahren weitete sie sich auf immer größere Gebiete des Landes aus und erfaßte als sechste Olympiade schließlich das ganze Land. Ihre Ziele werden so formuliert: Wecken und Vertiefen von Interessen an der Astronomie und den ihr verwandten Wissenschaften und Hebung des Niveaus der astronomischen Bildung. Gleichzeitig soll den Hochschulen geholfen werden, die geeignetsten Kandidaten für das Studium der Astronomie und der mit ihr verwandten Wissenschaften zu gewinnen.

Die Durchführung der Olympiaden erfolgt jährlich in drei Stufen. Die Aufgaben der ersten Stufe stützen sich auf den Inhalt des Astronomielehrplans der Schulen. Die zweite Stufe, die regionale, und die dritte, die zentrale Olympiade, gehen in den Anforderungen beträchtlich darüber hinaus. In ihnen muß der Jugendliche beweisen, daß er die Fähigkeiten und Fertigkeiten zur originellen Lösung komplexer astronomischer Aufgabenstellungen besitzt.

### Aufgabenbeispiele

#### Stufe 1

Wann hat bei einer zentralen Verfinsternung des Mondes die Phase der Totalität längere Dauer:

- Wenn der Mond während der Totalitätsphase das Perigäum durchläuft?
- Wenn der Mond während der Totalitätsphase das Apogäum durchläuft?

Bei diesen Erörterungen soll die Erdbahn kreisförmig angenommen werden. Die zur Lösung benötigten Zahlenwerte sollen geeigneten Tabellen entnommen werden.

#### Stufe 1

Für welchen Planeten unseres Sonnensystems unterscheidet sich die Konjunktionshelligkeit um  $\Delta m = 3^m 41$  von der Oppositionshelligkeit?

Bei der Lösung dieser Aufgabe soll angenommen werden, daß die Planetenbahnen kreisförmig sind und in einer Ebene liegen. Die Albedo der gesamten Planetenoberfläche soll als konstant angenommen werden.



## Stufe 2

Die absolute Helligkeit der Galaxie M 32 beträgt  $M = -15^m 7$ . Nimm eine Abschätzung der Zahl der Sterne dieser Galaxie vor unter der Annahme, daß sie nur aus sonnenähnlichen Sternen besteht und daß nur die Hälfte der Gesamtzahl der Sterne beobachtet werden kann. Die scheinbare Helligkeit der Sonne beträgt  $m = -26^m 8$ , die Entfernung Erde – Sonne  $a = 1 \text{ AE} = 1/206265 \text{ pc}$ .

## Stufe 3

Mit Hilfe des Planetariums wird der heliakische Aufgang des Sirius demonstriert, der im wirtschaftlichen Leben des alten Ägypten eine große Rolle gespielt hat.

Berechne unter der Annahme, daß diese Erscheinung auf dem zeitgleichen Aufgang des Mittelpunktes der Sonnenscheibe und des Sirius beruhte, wieviele Tage nach dem Zeitpunkt der damaligen Tag-und-Nacht-Gleiche des Frühlings der heliakische Aufgang des Sirius beobachtet werden konnte. Es sind folgende Daten gegeben:

– damalige Äquatorialkoordinaten des Sirius

$$\alpha_s = 4^h 00^m, \delta_s = -21^\circ;$$

– damalige Neigung der Ekliptik zum Äquator  $\epsilon = 24^\circ$ ;

– geographische Breite des Beobachtungsortes  $\varphi = +30^\circ$ .

Bei den Überlegungen vernachlässigen wir den Einfluß der atmosphärischen Refraktion sowie den Einfluß der ungleichförmigen Änderung der Rektaszension der Sonne im Laufe des Jahres.

Das Buch enthält neben einem Teil über Geschichte und Organisation der Olympiaden eine große Zahl Aufgaben und Lösungen mit Darlegung der Lösungswege und ausführlicher Anleitung zur Lösung der Beobachtungsaufgaben aus bisherigen Olympiaden. Es wendet sich damit, wie im Vorwort vermerkt, an die zukünftigen Olympioniken, aber auch an die Lehrer, denen damit eine Sammlung von Aufgaben unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades in die Hand gegeben wird. Die Aufgaben sind nach 9 Sachgebieten gegliedert, der Lösungsteil ist vom Aufgabenteil getrennt.

Da in der VR Polen das Fach Astronomie nur in der IV. Klasse der Lyzeen, also in der Abiturklasse unterrichtet wird, wobei die bis dahin in Physik und Mathematik erworbenen Kenntnisse weitgehend berücksichtigt werden, liegt das Niveau der Aufgaben, auch schon in der I. Stufe, beträchtlich über unseren Lehrplanforderungen.

Selbst für fakultative Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ ist der Schwierigkeitsgrad der Mehrzahl der Aufgaben wegen nicht ausreichender mathematischer Voraussetzungen zu hoch. In Spezialistenlagern junger Astronomen könnten die Aufgaben dieses Buches Grundlage tiefergehender Beschäftigung mit konkreten astronomischen Problemen sein. Als Resümee der Arbeit eines langen Zeitabschnittes auf dem Gebiet der Qualifizierung junger astronomischer Kader enthält das Buch auch ein vollständiges Verzeichnis der Preisträger aller erfaßten 25 Olympiaden. Wenn darin einige Namen in mehreren aufeinanderfolgenden Jahrgängen auftreten, zeigt das, daß es in unserem Nachbarland junge Menschen gibt, die sich schon in sehr jungen Jahren intensiv der Astronomie widmen. Doch ist in 25 Jahren nur ein Mädchen unter den Preisträgern.

Die hohe Wertschätzung dieses Wissenswettbewerbs durch die staatlichen Organe und Hochschulen der VR Polen beweist die Tatsache, daß den Preisträgern der Olympiade besondere Privilegien bei der Bewerbung für ein Hochschulstudium in Astronomie und Physik zugestanden werden.

Mit seinen grundlegenden Ausführungen, Tabellen, Namenslisten und den zahlreichen Aufgabenbeispielen (132 Aufgaben, darunter 23 Beobachtungsaufgaben) gibt das Buch eine ausgezeichnete Information über den in unserem Nachbarland nun schon zur Tradition gewordenen Wissenswettbewerb für jugendliche Astronomen.

ALFRED MUSSIGGANG

# U

## Umschlagseiten

**Titelseite** – Die Kosmonauten WALERI BYKOWSKI und SIGMUND JÄHN 1983 im Pionierpalast „Ernst Thälmann“ in Berlin als Gäste von Jungen Pionieren beim Signieren einer Friedenstaube. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Vor 10 Jahren: SIGMUND JÄHN – erster Deutscher im All“ auf S. 74. Aufnahme ADN-ZB

**2. Umschlagseite** – Pionier- und Jugendsternwarte im Haus der Jungen Pioniere in Gera. Die Einrichtung, welche 1952 ihre Pforten öffnete und langjährig von Studienrat GÜNTHER BAUM erfolgreich geleitet wurde, verfügt neben der 5-m-Kuppel mit einem AS-Refraktor 130/1950 u. a. über zwei Spiegelteleskope mit 1b-Montierung 150/2250 sowie über zwei Astrokameras. Zur Sternwarte gehören ein Vorlesungsraum mit 30 Plätzen, ein Kabinett zur Durchführung optischer Experimente und ein Computerkabinett. Unter Leitung von HENRI BILIO werden in der Sternwarte schulastronomische Beobachtungen für Schüler der 10. Klasse durchgeführt. Ferner sind ein fakultativer Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ und zwei Arbeitsgemeinschaften „Junge Astronomen“ tätig. Die Sternwarte steht auch der Aus- und Weiterbildung der Astronomielehrer sowie der Öffentlichkeitsarbeit zur Verfügung.

**3. Umschlagseite** – Links: Sternbild Schwan (Cygnus), aufgenommen mit Kleinbildkamera Praktica Super TL und Objektiv 1,8/50 am 27. Oktober 1987. Die Kamera war am Gegengewicht des Schulfernrohres „Telemotor“ befestigt, Leitstern war Gamma Cygni. Belichtet wurde 3 min bei Handnachführung auf ORWO NP 27. Besonders hervorgehoben ist der Doppelstern Beta Cygni.

**Rechts:** Beobachtungskarte Sternbild Schwan. Der Kartenausschnitt entspricht weitgehend dem links abgebildeten Aufnahmegebiet. Besonders hervorgehoben sind der Doppelstern Beta Cygni (Pfeil) und der „Nordamerika-Nebel“ (Pfeil). Eingezeichnet sind die offenen Sternhaufen M 29 und NGC 6910. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Beobachtung“ auf Seite 90.

Aufnahme: WOLFGANG SCHWINGE  
Zeichnung: HANS JOACHIM NITSCHMANN

**4. Umschlagseite** – Die von Einschlagkratern hellgefleckte Eiskruste der Kallisto. Nahe dem linken Bildrand ist die große Multiringstruktur Walhalla zu erkennen. Das zentrale, helle Areal hat einen Durchmesser von etwa 600 km. Der Nordpol dieses Jupitermondes liegt etwas außerhalb des rechten oberen Bildrandes. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Die großen Galileischen Monde Ganymed und Kallisto“ auf Seite 75.

## Korrespondenten von „Astronomie in der Schule“

Oberlehrer Heinz Albert, Crimmitschau; Oberlehrer Rolf Bahler, Neetzow; Olaf Fischer, Leipzig; Dieter Frisch, Berlin; Oberlehrer Luise Gräfe, Dresden; Studienrat Rolf Henkel, Suhl; Oberlehrer Hermann Hilbert, Rudolstadt; Oberstudienrat Peter Klein, Rostock; Lutz Klünnert, Strausberg; Studienrat Ilse Krösche, Berlin; Annelore Muster, Halle; Studienrat Klaus Schmidt, Herzberg; Studienrat Wolfgang Severin, Wittenberg; Oberlehrer Herwig Sue, Dallgow; Studienrat Klaus Ullrich, Burg; Oberlehrer Erhard Weidner, Gotha.

# D

# Dokumentation

- Anzeige des Sachgebietes, in das die Veröffentlichung einzuordnen ist
  - Nennen des Verfassers und des Titels der Publikation
  - Orientierung zum Standort des Beitrages und über seine Beilagen (z. B. Anzahl der Literaturangaben)
  - Kurzinformationen über wesentlichen Inhalt des Artikels
- Zusammenstellung: ANNELORE MUSTER

## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Astronomie*

AHNERT, PAUL

### Vom Amateur zum Berufsastronomen

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 3, 50-51  
Der Autor des kleinen astronomischen Jahrbuchs „Kalender für Sternfreunde“ – Dr. Paul Ahnert – beschreibt, durch welche Ereignisse er angeregt wurde, sich intensiv mit der Astronomie zu beschäftigen und wie er sich trotz vieler Schwierigkeiten vom Amateur zum international anerkannten Astronomen entwickelte.

## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Methodik AU*

SCHUKOWSKI, MANFRED

### Vor 10 Jahren: Sigmund Jähn – der erste Deutsche im All

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 4, 74-75; 4 Lit.  
Am 26. August 1978 startete Sigmund Jähn als erster Deutscher in den Weltraum. Der Autor gibt Anregungen, dieses Jubiläum erziehungswirksam in den Astronomieunterricht einzubeziehen.

## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Raumfahrt*

FISCHER, HANS-JOACHIM

### Nutzen der Raumfahrt für die Volkswirtschaft

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 3, 51-53  
Nach dreißig Jahren aktiver Kosmosforschung zieht der Autor Bilanz über den Nutzen der Raumfahrt, den er an Hand instruktiver Beispiele nachweist.

## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Fachwissenschaft · Planetensystem*

REICHSTEIN, MANFRED

### Die großen Galileischen Monde Ganymed und Kallisto

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 4, 75-77; 3 Abb.  
Der Beitrag befaßt sich mit dem Schalenbau und der Oberflächenmorphologie der Jupitersatelliten Ganymed und Kallisto. In instruktiver Weise werden die Entstehungsmechanismen erläutert und Unterschiede begründet.

## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Fachwissenschaft · Sterne*

STECKLUM, BRINGFRIED

### Die Supernova 1987 A – Ein Jahrhundertereignis der Astronomie

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 3, 53-57; 2 Abb.  
Der Autor beginnt mit einer Zusammenfassung des bisherigen Kenntnisstandes über Supernovaausbrüche, beschreibt dann die wichtigsten Beobachtungen der SN 1987 A und gibt einen Ausblick auf weitere vielversprechende Beobachtungen und astrophysikalische Schlußfolgerungen.

## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Fachwissenschaft · Geschichte der Astronomie*

HAMEL, JURGEN

### Probleme der Durchsetzung des copernicanischen Weltbildes

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 4, 78-81; 1 Tab., 1 Lit.  
Es werden die Leistungen der Astronomen gewürdigt, deren wissenschaftliche Arbeiten und Entdeckungen zur Durchsetzung des copernicanischen Weltbildes beitrugen, neben Brahe, Kepler und Galilei auch Marius, Harriot, Fabricius und Scheiner.

## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Methodik AU · Sonnensystem*

LINDNER, KLAUS

### Astronomische Daten für das Schuljahr 1988/89

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 3, 59-64; 4 Abb.  
Bereitstellung aller für die schulastronomischen Beobachtungen und die Aktualisierung des Astronomieunterrichts wichtigen Daten im Schuljahr 1988/89.

## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Methodik AU · Planeten*

BIENIOSCHEK, HORST; KLEIN, PETER

### Zur Behandlung der Sichtbarkeit von Planeten

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 4, 83-86; 7 Abb., 1 Lit.  
Die Autoren beschreiben zwei Varianten, wie die Sichtbarkeit der Planeten im AU anschaulich und effektiv behandelt werden kann. Mehrere Abbildungen können als Vorlage für die Anfertigung von Anschauungsmitteln dienen.

## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Methodik AU · Beobachtung*

LATKA, THOMAS

### Befähigung der Schüler zur selbständigen Beobachtung

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 3, 64-66  
Nützliche Hinweise zur Realisierung des neuen Rahmenprogramms für den fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ (Aufbau des „Telementor“, Beobachtung der vier hellen Jupitersatelliten und der Oberflächenformen des Mondes).

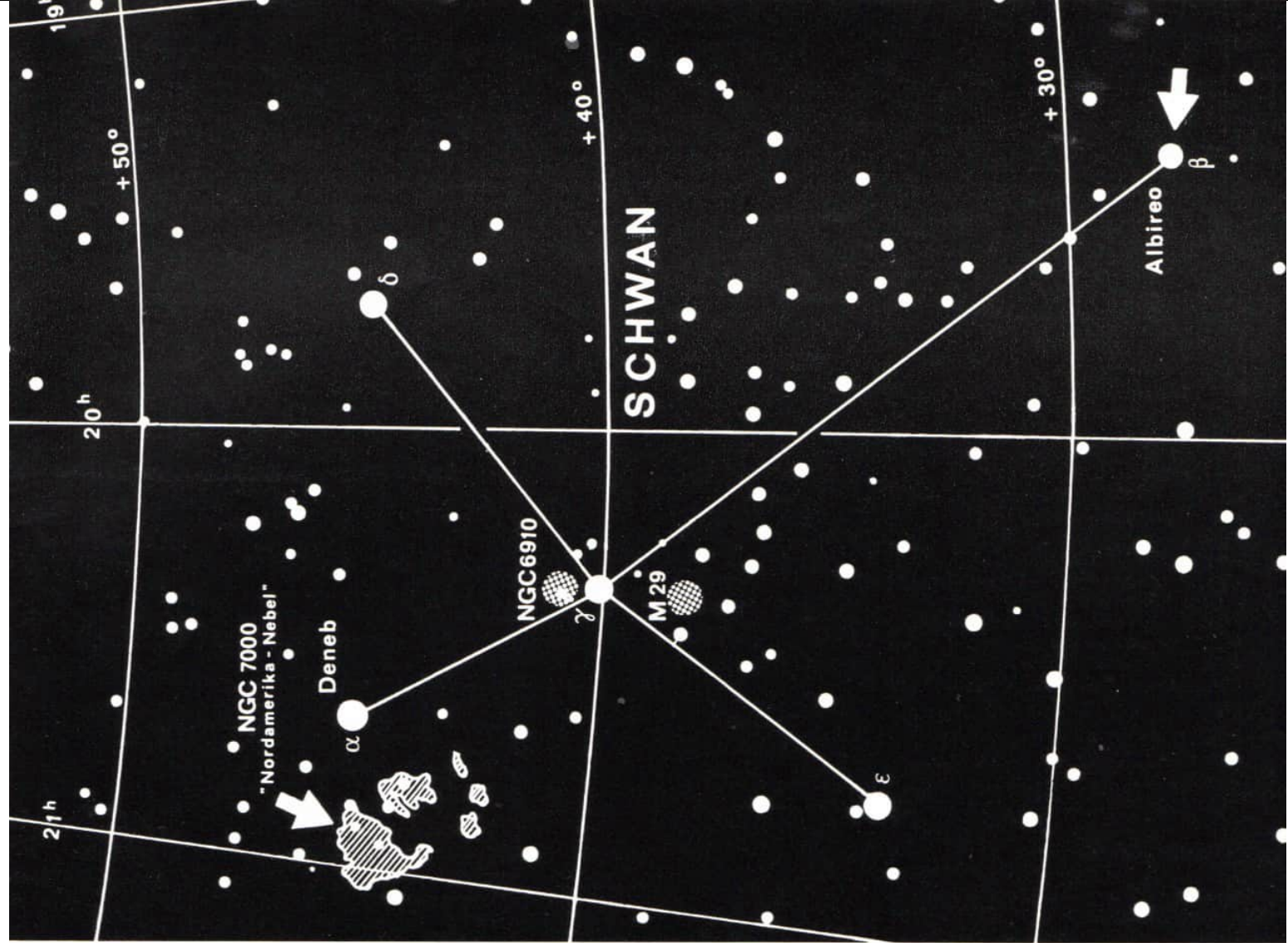
## ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Methodik AU*

NAUMANN, JURGEN

### Suchhaltungen entwickeln

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 4, 87-89; 3 Lit.  
An Hand von Beispielen aus dem AU beschreibt der Autor, wie man Schülerfragen analysieren, beantworten und bewerten sollte, um die Schüler zu weiteren Fragen und damit zur aktiven Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Problemen anzuregen.





# ASTRONOMIE

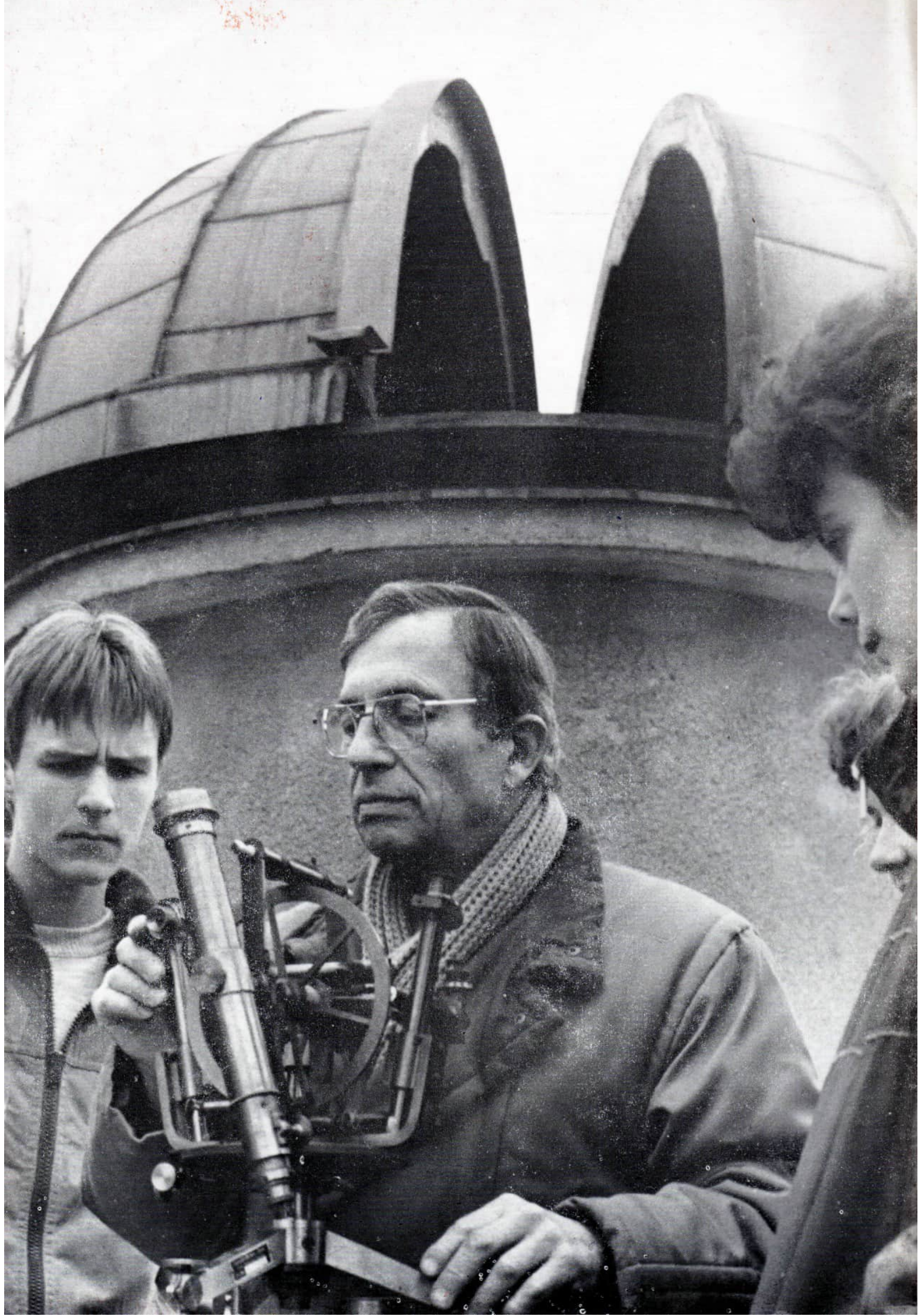
# 5

# IN DER SCHULE

Jahrgang 1988  
ISSN 0004-6310  
Preis 0,60 M

Volk und Wissen  
Volkseigener Verlag  
Berlin





<b>● Astronomie</b>	
D. B. HERRMANN: Die „Kopernikanische Wende“ in der Sicht der marxistischen Wissenschaftsgeschichte . . . . .	98
S. MARX: Zur optischen Beobachtungs- und Auswertetechnik der modernen Astronomie . . . . .	100
K. PFLUG: Die Sonnenflecke und das Wachstum der Bäume . . . . .	103
<b>● Unser Beitrag zur Vorbereitung des IX. Pädagogischen Kongresses</b>	
Rundtischgespräch: Ein Jahr Arbeit mit dem neuen Lehrplan . . . . .	107
V. Erfahrungsaustausch zur Methodik des Astronomieunterrichts im Oktober 1989 in Rostock . . . . .	110
W. WENZEL: Unterrichtliche Gestaltung der Stoffeinheit „Raumfahrt“ . . . . .	111
A. UNKROTH: Zur Einführung der KEPLERschen Gesetze und zur Anwendung des Gravitationsgesetzes . . . . .	113
<b>● Beobachtung</b>	
K. LINDNER: Plejadenbedeckung durch den Mond . . . . .	115
H. J. NITSCHMANN: Kugelfsternhaufen M 13 im Sternbild Herkules . . . . .	116
<b>● Kurz berichtet</b>	
Vorbilder . . . . .	117
Wissenswertes . . . . .	118
Zeitschriftenschau . . . . .	119
<b>● Abbildungen</b>	
Umschlagseiten . . . . .	120
<b>● Karteikarte</b>	
W. WENZEL: Erstleistungen in der Raumfahrt – Ablauf der Phobos-Mission	
<b>Redaktionsschluß: 8. 8. 1988</b>	
<b>Auslieferung an den Postzeitungsvertrieb: 10. 10. 1988</b>	

Из содержания

D. B. ХЕРРМАНН: Коперников поворот под аспектом марксистской истории наук . . . . .	98
С. МАРКС: По поводу оптической техники наблюдения и оценки её результатов в современной астрономии . . . . .	100
К. ПФЛУГ: Солнечные пятна и рост деревьев . . . . .	103
За круглым столом: Первый год работы по новому учебному плану . . . . .	107
V обмен опытом по методике изучения астрономии в осенних каникулах 1989 г. . . . .	110
В. ВЕНЦЕЛЬ: Изучение темы «Космонавтика» в школе . . . . .	111

From the Contents

D. B. HERRMANN: The Copernican Turning-Point under the Aspect of Marxist History of Science . . . . .	98
S. MARX: Towards the Optical Observation Technique and the Interpretation of its Results in Modern Astronomy . . . . .	100
K. PFLUG: Sun-Spots and the Growth of Trees . . . . .	103
Round Table Talk: The First Year of Teaching according to the New Curriculum . . . . .	107
The Fifth Exchange of Experiences in Methodics of Astronomy Instruction during the Autumn Vacations 1989 . . . . .	110
W. WENZEL: Instructional Treatment of the Topic "Astronautics" . . . . .	111

En résumé

D. B. HERRMANN: L'histoire marxiste des sciences et «L'évolution copernicienne» . . . . .	98
S. MARX: Le métier optique de l'observation et de la mise en valeur dans l'astronomie moderne . . . . .	100
K. PFLUG: Les taches solaires et la croissance des arbres . . . . .	103
Discussion: Le travail avec le nouveau programme des études pendant l'année passée . . . . .	107
La 5e discussion des expériences à la méthodologie de l'enseignement astronomique en vacances d'automne 1989 . . . . .	110
W. WENZEL: La réalisation du chapitre «L'aviation interplanétaire» dans l'enseignement astronomique . . . . .	111

Del contenido

D. B. HERRMANN: La vuelta copernicana desde el punto de vista de la historia marxista de las ciencias . . . . .	98
S. MARX: En cuanto a la técnica óptica de observación y calificación en la astronomía moderna . . . . .	100
K. PFLUG: Manchas solares y el crecimiento de los árboles . . . . .	103
MESA REDONDA: Un año de trabajo con el nuevo programa de enseñanza. Quinto intercambio de experiencias metodológicas en la enseñanza de astronomía en las vacaciones otoñales de 1989 . . . . .	107
W. WENZEL: El asunto «Vueltas Cósmicas» en la enseñanza . . . . .	110

# ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Heft 5 25. Jahrgang 1988

**Herausgeber:**

Verlag Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, Krausenstraße 50, Postfach 1213, Berlin, DDR - 1086, Tel. 20430, Postscheckkonto: Berlin 7199-57-1326.26

**Anschrift der Redaktion:**

Friedrich-List-Straße 8 (Sorbisches Institut für Lehrerbildung „Karl Jannack“), Postfach 440, Bautzen, DDR-8600, Telefon 4 25 85

**Redaktionskollegium:**

Oberstudienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Klaus Lindner (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Horst Bienloschek, Dr. rer. nat. Ulrich Bleyer, Dr. rer. nat. Hans-Erich Fröhlich, Dr. phil. Fritz Gehlhar, Dr. sc. phil. Nina Hager, Prof. Dr. sc. nat. Dieter B. Herrmann, Oberlehrer Volker Kluge, Oberlehrer Monika Kohlhausen, Oberlehrer Jörg Lichtenfeld, Oberstudienrat Hans Joachim Nitschmann, Prof. Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Oberlehrer Eva-Maria Schober, Prof. Dr. sc. paed. Manfred Schukowski, Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert, Studienrat Joachim Stier, Oberlehrer Dr. paed. Uwe Walther, Prof. Dr. rer. nat. habil. Helmut Zimmermann, Günter Zimmermann.

Drahomira Günther (redaktionelle Mitarbeiterin), Dr. sc. phil. Siegfried Michalk (Übersetzer)

**Lizenznummer und Lizenzgeber:** 1488, Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik

**Gesamtherstellung:**

Nowa Doba, Druckerel der Domowina, Bautzen  
AN (EDV 427)  
III-4-9-1571-5,2 Liz. 1488

**Erscheinungshinweise:**

zweimonatlich, Preis des Einzelheftes 0,60 Mark; im Abonnement zweimonatlich (1 Heft) 0,60 Mark. Auslandspreise sind aus den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes BUCHEXPOR zu entnehmen. – Bestellungen werden in der DDR von 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 BUCHEXPOR, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, Leninstraße 16, Leipzig, DDR - 7010.

ISSN 0004-6310

# Die „Kopernikanische Wende“ in der Sicht der marxistischen Wissenschaftsgeschichte

Der Lehrplan fordert, die Schüler sollen erläutern, daß mit dem Weltbild des COPERNICUS eine Wende in der Astronomie eingeleitet würde (siehe Lehrplan Astronomie, Klasse 10, S. 10). Auch das Lehrplanreferat enthält dazu Bemerkungen (siehe Astronomie in der Schule 24 (1987) 2, S. 28).

Im folgenden Beitrag erläutert der Autor, was aus der Sicht der marxistischen Wissenschaftsgeschichte unter der „Kopernikanischen Wende“ zu verstehen ist.

## Eine herausragende Revolution in der Wissenschaftsgeschichte

Eine der bedeutsamsten Revolutionen der gesamten Wissenschaftsgeschichte ist die mit der Leistung von NICOLAUS COPERNICUS (1473–1543) verbundene Erkenntnis der Mittelpunktstellung der Sonne, d. h. die Einführung des Heliozentrismus. Die weitreichenden Wirkungen der heliozentrischen Hypothese sind – auch aus der Sicht der marxistischen Wissenschaftsgeschichte – oft und umfassend dargelegt worden. Sie bestanden vor allem in der Grundlegung des Überganges zur modernen Astronomie, der Aufhebung des von ARISTOTELES postulierten Gegensatzes zwischen Himmel und Erde und in der Anbahnung eines förmlichen Befreiungsaktes der Naturwissenschaft von der Bevormundung durch die Theologie. Die prinzipielle Einschätzung, die FRIEDRICH ENGELS in seiner „Dialektik der Natur“ zu diesem Prozeß gegeben hat, bedarf bis heute keiner Berichtigung oder Präzisierung. Bei ENGELS heißt es: „Der revolutionäre Akt, wodurch die Naturforschung ihre Unabhängigkeit erklärte und die Bullenverbrennung LUTHERS gleichsam wiederholte, war die Herausgabe des unsterblichen Werkes, womit KOPERNIKUS, schüchtern zwar und sozusagen erst auf dem Totenbett, der kirchlichen Autorität in natürlichen Dingen den Fehdehandschuh hinwarf. Von da an datiert die Emanzipation der Naturforschung von der Theologie...“ (1, S. 313).

Gelegentlich wird nun im Zusammenhang mit der heliozentrischen Hypothese des COPERNICUS auch von der „Kopernikanischen Wende“ gesprochen. Selbst in der Erläuterung zu den Zielen, dem Inhalt und der methodisch-didaktischen Konzeption des Astronomieunterrichts nach dem neuen Lehrplan finden wir diesen Terminus (2, S. 28). Woher stammt er ursprünglich und in welchem Sinne ist er zu verstehen?

## KANT und GOETHE über die „Kopernikanische Wende“

Der Begriff der „Kopernikanischen Wende“ wurde sinngemäß – nicht wörtlich – von IMMANUEL KANT (1724–1804) in dessen „Kritik der reinen Vernunft“ (1781) eingeführt. KANT stellt in diesem Zusammenhang fest, daß die Naturwissenschaften ihre Verfassung von einer „Umänderung der Denkart“ gewonnen hätten und erhebt die Forderung, auch die Philosophie möge dieses Prinzip für sich nutzbar machen (3, S. 29). Das Bedeutende bei COPERNICUS sieht KANT nicht primär in der Widerlegung einer tradierten Theorie, sondern in der Zuweisung einer anderen Stellung des erkennenden **Subjekts** gegenüber dem **Objekt** der Erkenntnis. In erster Linie erblickt KANT daher in der „Kopernikanischen Wende“ eine **Wendung der Denkart**. Dabei erscheint es KANT bemerkenswert – und hierin kommt zugleich eine interessante erkenntnistheoretische Interpretation zum Ausdruck –, daß sich COPERNICUS den Standpunkt, in dessen Perspektive sich uns die Welt Dinge zeigen, nicht durch die natürlichen Bedingungen vorschreiben ließ, sondern darüber hinauszudenken wagte. Überall komme es darauf an, zu erkennen, warum man von einem bestimmten Standpunkt aus einem bestimmten Schein verfallen müsse, und diesen dann zu überwinden. Diese gewiß berechtigte und zugleich verallgemeinernde Interpretation der Tat des COPERNICUS erinnert an die epigrammatische Äußerung GOETHES zum Hauptwerk des COPERNICUS: „Vielleicht ist noch nie eine größere Forderung an die Menschheit geschehen: denn was ging nicht alles durch diese Anerkennung in Dunst und Rauch auf: ein zweites Paradies, eine Welt der Unschuld, Dichtkunst und Frömmigkeit, das Zeugnis der Sinne, die Überzeugung eines poetisch-religiösen Glaubens“ (4, S. 774).

## ENGELS über das Revolutionäre im Werk des COPERNICUS

Bei ENGELS wird nun ein Aspekt der Erkenntnis des COPERNICUS betont, der bei KANT und GOETHE zwar anklingt, aber den Wendecharakter oder besser (in der Sprache der modernen Wissenschaftsgeschichte) das **Revolutionäre im Werk** des COPERNICUS mit Blick aufs Gesellschaftliche, Philosophische und Weltanschauliche viel präziser hervorhebt. Allein die Betonung der „Unabhängigkeitserklärung“ der Naturwissenschaften gegenüber der Theologie ist mit bedeutsamen Konsequenzen verbunden. Wenn nämlich aller Fortschritt der Astronomie nach COPERNICUS auf „De revolutionibus“ fußt (insbesondere KEPLER, NEWTON), dann bedeutet die ENGELSSche Anschauung natürlich, daß Erkenntnisfortschritt der Naturwissenschaften nur **gegen** die Theologie überhaupt möglich war. Was die ideologische Seite anlangt, so muß man sich daran erinnern, daß der Klerus



gleichsam der Bannerträger der Ideologie des Feudalismus gewesen ist. Der Sieg der Naturwissenschaften war insofern nur zu erringen als Teil eines viel umfassenderen Vorganges, des Aufkommens neuer sozialökonomischer Verhältnisse nämlich und des Sieges einer neuen Klasse, die sich im Schoße des Feudalismus bereits heranzubildete, der Bourgeoisie. So ist wohl auch der Hinweis von ENGELS auf den „langen Marsch“ dieser Revolution zu verstehen, wo davon die Rede ist, daß sich die „*Auseinandersetzung der einzelnen gegenseitigen Ansprüche bis in unsere Tage hingeschleppt und sich in manchen Köpfen noch lange nicht vollzogen hat*“ (1, S. 313).

Gerade an der Einschätzung von FRIEDRICH ENGELS scheiden sich bis heute immer noch die Geister hinsichtlich der Periodisierung der Astronomiegeschichte. Im Blick der marxistischen Geschichtsauffassung stellt die Tat des COPERNICUS eine Revolution dar, mit der die moderne Astronomie ins Leben trat.

### Die Erkenntnisse des COPERNICUS im Meinungsstreit zwischen marxistischer und bürgerlicher Geschichtsauffassung

Diametral entgegengesetzte Auffassungen vertreten in dieser Hinsicht einige bürgerliche Wissenschaftshistoriker. So faßt z. B. KRAFFT das Werk des COPERNICUS als die „Vollendung der antiken Astronomie“ auf und spricht von einer nur so genannten Revolution (5). Er beruft sich dabei auf das antike technische Rüstzeug des COPERNICUS und auf die vollständige Einhaltung des antiken Gebots, alle Bewegungen der Himmelskörper auf gleichförmige Kreisbewegungen zurückzuführen. In der Tat hat COPERNICUS in dieser Hinsicht sogar noch PTOLEMAÏUS übertroffen, der dieses Prinzip durch die Einführung eines sogenannten Ausgleichpunktes (*punctum æquans*), der Weltmitte und Erdmitte voneinander trennte, verletzte. Gerade hierin erblicken wir jedoch nur die technische Seite im Werk des COPERNICUS, einen Ausdruck der Vermischung revolutionärer und traditioneller Elemente, wie sie allen großen Revolutionen eigen sind.

Diese Sicht findet sich jedoch auch in populärwissenschaftlichen Darstellungen bürgerlicher Autoren keineswegs. Vielmehr wird auch dort einerseits versucht, die Bedeutung des Werkes von COPERNICUS zu schmälern und andererseits die katholische Kirche der damaligen Zeit aus dem Konflikt mit der Naturwissenschaft zu befreien. So heißt es z. B. in einem Beitrag der Tageszeitung „Die Zeit“ unter der bezeichnenden Überschrift „Beweisen konnte er nichts“, das Hauptwerk des COPERNICUS sei in „vielen schlechterdings überschätzt“ worden, während gleichzeitig „und zwar völlig zu unrecht“ all jene verunglimpft worden seien, „die seine Hypothesen nicht sofort für bare

Münze nahmen“ (6). Die katholische Kirche sei damals – und auch das natürlich zu Unrecht – zum Vertreter des finsternen Mittelalters abgestempelt worden. Die immer wiederkehrende Variation „von der Spaltung des abendländischen Denkens in eine Seite der Vernunft und eine Seite des Glaubens“ sei im Falle des COPERNICUS ganz und gar unpassend.

Von ARTHUR KOESTLER wird „*De revolutionibus*“ in dessen „*Nachtwandler*“ sogar als das „langweiligste Buch“ bezeichnet, „das je Geschichte machte“, wobei KOESTLER COPERNICUS als einen „Pedanten“ bezeichnet, „der einen guten Einfall in ein schlechtes System“ ausweitete (7, S. 202).

An der Revolution des COPERNICUS prallen also bis heute die Meinungen aufeinander und die Grenzscheide der Beurteilung verläuft nicht zufällig diesseits und jenseits marxistischer Geschichts- und Wissenschaftsauffassung. In unserer Sicht ist die „Kopernikanische Wende“ eine Revolution der Erkenntnis, gleichviel wie spannend oder langweilig „*De revolutionibus*“ dem einen oder anderen als Lesestoff erscheinen mag und wieviele Züge des Alten dem Werk noch anhafteten. Gerade KEPLER selbst, der einen unschätzbaren Beitrag zur Weiterentwicklung des heliozentrischen Gedankens geleistet hat, macht dies deutlich in seinem Bekenntnis: „*Meine Gestirne waren nicht der morgendliche Merkur im Winkel des siebten Hauses in Quadratur zum Mars, sondern KOPERNIKUS und TYCHO BRAHE*“ (8, S. 46 bis 47).

Übrigens hat wohl auch KANT mit seinem „Wendebegriff“, der „Umänderung“ nichts anderes als eine Revolution gemeint. Bemerkt er doch in der Vorrede zur 2. Auflage seiner „*Kritik der reinen Vernunft*“, nachdem er die Erfolge der Mathematik und Naturwissenschaften auf deren neue Sichtweisen zurückgeführt hat: „*Ich sollte meinen, die Beispiele der Mathematik und Naturwissenschaft, die durch eine auf einmal zustande gebrachte Revolution das geworden sind, was sie jetzt sind, wären merkwürdig genug, um dem wesentlichen Stücke der Umänderung der Denkart, die ihnen so vorteilhaft geworden ist, nachzusinnen und ihnen ... hierin wenigstens zum Versuche nachzuzuhmen*“ (9, S. 7).

#### Literatur:

- (1) ENGELS, F.: *Dialektik der Natur*. In: MARX/ENGELS, Werke, Bd. 20, Berlin 1973.
- (2) BIENIOSCHEK, H.: *Ziele, Inhalt und didaktisch-methodische Konzeption des Astronomieunterrichts nach dem neuen Lehrplan*. In: *Astronomie in der Schule* 24 (1987) 2.
- (3) KAULBACH, F.: *Die Copernicanische Wende als philosophisches Prinzip*. In: *Nicolaus Copernicus zum 500. Geburtstag*. Köln, Wien 1973.
- (4) GOETHE, J. W.: *Materialien zur Geschichte der Farbenlehre*. In: *Goethes Werke in fünf Bänden*, Bd. 3, Leipzig 1959.
- (5) KRAFFT, F.: *Die sogenannte copernicanische Revolution*. In: *Kölner Technische Mitteilungen* 89 (1974) 9.
- (6) PRAUSE, G.: *Beweisen konnte er nichts*. In: *Die Zeit*, Hamburg, Nr. 8 vom 16. 2. 1973.

- (7) KOESTLER, A.: **Der Nachtwandler**. Suhrkamp-Taschenbuch Nr. 579, Hamburg 1980.  
 (8) KEPLER, J.: **Der Mensch und die Sterne**. Insel-Verlag Frankfurt/M. 1953.  
 (9) RENNER, H.: **Immanuel Kants Werke in acht Büchern**. Erster Band, Berlin o. J., zweites und drittes Buch.

Anschrift des Verfassers:  
**Prof. Dr. sc. DIETER B. HERRMANN**  
 Archenhold-Sternwarte  
 Berlin-Treptow  
 DDR - 1193

**Siegfried Marx**

## Zur optischen Beobachtungs- und Auswertetechnik der modernen Astronomie

Der folgende Beitrag – eine Kurzfassung des Vortrages, welchen der Verfasser auf dem Fachberaterlehrgang für Astronomie hielt – befaßt sich mit dem Zusammenhang der wissenschaftlich-technischen Revolution und der gesellschaftlichen Erkenntnisgewinnung und verdeutlicht gleichzeitig die Wechselbeziehungen zwischen den wissenschaftlichen Aufgaben der Astronomie und der dafür notwendigen Beobachtungs- und Auswertetechnik.

Beobachtungsdaten sind in der Astronomie wie in anderen Wissenschaftsdisziplinen einerseits Basis für neue Theorien und andererseits Entscheidungskriterien für die Richtigkeit von Theorien. Dabei besteht zwischen den Beobachtungsaufgaben und der Beobachtungstechnik ein Wechselverhältnis, d. h., neue Beobachtungsziele fördern die Entwicklung der Beobachtungstechnik, und die Bereitstellung neuer Beobachtungstechnik führt oft zu neuen, ganz unerwarteten Erkenntnissen. Das sollen einige Beispiele aus der Geschichte der Astronomie belegen.

Die erste Nutzung des Fernrohrs durch GALILEI brachte die Entdeckung der Jupitermonde und der Venusphasen. Bald danach wurden die Sonnenflecken gefunden. Die Beobachtungen HERSCHELS mit seinen „Großteleskopen“ waren die Basis für die Entdeckung des Uranus, der Saturnsatelliten Oberon und Titan und der Eigenbewegung der Sonne. Die modernen Spiegelteleskope in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts führten in Verbindung mit leistungsfähigen Spektrographen zur Entdeckung der Expansion des Universums durch HUBBLE. Etwa seit 1950 gingen entscheidende Impulse für die Entwicklung der Astronomie durch die Anwendung radioastronomischer Beobachtungsmethoden aus. Es sei in diesem Zusammenhang nur an die Entdeckung der Quasare, Pulsare, der 3K-Strahlung und der vielen organischen

Moleküle erinnert. Mit Beginn des praktischen Weltraumfluges bediente sich die Astronomie auch bald dieser Technik und konnte dadurch die kurzweilige UV-, Röntgen- und Gammastrahlung für die Beobachtung nutzen. In diesem Beitrag sollen nur einige Gedanken über den Stand und die Entwicklungstendenzen der optischen astronomischen Beobachtungstechnik geäußert werden, da diese im Gesamtsystem der astronomischen Beobachtung auch in Zukunft trotz der Radiotechnik und der Satellitenastronomie eine wichtige Rolle spielen wird.

### Vorteile des Spiegelteleskopes

Die 300jährige ständige Auseinandersetzung von Refraktor und Reflektor wurde im 20. Jahrhundert eindeutig vom Spiegelteleskop gewonnen. Entscheidende Gründe dafür sind:

- mit Spiegeln ist die Herstellung größerer lichtsammelnder Flächen möglich,
- Spiegel haben keine chromatische Abberation,
- nach der Idee von BERNHARD SCHMIDT konnten auch Spiegelteleskope mit großen Gesichtsfeldern hergestellt werden.

Das Leistungsvermögen eines Teleskops läßt sich z. B. durch die folgende Formel, die das Signal-zu-Rausch-Verhältnis angibt, darstellen.

$$K^2 = \frac{n^2 \cdot D^4 \cdot \varphi^2 \cdot t^2}{N \cdot D^2 \cdot \varphi \cdot \alpha^2 \cdot t + \beta^2 \cdot F^2 \cdot \alpha^2 \cdot t}$$

In dieser Formel bedeuten:

- $n$ : Anzahl der Photonen, die von der Strahlungsquelle kommen
- $N$ : Anzahl der Photonen, die als Rauschen vom Hintergrund kommen
- $D$ : Durchmesser der Öffnung des Teleskops
- $F$ : Brennweite des Teleskops
- $t$ : Integrationszeit
- $\varphi$ : Quantenausbeute des eingesetzten Strahlungsempfängers
- $\alpha$ : Durchmesser des Sternbildchens
- $\beta$ : instrumentelles Rauschen

Aus dieser Beziehung geht eindeutig hervor, daß die Vergrößerung der Teleskopöffnung  $D$  von ganz entscheidender Bedeutung ist. Neben vielen anderen Ideen gibt es drei Varianten mit sehr realistischen Chancen für die Verwirklichung:

#### a) Der Mosaikspiegel

In diesem Fall besteht der Spiegel aus vielen einzelnen Mosaikteilen mit Steuerelementen an der Rückseite. Durch die Bewegungsmöglichkeit der einzelnen Mosaikteile kann aus der Gesamtheit in jeder Teleskoplage eine optisch optimale Reflektorfläche erzeugt werden.

Der Vorteil des Mosaikspiegels ist; daß die Mosaik-elemente viel dünner sein können als ein monolithischer Spiegel gleichen Durchmessers zur Gewährleistung seiner Stabilität sein müßte und daß damit das gesamte Teleskop eine viel geringere Masse haben kann. Die mechanische Stabilität des massereichen monolithischen Spiegels wird beim

Mosaikspiegel durch die elektronischen Steuerelemente in Verbindung mit Computersystemen ersetzt.

Der Nachteil des Mosaikspiegels ist, daß jedes Mosaikteil eine andere Oberflächenform hat, was die Herstellung erschwert. Es wird deshalb auch anstelle des Mosaikspiegels an extrem dünne Spiegel gedacht, deren Oberfläche durch steuernde Lagerpunkte verändert werden kann.

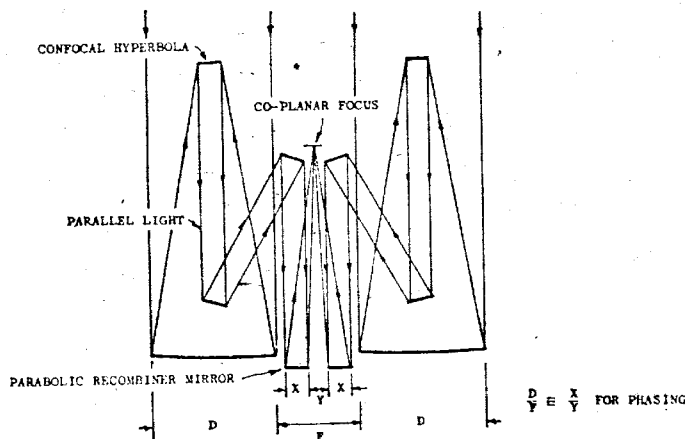
Im Zusammenhang mit einer Spiegellagerung, die die Spiegeloberfläche verändert, wird oft von aktiver und adaptiver Optik gesprochen. Bei einer aktiven Optik handelt es sich um ein computergestütztes Lagersystem, das stets eine optimale Spiegeloberfläche garantiert, d. h., Gravitations-, Wind- und Temperatureinflüsse werden kompensiert. Bei einer adaptiven Optik paßt die Computersteuerung die Spiegeloberfläche der Wellenfront an, die durch die Erdatmosphäre gestört ist, d. h., die Spiegeloberfläche wird bewußt „verbogen“, um die Störungen durch die Atmosphäre auszugleichen. Im Krim-Observatorium in der Sowjetunion arbeitet seit einigen Jahren ein 1,2-m-Teleskop, dessen Spiegel aus 7 Teilen besteht und mit dem die Steuerung für einen Mosaikspiegel erprobt wird.

### b) Das Multi-Mirror-Telescope (MMT)

Beim Vielspiegelteleskop befinden sich auf einer Montierung mehrere identische Spiegel, deren Strahlengänge in einem gemeinsamen Fokus zusammengeführt werden.

Ein erster Vorteil des MMT ist die Gleichheit der Einzelspiegel, wodurch eine „Serienproduktion“ und damit Kostensenkung möglich ist. Ein MMT hat aber bei gleicher lichtsammelnder Fläche auch eine wesentlich geringere Masse als ein „klassisches“ Teleskop. Ein monolithischer 10-m-Spiegel müßte, um stabil zu sein, eine Masse von etwa 250 Tonnen haben. Die lichtsammelnde Fläche eines 10-m-Spiegels könnte aber auch mit 25 2-m-Spiegeln erhalten werden, und diese haben nur eine Masse von etwa 60 Tonnen.

Der entscheidende Nachteil des Vielspiegelteleskops besteht in der Zusammenführung der Strahlengänge der Einzelspiegel. Ein Beispiel ist in der Abbildung dargestellt. Man erkennt, daß zusätz-

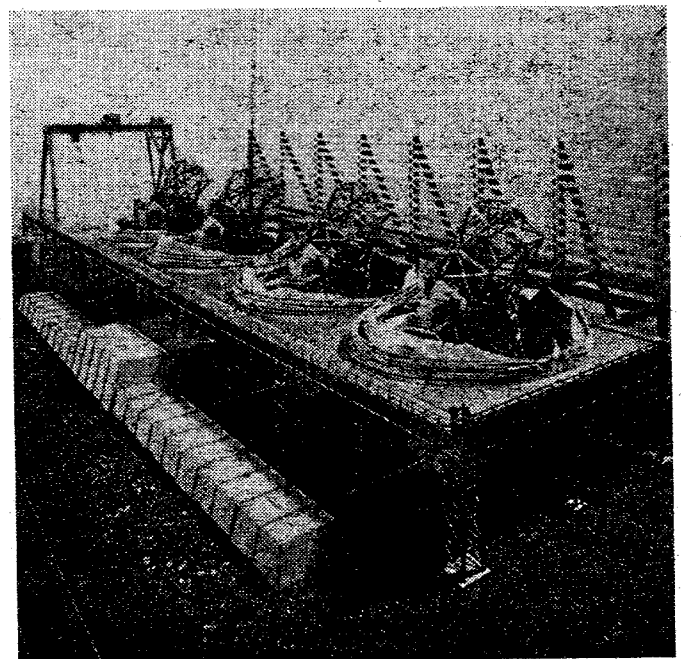


liche optische Bauelemente notwendig sind, was immer Intensitätsverluste mit sich bringt. Vor allem ist es aber sehr schwierig, ein MMT zu justieren und die Justierung ständig stabil zu erhalten. Ein MMT mit 6 1,8-m-Spiegeln arbeitet in den USA auf dem Mt. Hopkins.

### c) Das Teleskop-Array

Bei einem Teleskop-Array stehen mehrere vollkommen gleichartige Teleskope nebeneinander. Eine solche Batterie von Teleskopen hat viele Vorteile:

- Mehrere gleichartige Teleskope ermöglichen eine Serienproduktion, was eine Kostensenkung bedeutet.
- Mit der Beobachtungsarbeit kann begonnen werden, wenn das erste Teleskop aufgebaut ist. Die Möglichkeiten der Batterie erweitern sich dann mit jedem hinzukommenden Teleskop.
- Durch die Zusammenführung der Strahlengänge der Einzelteleskope in einen gemeinsamen Fokus erhöht sich die lichtsammelnde Fläche.
- Die verschiedenen Teleskope können aber von dem gleichen Objekt auch vollkommen zeitgleiche Beobachtungen in verschiedenen Wellenlängen machen.
- Mehrere nebeneinander stehende Teleskope bieten die Möglichkeit, optische interferometrische Beobachtungen durchzuführen.



Modell eines Vielfach-Teleskops mit zusammenfaltbarer Kuppel

Das Problem einer Teleskopbatterie ist ähnlich wie beim MMT die Strahlensammenführung in einem gemeinsamen Fokus und die vollkommen synchrone Steuerung der Einzelteleskope, die aber mit Hilfe moderner Computertechnik möglich ist. Nun ist es durchaus möglich, die hier genannten Varianten zu kombinieren, insbesondere z. B. a und c. So wurde vom europäischen Südobservatorium der Beschluß gefaßt, vier 8-m-Teleskope zu bauen und

als gemeinsames System einzusetzen. Jedes Teleskop soll einen aktiven Spiegel erhalten. Sicher ist auch, daß alle zukünftigen Teleskope von azimutalen Montierungen getragen werden. Die moderne Rechentechnik macht es möglich, das Teleskop in beiden Achsen (Azimut und Höhe) gleichzeitig zu bewegen und die bei der azimutalen Montierung auftretende Drehung des Gesichtsfeldes zu kompensieren.

Für das derzeit größte Teleskop, das 6-m-Teleskop in Selentschuk, wird diese Technik seit Jahren angewendet. In Tabelle 1 sind einige Informationen über Großteleskopprojekte der nächsten 10 Jahre zusammengestellt. Sie stellen Realisierungen der drei genannten Grundtypen dar.

Tabelle 1

Großteleskopprojekte				
Teleskop	Land	Gesamtdurchmesser	Typ	geplante Fertigstellung
VLT	(ESO)	16 m	Array 4 × 8 m	1995/98
NNTT	USA	15,5 m	MMT 4 × 7,9 m	
DGT	BRD	12 m	Mosaikspiegel	1995
Keek	USA	10 m	Mosaikspiegel	1992
Steward Observatorium 25 mT	USA	10,5 m	MMT 2 × 7,5 m	
	UdSSR	20–25 m	Mosaikspiegel	1996–2000

### Einsatz elektronischer Empfänger und moderner Computertechnik

Die großen Teleskope müssen aber noch mit den jeweils leistungsfähigsten Strahlungsempfängern arbeiten, um optimale Beobachtungsdaten zu erbringen. In der Formel ist  $\varphi$  die Quantenausbeute des verwendeten Detektors. Sie macht eine Aussage darüber, welcher Anteil der durch das Teleskop von der Strahlungsquelle eingesammelten Photonen vom Detektor auch registriert wird. Dies soll am Beispiel der Fotoplatte als Strahlungsempfänger näher erläutert werden. Die eigentlichen Strahlungsempfänger sind die negativen Bromidionen. Ein ankommendes Photon schlägt von einem Bromidion ein Elektron ab, das sich einem positiven Silberion anlagert und ein neutrales Silberatom erzeugt, das für die Entstehung der Schwärzung notwendig ist.

Die Quantenausbeute der Fotoemulsion liegt bei  $\varphi = 0,01$ , d. h., nur ein Prozent der ankommenden Photonen wird registriert, denn

- nicht jedes ankommende Photon trifft ein Bromidion,
- nicht jedes erzeugte Elektron begegnet einem Silberion,
- ein einzelnes Silberatom ist nicht entwickelbar und droht zu zerfallen; d. h., um einen Schwärzungskern zu bekommen, sind mehrere Silberatome notwendig.

Der optimale Fall wäre, daß jedes ankommende Photon auch eine nachweisbare Wirkung hinterläßt, d. h.  $\varphi = 1,0$  ist. Ein Schritt auf diesem Wege ist der heute noch vielfach genutzte Sekundärelektronenvervielfacher (SEV). In diesem Fall schlagen die Photonen aus einer lichtempfindlichen Schicht Elektronen heraus, die durch eine positive Spannung abgesaugt werden, um auf eine Schicht zu treffen, wo sie weitere Elektronen erzeugen usw. Die Elektronen vervielfachen sich. Der Elektronenstrom wird schließlich gemessen; er ist ein Maß für die ankommende Photonenzahl; d. h. die Intensität der Strahlungsquelle. Die Quantenausbeute eines SEV liegt bei  $\varphi = 0,3$ .

Zu den modernsten Strahlungsempfängern gehören die sogenannten CCD-Matrizen (charge coupled devices). In diesem Fall befinden sich „Minikondensatoren“ schachbrettartig nebeneinander, auf denen die ankommenden Photonen Ladungen aufbauen, die gemessen werden müssen. Die Größe der sogenannten Einzelpixel liegt bei  $10 \mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$ , und die Pixel haben Abstände von einigen Mikrometern. Die größten CCDs, die es derzeit gibt, haben etwa  $1024 \times 1024$  Pixel. Mit CCD-Empfängern sind Quantenausbeuten von  $\varphi = 0,8$  bis  $0,9$  erreichbar. Neben den hier genannten Detektoren gibt es natürlich noch viele andere; an den wenigen genannten sollen aber Vor- und Nachteile sowie Einsatzmöglichkeiten gezeigt werden.

- Je höher die Quantenausbeute ist, um so größer ist die Reichweite des Beobachtungssystems. Hier hat der CCD-Empfänger einen großen Vorteil.
- Beim SEV und beim CCD-Empfänger können Meßwerte digitalisiert werden und sofort einem Computer zur weiteren Verarbeitung zugeführt werden, d. h., die Beobachtungen und die erste Auswertung fallen zusammen. Das ist ein großer Vorteil. Bei der fotografischen Beobachtung muß die Aufnahme erst entwickelt und dann mit einem speziellen Auswertegerät vermessen werden. Erst dann können diese Meßdaten z. B. in einem Computer weiterverarbeitet werden. Hier ist die fotografische Beobachtungstechnik neben ihrer geringen Quantenausbeute erneut im Nachteil.
- Bei einer CCD-Matrix von nur  $256 \times 256$  Pixel stehen 65 536 Meßwerte zur Verfügung, die in sehr kurzen Zeitintervallen mehrfach abgefragt und gespeichert werden müssen. (Bei einer Matrix von  $1024 \times 1024$  Pixel sind es sogar 1 048 576 Meßwerte.) Daraus geht eindeutig hervor, daß die Arbeit mit CCD-Empfängern eine Rechentechnik mit großem Speichervermögen und hoher Arbeitsgeschwindigkeit erfordert.
- Eine CCD-Matrix von  $1024 \times 1024$  Pixel stellt eine Fläche von etwa  $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$  dar, d. h., sie ist nur für Teleskope mit kleinen Gesichtsfeldern geeignet.

feldern gut nutzbar. Für Weitwinkelteleskope, z. B. Astrographen und Schmidt-Teleskope, die Bildfelder von  $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$  bis  $30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$  haben, kommen CCD-Empfänger und SEV nicht in Frage. Hier ist die Fotoplatte trotz ihrer geringen Quantenausbeute immer noch der optimale Empfänger.

Diese Beispiele sollten einerseits den Entwicklungstrend, der durch den immer stärkeren Einsatz elektronischer Empfänger in Verbindung mit moderner Computertechnik geprägt ist, deutlich machen und andererseits zeigen, daß der Detektor immer im Zusammenhang mit der Beobachtungsaufgabe und dem Teleskoptyp gesehen werden muß.

Bei Beobachtung mit elektronischen Detektoren verschmelzen Beobachtungsprozeß und Auswertevorgang mehr und mehr. Für die Bearbeitung fotografischen Beobachtungsmaterials werden dagegen noch immer spezielle Auswertegeräte benötigt, wodurch Beobachtungs- und Auswerteprozess vollkommen getrennt sind. Dabei geht es einerseits um möglichst exakte Positionsbestimmungen und andererseits um Schwärzungsmessungen. Bei Spektralaufnahmen gilt es, die genaue Lage und Intensität von Strukturen, vorrangig Emissions- und Absorptionslinien, zu bestimmen. Bei Feldaufnahmen handelt es sich z. B. um Orte, Intensitäten und Intensitätsverteilung von Sternen und Galaxien.

In der Vergangenheit gab es für jede dieser Aufgaben spezielle Auswertegeräte, z. B. lichtelektrische Registrierfotometer und Abbe-Komperatoren für die Bearbeitung von Spektren, Koordinatenmeßgeräte für die Positionsbestimmungen von Sternen und Irisblendenfotometer für deren Helligkeitsmessungen. Der Trend ging dann dahin, Meßmaschinen zu bauen, die mehrere Aufgaben gleichzeitig übernehmen konnten. So wurde auch im VEB Carl Zeiss Jena das Koordinatenmeßgerät „ascorecord“ mit einem Irisblendenfotometer zum „ascoris“ kombiniert. Damit kann man Positionen und Helligkeiten in einem Vorgang messen. Die größten Maschinen dieser Art sind die COSMOS- und GALAXY (General Automatic Luminosity and XY)-Maschinen. Mit diesen Meßmaschinen werden die fotografischen Aufnahmen zeilenweise Punkt für Punkt abgetastet und die Meßwerte auf Magnetbändern gespeichert. Da die gesamte Information einer Fotoplatte nun auf dem Magnetband enthalten ist, kann man sie unter ganz unterschiedlichen Zielstellungen abfragen und weiterverarbeiten; z. B.

- Ausgabe der Positionen aller Sterne eines bestimmten begrenzten Gebietes der Platte,
- Ausgabe der Positionen aller Sterne heller als eine bestimmte Größenklasse usw.

Besonders interessant wird der Vergleich der Informationen von zwei Platten; z. B.

- Ausgabe der Positionen aller Sterne, die auf beiden Platten unterschiedliche Helligkeiten

haben, usw.; oder, wenn beide Platten in unterschiedlichen Wellenlängen aufgenommen wurden,

- Ausgabe der Positionen aller Sterne, die eine besonders große Helligkeitsdifferenz in den beiden Farbbereichen haben.

Die wenigen Beispiele zeigen, welche großen Möglichkeiten in der Arbeit mit diesen Universalmeßmaschinen vorhanden sind. Es gibt aber auch ein ernstzunehmendes Problem. Eine Fotoplatte enthält sehr viele Informationen, etwa  $10^6$  bit pro  $\text{cm}^2$ , d. h. eine Schmidtaufnahme von  $24\text{ cm} \times 24\text{ cm}$  etwa  $6 \times 10^8$  bit. Die elektronische Speicherung der Gesamtinformationen ganzer Plattenarchive ergibt Riesenlager von Datenträgern, verbunden mit besonderen Programmen für die Gewinnung der speziellen Informationen. Die spezialisierten Meßmaschinen bzw. die Gewinnung von Informationen unter gezielten Fragestellungen werden im Zusammenhang mit der Bearbeitung von fotografischen Beobachtungsmaterial deshalb auch in Zukunft große Bedeutung behalten.

Zum Schluß seien einige wenige astrophysikalische Fragestellungen genannt, deren Lösung man sich durch den Einsatz moderner Großteleskope und der damit verbundenen Vergrößerung von Reichweite und Auflösung erhofft:

- Beobachtung von Quasaren mit  $Z \geq 5$ , um Aussagen über die Frühphase des Kosmos zu erhalten,
- Nachweis von Planetensystemen bei anderen Sternen,
- Detailuntersuchung anderer Galaxien,
- Bestimmung von Sterndurchmessern,
- Sicheres Erkennen der Leuchtkraftfunktion von Sternen und Galaxien im Bereich der schwachen Objekte.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. sc. SIEGFRIED MARX  
Zentralinstitut für Astrophysik der AdW der DDR  
Karl-Schwarzschild-Observatorium  
Tautenburg  
DDR - 6901

Klaus Pflug

## Die Sonnenflecke und das Wachstum der Bäume

Der Autor beantwortet in diesem Beitrag eine von Schülern oft gestellte Frage: „Die Sonnenflecke sollen das Wachstum der Bäume beeinflussen; stimmt das?“ Er erläutert darüber hinaus, worin die Einflüsse solarer Erscheinungen auf die Erde begründet sind.

Die Frage nach dem Einfluß der Sonnenflecke auf die Erde und den Menschen und darin eingebettet die Frage nach Auswirkungen der Sonnenflecke

auf das Wachstum der Bäume gehört zu den Themen, die in einer Diskussion mit interessierten Schülern sehr häufig angeschnitten werden und leider nicht mit einem klaren Ja oder Nein beantwortet werden können. Die Antwort wird dadurch erschwert, daß es sehr viele und unterschiedliche Faktoren gibt, die auf das Wachstum einwirken. Hierzu gehören vor allem klimatische Einflüsse, insbesondere Temperatur, Niederschläge und Sonnenscheindauer einschließlich ihrer komplizierten jahreszeitlichen und längerfristigen Veränderungen. Es spielen aber auch weitere Veränderungen der Umwelt eine Rolle, die sowohl die Zusammensetzung der bodennahen Luftschichten als auch andere Einflüsse des Menschen (z. B. Veränderung der forstwirtschaftlichen Verfahren, der Düngung oder des Grundwasserspiegels) betreffen, und es dürfen schließlich biologische Einflüsse (z. B. unterschiedliche Einwirkungen durch Schädlinge) nicht vergessen werden.

seien hier vor allem die Magnetfeldstrukturen in solaren aktiven Regionen, die chromosphärischen Eruptionen (Flares) und alle periodischen Veränderungen der Sonnenaktivität mit der 11jährigen oder noch längeren Perioden genannt.

Wenn man einen Einfluß solarer Erscheinungen auf einen bestimmten Vorgang auf unserer Erdoberfläche betrachten will, so sollte man sich zunächst eine Übersicht über die bekannten und einwandfrei nachweisbaren Einflüsse auf die Erde verschaffen oder, mit anderen Worten, sollte man nach einer physikalisch begründbaren Kausalkette suchen. Dazu wird in Tabelle 1 eine Zusammenstellung der solaren Einflüsse auf die Erde wiedergegeben, die wir im folgenden näher analysieren wollen.

Der für jegliches Leben auf der Erde wichtigste Anteil ist die ultraviolette bis infrarote Wellenstrahlung im Bereich zwischen etwa 170 nm bis 1 mm Wellenlänge. Sie stammt aus der Photosphäre der

Tab. 1: Solare Einflüsse auf die Erde

Strahlungsart	Wellenlänge bzw. Energie	lokale Quellen auf der Sonne	beteiligter Höhenbereich der Sonne	terrestrische Einwirkung auf
Gammastrahlung	0,01 nm	sehr große Flares mit Kernprozessen	Übergangsregion Chromosphäre – Korona	–
Röntgenstrahlung	0,01–10 nm	aktive Regionen (x 10), Flares (x 1000)	innere Korona	Ionosphäre, plötzliche Störungen
extreme ultraviolette Strahlung	10–170 nm	aktive Regionen (x 2), Flares (x 10)	obere Chromosphäre, innere Korona	Ionosphäre
ultraviolette bis infrarote Strahlung	170 nm – 1 mm	konstant	Photosphäre	Erdoberfläche und untere Atmosphäre, Einstrahlung von $1,37 \text{ kW m}^{-2}$
Radiostrahlung	1 mm – 20 m	aktive Regionen (x 100), Flares (x 10 000)	Korona	–
kosmische Strahlung	Ausbreitung mit etwa $100\,000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$	große Flares	Korona	–
Korpuskularstrahlung	Ausbreitung mit etwa $1\,500 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$	Flares –	innere Korona	variable Einwirkung auf die Magnetosphäre und Ionosphäre; Auslösung von Nordlicht
Korpuskularstrahlung	Ausbreitung mit etwa $600 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$	koronale Löcher	Korona	
Sonnenwind	Ausbreitung mit etwa $300 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$	konstant	Korona	Ursache für den Magnetsturm der Erde
Magnetfeld	Stärke etwa $10^{-5}$ Gauss	durch aktive Regionen hervorgerufene Sektorstrukturen des interplanetaren Magnetfeldes		Magnetosphäre

### Die Sonnenaktivität – Quelle veränderlicher solarer Strahlung

Im vorliegenden Beitrag wird angenommen, daß es dem Leser nicht an Grundkenntnissen über die Sonnenflecken und die Sonnenaktivität mangelt. Wer dazu etwas finden möchte, dem seien die Beiträge von J. STAUBE (1) und (2) in dieser Zeitschrift empfohlen. Für uns ist hier das Wesentlichste, daß Sonnenflecken eine Erscheinung der Sonnenaktivität sind, die bezüglich ihrer Einflüsse auf die Erde nur im Zusammenhang mit anderen Aktivitätserscheinungen Bedeutung hat. Von diesen

Sonne, ist selbst über kosmisch lange Zeiten weitgehend konstant und wirkt auf alle Schichten der Erdatmosphäre und die Oberfläche ein. Ihr über das gesamte elektromagnetische Spektrum integrierter Wert von  $1,37 \text{ kW m}^{-2}$  wurde in der Tabelle bereits angegeben. Zur Untersuchung sehr kleiner bisher nicht feststellbarer Schwankungen wurden mit dem US-amerikanischen „Solar Maximum Mission“ Satelliten sehr genaue Messungen von zeitlichen Variationen der Solarkonstanten durchgeführt. Damit gelang die Entdeckung geringer Schwankungen der Gesamtstrahlung bis zu

0,3 Prozent. Es konnte gezeigt werden, daß die Solarkonstante beim Auftreten großer Flecken tatsächlich etwas kleiner beobachtet wird. Wir werden an späterer Stelle noch einmal auf diese Feststellung eingehen.

### **Starke Variationen im UV-, Röntgen- und Radiobereich**

Es gibt aber andere Bereiche des elektromagnetischen Spektrums, in denen die Sonne keinesfalls einen zeitlich so konstanten Energiestrom abstrahlt. Wenn wir den Bereich der Röntgenstrahlung betrachten, so ist die Gesamtstrahlung der Sonne beim Vorhandensein bereits mittlerer aktiver Regionen 10mal höher als bei einer fleckenfreien Sonne, und bei großen Flares kann die „Röntgen-sonne“ bis zu 1000mal heller strahlen. Hier ist immer der über die gesamte Sonnenoberfläche integrierte Strahlungsfluß gemeint. Wenn man berücksichtigt, daß diese erhöhte Strahlungsintensität oft aus kleinen Gebieten der Sonnenoberfläche stammt, so erkennt man, daß die Erhöhung der lokalen Strahlungsintensität noch um viele Zehnerpotenzen größer ist. Solche zeitlichen Spitzen der solaren Strahlungsenergie gibt es ebenfalls im ultravioletten Teil des Spektrums und auf der langwelligen Seite im Bereich der Radiostrahlung. Für diese Strahlungsspitzen können wir auf der Sonne zwei Quellen verantwortlich machen. Erstens sind es aktive Regionen, also Sonnenfleckengruppen, die über Tage bis hin zu Wochen einen erhöhten Beitrag zur Strahlung in diesen Spektralbereichen liefern. Zweitens sind sehr kurzzeitige Eruptionen (Flares) zu nennen, die innerhalb weniger Minuten ausbrechen und über einige Stunden wirken. Große Flares mit starken Einwirkungen auf den erdnahen Raum treten meist in besonders großen aktiven Regionen auf, die Ursache der Flares liegt in der zeitlichen Herausbildung einer instabilen Magnetfeldstruktur. Die Ultraviolett- und Röntgenstrahlung wird nun in den hohen Schichten unserer Erdatmosphäre absorbiert und ruft damit wesentliche Veränderungen physikalischer Größen, wie z. B. Ionisationsgrad, Elektronendichte, Temperatur und Druck hervor. So kommt es nach einem Flareausbruch auf der Sonne zu einer plötzlich einsetzenden Störung des in der Ionosphäre bestehenden Gleichgewichts, die als plötzliche ionosphärische Störung bezeichnet wird und unter anderem auch den Funkverkehr beeinflußt. Die solare Radiostrahlung hat keine die Erdatmosphäre verändernden Wirkungen. Sie ist aber vom Erdboden aus einfach und unabhängig vom Wetter zu beobachten, und ihre Veränderungen geben uns sofort eine Auskunft über das derzeitige Verhalten der Sonne.

### **Solare Partikel, das Erdmagnetfeld und Nordlichter**

Neben der solaren Wellenstrahlung übt auf die Umgebung der Erde die solare Korpuskularstrahlung eine beachtliche Wirkung aus. Auch hier müs-

sen verschiedene Komponenten unterschieden werden. Wenn wir als erstes den ständig vorhandenen Strom von Protonen und Elektronen mit einer Ausbreitungsgeschwindigkeit von etwa  $300 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$  (den Sonnenwind) betrachten, so muß dessen permanente Wechselwirkung mit dem Erdmagnetfeld genannt werden. Das Magnetfeld der Erde schirmt uns von den direkten Einflüssen der Korpuskularstrahlung ab, es lenkt den Teilchenstrom des Sonnenwindes ab. Dabei entsteht um die Erde herum ihre Magnetosphäre mit einer auf der Tagseite zusammengedrückten und auf der Nachtseite zum Schweif ausgebildeten Feldstruktur. Dadurch kann dieser Teilchenstrom nicht direkt auf die Erde einwirken, es gelingt ihm nur in abgeschwächter Form in den Polarregionen. Zeitlich variabler ist eine zweite energiereichere und etwa doppelt so schnelle Komponente. Sie stammt aus den koronalen Löchern der Sonne, tritt von diesen Stellen der Sonne über lange Zeiten aus und wirkt damit auf die Erde mit der Periode der Sonnenrotation ein (27 Tage). Koronale Löcher zeichnen sich durch schwache „offene Magnetfeldstrukturen“ zwischen den solaren Aktivitätszentren aus. Die Feldlinien der koronalen Löcher haben im Gegensatz zu den starken Feldern der aktiven Regionen nur über große Entfernungen im interplanetaren Raum eine geschlossene Struktur. Schließlich beobachtet man im Teilchenstrom nach solaren Flares die energiereichste Komponente, was sich sowohl auf die Dichte als auch auf die Ausbreitungsgeschwindigkeit (über  $1000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ ) bezieht. Diese Störungen beeinflussen die Magnetosphäre der Erde, die wiederum in ihrem Verhalten mit der tieferliegenden Ionosphäre gekoppelt ist, sie führen zu Pulsationen oder plötzlichen Veränderungen des Erdmagnetfeldes und lösen Nordlichter aus.

Diese heute gut bekannten Tatsachen zeigen, daß Sonnenflecke und andere mit ihnen zusammenhängende solare Aktivitätserscheinungen den Lebensraum des Menschen in einem beträchtlichen Maße beeinflussen. Man spricht von Ionosphärenstürmen und vom „Funkwetter“. Wer etwas mehr darüber nachlesen möchte, dem sei der Artikel „Das Wetter im Weltraum“ von zwei auf diesem Gebiet profilierten sowjetischen Forschern empfohlen (3).

### **Wie könnte die Sonnenaktivität auf das Wachstum der Bäume einwirken?**

Was hat dies aber nun mit dem Wachstum der Bäume zu tun? Hier muß zunächst gesagt werden, daß die meteorologisch und biologisch wirksamen Faktoren – vor allem Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer – von den Bedingungen in den untersten Schichten unserer Atmosphäre gesteuert werden. Es existieren aber Wechselbeziehungen zwischen allen Schichten unserer Atmosphäre und damit gibt es Hinweise auf eine Kausalkette. So

können wir heute Varianten für mögliche kausale Zusammenhänge angeben, aber bei der Komplexität der Vorgänge sind die Prozesse nicht quantitativ bestimmbar, und wir können nicht sagen, welcher der möglichen Prozesse die dominierende Wirkung auslöst. So bleibt dem Forscher nur

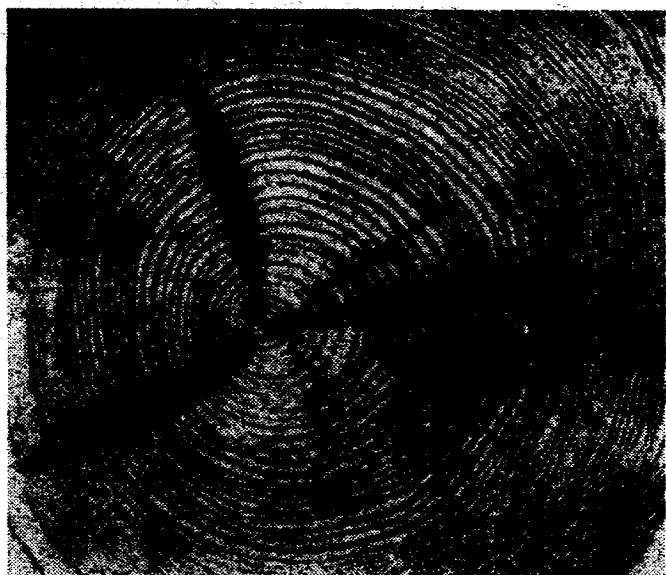


Bild 1: Querschnitt durch eine bei Eberswalde gefällte Tanne mit periodischem Wechsel der Ringbreite.

der Weg über die Anwendung statistischer Vergleiche, der selten zu eindeutigen Entscheidungen führt. Im Wachstum einiger Baumarten fand man schon vor vielen Jahrzehnten Fälle einer etwa der Sonnenfleckenperiode entsprechenden Periodizität in der Stärke der Jahresringe in dem Sinne, daß zur Zeit der Sonnenfleckenmaxima die Ringe etwas breiter sind. Ein Beispiel dafür ist in Bild 1 wiedergegeben. Aber nicht nur die Jahresringe, sondern auch Vergleiche mit einer ganzen Reihe anderer Größen schließen eine mögliche Beziehung zur Sonnenfleckenperiode nicht aus. Hier sollten wir vor allem das Klima betrachten, das wesentlich das Wachstum der Bäume beeinflusst. Zu vermuteten Einflüssen der Sonnenaktivität auf das Klima seien zwei Beispiele angeführt. Erstens wurde ebenfalls schon vor Jahrzehnten nach einer Korrelation zu den Pegelständen des großen Viktoriasees im Innern Afrikas gesucht. Die ersten Ergebnisse zeigten zur Zeit des Fleckenmaximums etwas höhere Wasserstände. Später fand man aber andere Ergebnisse, die für einige Jahrzehnte keinen und danach einen entgegengesetzten Zusammenhang zeigen. Hier wird eine Deutung sicher schwierig und es tauchen Fragen nach unterschiedlicher Auswirkung der Sonnenaktivität in verschiedenen Klimazonen und einer eventuellen zeitlichen Verschiebung der Lage der hochatmosphärischen Zirkulationssysteme auf. Aber kommen wir damit nicht zur Spekulation und Überbewertung einiger Meßergebnisse? Als zweites Beispiel sei die Suche nach Beziehungen zu längerfristigen Sonnenaktivitätsperioden angeführt, die M. KOPECKY vom Obser-

vatorium Ondřejov der AdW der ČSSR durchgeführt hat. Er fand, daß im böhmischen Raum hohe Sonnenaktivität mit warmem und trockenem Klima gekoppelt ist. Im Zusammenhang mit seiner Prognose einer besonders hohen Sonnenaktivität in der ersten Hälfte des nächsten Jahrhunderts kommt es für diesen Zeitraum zur Prognose besonders warmen und trockenen Wetters. Seine Schlußfolgerungen unterstützt er dadurch, daß zur Zeit der extrem geringen Sonnenaktivität im 17. Jahrhundert die Temperaturen besonders niedrig waren.

An dieser Stelle sei noch einmal auf die kürzlich festgestellten Schwankungen der Solarkonstanten um einige Zehntel Prozent eingegangen. Es wird zur Zeit nicht angenommen, daß diese mit großem Aufwand meßbaren kurzzeitigen Fluktuationen ein unterschiedliches Wachstum der Bäume oder Klimaschwankungen hervorrufen. Aber hier gibt es einige offene Fragen, die das längerfristige Verhalten der Sonne betreffen. Wo bleibt z. B. das Defizit der Energie in der Umgebung der Sonnenflecken? Der „Kernfusionsreaktor Sonne“ arbeitet sicher mit großer Genauigkeit konstant! Treten gleichzeitig mit dem Defizit in der Umgebung der Sonnenflecke in den fleckenfreien Gebieten größere Werte auf? Entsteht im Fleckenmaximum etwa eine anisotrope Strahlungsverteilung, die mehr Energie in den Polarregionen ausstrahlt und damit auch langfristig ein sehr geringes Strahlungsdefizit auf die Erde einfallen läßt? Die Klärung solcher Fragen erfordert eine noch wesentlich bessere und vor allem auch über Jahrzehnte sehr konstant arbeitende Beobachtungstechnik, von der wir heute noch sehr weit entfernt sind.

#### Vermutet man auch andere solare Einflüsse auf unser Leben?

Es sei noch auf einen letzten Fragenkomplex hingewiesen, der die Wissenschaft heute genau so wie der mögliche Einfluß der Sonnenaktivität auf das Klima interessiert. Man hat nach Zusammenhängen der Sonnenaktivität mit einer ganzen Reihe von biologischen und medizinischen Größen gesucht, woraus sich ein neuer Forschungszweig – die Heliobiologie – entwickelt hat. In diesem Gebiet sind vor allem die Arbeiten des sowjetischen Wissenschaftlers A. L. TSCHISHEWSKI zu nennen. Mehr dazu kann man dem kleinen Büchlein von FELIX SIGEL (4) entnehmen, das aber in der Bewertung gefundener Ergebnisse sehr optimistische Schlußfolgerungen enthält. Von besonderem gesellschaftlichem Interesse sind in der Heliobiologie Beziehungen zur Häufigkeit von Verkehrsunfällen oder Operationsrisiken bei herz- und kreislaufgefährdeten Patienten. Dazu wird der direkte Einfluß solarer Eruptionen analysiert. Für eine mögliche Kausalkette seien zwei Hinweise gegeben, die das Verhalten des Erdmagnetfeldes und elektromagnetische VLF-Strahlung betreffen. Im Erdmagnetfeld



treten nach solaren Eruptionen sowohl starke Feldgradienten als auch verstärkte geomagnetische Pulsationen auf. Es ist bekannt, daß ein lebender Organismus auf Einwirkungen durch magnetische und elektrische Felder reagiert, wobei ein labiler Organismus auf diesen Einfluß weitaus anfälliger reagieren kann. Elektromagnetische VLF-Strahlung (very-low-frequency) entsteht in der Hochatmosphäre ebenfalls nach Flares. Sie enthält auch Frequenzen bis herab zu 3 Hz, die im Bereich der Eigenfrequenzen des menschlichen Nervensystems liegen. Sowohl bei den geomagnetischen Feldern als auch bei den VLF-Schwingungen kann es im Takt mit Resonanzfrequenzen des Organismus zu Destabilisierungen kommen. Diese Fragen sind heute aktueller Forschungsgegenstand interdisziplinärer Forschung zwischen Medizinern und Physikern, sie stehen insbesondere in der UdSSR im Blickpunkt der Forschung. In der DDR kann auf die Untersuchung von OTTO, HEMPEL, WAGNER und BEST (5) verwiesen werden. Aber auch hier bleibt die Frage eines exakten Nachweises noch Forschungsgegenstand.

### Aktuelle Forschungsprogramme zu solar-terrestrischen Einflüssen

Nach der Betrachtung der solaren Einwirkungen auf den Lebensraum des Menschen sollte es verständlich geworden sein, daß den Fragen nach der quantitativen Analyse solarer Aktivitätsprozesse, nach einer Prognose der Sonnenaktivität und nach den solar-terrestrischen Beziehungen international eine sehr große Beachtung entgegengebracht wird. Diese Forschungsergebnisse werden z. B. auch im

internationalen „Global-Change-Program“ benötigt, das sich in umfassender Weise mit allen Einwirkungen auf und Veränderungen in der Biosphäre unserer Erde befaßt. Prognosen der Sonnenaktivität werden heute an vielen Stellen regelmäßig erarbeitet. Sie werden in der UdSSR ebenso wie die meteorologischen Wetterprognosen publiziert. Man spricht heute in zunehmendem Maße von Aufgaben der „angewandten Sonnenforschung“ und ist sich darüber im klaren, daß die Gesellschaft von uns noch besser fundierte Ergebnisse fordert.

Der Verfasser dankt Prof. Dr. C.-U. WAGNER für eine Reihe wertvoller Hinweise bei der Abfassung des Manuskriptes.

#### Literatur:

- (1) STAUDE, J.: **Einige Methoden und Ergebnisse der modernen Sonnenforschung.** In: *Astronomie in der Schule* 4 (1972), 90–94.
- (2) STAUDE, J.: **Einige Methoden und Ergebnisse der modernen Sonnenforschung.** In: *Astronomie in der Schule* 5 (1976), 101–105.
- (3) AVDJUSCHIN, S.; DANILOW, A.: **Das Wetter im Welt-raum.** In: *Wissenschaft in der UdSSR*, Heft 5 (1985), 32–42.
- (4) SIGEL, F.: **Schuld ist die Sonne.** Verlag MIR Moskau, VEB Fachbuchverlag Leipzig 1975.
- (5) OTTO, W.; HEMPEL, W.-E.; WAGNER, CH.-U.; BEST, A.: **Einige periodische und aperiodische Variationen der Herzinfarktsterblichkeit in der DDR.** In: *Zeitschrift für die gesamte Innere Medizin und ihre Grenzgebiete*, Jahrgang 37 (1982), Heft 22, 756–763.

Anschrift des Verfassers:

Dr. KLAUS PFLUG  
Akademie der Wissenschaften der DDR  
Zentralinstitut für Astrophysik  
Sonnenobservatorium Einsteinurm  
Telegrafenberg  
Potsdam  
DDR - 5500

## Unser Beitrag zur Vorbereitung des IX. Pädagogischen Kongresses

Unter der genannten Überschrift veröffentlichen wir ab diesem Heft Erfahrungen, Erkenntnisse, Standpunkte und Diskussionen die Einblick geben, wie sich unsere Lehrer durch vielseitige Initiativen und mit Ideenreichtum bei der zielstrebigsten und kontinuierlichen Bildungs- und Erziehungsarbeit in hoher Qualität sorgfältig und mit Engagement auf den IX. Pädagogischen Kongreß vorbereiten.

### Rundtischgespräch

## Ein Jahr Arbeit mit dem neuen Lehrplan

Im Mai dieses Jahres trafen sich Mitglieder der Fachkommission Astronomie des Kreises Wittenberg mit dem Chefredakteur von „Astronomie in der Schule“, um nach einjähriger Arbeit mit dem Lehrplan, und seinen Nachfolgematerialien Erfahrungen und Erkenntnisse auszutauschen. Einleitend erläuterte Studienrat WOLFGANG SEVERIN, Fachberater und Vorsitzender der Fachkommission, wie und mit welcher Wirksamkeit die Fachkommission die Arbeit der Lehrer mit dem neuen Lehrplan unterstützte.

**Zur Entwicklung des wissenschaftlichen Weltbildes**  
Zunächst äußerten Kollegen Erfahrungen und Standpunkte, wie Unterrichtsinhalte des neuen

Lehrplans effektiv zur Entwicklung des wissenschaftlichen Weltbildes der Schüler beitragen. Kollege STEFAN DAMMHAYN, Oberschule Bad Schmiedeburg, meinte, man müsse den Unterricht so anlegen, daß den Schülern bewußt wird, wie die Astronomie mit Hilfe ständig besserer Beobachtungstechnik immer größere Raumbereiche erforscht. Die Anordnung des Stoffs im Lehrplan bietet dazu günstige Voraussetzungen, weil im Unterricht vom räumlich Nahen zum Entfernten vorangeschritten werden kann. Bei Behandlung astronomischer Sachverhalte sollen die Schüler immer wieder begreifen: die Astronomie ist keine abgeschlossene Wissenschaft, jede neue Erkenntnis wirft neue Fragen und Probleme auf, die Triebkräfte für weitere Forschungen sind. Dazu gibt es im Unterricht zahlreiche Anknüpfungspunkte, insbe-

sondere in der letzten Stoffeinheit, in der den Schülern Wissen über die Metagalaxis vermittelt wird. Ihre Behandlung stellt hohe Ansprüche an das Abstraktionsvermögen der Schüler. Ihnen wird einerseits gezeigt, zu welchen großartigen Leistungen die Wissenschaft fähig ist, andererseits erfahren sie auch von komplizierten Aufgaben, die die Astronomie noch zu lösen hat. Damit werden überzeugende Belege für die Erkennbarkeit der Welt gegeben. Kollege DAMMHAYN und auch andere Kollegen vertreten die Auffassung, einige Schüler sind für das Thema sehr aufgeschlossen, stellen Fragen und sind auch zur Diskussion bereit. Andere Schüler nahmen den Stoff noch nicht an. Sicher liegt es mit daran, daß bei der Unterrichtsführung zu diesem Thema noch erforderliche didaktisch-methodische Erfahrungen fehlen. Hier ist die weitere Hilfe der Fachzeitschrift und auch der pädagogischen Wissenschaft gefragt. Vor allem sollte noch gründlicher überlegt werden, wie die Schüler für diese Thematik wirkungsvoll motiviert werden können.

Kollege VOLKER SÜNDER, Oberschule Dabrun, berichtete, wie er seine Schüler schrittweise zu der Einsicht führt, daß es im Weltall keinen ausgezeichneten Punkt gibt. Durch eine zielgerichtete Behandlung des Unterrichtsstoffs wird seinen Schülern bewußt, daß weder Erde, Sonnensystem, Milchstraßensystem noch eine andere Galaxie eine Sonderstellung im Weltall einnehmen.

VOLKER SÜNDER ging auf die Erörterung von kosmischen Entwicklungsprozessen ein. Da zu diesen Prozessen mehr theoretisch fundierte Berechnungen, weniger aber Beobachtungstatsachen vorliegen, kann an diesen Sachverhalten bei den Schülern das Verständnis für die Wechselbeziehungen zwischen Theorie und Praxis in der Astronomie ausgeprägt werden. Daß die Existenz von Neutronensternen, die Expansion der Metagalaxis und die Existenz der 3-Kelvin-Strahlung theoretisch vorausgesagt und durch Beobachtung bestätigt wurden, macht die Bedeutung der Theorie in der astronomischen Forschung in überzeugender Weise deutlich.

Kollege MICHAEL SANDAU, Karl-Marx-Oberschule Wittenberg, sprach darüber, wie er seine Schüler bei der Behandlung der Gesetze der Planetenbewegungen zu Einsichten vom Wahrheitsgehalt des copernicanischen Weltbildes führt. Dabei wies er darauf hin, wie er bei der Erörterung des Kampfes um die Durchsetzung des copernicanischen Weltbildes durch die Einstreuung territorialer Aspekte – Wirken von GIORDANO BRUNO in Wittenberg – seinen Unterricht emotional wirkungsvoll gestaltet. Unsicherheiten gibt es noch bei der Behandlung des copernicanischen Weltbildes als Wende in der Astronomie. Hier sind Hilfen vor allem zum Verständnis inhaltlicher Aspekte für den Lehrer notwendig (s. S. 98–99).

RAINER STOLLE von der Käthe-Kollwitz-Oberschule in Wittenberg erläuterte, wie seine Schüler schrittweise die Spektralanalyse als wichtige Arbeitsmethode in der Astronomie kennenlernen. Bei der Behandlung des Spektrums der Sonne wird den Schülern emotional wirksam die bereits vor mehr als hundert Jahren vollbrachte Leistung von KIRCHHOFF und BUNSEN verdeutlicht, aus dem Spektrum der Sonne Wissen über chemische Zusammensetzung und Temperatur der Photosphäre abzuleiten. An diesem Beispiel wird den Schülern erstmals bewußt, daß damit eine qualitativ neue Arbeitsmethode in die astronomische Forschung einzog. Unter gleichem Aspekt werden später die Spektren der Sterne behandelt. Hier erfahren die Schüler, daß aus dem Sternspektrum auch auf die Leuchtkraft des Sterns geschlossen werden kann. Bei der Erörterung der Massen und mittleren Dichten der Sterne erhalten die Schüler schließlich Kenntnisse darüber, daß auch diese Größen mit Hilfe des Spektrums bestimmbar sind. Eine zielgerichtete Behandlung dieser Sachverhalte läßt die Schüler erleben, wie die Astronomie mit Hilfe eines physikalischen Verfahrens eine Vielzahl neuer Erkenntnisse von räumlich weit entfernten Himmelskörpern gewinnt. Ein solches Vorgehen festigt die Einsicht von der Erkennbarkeit der Welt.

RAINER STOLLE stellte auch dar, wie er seinen Unterricht nutzt, um den Erkenntnisweg der Wissenschaft mit seinen Schülern bewußt nachzuvollziehen. Er hält sie dazu an, Zusammenhänge zu erläutern oder zu erklären, die mit astronomischen Erscheinungen und Vorgängen verbunden sind. Solche Möglichkeiten nutzt er z. B. bei der Behandlung des Mondes. Hier müssen die Schüler durch den Vergleich der Massen von Erde und Mond nicht nur die geringe Fallbeschleunigung auf dem Mond erklären, sondern auch physikalische Bedingungen auf dem Mond erläutern (keine Atmosphäre, folglich kein Wetter, kein Schall, kein Streulicht, kein Wasser, kein Leben, große Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht). Ähnliche Zusammenhänge lassen sich bei der Erörterung der Sternentstehung und -entwicklung und bei der Entstehung des Sonnensystems aufstellen. Beim letzteren Sachverhalt können die Schüler selbständig zur Erkenntnis über heutige wissenschaftliche Vorstellungen von der Entstehung der erdartigen und der jupiterartigen Planeten geführt werden, indem sie die beiden Planetengruppen bezogen auf die physikalischen Eigenschaften vergleichen.

### **Zu den schulastronomischen Beobachtungen**

Ein weiteres Thema der Aussprache war die Realisierung schulastronomischer Beobachtungen und die Einbeziehung ihrer Ergebnisse in den Erkenntnisprozeß der Schüler. Die Anwesenden begrüßten die Zuordnung der Beobachtungen zu den Stoffeinheiten. Damit weist der Lehrplan konkret aus,

wo Beobachtungsergebnisse in den Erkenntnisprozeß einzubeziehen sind. Kollege SÜNDER legte dar, wie er durch Einbeziehung von Beobachtungsergebnissen in den Erkenntnisprozeß das Interesse der Schüler für astronomische Sachverhalte und gleichzeitig Verständnis für die Wechselbeziehungen von Theorie und Praxis in der Astronomie weckt. Einige Aufgaben, z. B. das Verfolgen der Veränderung der Mondphasen und der Stellung des Mondes sowie das Ordnen der Sterne eines Sternbildes nach ihrer Helligkeit, konnten von den Schülern erfolgreich als Hausaufgabe bewältigt werden. Kollege SÜNDER warf die Frage auf, ob das Sternbild Orion zur Lösung der zuletzt genannten Aufgabe als Repräsentant wirklich geeignet sei oder durch ein anderes Sternbild ersetzt werden sollte.

Kollege REINHARD HOYER, Oberschule Straach, berichtete, daß sein Schulbereich acht Ortschaften umfaßt. Einige Orte liegen bis zu 11 km vom Schulort entfernt. An den Beobachtungsabenden haben einige Schüler nicht die Möglichkeit, den Schulort mit dem Bus zu erreichen. Deshalb führte er die Beobachtungen in drei Stützpunkten durch. Diese Organisation ist vorteilhaft, weil kleine Schülergruppen intensiv arbeiten können. Da aber die Beobachtungen an verschiedenen Tagen stattfinden, kann es – witterungsbedingt – zu großen zeitlichen Verschiebungen und sogar zum Ausfall der Beobachtungen kommen; abgesehen davon, daß für den Lehrer ein erhöhter Zeitaufwand erforderlich ist, den er aber im Interesse der Schüler gern erbringt. Kollege DAMMHAYN erläuterte, wie er Mitglieder des FK(R) „Astronomie und Raumfahrt“ erfolgreich als Helfer bei der Durchführung schulastronomischer Beobachtungen einsetzt. Auch er ist Astronomielehrer an einer Oberschule mit einem größeren Einzugsbereich. Nach seiner Erfahrung lassen sich bei guter Organisation die geforderten Beobachtungen bewältigen; so geht er z. B. in die Dörfer, spricht mit Erfolg Eltern an, an den Beobachtungen teilzunehmen.

Kollege DETLEF LIPINSKI, O.-Plättner-Oberschule in Wittenberg, meinte, daß es beim Astronomieunterricht in mehreren Klassen nicht möglich sei, für alle im Lehrplan geforderten Beobachtungen Protokolle anfertigen zu lassen. Er trifft deshalb eine strenge Auswahl über Beobachtungen, deren Ergebnisse zu protokollieren sind. In diesem Zusammenhang diskutierten die Anwesenden über Inhalt und Form des Protokolls.

### Zu den Schülertätigkeiten

Ein weiterer Gegenstand der Aussprache waren die im Lehrplan geforderten Schülertätigkeiten, wobei übereinstimmend die exakte Formulierung der Schülertätigkeiten begrüßt wurde. Kollege SÜNDER berichtete, wie er das *Erläutern des Nutzens der Raumfahrt* mit einer Hausaufgabe ver-

band. Die Schüler sammelten Material über Beobachtungsmöglichkeiten astronomischer Objekte (z. B. Mars) mit Hilfe des Fernrohrs, der Fotografie und der Raumfahrttechnik. Beim Vergleichen der Bilder hatten sie Vorteile zu erläutern, die sich für die astronomische Forschung aus der Nutzung der Raumfahrttechnik ergeben.

Kollege OL WALTER GUTTENBERGER, Oberschule Dabrun, schilderte, wie in seinem Astronomieunterricht der Taschenrechner eingesetzt wird. Obwohl im Schuljahr 1987/88 die Schüler erstmals im Unterricht mit diesem Gerät arbeiteten, bewährt es sich bereits als ein zeitersparendes Unterrichtsmittel. Die von „Astronomie in der Schule“ veröffentlichten Vorschläge zur Arbeit mit dem Taschenrechner werden begrüßt, wobei diese Aufgaben als Auswahl anzusehen sind, die auch für FK (R) „Astronomie und Raumfahrt“ bereitstehen. Kollege STOLLE ging auf die im Lehrplan explizit geforderten Berechnungen ein, welche die Schüler selbstständig mit Hilfe des Rechners lösen sollen. Natürlich sei das Angebot – auch im Lehrbuch – größer. Jedoch sind das Empfehlungen, die der Lehrer nutzen kann. Er begrüßt die im Lehrplan ausgewiesenen Schülertätigkeiten wie das Erklären, das Erläutern, das Berechnen usw., die für naturwissenschaftliche Fächer typisch sind. Wenn solche Tätigkeiten im vorhergehenden Unterricht zielstrebig zur Aneignung von Wissen und Können genutzt werden, lassen sich die im Lehrplan für Astronomie geforderten Schülertätigkeiten mit relativ geringem Zeitaufwand im Unterricht realisieren.

### Zum Lehrbuch und zu den Unterrichtshilfen

Neben den genannten wurden in der Aussprache auch andere Probleme angesprochen. Einhellig war die Meinung, daß durch den jetzigen Lehrplan das Stoff-Zeit-Verhältnis im Unterricht wesentlich günstiger ist als vorher. Dabei wiesen die Kollegen darauf hin, daß das Anforderungsniveau zu den Unterrichtsinhalten noch näher bestimmt bzw. interpretiert werden muß. Während zum Lehrbuch zahlreiche anerkennende Worte fielen, gab es zu den Unterrichtshilfen recht unterschiedliche Meinungen. Kollege Oberstudienrat SIEGFRIED GRASENACK, Direktor des Pädagogischen Kreiskabinetts in Wittenberg, äußerte u. a., daß die Unterrichtshilfen die schöpferische Tätigkeit des Lehrers herausfordern. Die Kollegen SEVERIN, STOLLE, HOYER und LIPINSKI meinten, daß die Unterrichtshilfen den nichtausgebildeten Astronomielehrern und Anfängern im Fach zu wenig Unterstützung geben. Insbesondere sollten noch umfangreichere didaktisch-methodische Empfehlungen zur Realisierung neuer Lehrplaninhalte gegeben werden.

Abschließend informierte der Chefredakteur, wie die Fachzeitschrift weiterhin gezielt die Realisierung des Lehrplans unterstützen wird. Im Sinne des bevorstehenden IX. Pädagogischen Kongresses gelte es, Bewährtes aus der Praxis möglichst schnell zu verallgemeinern.

# V. Erfahrungsaustausch zur Methodik des Astronomieunterrichts im Oktober 1989 in Rostock

Im September 1989 jährt sich zum 30. Male der Tag, an dem in den Oberschulen der DDR das Unterrichtsfach Astronomie eingeführt wurde. Seither ist ein langer und komplizierter, aber erfolgreicher Weg zurückgelegt worden, haben Millionen Bürger – bis hin zu den heute Fünf- und vierzigjährigen – im Schulunterricht systematisches Grundwissen über das Weltall erworben. In diesem Zeitraum haben sich Lehrpläne und Lehrbücher, Unterrichtsmittel und Beobachtungsinstrumente, methodische Konzepte und Formen der Aus- und Weiterbildung der Astronomielehrer weiterentwickelt. Denn die gesellschaftliche Entwicklung mit ihren schulpolitischen Konsequenzen, die Fortschritte der Fachwissenschaft und die reichen Erfahrungen dreißigjähriger schulastronomischer Bildungs- und Erziehungsarbeit haben den pädagogischen Prozeß auch in unserem Fach gefördert und beeinflußt.

Zu Ehren des 40. Jahrestages der Gründung unseres Staates und mit Bezug auf das 30jährige Bestehen des Unterrichtsfaches Astronomie wird in den Herbstferien 1989 der V. Erfahrungsaustausch zu aktuellen Aufgaben der Methodik des Astronomieunterrichts unter dem Leitgedanken

## Astronomieunterricht und Persönlichkeitsentwicklung

in Rostock stattfinden.

Im Mittelpunkt dieser Veranstaltung wird ein Gedankenaustausch über die Umsetzung der vom IX. Pädagogischen Kongreß beschlossenen Aufgaben im obligatorischen und fakultativen Astronomieunterricht stehen; ein Austausch von Erkenntnissen, Erfahrungen und Ergebnissen darüber, wie die Forderungen des Lehrplans und des Rahmenprogramms nach Aneignung soliden und anwendungsbereiten Wissens und Könnens durch unsere Schüler optimal erfüllt werden können. Wir wollen Wege aufzeigen, auf denen sich die vom XI. Parteitag der SED beschlossene Bildungspolitik im Hinblick auf die neunziger Jahre weiter erfolgreich realisieren läßt, wie Neues bewältigt, Begonnenes mit hoher Qualität fortgeführt und noch nicht Erreichtes in schöpferischer Arbeit gemeistert werden kann.

Astronomielehrer und Fachberater, Leiter von Schulsternwarten und Planetarien, pädagogische Wissenschaftler und Fachastronomen sind aufgerufen, ihre Erfahrungen und Ideen in Kurzvorträgen (10 bis 15 Minuten Dauer) zur Diskussion zu stellen.

Träger des Erfahrungsaustausches sind die Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR, Wissenschaftlicher Rat „Methodik des Astronomieunterrichts“, die Friedrich-Schiller-Universität Jena, Sektion Physik, Wissenschaftsbereich Methodik des Physik- und Astronomieunterrichts sowie der Volkseigene Verlag Volk und Wissen, Redaktion der Zeitschrift „Astronomie in der Schule“.

Die Kosten für Reise, Verpflegung und Übernachtung sind von den Teilnehmern bzw. von den delegierenden Einrichtungen zu tragen. Darüber hinaus wird eine Tagungsgebühr in Höhe von 25,- Mark erhoben. Vortragende sind von der Zahlung dieser Tagungsgebühr befreit.

Der Erfahrungsaustausch wird im Institut für Lehrerbildung „Jacques Duclos“ Rostock-Lichtenhagen stattfinden. Die Beratungen werden am Montag, dem 16. Oktober 1989, beginnen und am Mittwoch, dem 18. Oktober 1989, enden. Übernachtungsmöglichkeiten stehen im Internat des Instituts für Lehrerbildung von Sonntag, dem 15. Oktober 1989, bis Donnerstag, dem 19. Oktober 1989, zur Verfügung. Zusätzlich zu den Arbeitsberatungen werden Fachvorträge gehalten.

Interessenten melden sich bitte bis spätestens 15. Mai 1989 bei der Redaktion „Astronomie in der Schule“, Postfach 440, Bautzen, 8600, an. Übersteigt die Anzahl der Anmeldungen die Kapazität der für Tagung, Versorgung und Beherbergung vorgesehenen Einrichtung, so wird nach der zeitlichen Reihenfolge der Anmeldungen verfahren.

Die Anmeldung von Kurzvorträgen (Thema, inhaltliche Schwerpunkte, technische Anforderungen) wird bis zum gleichen Termin (15. Mai 1989) an die gleiche Anschrift erbeten. Die Bestätigung der Teilnahme und der Vorträge sowie organisatorische Hinweise erfolgen bis zum 15. Juli 1989.

Prof. Dr. sc. MANFRED SCHUKOWSKI  
Vorsitzender  
des Wissenschaftlichen Rates

OL Dr. UWE WALTHER  
Arbeitsgruppenleiter  
Astronomiemethodik

OSTr Dr. HELMUT BERNHARD  
Chefredakteur

# Unterrichtliche Gestaltung der Stoffeinheit „Raumfahrt“

## Zur Planung der Stoffeinheit

Für die inhaltliche Gestaltung der Unterrichtsstunden der Stoffeinheit „Raumfahrt“ steht uns eine Fülle von Informationsmöglichkeiten aus Büchern, Zeitschriften, Tageszeitungen, Rundfunk und Fernsehen zur Verfügung. Als besonders wertvoll für mich als Lehrer erwiesen sich die Zeitschriften „Astronomie in der Schule“, „Astronomie und Raumfahrt“ und Veröffentlichungen der URANIA. Das ständige Ergänzen einer Sammlung von Zeitungsausschnitten zu Themen von Astronomie und Raumfahrt halte ich für unabdingbar, um aktuelle Ereignisse in den Unterricht einzubringen. Bewährt hat sich auch die Forderung an die Schüler, während des Schuljahres eine solche Sammelmappe mit Zeitungsausschnitten anzulegen. Eine erhöhte Motivierung und Aktivität der Schüler im Unterricht wird spürbar. Empfehlenswert ist die Führung einer Wandzeitung in dem Unterrichtsraum, in dem das Fach Astronomie unterrichtet wird, durch interessierte Schüler bzw. Mitglieder eines Fakultativen Kurses nach Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“ unter Anleitung des Fachlehrers.

Bei der inhaltlichen Planung der Stoffeinheit „Raumfahrt“ ist zu beachten, welche Fakten und Zusammenhänge zu Problemen der Raumfahrt bereits in anderen Stoffeinheiten behandelt wurden, wie es der Lehrplan fordert. Über die konkreten Forderungen des Lehrplans hinaus gebe ich bei der Behandlung der physikalischen Eigenschaften der Planeten einen Überblick über den Stand der Erforschung des Sonnensystems durch unbemannte Raumflugkörper.

- Bild- und Datenübertragung bei Vorbeiflügen: Mond, Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Komet Halley.
- Bild- und Datenübertragung an der Oberfläche: Mond, Venus, Mars.
- Automatische Überführung von Bodenproben: Mond.

Bei der Behandlung der physikalischen Verhältnisse auf dem Mond weise ich darauf hin, daß sowjetische Raumflugkörper erste Direktmessungen im mondnahen Raum (Luna 1 und 2) und auf der Oberfläche (Luna 9) ermöglichten. Wichtige Ergebnisse der Erforschung des Mondes durch das Apollo-Programm der USA, wie z. B. Alter und chemische Zusammensetzung des Mondgesteins, werden genannt. Auf die politischen Hintergründe dieses spektakulären Unternehmens wird noch nicht eingegangen.

## Methodische Hinweise zum Unterricht in der Stoffeinheit „Raumfahrt“

Bei der Planung der Stoffgliederung habe ich die Schwerpunkte anders gesetzt als BERNHARD, da ich davon ausgehe, daß die Schüler über den Nutzen der Raumfahrt durch die Massenmedien bereits Kenntnisse besitzen (1). Sicher ist es heute nicht mehr vordringlich, den wissenschaftlichen und ökonomischen Nutzen der Raumfahrt nachzuweisen. Die Entwicklung der Raumfahrt ist für die Schüler dagegen Geschichte. Wir können von ihnen nicht erwarten, daß sie die gleiche Sicht auf diese bewegenden Anfangsjahre der Raumfahrt haben, wie die Mehrzahl der Astronomielehrer. Die gegenwärtigen Tendenzen zur weiteren Normalisierung der staatlichen Beziehungen zwischen den sozialistischen und kapitalistischen Ländern führen auf der anderen Seite zur Intensivierung der ideologischen Auseinandersetzungen. Das beinhaltet u. a. auch die Darstellung der Raumfahrtgeschichte durch die bürgerlichen Massenmedien aus ihrer Sicht.

MARQUART weist darauf hin, daß viele Schüler bereits mit falscher Sachkenntnis und falschen Urteilen über die Raumfahrt in den Unterricht kommen (2). Im Mittelpunkt der 1. Stunde steht deshalb die Entwicklung der Raumfahrt unter Einbeziehung einiger wichtiger Fakten ihrer Vorgeschichte. Eine Übersicht über die Aufgaben und den Nutzen der Raumfahrt erarbeiten sich die Schüler als Hausaufgabe, die am Anfang der 2. Stunde ausgewertet wird. Die Stoffeinheit habe ich aus den oben genannten Gründen nach folgenden Unterrichtsinhalten gegliedert:

### Geschichte der Raumfahrt

- Bedeutende Erstleistungen in der Raumfahrt
- Grundzüge der Entwicklung der Raumfahrt von den wissenschaftlichen Anfängen bis zur Gegenwart
- Zusammenarbeit der UdSSR mit sozialistischen und anderen Staaten auf dem Gebiet der Raumfahrt

### Aufgaben und Nutzen der Raumfahrt

- Nutzen der Raumfahrt
- Forschungsbereiche und Raumflugbahnen (Phobos-Sonden)
- Kampf der UdSSR und der anderen sozialistischen Länder um die friedliche Nutzung der Raumfahrt und gegen deren Mißbrauch durch die Hochrüstungspolitik des USA-Imperialismus (SDI)

Aus Platzgründen kann nur die Gestaltung der ersten Stunde im folgenden dargestellt werden. Nach der Zielstellung durch den Lehrer erfolgt ein Schülervortrag über bedeutende Erstleistungen in der Raumfahrt unter Verwendung von Bildern aus den uns zur Verfügung stehenden Dia-Reihen. Die

Erstleistungen erscheinen parallel dazu als Tafelbild:

Erstleistungen in der Raumfahrt			
1957	Sputnik 1	(UdSSR)	Erdsatellit
1959	Luna 2	(UdSSR)	Harte Mondlandung
1961	Wostok 1	(UdSSR)	Bemannter Raumflug (JURI GAGARIN)
1969	Apollo 11	(USA)	Bemannte Mondlandung (NEIL ARMSTRONG, EDWIN ALDRIN)
1970	Luna 16	(UdSSR)	Automatische Überführung von Mondgestein
1971	Salut 1	(UdSSR)	Experimentelle Raumstation
1978	Salut 6/ Sojus 31	(UdSSR)	DDR-Kosmonaut SIGMUND JÄHN
1981	Space Shuttle	(USA)	Raumfähre
1987	Mir	(UdSSR)	Ständig bemannte modulare Raumstation

Im Gegensatz zum Text im Lehrbuch halte ich die Flüge der Sonden vom Typ Luna 16 für wichtiger als die Experimente der Lunochods, da sie die eigentliche Alternative zum Apolloprogramm waren und der Erfüllung der Hauptaufgabe des Mondfluges dienten, Mondgestein zur Erde zu bringen. In einer anschließenden Diskussion ergeben sich einige Fragen, die u. U. vom Lehrer aufgeworfen werden. Dabei wird sich zeigen, daß die Schüler nicht in der Lage sind, alle Fragen ausreichend zu beantworten. Das motiviert die Schüler, einem Lehrervortrag über die Grundzüge der Entwicklung der Raumfahrt aufmerksam zu folgen.

Folgende Fragen werden dabei beantwortet:

- *Wie ist es zu erklären, daß die UdSSR vor den USA die unbemannte und bemannte Raumfahrt eröffnete?*
- *Warum war der Start von Sputnik 1 ein wichtiger Beitrag zur Erhaltung des Weltfriedens?*
- *Warum führten nur die USA bemannte Mondlandungen durch?*

Im Lehrervortrag wird dargelegt, daß ZIOLKOWSKI seine grundlegenden Arbeiten bereits am Anfang unseres Jahrhunderts veröffentlicht hat und deshalb als wissenschaftlicher Begründer der Raumfahrt gilt. Neben OBERTH sollte auch GODDARD (USA) genannt werden, der bereits 1919 erste Erfahrungen bei der Entwicklung von Flüssigkeitstriebwerken veröffentlichte und 1926 die erste Flüssigkeitsrakete der Welt startete.

Mit Hilfe eines Folienbildes, welches an Zeitstrahlen die Entwicklungslinien der Raketentechnik in der UdSSR, in Deutschland und in den USA veranschaulicht, wird begründet, wie es zu den unterschiedlichen Ausgangspositionen der UdSSR und den USA bei der Entwicklung von Trägerraketen für die Raumfahrt nach 1945 gekommen ist, die schließlich mit dem sensationellen Start von Sputnik 1 ihren ersten Höhepunkt erreichte (s. Karteikarte 25 (1988) 4). Die entscheidenden Ersterfolge

der UdSSR in den Anfangsjahren der Raumfahrt werden wie folgt begründet.

UdSSR	USA
- Stab von erfahrenen Raketentechnikern unter Leitung von KOROLJOW	- Am Anfang kein eigenes spezielles Forschungspersonal. Beginn der Arbeiten durch deutsche Raketentechniker
- Auf der Grundlage sozialistischer Produktionsverhältnisse Vereinigung aller notwendigen Kapazitäten	- Parallele Forschungsarbeiten infolge des Konkurrenzkampfes zwischen den Monopolen
- Strategische Notwendigkeit der Schaffung von Fernraketen zur Herstellung des militärischen Gleichgewichts	- Herrschende Militärdoktrin: Mit Stützpunktsystem und Atombombern ist jeder Punkt der UdSSR erreichbar
- Frühzeitige Orientierung auf die Vorbereitung bemannter Raumflüge	- Vorherrschende Orientierung auf die militärische Anwendung der Raketen

Eine krasse Fehleinschätzung des Leistungsvermögens der sowjetischen Wissenschaft und Technik führte nach dem Start des 1. Erdsatelliten am 4. Oktober 1957 zum sogenannten „Sputnikschock“ vor allem in den USA. Sputnik 1 wies nach, daß die UdSSR über Interkontinentalraketen verfügte und das militärische Gleichgewicht hergestellt hatte. Lag vorher nur die UdSSR im Bereich US-amerikanischer Atomwaffen, so waren nunmehr auch die USA durch einen Gegenschlag verwundbar.

Das Mondflugprogramm der USA war eine Reaktion auf die Ersterfolge der UdSSR, insbesondere auf den ersten bemannten Raumflug. Es war eine bedeutende wissenschaftlich-technische Leistung, die, verbunden mit einer groß angelegten Kampagne der Massenmedien, den Prestigeverlust wieder ausgleichen sollte. Die weitaus kostengünstigeren Sonden vom Typ Luna 16 und 17 bewiesen, daß die Teilnahme von Menschen zur Erlangung der wichtigsten Informationen nicht notwendig war. Das Hauptziel der sowjetischen Raumfahrt war die Schaffung einer langlebigen, ausbaufähigen, ständig bemannten Raumstation.

In einem abschließenden Unterrichtsgespräch werden von den Schülern auf der Grundlage ihrer Sammlung von Zeitungsausschnitten Beispiele für die internationale Zusammenarbeit der UdSSR mit sozialistischen und anderen Ländern auf dem Gebiet der Raumfahrt genannt.

#### Literatur:

- (1) BERNHARD, H.: *Zur Stoffeinheit „Raumfahrt“*. In: *Astronomie in der Schule* 24 (1987) 5.
- (2) MARQUART, K.: *Erziehung im Unterricht*. In: *Astronomie in der Schule* 22 (1985) 2.

Anschrift des Verfassers:  
**StR WOLFGANG WENZEL**  
 Schulsternwarte Bernau  
 Bernau  
 DDR - 1280

## Zur Einführung der KEPLERschen Gesetze und zur Anwendung des Gravitationsgesetzes

In diesem Schuljahr wirken sich die neuen Lehrpläne für Physik Klassen 9 und 10 erstmals in voller Breite auf das Fach Astronomie aus (1), (2). In der Stoffeinheit 2.2. „Planeten“ sind im Astronomieunterricht die KEPLERschen Gesetze einzuführen und das Gravitationsgesetz anzuwenden (2). Die Vorleistungen aus dem Physikunterricht bestehen darin, daß in den ersten zwei Unterrichtswochen der Klasse 10 die Gravitation behandelt wird und am Ende der Klasse 9 die Stoffeinheiten „Kräfte bei der Kreisbewegung“ und „Mechanische Arbeit und mechanische Energie“ zu unterrichten waren. Die KEPLERschen Gesetze sind nicht mehr Gegenstand im Physiklehrgang.

Aus bisherigen Erfahrungen kann geschlossen werden, daß gute Ergebnisse im Unterricht erzielt werden, wenn vom „Wie“ der Planetenbewegung zum „Warum“ der Planetenbewegung vorgestoßen wird, wenn der logische Weg von der Empirie zur Theorie führt, was in diesem Fall zugleich dem Gang der Erkenntnis in der Geschichte entspricht. Die Arbeit mit den KEPLERschen Gesetzen und dem Gravitationsgesetz beginnt im Astronomieunterricht bereits während der Stoffeinheit 2.1. „Überblick über das Sonnensystem“.

Im Tafelbild könnte sich dies wie folgt widerspiegeln.

- um 1500; NICOLAUS COPERNICUS  
– Mittelpunktstellung der Sonne ...
- um 1600; JOHANNES KEPLER  
– Keplersche Gesetze (der Planetenbewegung) und
- um 1700; ISAAC NEWTON  
– Gravitationsgesetz.

Damit wird den Schülern zugleich ein Überblick gegeben, wie sich das heliozentrische Weltbild weiterentwickelte.

COPERNICUS nahm an, „daß“, KEPLER zeigte, „wie“ und NEWTON erklärte, „warum“ sich die Planeten um die Sonne bewegen. Sachlogisches Wissen und Kenntnisse zur Astronomiegeschichte spiegeln sich damit wie in der Wissenschaft von Anfang an in ihrer Einheit wider.

### Ausgangsvariante

Durch ein Minimum an zeitlichem Aufwand zur Vorbereitung des Unterrichts, Einfachheit im Stundenkonzept sowie klare Linienführung für den Schüler zeichnet sich folgende Variante aus. Von Bild 28/1 im Lehrbuch ausgehend wird das

Ziel der Stunde abgeleitet, diejenigen Gesetze kennenzulernen, auf deren Grundlage die Entdeckung des Neptun erfolgte. Das „Wie“ und „Warum“ der Planetenbewegung gilt es zu ergründen.

Mit der Zielstellung, ein vorbereitetes Tafelbild (Folie) zu vervollständigen und die Fragen 1 bis 3 auf S. 29 des Lehrbuches mündlich zu beantworten, lesen die Schüler den Lehrbuchtext S. 28 und S. 29. Im anschließenden Unterrichtsgespräch werden die Fragen 1 bis 3 beantwortet, das Tafelbild vervollständigt bzw. die selbständige Schülertätigkeit kontrolliert und bewertet. Nachdem die Schüler kennengelernt haben, wie sich die Planeten bewegen, wird in selbständiger Schülertätigkeit mittels Lehrbuch S. 30 geklärt, warum sich die Planeten um die Sonne bewegen und auf den Ausgangspunkt („die Entdeckung des Neptun“) zurückbesonnen.

Im letzten Teil der Stunde werden die behandelten Gesetze auf die Erde angewandt, d. h., die Schüler beschreiben mit Hilfe der drei KEPLERschen Gesetze und erklären mit Hilfe des Gravitationsgesetzes die Bewegung der Erde um die Sonne.

Für die Anwendung des 3. KEPLERschen Gesetzes empfiehlt es sich, den Schülern einen weiteren Planeten (z. B. Mars) als „Vergleichsplanet“ vorzugeben. Zusätzlich wird der Lehrbuchtext auf S. 31 gelesen und vom Lehrer am Tellurium demonstrierte Stellungen von Sonne und Erde werden von den Schülern gedeutet.

Für Hausaufgabenstellungen sind bei dieser Variante die Aufgaben Nr. 4 auf S. 29 und Nr. 2 auf S. 31 im Lehrbuch besonders geeignet.

### Variante zur Einführung der KEPLERschen Gesetze

Der eben beschriebene Weg bedarf einer gewissen Meisterschaft des Lehrers sowohl bei der Führung selbständiger Schülertätigkeiten als auch bei der Gestaltung von Unterrichtsgespräch und -diskussion. Probleme sind zu erwarten, wenn ein solches Vorgehen in vielen Stunden hintereinander beschritten wird. Die Aktivität der Schüler läßt sich erheblich steigern, wenn außer den Stimuli der konsequenten didaktischen Zielorientierung einschließlich Zielabrechnung planmäßiger Methodenwechsel und aktivitätsstimulierender Einsatz geeigneter Unterrichtsmittel erfolgt, wenn die Erfahrungen der Schüler (Alltagswissen, Beobachtungen, ...) einbezogen werden, wenn also im Laufe des Unterrichts die unterschiedlichen Schülercharaktere und Schülerinteressen angesprochen werden. Auch die planmäßige Einbeziehung historischer Sachverhalte kann aktivierend wirken, vorausgesetzt, daß die Schüler von historischen Betrachtungen nicht „ausgeschlossen“ werden.

So kann empfohlen werden, die Dia-Ton-Reihe TR 86 „Leben und Werk KEPLERS“ aus dem Physikunterricht einzubeziehen. Vor Beginn des Dia-Ton-

Vortrages könnten folgende Aufträge an einzelne Schülergruppen vergeben werden:

**Gruppe A:** Wann und unter welchen Bedingungen gelang es Kepler, seine ersten zwei Gesetze der Planetenbewegung zu entdecken?

**Gruppe B:** Formulieren Sie die Hauptaussage des 1. Keplerschen Gesetzes!

**Gruppe C:** Formulieren Sie die Hauptaussage des 2. Keplerschen Gesetzes!

Geeignete Formulierungen der Schüler (bei der Auftragsbefreiung, ...) sollten sich in den Schüleraufzeichnungen (ggf. auch im Tafelbild) widerspiegeln. Nach eigenen Erfahrungen wird durch eine derartige Aufteilung der Verantwortung sowohl während des Vortrages als auch in der folgenden Auswertung eine erhöhte Aufmerksamkeit und Leistungsbereitschaft der Schüler erzielt. Die Schüler müssen merken, daß ihr Wort zählt (was manchmal vom Lehrer lediglich Zurückhaltung verlangt).

Nach dieser Variante werden die ersten zwei KEPLERschen Gesetze den Schülern mitgeteilt, während das 3. KEPLERsche Gesetz arbeitsteilig in verschiedenen Schülergruppen durch die Berechnung verschiedener Verknüpfungen von „ $r$ “ und „ $T$ “ zu erarbeiten ist. Allerdings hatte ich mich dabei auch schon mit der Tatsache auseinandersetzen, daß Schüler bei der Formulierung eigener Vermutungen auf „vorfristig“ erworbenes Wissen zurückgriffen und das 3. KEPLERsche Gesetz nannten. (Aus diesem Grunde sollte der Einsatz des Lehrbuches zur Mitteilung der ersten zwei KEPLERschen Gesetze vermieden und u. U. die Lehrbuchtafel von S. 30 auf Folie übernommen werden.) Jedoch wurde dann der Auftrag, den Betrag der Konstanten  $r^3/T^2$  zu berechnen bzw. arbeitsteilig zu prüfen, ob die Konstante immer genau 1,00 beträgt, von den Schülern bereitwillig übernommen.

An dieser Stelle erachte ich es im Unterricht als notwendig, darzulegen, wie schwierig es für KEPLER, war, diese Berechnungen ohne Taschenrechner ... auszuführen. (KEPLER veröffentlichte die ersten zwei Gesetze 1609 und das dritte Gesetz 1619. Seit 1600 hatte er, zunächst beschränkt, Zugang zu BRAHES Beobachtungsdaten.) Maßstab von KEPLERS Leistung kann nicht unser heutiges Wissen sein, sondern das Wissen seiner Zeit.

KEPLERS Leistung kann auch mittels einer Wandzeitung oder eines Schülervortrages gewürdigt werden. In beiden Fällen ist eine klare Auftragsformulierung mit orientierenden Fragen oder Aufgabenstellungen mit Literaturangaben erforderlich. Im Sinne weiterer Gestaltungsmöglichkeiten des Unterrichtsprozesses sei noch auf folgende Unterrichtsmittel hingewiesen:

- KF 117 „Die KEPLERschen Gesetze“,
- R 542 „Die KEPLERschen Gesetze“ (Physik) und
- Einzeldias Nr. 14 und 15 aus der TR 96 „Vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild“

## Variante zur Anwendung des Gravitationsgesetzes

Eine Würdigung der Leistungen NEWTONS kann wiederholend mit der Anwendung des Gravitationsgesetzes erfolgen. (Als Grundlage eines sehr kurzen Diskussionsbeitrages eines Schülers können empfohlen werden: Lehrbuch Astronomie S. 30, Lehrbuch Physik Klasse 9 S. 137–138 und D. WROBEL. ISAAC NEWTON 4. 1. 1643–31. 3. 1727. In: Technikus 7/1987.)

Für die Tafelbildgestaltung bzw. die Schüleraufzeichnungen zum Gravitationsgesetz empfiehlt sich, ergänzend zur Lehrbuchskizze mit folgender Tafelskizze zu arbeiten: Die Masse der Sonne im Zentrum dargestellt, die Masse der Erde befindlich auf einer Bahn um die Sonne, dazu einen „Geschwindigkeitspfeil“ tangential zur Erdbahn und einen „Kraftpfeil“ in Richtung Sonne.

Das Einzeichnen von nur einem Kraftpfeil erleichtert es den Schülern zu erkennen, daß die Radialkraft (die die Erde auf eine Bahn um die Sonne zwingt) durch die Gravitationskraft zwischen Erde und Sonne hervorgebracht wird, daß Radialkraft und Gravitationskraft von Richtung und Betrag her gleich sind. Damit wird für die Schüler das „Warum“ der Planetenbewegung (um die Sonne) einsichtiger.

In der eigenen Unterrichtspraxis hat es sich mehrfach bewährt, von folgendem Freihandexperiment auszugehen: Ein an einem etwa 1 m langen Faden befindliches „Massestück“ wird in eine gleichförmige Drehbewegung versetzt. Die Schüler werden angeregt zu erkennen, daß die Kraft, die das „Massestück“ auf eine Kreisbahn zwingt, die Radialkraft ist und von dem Faden auf das „Massestück“ übertragen wird. Einigen Schülern fiel es leicht, von diesem Freihandexperiment ausgehend auf die Verhältnisse im Kosmos zu schließen und die Gravitationskraft als die Radialkraft zu erkennen, aber auch die Unterschiede der Kraftübertragung zu charakterisieren.

In einer modifizierten Wiederholung des beschriebenen Freihandexperiments wird die Fadenlänge während der Vorführung relativ schnell verkürzt (z. B. indem man den Faden sich über die Faust aufwickeln läßt). Dabei erkennen die Schüler leicht, daß sich das „Massestück“ mit sinkendem Bahnradius schneller bewegt, womit die Hauptaussage des 2. KEPLERschen Gesetzes veranschaulicht und wiederholt werden kann. (Die Erklärung dieses Sachverhaltes ist über den Energieerhaltungssatz möglich.)

Mit Hinweis auf die gleichlangen Pfeile für die Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  in Lehrbuchabbildung 30/1 kann mit den Schülern wiederholt werden, daß die Sonne die Erde mit der gleichen Kraft anzieht wie die Erde die Sonne, genauso wie ein Schüler „X“ die Erde mit der gleichen Kraft wie die Erde den Schüler „X“ anzieht.

Warum sind aber die Wirkungen so verschieden,



warum fällt ein springender Schüler immer wieder auf die Erde zurück, warum bewegt sich die Erde um die Sonne? Weil eben die Masse des Schülers „X“ wesentlich kleiner als die der Erde ist, weil die Masse der Erde wesentlich kleiner als die der Sonne ist, weil eine kleinere Masse eine kleinere Trägheit aufweist als eine größere Masse.

### Zur Verantwortung des Astronomieunterrichts

*„Jedes naturwissenschaftliche Fach (trägt) auf seine Weise zur Vervollkommnung der Allgemeinbildung bei. ... Wenn aber jedes naturwissenschaftliche Fach eine ... Verantwortung für die allseitige Entwicklung der Schüler trägt, kann es durch kein anderes ersetzt werden. Daraus ergibt sich, daß es keine wichtigen und weniger wichtigen Fächer gibt.“*

*So darf man aus der Tatsache eines einstündigen Faches **Astronomie** nicht folgern, daß es eine geringe Bedeutung für die Allgemeinbildung habe. Dieses Fach wirkt zusammen mit Biologie an der Erkenntnis mit, daß Evolution eine universelle Erscheinung ist und nicht nur für die lebende Natur gilt. Dieses Fach führt die Beobachtungstätigkeit der Schüler vom Mikrokosmos hin zum Makrokosmos. Es trägt im Zusammenhang mit den anderen Fächern wesentlich dazu bei, den Gedanken der Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse für die Schaffung menschenwürdiger Daseinsbedingungen und für eine von Atomwaffen freie Welt im Denken und Fühlen der Schüler tief Fuß fassen zu lassen.*

*Wenn jedes Fach in der eben dargestellten Weise das Ganze der Allgemeinbildung mit bedingt und bestimmt, so sind „Einbrüche“ in diesem oder jenem Fach nicht nur von „lokaler“ Bedeutung, sondern mit „Schadwirkungen“ verbunden, welche die ganze Bildung und Erziehung betreffen.“*

Prof. Dr. sc. **EBERHARD ROSSA**, Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR, Direktor des Instituts für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. In: *Physik in der Schule* 26 (1988) 3, S. 82.

Eine Rückbesinnung auf die Zielorientierung, was eine Zielabrechnung gewöhnlich enthalten sollte, kann mit Hilfe des Lehrbuches im Unterrichtsgespräch erfolgen. (Eine interessante Beschreibung der Umstände der Neptunentdeckung finden Lehrer und Schüler in: D. B. HERRMANN, Entdecker des Himmels. Leipzig/Jena/Berlin, 1982, S. 108 ff. An diesem Beispiel kann bei Bedarf auch die Notwendigkeit der Wertschätzung der Leistung Unterstellter und die Notwendigkeit der Auswertung von Beobachtungen erläutert werden, denn genau diese Einsichten fehlten einem englischen Professor, um den Ruhm einer Planetenentdeckung auf sich zu ziehen. ...)

### Abschließende Bemerkungen

Wie werden das Wissen der Schüler über die KEPLERSchen Gesetze und das Gravitationsgesetz gefestigt und weiter angewendet? Einerseits im Unterrichtsgespräch bzw. der mündlichen Leistungskontrolle in der folgenden Stunde und als Bestandteil der schriftlichen Leistungskontrolle zur Stoffeinheit etc. Andererseits sollten die Potenzen einer Festigung durch Anwendung der Gesetze ausgeschöpft werden. In der gleichen Stoffeinheit heißt es, die KEPLERSchen Gesetze sind bei der Erklärung der Planetenbewegung anzuwenden. Außerdem bietet es sich an, auf diese Gesetze zurückzukommen:

– in der Stoffeinheit 2.3. „Mond“ bei der Vermittlung der Inhalte „Scheinbare und wahre Bewegung des Mondes“, „Erklären der physikalischen Verhältnisse auf dem Mond“ und „Einfluß des Mondes auf die Erde“,

– in der Stoffeinheit 2.4. „Raumfahrt“ bei „Beispiele für den Zusammenhang zwischen Aufgaben von Raumflugkörpern und ihren Bahnen“ und

– in der Stoffeinheit 3.2. „Sterne“ zur Gestaltung der Lehrplanforderung „Möglichkeit zur Bestimmung der Masse eines Sterns bei Doppelsternen“ sowie bei der Behandlung von Entstehung und Entwicklung der Sterne und der Planeten.

#### Literatur:

- (1) **Lehrplan Astronomie Klasse 10.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1987.
- (2) **Lehrplan Physik Klassen 9 und 10.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1987.
- (3) **Unterrichtshilfen Astronomie Klasse 10.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1987.

Anschrift des Verfassers:

**ANDREAS UNKROTH**

Friedrich-Schiller-Universität

Sektion Physik

WB Methodik des Physik- und Astronomieunterrichts

Am Steiger 3 Haus 1

Jena

DDR - 6900

# B

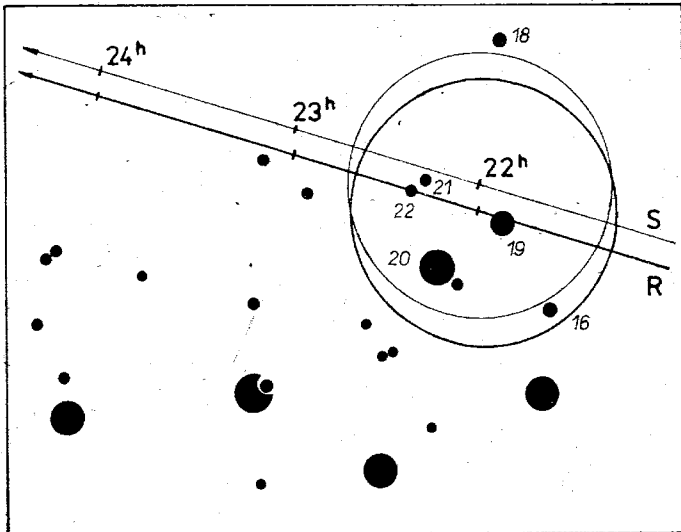
## Beobachtung

### Plejadenbedeckung durch den Mond

Die Serie der diesjährigen Plejadenbedeckungen durch den Mond (27. Januar, 6. August, 27. Oktober) wird mit der Bedeckung am 20. Dezember, die zwischen 21<sup>h</sup> und Mitternacht stattfindet, abgeschlossen.

Wegen seiner großen Helligkeit – 2,5 Tage vor Vollmond – überstrahlt der Mond die vergleichsweise schwachen Sterne des bekannten Sternhaufens, daher ist das Ereignis mit dem bloßen Auge kaum wahrnehmbar. Die Beobachtung mit einem Fernglas oder mit dem Schulfernrohr lohnt aber den Aufwand. Die Bedeckung findet zu einer akzeptablen Tageszeit statt (das Entscheidende, der Beginn der Bedeckung, ereignet sich zwischen 21<sup>h</sup> und 22<sup>h</sup>), und der Mond ist

seiner Kulmination nahe. Seine Höhe beträgt rund  $60^\circ$ , so daß bei der Beobachtung mit dem Schulfernrohr die Benutzung eines Zenitprismas oder Okularrevolvers sehr zu empfehlen ist. In Abständen von wenigen Minuten „verschluckt“ der dunkle Mondrand einen Stern des Haufens nach dem anderen. Es gibt kaum eine bessere Gelegenheit, die wahre Bewegung des Mondes so augenfällig zu demonstrieren! Dabei ist interessant, daß wegen der verhältnismäßig geringen Entfernung des Mondes von der Erde eine parallaktische Verschiebung eintritt, deren Größe durch die geographische Breite des Beobachtungsortes bestimmt wird. In unserer Abbildung ist das angedeutet. Sie enthält die scheinbaren Bahnen des Mondmittelpunktes, von Suhl (S) und von Rostock (R) aus betrachtet. Für 22<sup>h</sup>, 23<sup>h</sup> und Mitternacht (MEZ) sind die scheinbaren Positionen des Mondmittelpunktes, für 22<sup>h</sup> auch die Lage der Mond-„scheibe“ (ohne Phase) eingezeichnet. Norden ist oben; bei Benutzung der Skizze am Fernrohr muß die Bildumkehr beachtet werden.



Die Bahn des Mondes bei der Plejadenbedeckung am 20. Dezember 1988. Erläuterungen im Text.

Natürlich ist auch der Zeitpunkt des Beobachtungsbeginns für einen bestimmten Stern vom jeweiligen Beobachtungsort abhängig. Der „Kalender für Sternfreunde“ nennt im Jahrgang 1988 auf S. 82/83 die Eintrittszeiten für einige Plejadensterne; diese Sterne sind in der Abbildung durch kursive Zahlen gekennzeichnet. Für einen Beobachtungsort mit gegebenen geographischen Koordinaten kann aus den für Potsdam genannten Zeitpunkten mittels der Hilfsgrößen a und b auf die ortsspezifischen Zeitpunkte geschlossen werden. Die benötigte Gleichung findet sich im gleichen Jahrgang des „Kalenders für Sternfreunde“ auf S. 33.

Bemerkenswert ist, daß der Stern 18 Tau für Beobachter in Potsdam und, wie die Abbildung zeigt, auch für Beobachter in Suhl nicht vom Mond bedeckt wird. Erst von noch weiter südlich gelegenen Beobachtungsorten aus ist eine randnahe Bedeckung von kurzer Dauer wahrzunehmen (siehe „Kalender für Sternfreunde“ 1988, Seite 83).

KLAUS LINDNER

### Kugelsternhaufen M 13 (Sternbild Herkules)

In Fortsetzung unserer in Heft 1 dieses Jahrganges begonnenen zwanglosen Beitragsfolge zur Unterstützung des Lehrers bei der Durchführung der schulastronomischen Beobachtungen, aber auch zur kritischen Auseinandersetzung mit empfohlenen Beobachtungsobjekten, wenden wir uns heute dem Sommersternbild Herkules zu.

Im Lehrplan „Astronomie Klasse 10“, Seite 14, wird unter der Überschrift „Beobachtungen“ unter anderem die Beobachtung eines Kugelsternhaufens, „z. B. M 13“, empfohlen. Eigentlich kann, wenn schon ein Kugelsternhaufen mit dem Schulfernrohr beobachtet werden soll, ohnehin nur M 13 in Frage kommen, denn er ist mit seinem doch immerhin be-

deutenden scheinbaren Durchmesser von 23 Bogenminuten (wobei wir allerdings nur das helle Zentrum sehen können) das größte Objekt dieser Art an unserem nördlichen Sternhimmel. Wir müssen uns aber die Frage nach dem Sinn solcher Beobachtung stellen. Beobachtungen – ob mit oder ohne Fernrohr – erfüllen doch nur dann ihren Zweck, wenn es gelingt, die dabei gewonnenen Ergebnisse in den Unterrichtsprozeß einfließen zu lassen. Das setzt aber wiederum voraus, daß wir wirklich sicher sein müssen, daß die übergroße Mehrheit unserer Schüler (alle werden es aus ganz objektiven Gründen nie sein können) tatsächlich die Besonderheiten des beobachteten Objektes wahrgenommen hat. Und das ist – neben einer Reihe anderer Faktoren – auch von der Leistungsfähigkeit des zur Verfügung stehenden Beobachtungsinstruments abhängig. Wir müssen bei der Auswahl der Beobachtungsobjekte für den Unterricht grundsätzlich davon ausgehen, daß wir mit unserem „Telementor“ zwar ein hervorragendes astronomisches Beobachtungsinstrument zur Verfügung haben, uns gleichzeitig aber auch darüber im klaren sein, daß es eben nur eine Öffnung von 63 mm hat und ihm damit klare Grenzen gesetzt sind. Immer wieder müssen wir aber auch daran denken, daß die Mehrzahl unserer Schüler keinerlei Beobachtungserfahrungen mit Fernrohren mitbringt, die für das Erkennen feiner Strukturen nun einmal erforderlich sind. Es ist eine alte Weisheit, daß „jedes Fernrohr seinen Himmel hat“ und diese Erkenntnis macht auch um unser Schulfernrohr keinen Bogen.

Bei Beobachtungen mit Schülern zehnter Klassen in der Schulsternwarte Bautzen wurden beispielsweise nacheinander im Schulfernrohr die Objekte M 27 (planetarischer Nebel, „Hantel-Nebel“), M 13 (Kugelsternhaufen) und M 31 (Galaxie, „Andromeda-Nebel“) eingestellt und mit den Okularen 40-H, 25-H und 16-O beobachtet. Die Schüler erkannten zwar die runde Gestalt von M 13 sowie bei allen drei Objekten die unterschiedlichen Ausdehnungen und die verschiedenen Helligkeiten, waren jedoch vom Anblick her – wie das nicht anders zu erwarten war – nicht in der Lage zu sagen, welches der drei Objekte nun Gasnebel, Galaxie oder Kugelhaufen ist. Damit dürfte M 13 und mit ihm alle anderen Kugelsternhaufen als Beobachtungsobjekt zur optischen Klärung des Begriffes „Kugelsternhaufen“ für die Beobachtung im Klassenverband mit dem „Telementor“ ausscheiden. Hinzu kommt, daß schon das Auffinden des Objektes nicht ohne Probleme ist, da das Sternbild Herkules zwar große Kulminationshöhen erreicht, aber weitgehend aus unauffälligen Sternen besteht, M 13 eine (Flächen-) Helligkeit von  $5^m,8$  aufweist, aber unter städtischen Beobachtungsbedingungen mit dem bloßen Auge nicht, aber auch bei besten Beobachtungsbedingungen und genauer Ortskunde nicht einfach gefunden werden kann. Ersparen wir unseren Schülern und uns die Enttäuschung über eine mißlungene Beobachtung! Es ist in diesem Falle besser, den Aufbau eines Kugelsternhaufens anhand eines guten Fotos zu erläutern. Nach unseren Erfahrungen ist zur Lösung der Lehrplanaufgabe 11 die Beobachtung des offenen Sternhaufens  $\eta$  und  $\chi$  im Sternbild des Perseus besonders geeignet (s. auch *Astronomie in der Schule* 21 (1984) 5).

Für die Arbeit in den fakultativen Kursen sind M 13 und die anderen beiden Kugelsternhaufen in diesem Sternbild jedoch durchaus lohnende Beobachtungsobjekte mit stark unterschiedlichem Anforderungsniveau. Hier kommt es weniger auf das Erkennen von Feinheiten an. Das Bestimmen von Sternzeit und Stundenwinkel, das Einstellen nach Teilkreisen (bei richtig justiertem Fernrohr!) und schließlich das Finden der Objekte im Sehfeld kostet zwar Zeit, ist aber in jedem Fall ein besonderes Erlebnis. Während der Kugelsternhaufen M 92 noch rund den halben scheinbaren Durchmesser von M 13 aufweist und im Sehfeld als kleines, verwaschenes Scheibchen erkennbar ist, setzt die Beobachtung des Kugelsternhaufens NGC 6229 schon etwas Beobachtungserfahrung voraus, denn sein scheinbarer Durchmesser von nur einer Bogenminute erfordert ein genaues Hinsehen, um ihn von den Sternen sicher unterscheiden zu können. M 13 hat Mitte September gegen 21 Uhr MEZ und Mitte Oktober gegen 19 Uhr MEZ immerhin noch eine Höhe

von rund 45 Grad über dem Westhorizont und ist bis in den Dezember hinein in annehmbaren Höhen beobachtbar. Nachstehend seien die wichtigsten Daten für die drei Kugelsternhaufen genannt:

#### M 92 (NGC 6341)

Rektaszension 17<sup>h</sup> 16<sup>m</sup>  
 Deklination +43°2  
 scheinbarer Durchmesser 12'  
 wahrer Durchmesser 120 ly  
 scheinbare Helligkeit +6<sup>m</sup> 5  
 Entfernung 36 000 ly

#### M 13 (NGC 6205)

Rektaszension 16<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>  
 Deklination +36°6  
 scheinbarer Durchmesser 23  
 wahrer Durchmesser 100 ly  
 scheinbare Helligkeit +5<sup>m</sup> 8  
 Entfernung 23 000 ly  
 hellste Sterne 11<sup>m</sup>

#### NGC 6229

Rektaszension 16<sup>h</sup> 46<sup>m</sup>  
 Deklination +47°6  
 scheinbarer Durchmesser 1'  
 wahrer Durchmesser 33 ly  
 scheinbare Helligkeit +8<sup>m</sup> 7  
 Entfernung 81 500 ly

Für die Beobachtung im Rahmen der Arbeit der fakultativen Kurse bietet das Sternbild aber auch eine Reihe schöner Doppelsterne. Hier sei besonders der Hauptstern Alpha Herculis „Ras Algethi“ (arab. „Kopf des Knienden“) erwähnt. Es ist ein Doppelstern, bei dessen heller Komponente (+3<sup>m</sup> 0) es sich um einen Roten Riesen des Spektraltyps M 5 handelt. Dieser besitzt bei 680fachem Sonnendurchmesser die 630fache Sonnenleuchtkraft. Die Oberflächentemperatur beträgt 3000 K. Im Fernrohr zeigt der Stern eine intensiv orangegelbe Farbe. In nur 4<sup>1</sup>/<sub>6</sub> Distanz steht der gelbe, 5<sup>m</sup> 4 helle Begleiter vom Spektraltyp F 8, der seinerseits wieder ein spektroskopischer Doppelstern ist. Das System ist rund 690 Lichtjahre von uns entfernt. Für die deutliche Trennung der beiden Komponenten ist wie bei allen engen Doppelsternen das Okular 16-O erforderlich. Selbstverständlich treten die unterschiedlichen Sternfarben im Schulfernrohr noch nicht so auffällig hervor, wie bei einem Instrument mit größerer Öffnung. An weiteren Doppelsternen (in der Übersichtsdarstellung gekennzeichnet) können wir beobachten

My Herculis	(+3 <sup>m</sup> 5/+9 <sup>m</sup> 9, 33" Distanz, 30 ly Abstand)
Rho Herculis	(4+ <sup>m</sup> 5/+5 <sup>m</sup> 5, 4" Distanz, 270 ly Abstand)
Kappa Herculis	(5+ <sup>m</sup> 0/+6 <sup>m</sup> 0, 30" Distanz, 270 ly Abstand)
Delta Herculis	(3+ <sup>m</sup> 2/+8 <sup>m</sup> 1, 9" Distanz, 70 ly Abstand)
95 Herculis	(+5 <sup>m</sup> 1/+5 <sup>m</sup> 2, 6" Distanz, 470 ly Abstand)

Unsere 3. Umschlagseite enthält neben der fotografischen Aufnahme eines großen Teiles des Sternbildes Herkules die nahezu die gleiche Fläche überdeckende Beobachtungskarte. Auf der nur 4 Minuten mit einer gewöhnlichen Kleinbildkamera auf ORWO NP 27 belichteten Aufnahme sind M 13 und M 92 deutlich sichtbar (auf der Aufnahme durch Pfeile markiert). Die Titelseite gibt eine hervorragend gelungene Amateuraufnahme des Kugelsternhaufens M 13 wieder, die an der Volkssternwarte Drebach gewonnen wurde. Auf dieser Aufnahme ist (durch einen Pfeil gekennzeichnet) sogar die nur 11<sup>m</sup> 3 helle Galaxie NGC 6207 erkennbar, die 36,2 Millionen Lichtjahre von uns entfernt ist.

HANS JOACHIM NITSCHMANN

#### Hinweis der Redaktion

Bitte teilen Sie uns Ihre Erfahrungen mit, die Sie bei der Beobachtung des Kugelsternhaufens M 13 im Klassenverband sammelten!

#### Herzlichen Glückwunsch

GERHARD ESCHENHAGEN, langjähriger Korrespondent von „Astronomie in der Schule“, wurde zum Studienrat befördert.

# V

# Vorbilder

## Diplomgeograph Oberlehrer Hermann Risse

Weder ist er der Lehrer berühmter Geographen, noch bekannter Astronomen. Wir wissen nicht, wie viele seiner ehemaligen Schüler noch erklären könnten, warum der Vollmond im Sommer so tief und in den Winternächten so hoch am Himmel steht. Trotzdem meinen die Kollegen des 64jährigen Diplomgeographen OL HERMANN RISSE, daß er eine unauslöschbare Spur in die Geschichte der Schulastronomie unseres Landes gebrannt hat (s. Bild 4. Umschlagseite).

Es war wohl 1941, als der junge Rekrut RISSE in einer Frontbuchhandlung ROBERT HENSELING'S „Sternbüchlein“ kaufte, mit dem er sich des Nachts als Luftbeobachter die Zeit vertreiben wollte. Die Broschüre ging während des faschistischen Aggressionsfeldzuges verloren, doch die Liebe zur Sternkunde sollte fast zwanzig Jahre später sein Leben entscheidend prägen.

Er heiratete inzwischen, machte an der Alma Mater Lipsensis das Diplom, unterrichtete Geographie in Freital und Dresden. „Ich hatte gerade so richtig an der 39. OS in Dresden Fuß gefaßt, da führte man den Unterricht in Astronomie ein. Für mich gab es keine Frage. Das war ein Fach, ganz nach meinem Geschmack“, erzählt Oberlehrer RISSE, sich an diese Zeit erinnernd. Der Schule glückte es sehr schnell, ein Cassegrain-Spiegelteleskop 150/2250 bei Carl Zeiss Jena zu erwerben. „Bereits im Dezember 1960 traf das Instrument ein. Nicht nur meine Schüler waren sofort Feuer und Flamme, auch Eltern erklärten sich zum Bau einer Sternwarte bereit.“ In der damaligen Bezirkszeitschrift „Astronomie in der sozialistischen Schule“ berichtete 1961 der rührige Organisator: „Bisher wurden über 1500 Stunden im Rahmen des NAW geleistet... Der Kuppelaufriß ist schon gegossen, die Kuppel im Bau.“

Im gleichen Jahr wurde die heute noch einzige Schulsternwarte der Bezirksstadt mit ihren über 300 000 Einwohnern fertiggestellt. Vergleicht man 1988 die gepflegte Warte „Am Hohen Stein“ in Dresden-Plauen mit später errichteten Schul- oder Volkssternwarten, so zählt sie gewiß nicht zu den Großen. Doch führte hier ein einziger Mann, wie die Besucherbücher unbestechlich Auskunft geben, in 27 Jahren 19 580 Besucher in die Schönheiten des Himmels ein. Sternstunden waren es für ihn, als Professor GRET PALUCCA, Delegationen der Partnerstadt Coventry oder Mitarbeiter des Volksbildungsministeriums Rumäniens sein Observatorium besuchten.

1960 wurde HERMANN RISSE in die Expertenkommission für Unterrichtsmittel an der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften berufen. Über 100mal setzte er sich in den Berliner Zug, um an Beratungen in der Hauptstadt teilzunehmen. Lehrmaterialien weisen ihn als Autor aus. Seit 1962 ist der unermüdliche Diplomgeograph Fachberater; jahrelang war er es sogar für alle Astronomielehrer Dresdens. Neben dem Unterricht an mehreren Schulen und der Leitung einer Arbeitsgemeinschaft hat Kollege RISSE die Sternwarte zu einem Zentrum der Weiterbildung für die Schülerakademie, die Jugendweihe und Astronomie-Kurse an der Volkshochschule ausgebaut. Für seine Aktivitäten wurde er ausgezeichnet u. a. mit der Theodor-Neubauer-Medaille in Bronze, der Beförderung zum Oberlehrer und mehrfach als Aktivist. Vieles hat er erreicht. Ein Traum blieb jedoch bisher unerfüllt – sein Planetarium.

Hermann RISSE wird keine Ruhe geben. Jetzt steht schon fest, daß er auch mit 65 Astronomie an seiner Stammschule geben wird und die Sternwarte weiter fest in der Hand behält.

JURGEN HELFRICHT

## Künstliche Satelliten im All – eine neue Unterrichtsfernsehsendung

### Ziele der Sendung

Mit neuem Titel ersetzt diese Sendung ab Schuljahr 1988/89 die bisherige Unterrichtssendung „Künstliche Erdsatelliten“. Die Sendung unterstützt den rationellen Wissenserwerb in der Stoffeinheit 2.4. „Raumfahrt“. Durch sie wird die Realisierung folgender Zielstellungen des Lehrplans als Erkenntnisgewinn für die Schüler angestrebt:

- **Wichtige Entwicklungsetappen der praktischen Raumfahrt.**  
Die Schüler sollen erkennen, daß die Menschheit in relativ kurzer Zeit auf der Grundlage einer hochentwickelten Technik schrittweise mit Hilfe von Raumflugkörpern neue Erkenntnisse über die Geo- und Atmosphäre unseres Planeten und Erscheinungen im Weltraum gewinnen konnte.
- **Überblick über wichtige Aufgaben der Raumfahrt, ihren Nutzen für die Menschheit.**  
Die Schüler sollen anhand attraktiver Beispiele erkennen, welche wichtigen Aufgabengebiete sich der Raumfahrt erschlossen haben, daß der Nutzen auf technischem und wissenschaftlichem Gebiet immer größer wird. Dabei sollen sie unter anderem die Bedeutung der Raumfahrt für die astronomische Forschung kennenlernen.
- **Darstellung der Zusammenarbeit der Sowjetunion mit sozialistischen und kapitalistischen Ländern.**  
Den Schülern soll anhand von Beispielen die komplexe internationale Zusammenarbeit in der Raumfahrt nahegebracht werden, wobei der Anteil der DDR an der Kosmosforschung erkennbar wird.

### Inhaltliche Schwerpunkte

(Bei Redaktionsschluß war die Sendungsproduktion noch nicht abgeschlossen. Deshalb kann nur eine grobe inhaltliche Gliederung gegeben werden; einzelne Änderungen sind möglich.)

Im ersten Schwerpunkt werden wichtige Etappen der Entwicklung der Raumfahrt dokumentiert. Dabei wird keine lückenlose bzw. chronologische Abfolge angestrebt. Anhand typischer Beispiele sollen drei Etappen (nach einem astronomischen Ordnungsprinzip) herausgestellt werden, wobei sich eine Verknüpfung mit den jeweiligen Endgeschwindigkeiten der Raumflugkörper anbietet.

Im zweiten Schwerpunkt werden Aufgabengebiete und Nutzen der Raumfahrt vorgestellt. Ausgehend von typischen Umlaufbahnen (Trick) werden Beispiele aus den Anwendungsgebieten Nachrichtenübermittlung, Wetterbeobachtung, Erdfernerkundung und astronomische Beobachtung dargestellt. In einem dritten Schwerpunkt wird die neue Etappe der Raumfahrt auf der Grundlage einer permanent besetzten Orbitalstation (Raumstation MIR, 1987) mit ihrer komplexen Bedeutung und ihren Möglichkeiten für die Fortsetzung der wissenschaftlichen Arbeiten auf den Gebieten wie der Fernerkundung der Erde, der Werkstoffforschung, der Medizin und besonders der Astronomie (Astromodul Quant) herausgestellt. Die Mitwirkung der DDR in der internationalen Kosmosforschung wird gewürdigt.

### Empfehlungen zur Nutzung der Sendung

Ausgehend von den Hinweisen zur Unterrichtsgestaltung dieser Stoffeinheit in den Unterrichtshilfen (S. 40/41) empfiehlt sich bei gegebener Möglichkeit der effektivste Einsatz der Sendung in der ersten Unterrichtsstunde der Stoffeinheit. Für die Motivation der Schüler, ebenso für den Prozeß einer rationellen Wissensaneignung werden durch den Aufbau und die Gestaltung günstige Voraussetzungen geschaffen. Bei einem Sendungseinsatz in der zweiten Stunde der Stoffeinheit sollte bedacht werden, daß gerade die Sendung gute Ansatzpunkte für die weltanschauliche Erziehung bietet, um

davon ausgehend die in den Unterrichtshilfen formulierten Aspekte der „Raumfahrt für den Frieden“ erörtern zu können. Ergänzungen zum Sendungsinhalt, besonders in der Form der Systematisierung, sind mit Hilfe des Lehrbuches möglich, z. B. zum Einsatz der Raumfahrt in der astronomischen Forschung (Tabelle, S. 48) oder der Tabelle „Endgeschwindigkeiten für Raumflugkörper“ (S. 49).

Für eine genaue inhaltliche Orientierung zur Sendung wird die Wahrnehmung einer Lehrerinformationssendung dringend empfohlen (21. 11. und 28. 11. 1988, 18.25 Uhr, II). Die Sendezeiten für die Vormittagsausstrahlungen vom 5. 12.–22. 12. 1988 sind veröffentlicht in „Astronomie in der Schule“ 25 (1988) 4 und in der DLZ 24/1988.

HORST ROPKE

## Republikoffene Spezialkurse im Fach Astronomie in den Winter- und Sommerferien 1989

Das hier veröffentlichte Spezialkursangebot wurde auf der Grundlage der Gesamtplanung für die Jahre 1988–1992 von den durchführenden Einrichtungen und den Bezirkskabinetten für Unterricht und Weiterbildung für das Schuljahr 1988/89 dem aktuellen Stand entsprechend präzisiert und ergänzt. Nähere Informationen zur Anmeldung und zu den Teilnahmebedingungen können den „Vorbemerkungen und Hinweisen“ zum Gesamtangebot entnommen werden (siehe Beilage DLZ-Information Nr. 22/87 bzw. Fachzeitschrift Astronomie in der Schule Nr. 4/87).

Die Anschriften folgender Bezirkskabinette für Unterricht und Weiterbildung werden berichtet:

**Rostock:** Am Reifergraben 4, Rostock, 2500

**Karl-Marx-Stadt:** Straße der Nationen 25, PSF 640, Karl-Marx-Stadt, 9010

**Leipzig:** Demmeringstraße 57, Leipzig, 7033

### Zur Struktur, Kinematik und Entwicklung des Milchstraßensystems

Geeignet für Fachlehrer für Astronomie.

Entfernungsbestimmung. Methoden zur Erfassung des Aufbaus des Milchstraßensystems. Kinematik und Dynamik. Sternpopulationen unter besonderer Berücksichtigung der offenen und Kugelsternhaufen. Kern. Zur didaktisch-methodischen Behandlung der Thematik im Unterricht.

Sternwarte Bautzen / Anmeldung dort:

Sternwarte „Johannes Franz“

Czornebohstraße 82

Bautzen, 8600

3.–7. 7. 1989

Kap. 45

### Relativistische Astrophysik und Kosmologie

Geeignet für Fachlehrer für Astronomie und Leiter von Arbeitsgemeinschaften.

Klassische Physik; spezielle Relativitätstheorie; allgemeine Relativitätstheorie. Einsteinsche Gleichungen und Planetenbewegung. Starke Gravitationsfelder. Schwarze Löcher. Astrophysikalische Beobachtungsmöglichkeiten. Kosmologie; einfache Weltmodelle; Energiebilanz der Weltmodelle; Prozeßabläufe im expandierenden Kosmos; Bedeutung für die Elementarteilchentheorie. Geschichte der kosmologischen Vorstellungen.

Zentralinstitut für Astrophysik der AdW/BUW Potsdam

3.–7. 7. 1989

Kap. 25

### Zur Gestaltung anspruchsvoller und interessanter geistig-praktischer Schülertätigkeiten im fakultativen Unterricht Astronomie und Raumfahrt

Der Kurs soll einen Beitrag zur fachlichen und didaktisch-methodischen Qualifizierung der Leiter fakultativer Kurse an Oberschulen leisten.

Planung des methodischen Vorgehens und Führung des Erkenntnisprozesses. Beobachtungsinstrumentarium und Hilfsmittel für Beobachtungen. Praktische Hinweise zur Vorbereitung und Auswertung astronomischer Beobachtungen. Astrophotographie. Differenzierte Praktika in visuellen und

photographischen Beobachtungen; spektroskopische Beobachtung der Sonne; Bestimmung der Abmessung von Oberflächeninformationen des Mondes; photographische Planetenbeobachtungen u. a.

Schulsternwarte Schwerin/BUW Schwerin  
13.-17. 2. 1989

Kap. 25

## Kursweiterbildung effektiv und zweckmäßig nutzen!

Erste Auswertungen der Ergebnisse der Fachkursweiterbildung *Astronomie* nach neuem Weiterbildungsprogramm zeigen, daß die Wahl der beiden unterschiedlichen Kurse von einigen Kollegen nicht sinnvoll getroffen wurde. Daher nochmals der Hinweis, daß Fachkurs I für Fachlehrer und im Fach *Astronomie* erfahrene Nichtfachlehrer vorgesehen ist.

Mit dem Fachkurs II sollen diejenigen Kollegen unterstützt werden, die *Astronomie* ohne bzw. mit bisher geringer Erfahrung in diesem Fach unterrichten (vgl. auch *Astronomie* in der Schule Heft 6/1986, S. 126).

Wir bitten auch besonders die Fachberater, ihre Kollegen *Astronomie*lehrer und Direktoren bei der Auswahl des geeigneten Fachkurses zu beraten.

**CHARLOTTE BIERWAGEN**

Zentralinstitut für Weiterbildung  
der Lehrer und Erzieher  
beim Ministerium für Volksbildung der DDR

## Eine Strickkreuzbeleuchtung für das Schulfernrohr

Im folgenden wird ein Hilfsmittel zur Durchführung der schulastronomischen Beobachtungsaufgaben, insbesondere der Aufgabe 3 „Astronomische Koordinaten“ (1), vorgestellt, das auch bei Beobachtung im fakultativen Unterricht eingesetzt werden kann.

Zur Bestimmung der Koordinaten von Sternen nach dem Horizontsystem wird das Schulfernrohr „Telementor“ mit dem orthoskopischem Okular 16-O und dem Strickkreuz verwendet. Das Strickkreuz ist nur schwer erkennbar, deshalb wurde eine Hellfeldbeleuchtung entwickelt. Die Beleuchtung des Strickkreuzes sollte mit diffusem Licht erfolgen, dessen Helligkeit sich regulieren läßt. Außerdem sollte der Aufbau einfach, robust und kostengünstig sein.

Es wurden folgende handelsübliche Bauteile verwendet: eine Okularsteckhülse, zwei Lichtemitterdioden (LED), Typ VQA 23 grün, ein Lautsprecherstecker, eine Lautsprecherbuchse, ein Kippschalter, eine Batteriebox für PIKO-Bohrmaschinen und ein Potentiometer 4,7 k $\Omega$  logarithmisch.

Die als Beleuchtung dienenden LED werden in zwei, sich im unteren Teil der Okularsteckhülse gegenüberliegenden Bohrungen, z. B. mit Epasol EP 11, eingeklebt. Dann wird die Katode der einen LED mit der Anode der anderen LED verbunden. An die beiden noch freien Anschlüsse lötet man etwa 1,5 m flexible zweiadrigte Bastelleitung an sowie daran den Lautsprecherstecker.

Eine Zugentlastung wird durch zwei kleine übereinanderliegende Bohrungen ermöglicht, durch die man die Verbindungsleitung führt.

Die Energieversorgung, der Kippschalter und das Potentiometer finden in der Batteriebox Platz, da zum Betreiben der LED eine Flachbatterie 4,5 V, die in der Mitte der Box angeordnet wird, ausreicht. Man entfernt die beiden Außenkontakte (Klemmschrauben) und erweitert die freiwerdenden Öffnungen so, daß der Kippschalter bzw. das Potentiometer eingesetzt werden können. Die Batteriekontaktbleche des Gehäuses sind einerseits mit dem Kippschalter und andererseits mit dem Potentiometer elektrisch zu verbinden. Von dort aus erfolgt jeweils der Anschluß an die Lautsprecherbuchse, die in eine Seitenfläche der Box eingesetzt wird. Dabei ist zu beachten, daß die Anschlußbelegung der Buchse der des Steckers entspricht, denn sonst leuchten die LED trotz angelegter Betriebsspannung nicht. Des weiteren muß sich beim Einstellen des Potentiometers die Helligkeit

der LED in einem weiten Bereich regeln lassen, ansonsten sind die Anschlüsse a und c des Potentiometers zu vertauschen.

Die so fertiggestellte Hellfeldbeleuchtung läßt sich gut am Schulfernrohr „Telementor“ in Verbindung mit einem Okularrevolver einsetzen. Auch in der Arbeit im FKR „Astronomie und Raumfahrt“ ist die Hellfeldbeleuchtung vielseitig einsetzbar. Im Grundkurs, Abschnitt 3 „Orientierung am Sternhimmel“ kann sie zum Justieren des Fernrohrs und zur Messung der Polhöhe verwendet werden. Im Wahlkurs 2 „Sterne und Sternsysteme“ ist der Einsatz der Hellfeldbeleuchtung zur Unterstützung der Positionswinkelmessung und als Nachführhilfe für astrofotografische Zwecke möglich.

TITUS MARWINSKI

## Zur Karteikarte in diesem Heft

### Erstleistungen in der Raumfahrt

Es wurden nur Erstleistungen ausgewählt, die neue Forschungsergebnisse von Bedeutung erbrachten bzw. in raumfahrttechnologischer Hinsicht eine neue Qualität darstellten. Erstleistungen hinsichtlich der Nutzung von Erdsatelliten wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht berücksichtigt.

Mit Hilfe der Tabelle können im Lehrervortrag unter Hervorhebung der wichtigsten Unternehmen Grundzüge der Raumfahrtentwicklung dargelegt werden. Eine detaillierte Auswertung ist nur im FKR möglich. Die Tabelle ermöglicht u. a. folgende Verallgemeinerungen:

- Qualitativ unterscheidbare Abschnitte der Raumfahrt
- Pionierrolle der sowjetischen Raumfahrt
- Kontinuität des sowjetischen bemannten Raumfluges

### Ablauf der Phobos-Mission

Jedem *Astronomie*lehrer ist im Schuljahr 1988/89 zu empfehlen, gemeinsam mit den Schülern den Ablauf der Phobos-Mission zu verfolgen. Die Übersicht enthält die wesentlichsten Informationen über Verlauf und Aufgabenstellung des Unternehmens, die im Rahmen des Unterrichts vermittelt werden können, und ermöglicht die Veranschaulichung durch Tafelbild oder Folie.

WOLFGANG WENZEL

# Z Zeitschriftenschau

**DIE STERNE.** D. DÖRING: Johann Karl Burckhardt und die Entdeckung der Pallas durch Wilhelm Olbers. 64 (1988) 1, 3–10. Autor ruft Leistungen des aus Leipzig stammenden Mathematikers und Astronomen J. K. Burckhardt (1773–1825) ins Gedächtnis zurück. B. hat seit 1979 in Paris, der damaligen Hochburg der europäischen *Astronomie*, gewirkt. – TH. MAROLD: Die Sonnenfinsternis vom 23. September 1987 – Bericht vom Beobachtungsort Alma-Ata. 64 (1988) 1, 51–54. – W. PFAU: 175 Jahre Universitäts-Sternwarte Jena. 64 (1988) 2, 67–71. Über das heutige Arbeitsprofil dieser Einrichtung. – H.-G. REIMANN/R. SCHIELICKE/B. STECKLUM: Entwicklung der Beobachtungstechnik an der Universitäts-Sternwarte Jena. 64 (1988) 2, 72–83. Über die technische Vervollkommnung des 90-cm-Teleskops in Großschwabhausen. – R. SCHIELICKE: Die ersten Jahrzehnte der Jenaer Sternwarte. 64 (1988) 2, 84–89. Behandelt wird der Zeitraum von der Gründung der Sternwarte (1813) bis zur Übernahme des Direktors durch Ernst Abbe (1878). – M. STRUMPF: Die Gothaer Seebergsternwarte im Urteil ihrer Zeitgenossen. 64 (1988) 3, 139–148. Zum 200. Jahrestag der Grundsteinlegung.

**ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT.** G. BACHMANN: **Magnetfelder der Sonnenatmosphäre und die Struktur der Chromosphäre.** 26 (1988) 2, 34–38. — K.-H. TIEMANN: **Eine populärwissenschaftliche Aktiengesellschaft** 26 (1988) 2, 51 bis 53. Zum 100. Gründungsjubiläum der Berliner Urania. — E. MADLOW: **Planetenforschung zwischen den Zeiten (I).** 26 (1988) 2, 53–55. Während der 30er bis 50er Jahre unseres Jahrhunderts gab es weltweit eine auffällige Lücke in der professionellen Planetenforschung. Autor geht auf Leistungen und Aktivitäten in dieser Zeit im internationalen (Observatorium auf dem Pic du Midi) und nationalen Rahmen (u. a. Fauth und Löbering) ein und wendet sich dann der Berliner Szene zu (u. a. Weber, Gramatzki). Teil II: 26 (1988) 3, 83–86. In diesem Teil wird die Frage nach dem wissenschaftlichen Nutzen dieser Amateurarbeiten beantwortet. — H. SCHOLZE: **Das Fernrohr des Sternfreundes. Spiegelfernrohre (III).** 26 (1988) 2, 58–60. In diesem Teil wird auf das Schmidt-Cassegrain-Teleskop und den Schiefspiegler eingegangen. — K.-H. TIEMANN: **Man nannte ihn den „Urania-Meyer“.** 26 (1988) 3, 66–69. Leben, Werk und Persönlichkeit des Astronomen Max Wilhelm Meyer (15. 2. 1853–17. 12. 1910), der insbesondere in seinen drei letzten Lebensjahrzehnten besondere Verdienste um die populäre Schilderung wissenschaftlicher astronomischer Sachverhalte erwarb. — F.-E. RIETZ: **Neue Wege in der Weltraumfahrt.** 26 (1988) 3, 71–73. Ergebnisse eines internationalen Forums, das vom 2. bis 4. 10. 1987 in Moskau 600 Teilnehmer aus über 30 Ländern unter dem Thema „Zusammenarbeit im Kosmos für Frieden auf der Erde“ vereinte. — J. HELFRICHT: **Die Astronomie in meinem Leben.** 26 (1988) 3, 76–78. Bericht über einen Besuch bei Manfred von Ardenne.

**URANIA.** B. RUTTMANN: **INMARSAT. Satelliten im Dienste der Schiff- und Luftfahrt.** 4/1988, 60–65. Geschichte, Aufbau und Perspektiven des INMARSAT-Systems. — B. PRIESEMUTH: **Gelandet – Verglüht – Verschollen. Das Ende künstlicher Raumflugkörper.** 5/1988, 56–61. — A. ZENKERT: **„Vom Arbeiter zum Astronomen“.** 6/1988, 24–27. Bruno H. Bürgel zum 40. Todestag. — D. MÖHLMANN: **Aus der Frühphase des Sonnensystems: Kometen.** 6/1988, 30–33. Erkenntnisse über Kometen unter besonderer Berücksichtigung der Ergebnisse der Halley-Missionen.

**VERÖFFENTLICHUNGEN DER ARCHENHOLD-STERNWARTE BERLIN-TREPTOW.** **Geschichte der Kometenforschung.** Vorträge u. Schriften Nr. 66, 1987, 64 S., 15 Abb.; 4,- Mark. Enthält 4 Aufsätze: *Kometen, Weltbild und Wissenschaftsentwicklung* (F. GEHLHAR). *Gottfried Kirch und die Kometentheorie des 17. Jahrhunderts* (J. HAMEL). *Johann Georg Palitzsch und die Entdeckung des Halleyschen Kometen 1758* (S. KOGE). *Der Beitrag der Astrophysik zur Erforschung der Kometen im 17. Jahrhundert* (D. B. HERRMANN).

**VERÖFFENTLICHUNGEN DER VOLKSSTERNWARTE „ADOLF DIESTERWEG“ RADEBEUL.** J. HELFRICHT: **Geschichte der Astronomie in Dresden.** Heft 1, 1988, 48 S., 30 Abb.; 4,- Mark. Ein Überblick über 400 Jahre Wissenschaftsgeschichte in Dresden, die mit der Sammelleidenschaft des sächsischen Kurfürsten August ihren Ursprung fand und bis in die Gegenwart mit dem Wirken hervorragender Dresdner verbunden ist.

**PHYSIK IN DER SCHULE.** E. ROSSA: **Probleme der Weiterentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts.** 26 (1988) 3, 70–83. Autor vermittelt Antwort auf 4 Probleme:

1. *Wie kann durch ein „Weniger an Wissensstoff“ ein „Mehr an Wissensqualität“ erreicht werden? Warum dürfen wir von der weitergehenden Konzentration auf Wesentliches in den neuen Lehrplänen günstigere Bedingungen für solides, dauerhaftes, anwendbares und entwicklungsfähiges Wissen der Schüler erwarten?* 2. *Wieso ist die Besinnung auf die goldenen Fonds der Naturwissenschaft für das Verständnis elementarer Grundlagen von Schlüsseltechnologien unverzichtbar? Warum gilt die Warnung vor kurzschlüssigen spektakulären Veränderungen in den Inhalten auch für den naturwissenschaftlichen Unterricht?* 3. *Warum eröffnet die Begrenzung von Zahl und Art der Methoden größere Chancen, die Schüler gründlich im Gebrauch von Instrumenten*

*und Methoden naturwissenschaftlicher Tätigkeit zu unterweisen und dabei Ausdauer, Beharrlichkeit und Kreativität zu fördern?* 4. *Wie können im naturwissenschaftlichen Unterricht, der Einzelwissenschaften zum Gegenstand hat, tiefergründiger als bisher komplexe, übergreifende Probleme wie weltanschauliche Fragestellungen, Aspekte des Mensch-Natur-Verhältnisses ihren Platz finden, ohne den Rahmen des Physik-, Astronomie-, Chemie- oder Biologieunterrichts zu sprengen?*

MANFRED SCHUKOWSKI

U

## Umschlagseiten

**Titelseite** – Kugelsternhaufen M 13, aufgenommen mit einem Instrument 180/1000 auf ORWO NP 27. Belichtungszeit 20 min. Die Aufnahme zeigt außerdem (durch Pfeil gekennzeichnet) die 36,2 Millionen Lichtjahre von uns entfernte Galaxie NGC 6207.

Aufnahme: Volkssternwarte Drebach/Erzgeb.

**2. Umschlagseite** – Diplomgeograph Oberlehrer HERMANN RISSE. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Vorbilder“ auf Seite 117.

Aufnahme: JÜRGEN HELFRICHT, Dresden

**3. Umschlagseite** – Das Sternbild Herkules, aufgenommen mit Kleinbildkamera, Objektiv 1,8/50, auf ORWO NP 27. Belichtungszeit 4 min. Die Grenzgröße liegt bei 8<sup>m</sup>. Auf der Aufnahme sind die Kugelsternhaufen M 13 und M 92 durch Pfeile gekennzeichnet. Die nebenstehende Beobachtungskarte gibt etwa die Aufnahmefläche wieder.

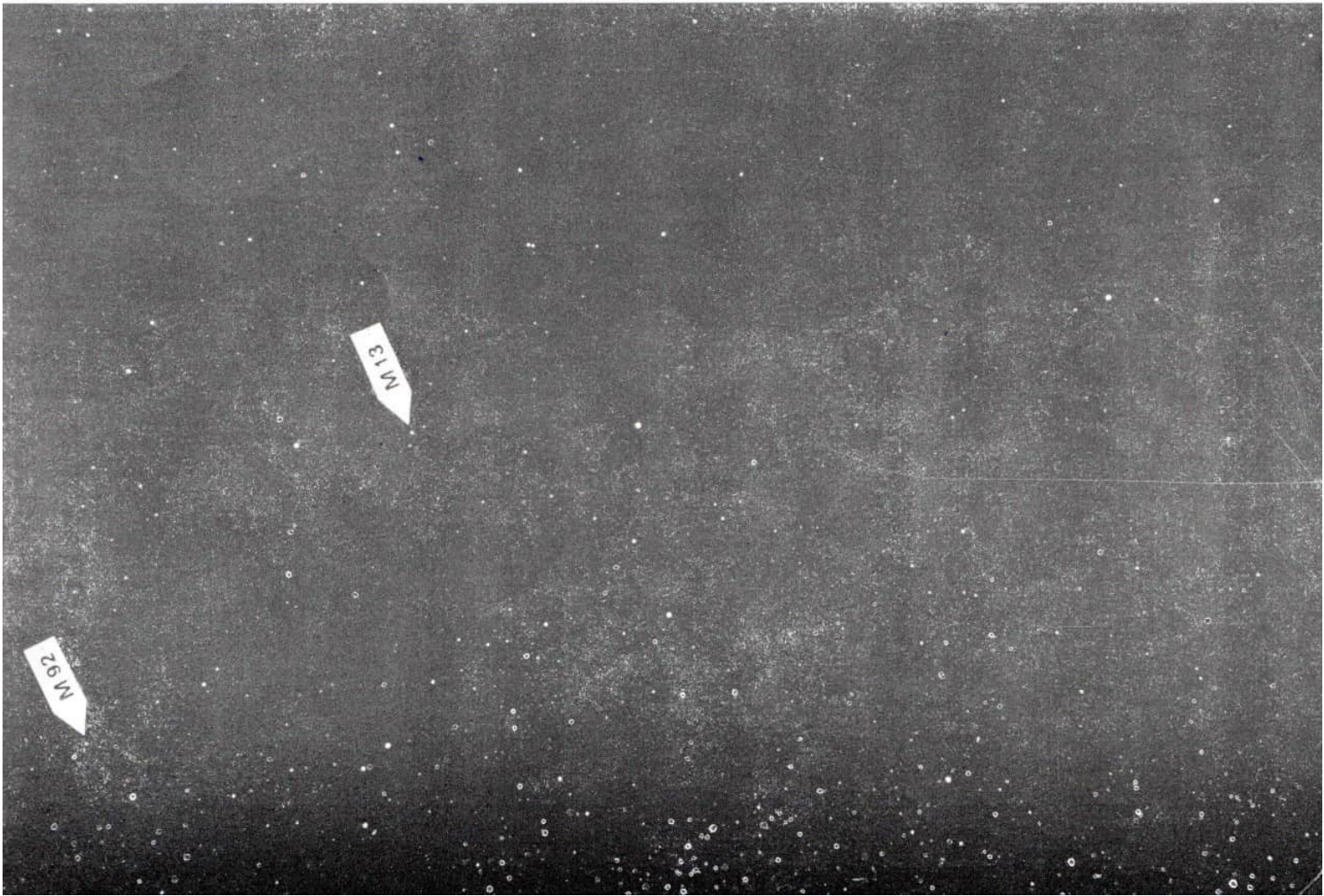
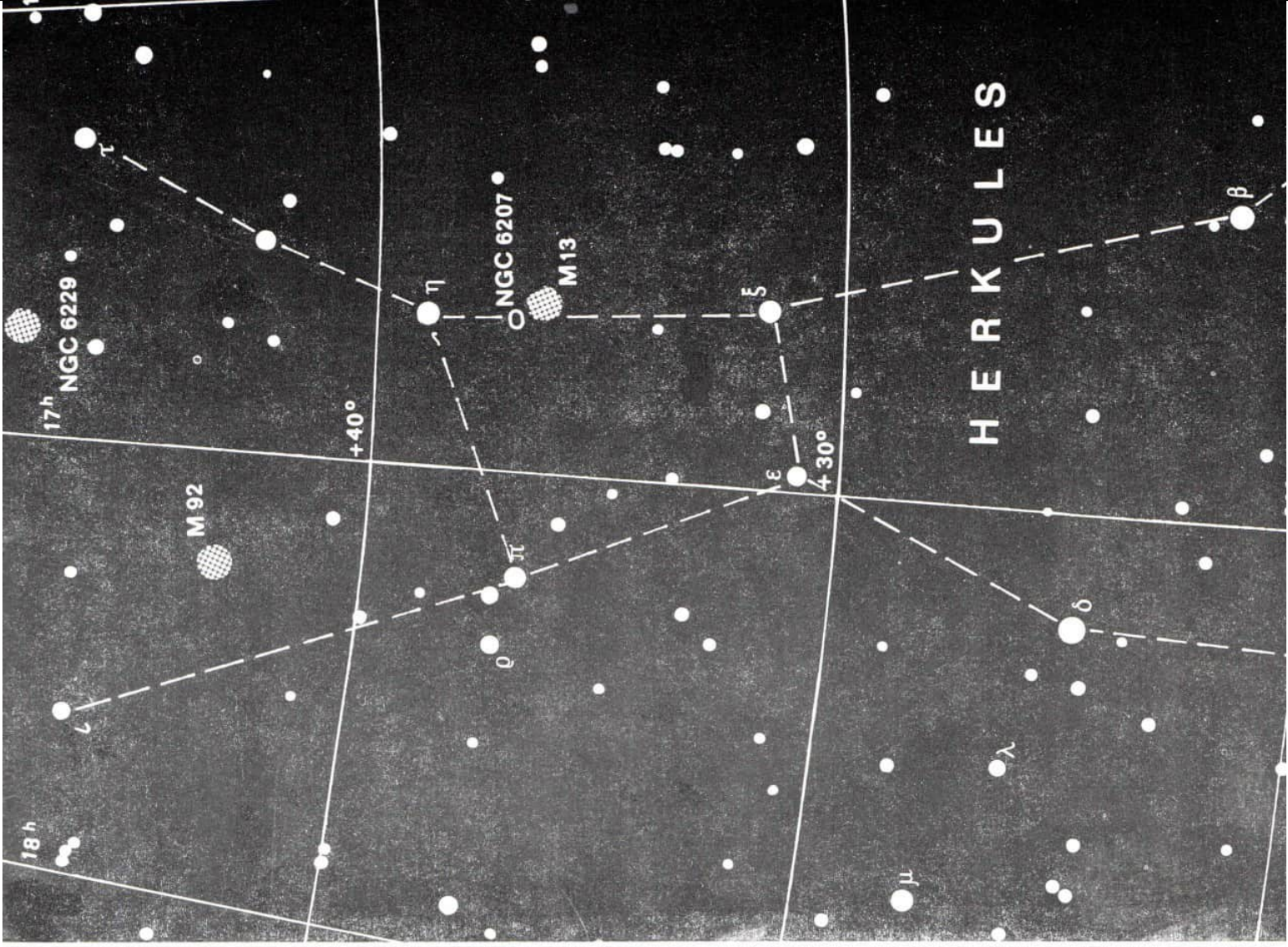
Aufnahme: WOLFGANG SCHWINGE, Sternwarte Bautzen  
Zeichnung: HANS JOACHIM NITSCHMANN, Sternwarte Bautzen

**4. Umschlagseite** – Fleckengruppe mit kräftigen Fackelgebieten am Westrand der Sonne am 14. Juni 1982 um 12h00 min MEZ. Der Durchmesser des Hauptfleckes beträgt rund 32 200 km. Zum Vergleich ist die Größe unserer Erde eingezeichnet. Die Aufnahme wurde am 130/1950-mm-*Zeiss-Refaktor* der Sternwarte „Johannes Franz“ Bautzen in Okularprojektion ( $f = 12,5$  mm) mit Sonnenprisma gewonnen. Belichtet wurde  $\frac{1}{250}$  s auf ORWO DK 5.

Aufnahme: WOLFGANG SCHWINGE, Bautzen

## Korrespondenten von „Astronomie in der Schule“

Oberlehrer Heinz Albert, Crimmitschau; Oberlehrer Rolf Bahler, Neetzow; Olaf Fischer, Leipzig; Dieter Frisch, Berlin; Oberlehrer Luise Gräfe, Dresden; Studienrat Rolf Henkel, Suhl; Oberlehrer Hermann Hilbert, Rudolstadt; Oberstudienrat Peter Klein, Rostock; Lutz Klinnert, Strausberg; Studienrat Ilse Krösche, Berlin; Annelore Muster, Halle; Studienrat Klaus Schmidt, Herzberg; Studienrat Wolfgang Severin, Wittenberg; Oberlehrer Herwig Sue, Dallgow; Studienrat Klaus Ullrich, Burg; Oberlehrer Erhard Weidner, Gotha.





Erde



# ASTRONOMIE

## 6

# IN DER SCHULE

Jahrgang 1988  
ISSN 0004-6310  
Preis 0,60 M

Volk und Wissen  
Volkseigener Verlag  
Berlin



ул. Циолковского

В этом доме  
с 1944 по 1952 год  
жил и работал  
герой Советского  
Союза  
Леоидис Андреевич  
Сидоров



# Inhalt

<b>● Astronomie und Raumfahrt</b>	
H.-E. FRÖHLICH: Strukturbildung im Universum . . . . .	122
K.-G. STEINERT: Die ersten Parallaxenbestimmungen . . . . .	125
H.-D. NAUMANN: HERMANN OBERTH — ein Pionier der Raumfahrt . . . . .	127
<b>● Unser Beitrag zur Vorbereitung des IX. Pädagogischen Kongresses</b>	
A. JOHN: Belege für die Erdrotation und für das kopernikanische System . . . . .	129
C. GLAUBITZ; F. JANSEN: Zur Beobachtung kosmischer Strahlung . . . . .	130
E. NOWATZKI: Zur Vermittlung anwendungsbereiten Wissens im FKR (Grundkurs) . . . . .	133
A. BANNATZ: Planetarium unterstützt Astronomieunterricht . . . . .	134
K. HENKEL: Zur Führung des Astronomieunterrichts durch den Direktor . . . . .	136
<b>● Beobachtung</b>	
K. LINDNER: Eine langfristige Beobachtungsaufgabe . . . . .	137
<b>● Kurz berichtet</b>	
Vorbilder . . . . .	138
Wissenswertes . . . . .	139
Zeitschriftenschau . . . . .	142
Rezensionen . . . . .	143
<b>● Abbildungen</b>	
Umschlagseiten . . . . .	143
<b>● Dokumentation (A. MUSTER)</b>	
144	
<b>● Karteikarte</b>	
L. GRÄFE: Zuordnung von Lichtbildern zu den Stoffeinheiten des Lehrplans (I)	

Redaktionsschluß: 3. 10. 1988

Auslieferung an den Postzeitungsvertrieb: 5. 12. 1988

## Из содержания

Х.-Э. ФРЁЛИХ: Возникновение структур во вселенной . . . . .	122
К.-Г. ШТАЙНЭРТ: Первые определения параллакс . . . . .	125
Х.-Д. НАУМАНН: Херманн Оберт — пионер космонавтики . . . . .	127
А. ИОН: Доказательства в пользу вращения земли и Коперниковы системы . . . . .	129
К. ГЛАУБИЦ; Ф. ЯНЗЕН: Наблюдение космического излучения . . . . .	130
А. БАННАЦ: Планетарий поддерживает изучение астрономии в школе . . . . .	134

## From the Contents

H.-E. FRÖHLICH: Formation of Structures in the Universe . . . . .	122
K.-G. STEINERT: The First Parallax Determinations . . . . .	125
H.-D. NAUMANN: HERMANN OBERTH — a Space Flight Pioneer . . . . .	127
A. JOHN: Evidences of Earth Rotation and Copernican System . . . . .	129
C. GLAUBITZ; F. JANSEN: Observing Cosmic Radiation . . . . .	130
A. BANNATZ: Planetary Supports Astronomy Instruction . . . . .	134

## En résumé

H.-E. FRÖHLICH: La formation de structure dans l'univers . . . . .	122
K.-G. STEINERT: Les premières destinations de la parallaxe . . . . .	125
H.-D. NAUMANN: HERMANN OBERTH — un pionnier de l'aviation interplanétaire . . . . .	127
A. JOHN: Des preuves pour la rotation de la terre et le système de Copernic . . . . .	129
C. GLAUBITZ; F. JANSEN: L'observation de la radiation cosmique . . . . .	130
A. BANNATZ: Un planétarium soutient l'enseignement astronomique . . . . .	134

## Del contenido

H.-E. FRÖHLICH: La formación de estructuras en el universo . . . . .	122
K.-G. STEINERT: Las primeras determinaciones de paralaxis . . . . .	125
H.-D. NAUMANN: HERMANN OBERTH, pionero de vueltas cósmicas . . . . .	127
A. JOHN: Comprobantes de la rotación terrestre y del sistema copernicano . . . . .	129
C. GLAUBITZ; F. JANSEN: En cuanto a la observación de la radiación cósmica . . . . .	130
A. BANNATZ: Un planetario apoya la enseñanza de astronomía . . . . .	134

# ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Heft 6

25. Jahrgang 1988

### Herausgeber:

Verlag Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, Krausenstraße 50, Postfach 1213, Berlin, DDR - 1086, Tel. 20430, Postscheckkonto: Berlin 7199-57-1326 26

### Anschrift der Redaktion:

Friedrich-List-Straße 8 (Sorbisches Institut für Lehrerbildung „Karl Jannack“), Postfach 440, Bautzen, DDR-8600, Telefon 4 25 85

### Redaktionskollegium:

Oberstudienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Klaus Lindner (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Horst Bienioschek, Dr. rer. nat. Ulrich Bleyer, Dr. rer. nat. Hans-Erich Fröhlich, Dr. phil. Fritz Gehlhar, Dr. sc. phil. Nina Hager, Prof. Dr. sc. nat. Dieter B. Herrmann, Oberlehrer Volker Kluge, Oberlehrer Monika Kohlhagen, Oberlehrer Jörg Lichtenfeld, Oberstudienrat Hans Joachim Nitschmann, Prof. Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Oberlehrer Eva-Maria Schober, Prof. Dr. sc. paed. Manfred Schukowski, Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert, Studienrat Joachim Stier, Oberlehrer Dr. paed. Uwe Walther, Prof. Dr. rer. nat. habil. Helmut Zimmermann, Günter Zimmermann.

Drahomira Günther (redaktionelle Mitarbeiterin), Dr. sc. phil. Siegfried Michalk (Übersetzer)

Lizenznummer und Lizenzgeber: 1488, Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik

### Gesamtherstellung:

Nowa Doba, Druckerel der Domowina, Bautzen  
AN (EDV 427)  
III-4-9-1892-5,2 Liz. 1488

### Erscheinungshinweise:

zweimonatlich, Preis des Einzelheftes 0,60 Mark; im Abonnement zweimonatlich (1 Heft) 0,60 Mark. Auslandspreise sind aus den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes BUCHEXPOR zu entnehmen. — Bestellungen werden in der DDR von 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 BUCHEXPOR, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, Leninstraße 16, Leipzig, DDR - 7010.

ISSN 0004-6310

# Strukturbildung im Universum

In Fortsetzung unserer Veröffentlichungen zu Fragen der Kosmologie (s. *Astronomie in der Schule* Hefte 1 und 2/1988) publizieren wir nachfolgend einen weiteren Fachbeitrag.

Heute ist die kosmische Materie keineswegs gleichmäßig verteilt. In den Galaxien beispielsweise ist der Stoff millionenfach konzentrierter als im kosmologischen Mittel! Galaxien wiederum sind die Bausteine noch weit imposanterer Strukturen: von Grüppchen und Haufen. So gehören wir der sogenannten Lokalen Gruppe an, die selbst nur ein Anhängsel des Virgogalaxienhaufens zu sein scheint. Doch damit nicht genug. Auch die wahrhaft gigantischen Galaxienhaufen sind noch nicht das Non-plus-ultra. Sie werden von Superhaufen übertroffen, meist gewaltigen Filamenten, die bis zu 100 Mpc groß sind. Daneben prägen gigantische „Löcher“ in der Verteilung der helleren Galaxien das heutige Antlitz des Kosmos. Das sogenannte Bootes-Loch hat eine Ausdehnung von 124 Mpc! Das sind 400 Millionen Lichtjahre!

Ob das Universum im Großen eher einem Schweizer Käse gleicht oder Seifenschaum, ist noch nicht entschieden. Noch größere Strukturen, mit charakteristischen Ausdehnungen weit über 100 Mpc, scheint es allerdings nicht zu geben. Die Kosmologen haben deshalb so unrecht nicht, wenn sie – ungeachtet der Superhaufen und „Löcher“ – einfach von einem homogenen und isotropen Kosmos sprechen.

Wenn auch heute der Stoff – zumindest im „Kleinen“ – recht klumpig verteilt ist, das war beileibe nicht immer so. Der frühe Kosmos war wirklich (nicht nur für Kosmologen) gestaltlos, wofür es einen Zeitzeugen gibt – die 3-K-Strahlung. Als sie sich endgültig vom Stoff gelöst hatte, als nämlich der Wasserstoff bei ungefähr 3000 K zu rekombinieren begann, war das Universum noch nicht einmal eine Million Jahre alt. Wäre der Stoff damals nicht völlig gleichmäßig verteilt gewesen, würde es uns die Hintergrundstrahlung verraten. Verdichtungen, sollte es sie gegeben haben, wären ein wenig heißer als ihre Umgebung, und diese Temperaturerhöhung sollte sich messen lassen. Doch nichts dergleichen ist von den Mikrowellenastronomen gefunden worden. Wie sie uns versichern, sind die noch möglichen Temperaturschwankungen auf jeden Fall kleiner als ein Hundertstel Grad! Es ist diese hochgradige Isotropie der Hintergrundstrahlung, die uns noch zu schaffen machen wird. Doch davon später.

## Motor der kosmischen Evolution – die Schwerkraft

Eine einzige Kraft scheint fähig, den Stoff so stark zu verklumpen, wie dies im heutigen Kosmos der Fall ist – die Schwerkraft. Sie, die interstellares Gas zu Sternen zusammenballen vermag, sollte sie nicht auch im Großen gestalterisch tätig geworden sein? Wäre allerdings der Stoff völlig gleichmäßig verteilt gewesen, hätte auch sie ihre Kreativität nicht entfalten können. Es bedurfte durchaus minimaler Dichteschwankungen im frühen Kosmos, an denen die Schwerkraft erst hat ansetzen können. Etwas dichtere Gebiete haben sich unter ihrem Eigengewicht immer mehr zusammengezogen, dort wo Mangel herrschte, sollte sich dieser im Laufe der Zeit nur noch spürbarer bemerkbar machen; er kreierte die „Löcher“. Es war vermutlich die gravitative Selbstverstärkung zufälliger frühkosmischer Dichtefluktuationen, die zu den heutigen Strukturen, wie Superhaufen und „Löchern“, Anlaß gab. Dadurch, daß der Kosmos als Ganzes expandiert, wird es der Schwerkraft nicht eben leicht gemacht, Strukturen hervorzubringen; im Gegensatz zum Gravitationskollaps einer interstellaren wolkigen Verdichtung (also aus dem „Stand“), wächst der relative Dichtekontrast  $\delta\rho/\rho$ , solange er klein ist, im verödenen Kosmos vergleichsweise langsam an. Die gravitative Strukturbildung aus zufälligen Dichteschwankungen ist ein instruktives Beispiel für die (nicht gerade billige) „Computerastronomie“. Numerische Experimente, ausgeführt an Großrechenanlagen, verfolgen die Bewegung (den freien Fall) von bis zu einigen hunderttausend Massepunkten unter der Wirkung der gegenseitigen Anziehung. Das ist selbst für schnelle Maschinen Schwerarbeit. Rechenzeiten von einigen Tagen pro „Experiment“ sind nicht selten. Die Dichteschwankungen, die diesen N-Körper-Rechnungen zugrunde gelegt werden, sind zufällige Realisierungen eines vorgegebenen Rauschspektrums. Da es sich um stochastische Modelle handelt, erheben sie natürlich keinen Anspruch darauf, die wirkliche Materieverteilung in ihrer Entwicklung zu beschreiben. Sie sind nur statistisch mit der Wirklichkeit vergleichbar. Meist werden die Rechnungen abgebrochen, sobald im Computereperiment der gleiche Verklumpungsgrad erreicht ist, wie ihn die Galaxienverteilung aufweist. Natürlich könnte man auch, genügend finanzielle Mittel vorausgesetzt, weiterrechnen und einen Blick in die Zukunft werfen.

## Baryonen oder Nichtbaryonen, das ist hier die Frage

Was zunächst wie eine teure Spielerei von Computerfreaks ausschauen mag, hat einen durchaus ernsthaften physikalischen Hintergrund. Welcher Art ist eigentlich der Stoff, so müssen wir uns fragen, dessen gravitative Verklumpung die numerischen Experimente uns so anschaulich vorführen? Eines scheint sicher, um „normale“, sprich baryoni-

sche Materie kann es sich allein nicht handeln. (Baryonen sind die schweren Elementarteilchen Proton und Neutron.) Die von den Messungen der Hintergrundstrahlung gerade noch zugelassenen (adiabatischen) Dichtestörungen zum Zeitpunkt der Entstehung dieser Strahlung, der Abkopplung von den Baryonen, sind nämlich viel zu gering, als daß sich aus ihnen in der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit Strukturen mit einem merklichen Dichtekontrast in einem rein baryonischen Kosmos hätten ausbilden können. Der Kosmos muß im wesentlichen aus etwas anderem bestehen, aus „nicht-baryonischem“ Material. Diese obskure Materie, deren Schwerewirkung die Geschehnisse des Universums zu lenken scheint, ist – wie gesagt – dunkel, wir bemerken lediglich ihre Schwerewirkung. Der „dunkle“ Stoff, aus dem „offensichtlich“ das Universum geschneidert ist, er ist keineswegs eine Erfindung der jetzigen Astronomengeneration. Seit den 30er Jahren ist bekannt, daß Galaxienhaufen wie der Comahaufen auseinanderbrechen müßten, würden sie nicht durch unsichtbare Materie gravitativ gebunden. Auch in den Außenbezirken der Galaxien selbst müssen erhebliche Mengen unsichtbarer Materie lagern, wie Messungen der Rotationskurven von Spiralgalaxien nahelegen. Offenbar ist das, was wir von einer Galaxie zu Gesicht bekommen, nur ein Bruchteil dessen, was tatsächlich an Stoff in ihr vorhanden ist. Die Baryonen, denen der Kosmos Glanz und Würze verdankt, sie sind genaugenommen nur eine belanglose Zutat, vergleichbar dem berühmten Salz in der Suppe.

Wir wissen bis heute nicht, woraus der Kosmos hauptsächlich besteht. Eines der bekanntesten nicht-baryonischen Elementarteilchen ist das Neutrino. Sollte es tatsächlich, wie vermutet wird, über eine von Null verschiedene Ruhemasse verfügen, könnte es durchaus als Baustoff für kosmische Strukturen in Frage kommen. Dazu brauchte ein Neutrino nicht schwerer zu sein als etwa ein Zwanzigtausendstel Elektronenmasse!

Angesichts unserer bemerkenswerten Unkenntnis selbst der stofflichen Natur des Universums mag es geradezu vermessen erscheinen, Probleme der Strukturbildung auch nur anzutippen. Diese Zurückhaltung wäre indes unangebracht. Der universellen Schwerkraft sind Baryonen und Nichtbaryonen gleichermaßen unterworfen; das Material, an dem sie zerrt, ist ihr völlig gleichgültig. (Wie erinnerlich, fallen im Vakuum Hahnenfedern und Goldklumpen gleich schnell – eine Folge des Einsteinschen Äquivalenzprinzips!)

Das Konzept der gravitativen Strukturbildung fordert, daß zum Zeitpunkt der Abkopplung der Strahlung von den Baryonen bereits merkliche latente Dichteschwankungen im nicht-baryonischen Material dagewesen sein müssen. Dazu bedurfte es lediglich, daß die nicht-baryonische Materiekomponente früher entkoppelt als die baryonische. Wäh-

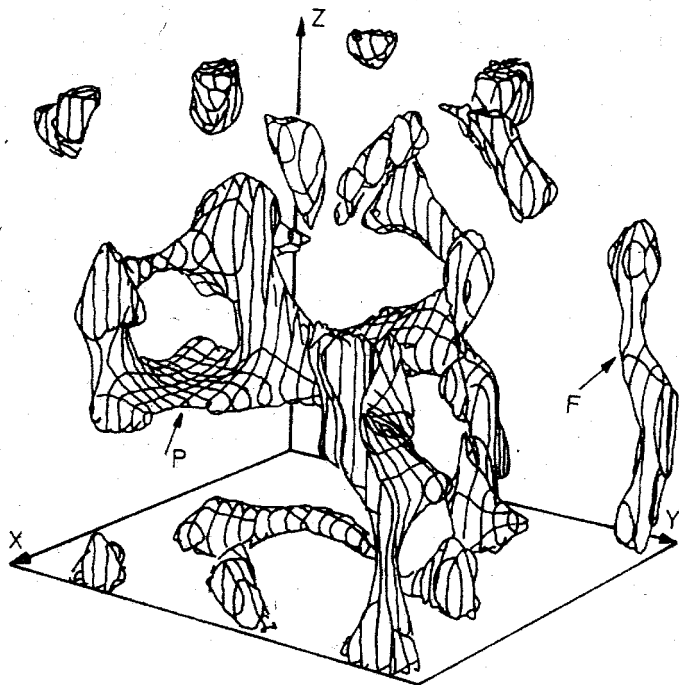
rend die Baryonen noch am Schürzenzipfel des allgewaltigen Strahlungsfeldes hingen und der Druck der Strahlung ihnen verwehrt, sich gravitativ zu organisieren, hatten die anderen die Fesseln der Strahlung schon längst abgeworfen und die ersten Schritte hin zur gravitativen Strukturierung des Kosmos getan.

Erst nachdem die Temperatur im Kosmos die 3000-K-Marke unterschritten hatte und die Protonen mit den Elektronen zu neutralem Wasserstoff rekombinierten, wurde das Universum schlagartig durchsichtig. Neutraler Wasserstoff ist ein schlechter Absorber. Die Strahlung verlor auf immer ihre Macht über den Stoff, und die befreiten Baryonen konnten nun im freien Fall – der Druck spielte keine Rolle – in die bereits vorhandenen Verdichtungen aus nicht-baryonischem Material nachstürzen. An nicht-baryonischen Baustoffen kämen, wie gesagt, Neutrinos mit Ruhemasse in Frage, aber auch sogenannte „kalte dunkle Materie“ wird in Erwägung gezogen.

Doch zunächst: Wie verlief die Strukturbildung in einem Neutrindominierten Kosmos?

### Baustoff Neutrinos

Neutrinos sind ungefähr so häufig wie die Photonen der Hintergrundstrahlung, d. h., auf jeden  $\text{cm}^3$  entfallen etwa 300 Neutrinos. Früher, als alle Abstände im Universum kleiner waren, muß die Dichte entsprechend höher gewesen sein. Wegen ihrer erdrückenden Anzahl – auf ein Proton kommen Milliarden „Hintergrund“-Neutrinos! – müssen Neutrinos rechte Fliegengewichte sein, ansonsten wäre das Universum unter ihrer Schwerewirkung schon längst zusammengebrochen. Die Winzigkeit ihrer Ruhemasse (maximal 1/20 000 Elektronenmasse) bringt es mit sich, daß sie nach ihrer Abkopplung mit nahezu Lichtgeschwindigkeit umhereilen. Kleinskalige Dichtefluktuationen werden unter diesen Umständen schnell ausgemerzt. Sie zerfließen einfach. Nur großräumige Fluktuationen (also solche großer Wellenlänge) hätten eine Chance zu überleben. Sie wiederum könnten durchaus, wie Computerexperimente eindrucksvoll belegen (s. Abb.), die Vorläufer jener Superhaufen und imposanter kugelförmiger „Leeren“ sein, von denen eingangs die Rede war. Erst durch Fragmentation dieser aus Neutrinos und Baryonen bestehenden gewaltigen Filamente und „Plinsen“ könnte es im Anschluß daran zur Bildung von Galaxien gekommen sein. In der Neutrinotheorie sind Galaxien, die bemerkenswertesten Geschöpfe der Metagalaxis, sekundäre Bildungen. Was wir heute gemeinsam als Galaxie bezeichnen, es wäre in Wirklichkeit nur die sichtbare Baryonenkonzentration inmitten eines ungleich ausgedehnteren unsichtbaren Neutrino-halos. Bildlich: Die kalten Baryonen sind am Boden des von den Neutrinos herrührenden Potentialtop-



Bildung zufälliger Neutrinostrukturen nach dreidimensionalen Simulationen von J. CENTRELLA und A. MELOTT

auskondensiert. Nur die Baryonen können wir in Gestalt von Sternen und interstellarem Gas und Staub sehen, die Neutrinos verraten sich bislang lediglich durch ihre Schwerewirkung.

#### Wer war zuerst da: Galaxien oder Galaxienhaufen?

So wäre denn alles zum besten bestellt, gäbe es nicht auch einen ernsthaften Einwand, der gegen Neutrinos als Strukturbildner spricht: die Kürze der für die Galaxienbildung zur Verfügung stehenden Zeit. Die Computereperimente, die die Verklumpung der Neutrinos nachvollziehen, stimmen nämlich nur dann statistisch mit der beobachteten Materieverteilung überein, wenn die Superfilamente und Superplinsen erst vor kurzem kollabiert sind. Nun gibt es aber Quasare sehr hoher Rotverschiebung. Sie kündigen davon, daß der Galaxienbildungsprozeß schon sehr frühzeitig in Gang gekommen sein muß. (Quasare sind wahrscheinlich nur die extrem hellen Kerne sehr weit entfernter jugendlicher Galaxien.) Es ist hauptsächlich dieses Zeitproblem, das uns nach einem geeigneteren nicht-baryonischen Stoff Ausschau halten läßt. Nun muß man wissen, daß im Zuge der theoretischen Bemühungen, die vier Fundamentalkräfte der Natur (starke, schwache, elektromagnetische und gravitative Wechselwirkung) unter einen Hut zu bringen – was ja zum Teil bereits geglückt ist –, eine ganze Palette von meist schweren (ungefähr Protonenmasse) Elementarteilchen „anfallen“. Leider hat man von diesen Produkten angestregten Nachdenkens noch keines bei Beschleunigerexperimenten zu Gesicht bekommen.

#### Die Alternative – kalte dunkle Materie

Hypothetisch oder nicht, diese Teilchen wären im Unterschied zu den leichten Neutrinos nach ihrer Entkopplung nichtrelativistisch, wiesen also geringe Geschwindigkeiten (« Lichtgeschwindigkeit) auf. Kleinskalige Fluktuationen würden dadurch nicht mehr, wie im Falle der relativistischen Neutrinos, „ausgedämpft“. Das macht diese Teilchen, heißen sie nun Photino, Gravitino oder sonstwie, als Baustoff für Galaxien interessant. Diese könnten nun unmittelbar aus kleinskaligen Dichtefluktuationen hervorgehen; der Umweg über die Fragmentation von Superhaufen entfiel, ebenso das Zeitproblem, das den Neutrinoanhängern so zu schaffen macht.

Doch auch diese Theorie, die die „kalte dunkle Materie“ favorisiert, hat ihre Ecken und Kanten. Die Verteilung der hellen Galaxien darf dann beispielsweise nicht mehr für die Verteilung des Stoffs generell repräsentativ sein. Die Galaxienbildung müßte auf Gebiete weit überdurchschnittlich hoher Stoffdichte beschränkt sein. Eine interessante Konsequenz: Die „Löcher“ wären keineswegs so leer, wie es den Anschein hat. Warum haben sich aber dann aus den dort zweifellos vorhandenen Baryonen keine Galaxien bilden können? Fragen über Fragen.

Derweilen müssen wir uns damit abfinden, daß eine Theorie der Strukturbildung nur in Ansätzen existiert. Ein kohärentes Bild der Ereignisse, die zu einer immer stärkeren Konzentration des Stoffes in einem ansonsten verödenen Universum geführt haben, dürfte noch auf sich warten lassen. Dennoch: Die hier skizzierten neuen Denkansätze sind in mehr als einer Hinsicht symptomatisch für die derzeitige Situation der kosmogonischen Forschung. Die entscheidenden dynamischen Entwicklungsphasen, sei es die Bildung von Sternen, Galaxien oder Galaxienhaufen, sie sind nicht länger tabu. Schnelle Computer und ausgefeilte Rechenverfahren bieten zum ersten Male die reale Chance, auch diese nichtstationären und nicht-linearen Vorgänge mathematisch zu meistern und minutiös nachzuvollziehen. Die dazu benötigten Differentialgleichungen sind seit langem bekannt.

Anschrift des Verfassers:

Dr. rer. nat. HANS-ERICH FRÖHLICH  
Zentralinstitut für Astrophysik  
Sternwarte Babelsberg  
Rosa-Luxemburg-Straße 17a  
Babelsberg  
DDR - 1590

# Die ersten Parallaxenbestimmungen

Der vorliegende Beitrag ist den ersten Messungen von Fixsternparallaxen vor 150 Jahren gewidmet, die in den Jahren 1837 bis 1840 mehreren Astronomen unabhängig gelungen sind. Damit war – fast 400 Jahre nach Copernicus – der letzte wesentliche Beweis für die Richtigkeit seines heliozentrischen Weltbildes erbracht und zugleich die Möglichkeit geschaffen worden, Entfernungen im All exakt zu bestimmen.

Eine Parallaxe ist, ganz allgemein gesprochen, der Winkel zwischen zwei Sehstrahlen, die von zwei verschiedenen Standorten aus nach dem gleichen Punkt zielen. Darauf beruht das räumliche Sehen mit unseren Augen. Das gleiche Prinzip wird in der Photogrammetrie (Bildmessung) verwendet, wobei sich die Position der Kamera zwischen zwei Expositionen auf ein und dasselbe Objekt verändert (z. B. vom Flugzeug oder Satelliten aus), woraus ein räumliches Geländemodell konstruiert werden kann. Auch die in der Geodäsie noch heute üblichen optischen Entfernungsmeßgeräte nutzen den parallaktischen Effekt aus, indem der Winkel zwischen den beiden Enden eines horizontalen oder vertikalen Meßbalkens bekannter Länge im Endpunkt zur genauen Längenbestimmung zwischen Beobachter und Zielpunkt dient. Das Prinzip der Parallaxe diente schon in der Antike zur Bestimmung des Erdradius durch ARISTARCH (um 270 v. u. Z.). Er vermutete schon Revolution und Rotation der Erde. Das schloß die Existenz von Parallaxen näherer Sterne gegenüber fernerem ein.

## Kriterien für die Lehre des COPERNICUS

COPERNICUS und die fortgeschrittenen Astronomen seiner Zeit, insbesondere TYCHO BRAHE,

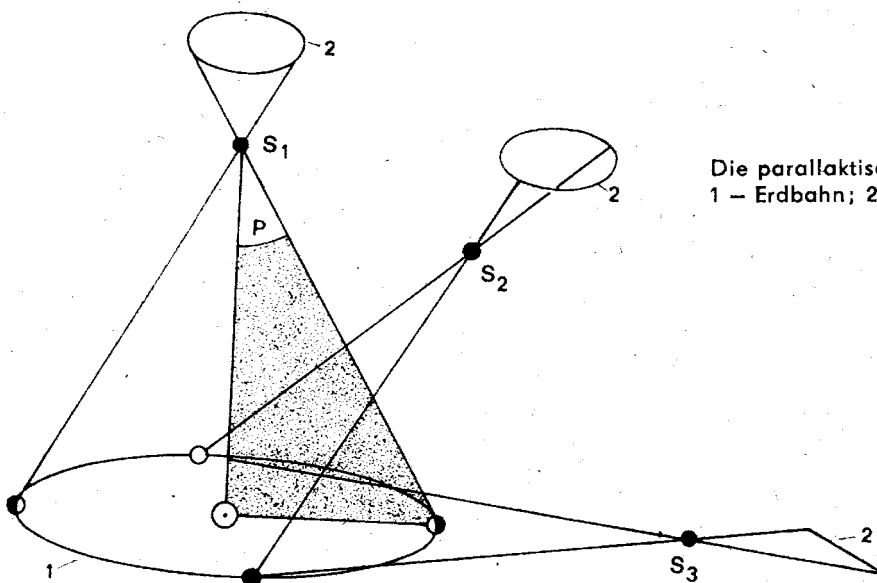
sahen sogleich, daß in einem heliozentrischen System beim Umlauf der Erde um die Sonne nähere Sterne in der Projektion an die durch Hintergrundsterne gebildete Himmelskugel kleine geschlossene Kurven mit Jahresperiode durchlaufen müßten. Diese Kurven sind ein verkleinertes Abbild der Erdbahn (vgl. Abb.).

Zu erwarten ist also für einen Stern  $S_1$  am Ekliptikpol ein kleiner Kreis (die Elliptizität der Erdbahn spielt bei der Projektion keine Rolle), während die übrigen Sterne  $S_2$  eine jährliche Parallaxenellipse beschreiben. Ein Stern  $S_3$  in der Ebene der Ekliptik pendelt auf einem Großkreisbogen.

Der Nachweis der Fixsternparallaxen wurde schon bald als endgültiges Kriterium für die Richtigkeit der copernicanischen Lehre gefordert. Da man jedoch im 17. und 18. Jahrhundert keine annähernd realen Vorstellungen von den Sternentfernungen hatte und nicht über genaue Meßverfahren verfügte, war zunächst die Messung von Parallaxen ausgeschlossen. Man bedenke, daß die Parallaxe von Proxima Centauri  $1/4700$  Grad beträgt! Noch KEPLER hat im wesentlichen die Anordnung der Sterne in einer Kugelschale angenommen, deren Radius er mit 100 Erdbahnradien abschätzte. Die Meßbarkeit von Parallaxen wurde daher von ihm als prinzipiell nicht möglich angesehen.

Durch die Gedanken GIORDANO BRUNOS und GALILEO GALILEIS über die Erfüllung des Raumes mit Sternen rückte die Meßbarkeit von Fixsternparallaxen methodisch endgültig in den Bereich des Diskutablen. Die im Verlaufe des 18. Jahrhunderts unternommenen Versuche sind vielfältig.

Einen bedeutsamen Schritt hin zu Erkenntnissen über die Meßbarkeit von Fixsternparallaxen vollbrachte JAMES BRADLEY, als er 1728 den Einfluß der Aberration des Lichts auf die Sternpositionen nachwies. Die Aberration beruht auf der Endlichkeit des Verhältnisses der Lichtgeschwindigkeit zur Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn. Sie läßt



Die parallaktische Verschiebung der Sterne.  
1 – Erdbahn; 2 – parallaktische Ellipse

sich vergleichen mit dem Vorhaltewinkel, den ein Jäger beim Schießen auf ein senkrecht zur Ziellinie laufendes Wild berücksichtigen muß. Ähnlich der durch Parallaxe verursachten scheinbaren Fixsternbewegung, ruft die Aberration eine ellipsenförmige jährliche Bewegung hervor, die aber für alle Sterne die gleich große Halbachse von etwa  $20,5''$  hat. Daraus ersah BRADLEY, daß die größten Parallaxen in einem wesentlich (fast zwei Größenordnungen) kleineren Bereich zu erwarten sein dürften. Übrigens bedeutete der Nachweis der Aberration des Sternlichts durch BRADLEY ebenfalls einen wichtigen Baustein zum Beweis der copernicanischen Lehre über den Umlauf der Erde um die Sonne.

### Parallaxen als Entfernungsindikator

Zum Nachweis von Fixsternparallaxen mußten noch einmal etwa hundert Jahre vergehen, bis Meßtechnik und Meßtechnologie so weit entwickelt waren, daß Winkel von einigen Zehntel Bogensekunden in den Bereich der Meßbarkeit rückten.

Die neue Technologie war die Relativmessung bei Anwendung des mikrometrischen Prinzips. Von der absoluten Messung von Richtungen nach einem Stern im halbjährlichen Abstand wurde abgegangen, weil bei diesem Verfahren die systematischen Meßfehler leicht die zu messenden Größen übersteigen.

Bei der mikrometrischen Relativmessung wird der Abstand des Parallaxensterns von einem oder mehreren schwächeren Anhaltsternen in offensichtlich größerer Entfernung mit hoher Genauigkeit gemessen. Aus der mehrfachen Wiederholung dieser Messung mindestens über ein halbes Jahr ist die Parallaxe ableitbar, wenn die Entfernung der Anhaltsterne groß genug ist, daß deren Parallaxe vernachlässigt werden kann.

In den „Astronomischen Nachrichten“ Band 16 (1839) Nr. 365 und 366 vom 13. 12. 1838 veröffentlichte FRIEDRICH WILHELM BESSEL unter dem Titel „Die Entfernung des 61sten Sterns des Schwans“ (61 Cygni) die von ihm in Königsberg (Kaliningrad, UdSSR) bestimmte Parallaxe dieses Sterns zu  $\pi = 0,314''$ . Das von ihm verwendete Meßinstrument war ein Heliometer aus der berühmten Werkstatt von Joseph von Fraunhofer mit  $D = 16$  cm Objektivöffnung und  $f = 240$  cm Brennweite. Heliometer besitzen geteilte Objekte, deren beide halbkreisförmigen Hälften sich gegeneinander meßbar verschieben lassen. Durch die mikrometrisch gemessene Verschiebung  $d$  können die Bilder zweier nahe benachbarter Sterne (Parallaxenstern und Anhaltstern) miteinander zur Deckung gebracht werden. Die Meßgröße  $d$  ist ein Maß für den Winkelabstand beider Sterne voneinander. Bessel erreichte mit dieser Methode eine Genauigkeit der Winkelabstand von  $0,05''$ . Zur Ableitung der Parallaxe von 61 Cygni verwendete er zwei Anhaltsterne, von

denen er glaubte, die Parallaxe vernachlässigen zu können.

Bereits vor BESSEL hatte 1837 in Dorpat (Tartu, UdSSR) der Gründer des Pulkovo-Observatoriums Vasilij Jakovlevič (FRIEDRICH GEORG WILHELM STRUVE) die Parallaxe des Sterns Alpha Lyrae (Wega) mit einem üblichen Okularfadenmikrometer am großen Fraunhofer-Refraktor der Dorpater Sternwarte ( $D = 24,4$  cm,  $f = 4,36$  m) gemessen. Er leitete für Wega eine Parallaxe durch relative Anschlüsse an einen richtungsmäßig benachbarten Anhaltstern ab und veröffentlichte 1840 einen gegenüber der Beobachtung von 1837 verbesserten Wert von  $\pi = 0,2613''$ . Später stellte man fest, daß der von STRUVE für unzuverlässig gehaltene Wert von 1837 mit dem heute gültigen besser übereingestimmt hätte.

Schließlich ist eine im Laufe der dreißiger Jahre des vorigen Jahrhunderts abgeleitete, jedoch erst 1839 vor der Royal Astronomical Society in London vortragene Parallaxenbestimmung zu nennen. THOMAS HENDERSON hatte aus absoluten Deklinationsbestimmungen in der Kap-Sternwarte zu verschiedenen Jahreszeiten die Parallaxe von Alpha Centauri zu  $0,98''$  gefunden. Die von ihm angewendete Methode der Absolutmessungen im Meridian ist aus den oben genannten Gründen prinzipiell weniger geeignet als die von BESSEL und STRUVE angewendete der Relativmessungen. HENDERSON war damit dennoch erfolgreich, wozu teilweise der große Parallaxenwert von Alpha Centauri beigetragen hat.

In späteren Jahren wurden die Werte der drei zuerst abgeleiteten Fixsternparallaxen durch weitere Messungen verbessert. Das schließt nicht aus, daß in verschiedenen Literaturquellen leicht voneinander abweichende Angaben über Parallaxen überhaupt anzutreffen sind. Das liegt an unzureichender Kenntnis der Eigenbewegungen und anderer Reduktionskonstanten. AHNERTS Kleine praktische Astronomie (1983) gibt folgende Parallaxen an:

61 Cygni	: 0,292''
Alpha Lyrae	: 0,123''
Alpha Centauri	: 0,754''

Die trigonometrischen Fixsternparallaxen sind die fundamentale Basis für alle Methoden der Entfernungsbestimmung im Kosmos. Heute werden allerdings keine visuellen mikrometrischen Beobachtungen mehr verwendet. Sie sind schon lange durch photographische ersetzt worden. Trigonometrische Parallaxen sind etwa bis zu  $0,01''$  und damit Entfernungen bis 100 Parallaxensekunden (pc) oder rund 300 Lichtjahren meßbar.

Der in Vorbereitung befindliche ESA-Satellit HIPPARCOS wird diese Grenze in den nächsten 10 Jahren auf  $0,002''$  oder 500 pc heraufdrücken. HIPPARCOS steht als Akronym für High Precision Parallax Collecting Satellite. Die Beobachtungen werden



dann nicht mehr photographisch, sondern photoelektrisch durch 1000malige Photonen-zählung pro Sekunde im Satelliten ausgeführt und zur Erde gesendet. (Auf das Verfahren wäre in einem gesonderten Beitrag etwas spezieller einzugehen.)

Durch die über 2,5 Jahre vorgesehenen HIPPARCOS-Beobachtungen wird die Bestimmung der für alle Entfernungen im All grundlegenden und als Basis unumgänglichen trigonometrischen Parallaxen ganz wesentlich verbessert werden. Die Realisierung des HIPPARCOS-Unternehmens ist als wesentlicher Beitrag zur Entwicklung unserer Kenntnisse und Erkenntnisse über Struktur und Dynamik der Galaxis und über kosmologische Grundfragen zu werten.

Als Literatur sei D. B. HERRMANN: „Kosmische Weiten“ empfohlen.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. habil. KLAUS-GUNTER STEINERT  
Technische Universität Dresden  
Lohrmann-Observatorium  
MommSENstraße 13  
Dresden  
DDR - 8027

Hans-Dieter Naumann

## HERMANN OBERTH – ein Pionier der Raumfahrt

Der Lehrplan fordert in der Stoffeinheit 2.4. „Raumfahrt“ u. a., auch auf das Wirken des Raumfahrtpioniers HERMANN OBERTH einzugehen. Der folgende Beitrag gibt Einblick in Lebensstationen von OBERTH und berichtet über seine theoretischen Leistungen auf den Gebieten der Raumfahrttechnik und Raumfahrt.

1923 erschien im Oldenbourg-Verlag München ein Buch mit dem Titel „Die Rakete zu den Planetenräumen“, das in Deutschland und anderen Staaten Europas einen wahrhaften „Raumfahrt-Boom“ auslöste. Zahlreiche Wissenschaftler, die ihre Arbeiten vielleicht aus Furcht, als Phantasten verschrien zu werden, zurückgehalten hatten, fühlten sich jetzt zur Publikation ermutigt. In populärwissenschaftlichen Darstellungen versuchten andere, den Raumfahrtgedanken breiten Kreisen nahezubringen. 1927 entstand im damaligen Breslau mit dem „Verein für Raumschiffahrt“ die erste astronautische Gesellschaft Deutschlands und mit dem Journal „Die Rakete“ erschien die erste Fachzeitschrift für Raumfahrt. In Berlin-Reinickendorf und Kunnersdorf entstanden „Raketenflugplätze“, und schließlich wartete 1928 die Ufa mit dem ersten Raumfahrtfilm „Die Frau im Mond“ auf. Der Verfasser des Buches war der damals knapp 30jährige HERMANN OBERTH, der durch seine vielseitigen und bedeu-

tungsvollen Beiträge und Arbeiten zur Raumfahrt und Raketentechnik unter den Raumfahrtpionieren der ersten Generation zusammen mit Ziolkowski an vorderster Stelle einzuordnen ist. Sein Buch „Die Rakete zu den Planetenräumen“ gehört zu den klassischen Werken der Anfangsjahre der Raumfahrt.

### Auseinandersetzung mit den Werken VERNES

HERMANN OBERTH wurde am 25. Juni 1894 als Sohn einer Chirurgenfamilie in Hermannstadt, heute Sibiu (VR Rumänien), geboren. Bereits in seiner frühen Jugend waren technisches Interesse und Begabung erkennbar. Während des Besuchs des Gymnasiums wurde er mit JULES VERNES Werken „Die Reise um den Mond“ und „Von der Erde zum Mond“ bekannt, durch die sein Interesse an der Raumfahrt geweckt wurde und die seinen beruflichen Werdegang entscheidend beeinflussten. Seine kritische und mathematisch-quantifizierte Auseinandersetzung mit VERNES Werken führten OBERTH zu der Erkenntnis, daß das Antriebsproblem das Schlüsselproblem praktischer Raumfahrt überhaupt sein würde. Diese – unabhängig auch von anderen Zeitgenossen, so K. E. ZIOLKOWSKI und J. WINKLER – gewonnene Erkenntnis war in diesen Anfangsjahren, da die Raumfahrtidee aus dem Bereich der Phantastik herausgelöst und auf wissenschaftliche Fundamente gestellt wurde, insofern von fundamentaler Bedeutung, als sie die Voraussetzung dafür bildete, daß sich die Raumfahrtpioniere der Lösung dieses Zentralproblems widmeten und nicht in weiteren Phantasieprodukten verloren. OBERTHS Suche nach einer praktikablen Lösung des Antriebsproblems führten ihn schließlich zum Rückstoßprinzip als für den Weltraumflug einzig nutzbares physikalisches Wirkprinzip und zur Flüssigkeitsrakete als dessen optimale Umsetzung. Mit 16 Jahren schuf er ein theoretisches Modell einer Sauerstoff/Wasserstoff-Rakete, bei der die tiefgekühlten Treibstoffkomponenten in getrennten Tanks untergebracht waren und durch Leitungen zu einer Brennkammer geführt wurden. Hier erfolgte durch Verbrennung die Energiefreisetzung.

### Von der Medizin zur Raumfahrt

1913 nahm OBERTH auf elterlichen Wunsch in München ein Medizinstudium auf, das er jedoch bereits 1914 durch die Einberufung zum Heeresdienst wieder abbrechen mußte. Schon in dieser kurzen Studienzeit besuchte er häufig Vorlesungen der Gebiete Physik und Mathematik. Nach Verwundung in die Heimat zurückgekehrt, arbeitete er in einem Lazarett, was es ihm ermöglichte, eine Reihe bemerkenswerter, aber gleichfalls nicht ungefährlicher Selbstversuche zu Problemen der Schwerelosigkeit und ihrer Auswirkungen zu unternehmen. Nach Ende des ersten Weltkrieges setzte er sein Studium fort, nunmehr allerdings im Fach Physik. Zu den

regelmäßig besuchten Vorlesungen gehörten ferner Mathematik, Astronomie und Meteorologie. Sein Weg führte ihn an die Universitäten Klausenburg (heute Cluj, VR Rumänien), München, Göttingen und Heidelberg. In Heidelberg reichte er seine Dissertation ein, die jedoch als zu phantastisch und unrealistisch abgewiesen wurde. An der Universität Klausenburg konnte er sie erfolgreich verteidigen und den Titel „Diploma de Professor“ erlangen. Danach unterbreitete OBERTH mit seinem ersten Buch „Die Rakete zu den Planetenräumen“ seine Arbeit der Öffentlichkeit, Sie enthält u. a. die unabhängig von ZIOLKOWSKI gefundene Raketen-Grundgleichung, behandelt Fragen der Triebwerkstechnik, der Startbahnen und medizinische Probleme. Auch militärische Nutzungsmöglichkeiten werden angesprochen. 1929 erschien sein zweites, ausführlicheres und weiterreichendes Buch mit dem Titel „Wege zur Raumschiffahrt“, das über Jahrzehnte hinweg das wichtigste Standardwerk der Raumfahrt war. Mit seinen Büchern, Zeitschriftenbeiträgen und zahlreichen Vorträgen erreichte OBERTH eine große Breitenwirkung, anders als beispielsweise ZIOLKOWSKI, der im zaristischen Rußland weder Anerkennung noch Gehör fand und in weitgehender Abgeschiedenheit arbeitete und lebte. Bemerkenswert an OBERTH erscheint seine fundierte und phantasievolle Weitsicht, von der W. v. BRAUN, der zu OBERTHS Schülern gehörte, in späteren Jahren bekannte, daß OBERTH immer um 20 Jahre vorauseilte. Ein Beispiel ist der von OBERTH in den zwanziger Jahren unterbreitete Vorschlag, künstliche Raumflugkörper für die elektrische Telegrafie einzusetzen – das zu einer Zeit, da das elektrische Nachrichtenwesen noch in den Kinderschuhen steckte. In den Nachrichtensatelliten hat diese Idee ihre Verwirklichung gefunden und ist heute zum nutzungs- und umsatzintensivsten wirtschaftlichen Anwendungsbereich der Raumfahrt überhaupt geworden. Etwa 90 Prozent der OBERTHschen Ideen sind – wie er selbst einschätzte – in den bisherigen drei Jahrzehnten Raumfahrt bereits verwirklicht worden.

### Weitere Stationen im Wirken OBERTHS

Die weiteren Stationen OBERTHS liegen oft an verschlungenen Wegen. Dabei konnten die kapitalistischen Verhältnisse ebenso wenig an ihm vorüber gehen wie die Ära der faschistischen Diktatur in Deutschland.

Nachdem er im Jahre 1930 an der Chemisch-Technischen Reichsanstalt ein Flüssigkeits-Versuchstriebwerk vorgeführt hatte, kehrte er zunächst in seine Heimat zurück. Differenzen mit anderen deutschen Raketenpionieren, u. a. RUDOLF NEBEL, gaben hierzu den Anstoß. Von hier folgte er einem Ruf als Professor nach Wien. 1939 wurde er an die Technische Hochschule Dresden verpflichtet, um Treibstoffpumpen für Flüssigkeitsraketen zu entwickeln, die

aber in der V 2 nie zum Einsatz kamen, da in Peenemünde bereits eigenentwickelte Lösungen entstanden waren und eingesetzt wurden. Vermutlich war diese Berufung bereits ein erster gezielter Schritt deutscher Dienststellen, OBERTH unter Kontrolle halten zu können. Nach Annahme der deutschen Staatsbürgerschaft wurde er 1941 nach Peenemünde verpflichtet, wo er u. a. mit Zukunftsprojekten beschäftigt wurde. So entwarf OBERTH hier eine Dreistufenrakete, die vermutlich bei späteren Entwicklungen W. v. BRAUNS in den USA Pate gestanden hat, so wie v. BRAUN wahrscheinlich auch eine Reihe anderer Ideen seines Lehrers für seine Entwicklungsarbeiten in den USA verwertete. 1943 begann OBERTH in Peenemünde die Entwicklung einer ferngelenkten Abwehrrakete auf Feststoffbasis, die jedoch keine Einsatzreife erreichte.

Seine Tätigkeit an der Heeresversuchsanstalt Peenemünde ist dabei oft übertrieben euphorisch interpretiert worden und hat HERMANN OBERTH zu unrecht entscheidende Positionen bei der Entwicklung der faschistischen Raketenwaffen beigegeben. Tatsächlich hat OBERTH an der Entwicklung der Raketenwaffen V 1 und V 2 nicht mitgewirkt und dazu nicht beigetragen. Die V 2-Entwicklung war bereits abgeschlossen, als OBERTH nach Peenemünde kam. OBERTH hat auch seine Arbeiten und Ideen militärischen Kreisen zur Nutzung angeboten, und er wurde später gezwungen, militärische Nutzungsmöglichkeiten seiner Ideen zu untersuchen. Dabei ging es wohl vor allem auch darum, OBERTH abzuschirmen, um ein „Abfließen“ des Wissens dieses „ersten Mannes der Raketentechnik“ zu verhindern, andererseits seine vorausschauenden Fähigkeiten und Ideen für eigene (militärische) Zukunftsplanung zu nutzen.

Nach Ende des zweiten Weltkrieges ließ sich HERMANN OBERTH in Feucht bei Nürnberg nieder, wo er fast 95jährig noch heute wohnt. In Feucht befindet sich auch das HERMANN-OBERTH-Museum. Nach vorübergehenden Tätigkeiten in der Schweiz und für die italienische Kriegsmarine, für die er eine Flugabwehrrakete entwickelte, kehrte er 1953 nach Feucht zurück. 1954 erschien sein drittes Buch „Menschen im Weltraum“, das alte Projekte auf den neuesten Stand brachte und neue offerierte. 1955 folgte er nochmals einem Ruf ins Ausland, diesmal nach den USA, wo er in Huntsville (Alabama) nochmals unter Leitung seines Schülers W. v. BRAUN drei Jahre, wiederum an Zukunftsprojekten, arbeitete. Es ist oft unterstellt worden, daß v. BRAUN sich HERMANN OBERTHS immer dann erinnerte, wenn er selbst mit seinen Arbeiten zu stagnieren drohte. Andererseits wird von Historikern der Szenerie darauf verwiesen, daß v. BRAUN immer wieder Möglichkeiten schuf, OBERTH Gelegenheiten für wissenschaftliche Zukunftsarbeiten zu schaffen und somit verhinderte, daß der Genius zu früh in Vergessenheit geriet.

### Zur künftigen Raumfahrt

Seinem fundamentalen Buch „Die Rakete zu den Planetenräumen“, erschienen 1923, stellte HERMANN OBERTH folgende Thesen voran, die künftige Raumfahrt, vorwegnahmen:

- Beim heutigen Stand der Wissenschaft und der Technik ist der Bau von Maschinen möglich, die höher steigen können, als die Atmosphäre reicht.
- Bei weiterer Vervollkommnung vermögen diese Maschinen derartige Geschwindigkeiten zu erreichen, daß sie nicht auf die Erdoberfläche zurückfallen müssen und sogar imstande sind, den Anziehungsbereich der Erde zu verlassen.
- Derartige Maschinen können so gebaut werden, daß Menschen (ohne gesundheitlichen Nachteil) mit emporfahren können.
- Unter gewissen wirtschaftlichen Bedingungen wird sich der Bau solcher Maschinen lohnen.

### Rückzug aus der Raumfahrt

Nach Rückkehr in die BRD begann HERMANN OBERTH, sich mehr und mehr von der Raumfahrt zurückzuziehen. Seit Mitte der 60er Jahre widmet er sich philosophischen Fragen sowie Problemen des Umweltschutzes und der Mensch-Umwelt-Beziehungen. Auch hier sind seine humanistischen Auffassungen, seine ausstrahlenden, jedoch nicht von materialistischer Weltanschauung getragenen Ideen, Arbeiten und Publikationen stark zukunftsorientiert. „Meines Erachtens gibt es auf der Welt überhaupt nichts Realistischeres, als daß sich die Menschen über ihre Zukunft Gedanken machen und daß sie Lösungsvorschläge formulieren, die uns helfen können, unsere Zukunftsprobleme zu meistern“ (1). Diese Worte OBERTHS können als Leitmotiv seines gesamten Lebenswerkes gesehen werden, und er sah in der Raumfahrt zunehmend eines der Hauptmittel für die Lösung der Zukunftsprobleme der Menschheit, denn „... es gibt kaum eines der großen Kernprobleme der menschlichen Zukunft (Energie, Rohstoffe, Umwelt, Nahrungsmittel, Bildung), wo die Raumfahrt nicht eine Lösung oder zumindest Teillösung anzubieten hätte“ (1). Für seine großen Verdienste auf dem Gebiet der Raumfahrt hat Professor HERMANN OBERTH zahlreiche nationale und internationale Ehrungen erfahren. So ist er mehrfacher Ehrendoktor, Träger der ZIOLKOWSKI-Medaille und Ehrenbürger von Kaluga, der Geburtsstadt ZIOLKOWSKIS. Die Akademie der Wissenschaften der DDR verlieh ihm die LEIBNIZ-Medaille. In der BRD trägt eine Raumfahrtgesellschaft seinen Namen, welche auch für besondere Verdienste in der Raumfahrt die HERMANN-OBERTH-Medaille vergibt, mit der u. a. auch unser Fliegerkosmonaut Generalmajor Dr. S. JÄHN ausgezeichnet wurde.

### Literatur

(1) OBERTH, H.: Weil wir noch immer nicht genug wissen. Nachrichtentechn. Zeitschrift, 41 (1988) 1, S. 6-8.

Anschrift des Verfassers:

**HANS-DIETER NAUMANN**  
Straße der Thälmann-Pioniere  
Radeberg  
DDR - 8142

## Unser Beitrag zur Vorbereitung des IX. Pädagogischen Kongresses

Die folgenden Beiträge vermitteln aus verschiedener Sicht Erkenntnisse und Erfahrungen bei der Umsetzung des Lehrplans und des neuen Rahmenprogramms für den fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“.

Wir bitten unsere Leser, zu den Ausführungen Meinungen und Standpunkte zu äußern!

Artur John

## Belege für die Erdrotation und für das kopernikanische System

Zur Sicherung des wissenschaftlichen Weltbildes ist es notwendig, den Schülern überzeugende Kriterien für die Erdrotation und die Richtigkeit des kopernikanischen (heliocentrischen) Systems vor Augen zu führen. Zu diesem Zweck werden nachfolgend einige Belege angeführt, die dazu im obligatorischen und vor allem im fakultativen Astronomieunterricht genannt werden können.

Bei der Arbeit im Planetarium, aber auch bei Behandlung im Klassenzimmer, erscheinen den Schülern die Rotation der Erde sowie ihr Umlauf um die Sonne selbstverständlich. Erst bei tieferer geistiger Durchdringung treten Zweifel auf.

Schon in alter Zeit vertraten HERAKLIT und ARISTARCH die Meinung, daß die Erde rotiere, ohne dafür aber stichhaltige Beweise bringen zu können. Sogar noch BRAHE und RICCIOLI zweifelten die Rotation der Erde an, ja polemisierten gegen sie: Würde ein Körper dem freien Fall ausgesetzt, so müßte er eine Westablenkung aufweisen, da sich ja die Erde von West nach Ost dreht.

Aber auch das kopernikanische System war lange dem Zweifel ausgesetzt. So ist bekannt, daß die Gegner dieses Systems den Nachweis der Parallaxe forderten, um selbst Kopernikaner werden zu können. BRAHE forderte von seinem Schüler KEPLER, niemals Anhänger des heliocentrischen Weltbildes zu werden.

### Belege zur Erdrotation

NEWTON trat für die Rotation der Erde ein: 1679 sprach er vor der Royal Society über die Rotation der Erde. ROBERT HOOKE wurde beauftragt, Fallversuche zum Nachweis der Erdrotation durchzuführen. Er wählte jedoch in seiner Versuchsanordnung zu geringe Fallhöhen und kam zu keinen befriedigenden Ergebnissen. Dennoch gelang es ihm, neben einer Ostablenkung eines frei fallenden Körpers auch eine mögliche Südatlenkung zu ermitteln, die dann auch von NEWTON theoretisch bestätigt wurde.

Nach über 100 Jahren, 1791, wiederholte GUGLIELMINI auf dem Turm Asinelli in Bologna mit einer Fallstrecke von 78 m HOOKES Experiment. Ihm war aber kein Erfolg beschieden, weil der zu starke Luftzug im Turm die fallenden Kugeln beeinflusste.

BENZENBERG experimentierte 1802 im Michaelisturm in Hamburg. Die Fallhöhen betragen 76,34 m, der Aufschlagpunkt der Kugeln wich um etwa  $9,0 \pm 3,6$  mm nach Osten ab. Bekannt war, daß die Turmspitze eine größere Bahngeschwindigkeit haben müsse als der Boden des Turmes; die Winkelgeschwindigkeit für beide Punkte jedoch konstant sei. Es gilt das Trägheitsgesetz, also behält der frei fallende Körper die Bahngeschwindigkeit der Turmspitze bei. Leicht läßt sich nun erkennen, daß eine Ostablenkung der fallenden Kugel auftreten muß. Von den 31 fallenden Kugeln wichen 21 nach Osten ab.

Um die Ergebnisse abzusichern, führte BENZENBERG 1804 in einem etwa 78 m tiefen Kohenschacht in der Grafschaft Mark weitere Versuche durch. Von 29 fallenden Kugeln wiesen 21 eine Ostablenkung im Mittelwert von 13,8 mm auf. Das war nur eine geringe Abweichung vom theoretischen Wert.

REICH konnte 1832 in Freiberg bei 106 gelungenen Versuchen im Dreibrüderschacht, der 148 m tief ist, eine Ostablenkung der fallenden Kugeln von 27,5 mm nachweisen. Somit war mit Hilfe des freien Falles eindeutig experimentell die Erdrotation nachgewiesen. Andere Experimente, z. B. das vertikale Abschließen einer Kugel, weisen ebenfalls auf die Möglichkeit der Erdrotation hin. So teilt FLAMSTEED die Beobachtung von Konstablern mit: Eine Kugel, die senkrecht abgeschossen würde, falle niemals in die Mündung zurück, sondern erst dann, wenn der Lauf des Geschützes um  $87^\circ$  geneigt sei. Die Fallzeit wurde bei allen damals durchgeführten Untersuchungen mit Hilfe des Fadenpendels gemessen. Es ist erstaunlich, daß erst 1851 von FOUCAULT damit quantitativ die Erdrotation bestimmt werden konnte. Für qualitative Bestimmungen der Rotation der Erde wurde das Fadenpendel bereits 1661 von VIVIANI in Florenz und 1833 von BARTOLINI in Rimini eingesetzt. Das soll aber FOUCAULT nicht bekannt gewesen sein. Er führte dann im Pantheon zu Paris mit einem Pendel von 67 m Länge und 28 kg Masse den Nachweis der Erdrotation durch.

Im Physikunterricht sind sowohl der freie Fall (Kl. 9) als auch das Fadenpendel (Kl. 10) Unterrichtsgegenstand. Deshalb können die o. g. Methoden den Erkenntnisprozeß nachhaltig beeinflussen, weil sie immer wieder auf Grund ihrer leichten Reproduzierbarkeit zum Nachdenken Anlaß geben.

### Belege zum kopernikanischen System

Über die Umlaufbewegung der Erde um die Sonne gab es bereits in der Antike (allerdings noch spe-

kulative) Annahmen. Wie konnte bewiesen werden, daß sich die Erde um die Sonne bewegt?

Wir sehen bereits im 1. Keplerschen Gesetz „Die Planeten bewegen sich in Ellipsen, in deren einem Brennpunkt sich der Mittelpunkt der Sonne befindet“, den 1. Beweis.

Die 1610 von GALILEI entdeckten vier Jupitermonde und deren Bewegung um den Jupiter stellen ein Untersystem des Sonnensystems dar und erlauben den Schluß anzunehmen, daß sich die Planeten in analoger Weise um die Sonne bewegen.

Bereits COPERNICUS hatte für die Evidenz seines Systems die Existenz der Venusphasen vorausgesagt. 1610 wurden sie von GALILEI entdeckt.

1728 entdeckte BRADLEY die Aberration des Lichtes. Sie ist eine infolge der endlichen Geschwindigkeit des Lichtes und der Bewegung der Erde hervorgerufene scheinbare Ortsveränderung der Gestirne. Das ist nun ein starker Beweis des heliozentrischen Systems.

Als weiteren wesentlichen Beweis bewerten wir die Entdeckung der Parallaxe des Sternes 61 Cygni durch BESSEL (1838). Im selben Jahre wurden auch die Parallaxen der Wega (STRUVE) und die des Sternes Alpha Centauri (ENDERSON) gemessen. Einen besonderen Höhepunkt bei der Bestätigung des heliozentrischen Weltbildes bildete die Entdeckung des Planeten Neptun. Die Berechnung der Planetenposition wurde von LEVERRIER vorgenommen. Diese Tat bezeichnete ENGELS als einen großartigen Beweis für den Wahrheitsgehalt des kopernikanischen Systems.

Anschrift des Verfassers:

OL ARTUR JOHN  
Herder-EOS  
Paul-Junius-Straße 69  
Berlin  
DDR - 1156

Clemens Glaubitz; Frank Jansen

## Zur Beobachtung kosmischer Strahlung

Der nachfolgende Beitrag beschreibt ein wetter- und tageszeitunabhängiges Beobachtungsvorhaben für fakultative Kurse „Astronomie und Raumfahrt“, das sich durch ein hohes theoretisches Anspruchsniveau auszeichnet. Durch eine mit schulischen Mitteln realisierbare Beobachtung und die nachfolgende Auswertung wird den Schülern die Bedeutung der Teilchenastronomie bewußt gemacht. CLEMENS GLAUBITZ erwarb das Abitur 1987 an der Erweiterten Oberschule „A. Humboldt“ in Leipzig.

### Einleitung

Als im Jahre 1912 V. F. HESS bei Ballonflügen eine „durchdringende Höhenstrahlung“ nachwies, ahnte niemand deren richtungweisende Bedeutung für die Entwicklung der Physik. Ging es nach dieser

Entdeckung zunächst um die Klärung der Natur der Strahlung (Teilchencharakter) durch atmosphärische und geomagnetische Untersuchungen, schlossen sich dann aber bald solarerterrestrische Aspekte an. So wurde aus der „durchdringenden Höhenstrahlung“ die kosmische Strahlung. Durch die Entdeckung von Teilenschauern Anfang der dreißiger Jahre, Positronen (1932), Mesonen (1937) und Pionen (1947) sowie vieler weiterer Elementarteilchen wurde die kosmische Strahlung zu einem wesentlichen Informationslieferanten für die entstehende Kern- und Elementarteilchenphysik. Zu Beginn der fünfziger Jahre konnte durch die Verbindung zur Radioastronomie die Astrophysik der kosmischen Strahlung begründet werden. Durch die Nutzung der Raumfahrt gelang es, bedeutend mehr Informationen über die Zusammensetzung der kosmischen Strahlung zu sammeln (1). Aufgrund neuester theoretischer Vorstellungen über die Beziehungen zwischen Hochenergiephysik, Astrophysik und Kosmologie dürften künftige erdgebundene und extraterrestrische Experimente mit der kosmischen Strahlung entscheidende naturwissenschaftliche Erkenntnisse liefern (siehe u. a. (2; 195), (5; 293)).

*Daß die Beobachtung von kosmischer Strahlung nicht nur den Spezialisten vorbehalten bleiben muß, sondern auch im Rahmen eines Demonstrationsexperimentes mit Schülern durchgeführt werden kann, soll dieser Beitrag anhand der Darstellung eines Versuches zur Messung der Zenitwinkelabhängigkeit der Intensität der kosmischen Strahlung verdeutlichen. Dieser auch innerhalb einer Unterrichtsstunde durchführbare und auswertbare Versuch ermöglicht anschauliche Einblicke in die Teilchen- und Astrophysik.*

### Theoretische Grundlagen

Der Zenitwinkel (die Zenitdistanz) ist der Winkel zwischen der Ankunftsrichtung der kosmischen Strahlung am Beobachtungsort und der Richtung zum Zenit des Beobachtungsortes. Im Zenit beträgt dieser Winkel also  $0^\circ$ , am Horizont  $90^\circ$ . Die Zenitwinkelabhängigkeit der Intensität der kosmischen Strahlung ist eine Folge des von der kosmischen Strahlung in der Erdatmosphäre zurückgelegten Weges. Bei der im wesentlichen geradlinigen Bewegung durch die Atmosphäre legen im Zenit eindringende Teilchen der primären kosmischen Strahlung einen kürzeren Weg in der Atmosphäre zurück als nicht im Zenit einfallende. Die Häufigkeit von Stößen mit Kernen der Luftmoleküle ist daher geringer. Die dabei entstehende sekundäre kosmische Strahlung ist (unter sonst gleichen Bedingungen) deshalb weniger abgeschwächt (gestreut und absorbiert). Diese Zenitwinkelabhängigkeit der Intensität der kosmischen Strahlung kann durch die Gleichung

$$I(\Theta) = I(\Theta = 0^\circ) \cdot \cos^2 \Theta \quad (1)$$

beschrieben werden ( $I(\Theta = 0^\circ)$  Intensität der kosmischen Strahlung bei senkrechtem Einfall). Die Gleichung (1) ist eine Näherungsformel und gilt für Zenitwinkel kleiner als etwa  $70^\circ$ .

### Das Demonstrationsexperiment

Der Versuch gliedert sich in drei Teile:

#### a) Der Aufbau eines „Fernrohres“ für kosmische Strahlung

Das Wirkungsprinzip ist dem astronomischer Fernrohre äquivalent. An die Stelle des Objektivs und des Okulars treten zwei Zählrohre, deren Abstand so gewählt wird, daß Koinzidenzen auftreten. Im vorliegenden Versuch wurden die Zählrohre (VA-Z 118, hergestellt im VEB MeBelektronik Dresden, Preis etwa 200,- Mark) an einer Telementor-Montierung befestigt. Die an die Zählrohre angeschlossenen Zählrohradapter mit Lautsprecher (hergestellt im VEB Polytechnik Karl-Marx-Stadt, Preis etwa 780,- Mark) werden, parallel geschaltet, zum Eingang eines Oszillographen geführt (6; 336). Koinzidenzen äußern sich auf dem Bildschirm des Oszillographen durch eine Verdopplung der sichtbaren Impulse. Ein digitales Registriergerät („Polydigit“) kann der Zählung der pro Winkleinheit in beiden Zählrohren ankommenden Teilchen dienen. Beim Anschluß des Registriergerätes ist darauf zu achten, daß die Impulse der beiden Zählrohre über einen genügend großen Widerstand (z. B.  $10 \text{ k}\Omega$ ) zum Polydigit geführt werden, so daß die Zählautomatik auf Einzelimpulse nicht anspricht, weil nur Koinzidenzen gezählt werden sollen. Das Bild auf der 3. Umschlagseite zeigt das verwendete „Fernrohr“ für kosmische Strahlung und das Bild 1 das entsprechende Blockschema.

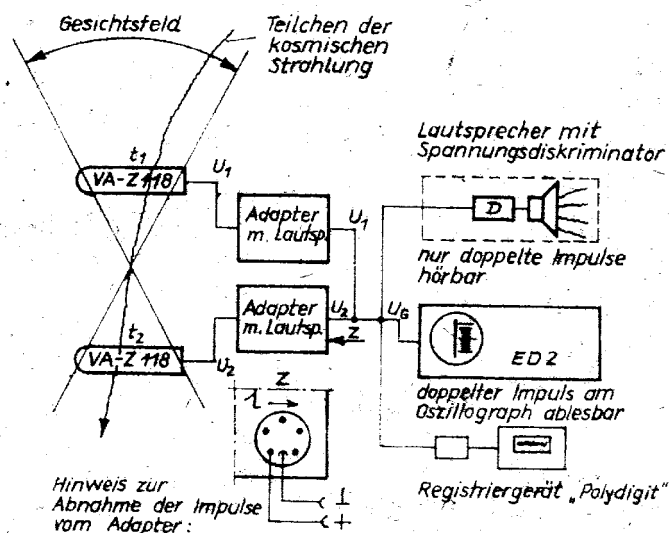


Bild 1: Schematischer Aufbau des „Fernrohres“ für kosmische Strahlung mit optischer, numerischer und akustischer Registrierung der Teilchen. Da für die Spannungen  $U_1 = U_2$  und die Ankunftszeiten  $t_1 = t_2$  gilt, ist die Gesamtspannung für Koinzidenzen  $U_G = U_1 + U_2$  also ein doppelter Impuls am Oszillographen.

### b) Die Versuchsdurchführung

Es erweist sich als günstig, einen Zählrohrabstand von 10 cm zu wählen, damit die gemessene Teilchenzahl pro Minute nicht zu gering wird. Arretiert man nun das „Fernrohr“ bei verschiedenen Zenitwinkeln, so lassen sich schon innerhalb weniger Minuten unterschiedliche Teilchenzahlen feststellen. Bei der Durchführung des Demonstrationsexperimentes empfiehlt es sich jedoch, die Lautsprecher der Zählrohradapter abzuschalten, weil hier sämtliche in den Zählrohren auftretenden Teilchen registriert werden. Dagegen stören die akustischen Signale des Koinzidenzlautsprechers nicht. In den Zeitabschnitten zwischen den Registrierungen könnten die Schüler beispielsweise mit den theoretischen Grundlagen der Zenitwinkelabhängigkeit, der Zusammensetzung und der Ausbreitung der kosmischen Strahlung vertraut gemacht werden (s. (2)).

### c) Die Auswertung des Versuches

Die gemessene Teilchenzahl pro Minute sollte als Funktion des Zenitwinkels dargestellt werden. Anschließend ist es möglich, den in der Physik der kosmischen Strahlung üblichen integralen Fluß (in  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{sr}^{-1}$ ) auszurechnen. Dies bereitet keine Schwierigkeiten, weil die zur Verfügung stehende Meßfläche von  $9,4 \cdot 10^{-4} \text{m}^2$  des Zählrohres und der Raumwinkel des „Fernrohres“ mit 0,46 sterad bekannt sind. Das Bild 2 gibt ein mögliches Versuchsergebnis wieder. Man beachte, daß die Breite der Zenitwinkel (horizontale Balken) Ausdruck des vom

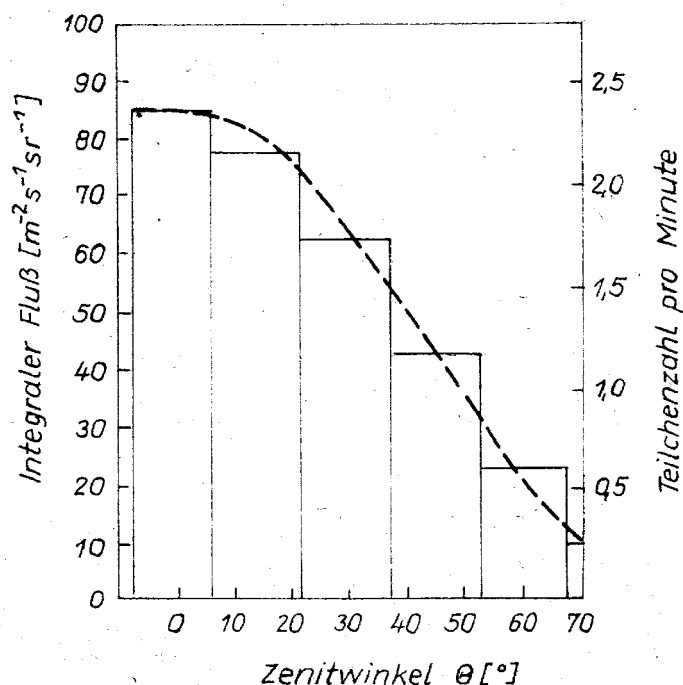


Bild 2: Vergleich von nach Gleichung (1) berechneter Zenitwinkelabhängigkeit der kosmischen Strahlung (gestrichelte Kurve) und der mit Schulmitteln nachgewiesenen Abnahme der Intensität der kosmischen Strahlung mit zunehmendem Zenitwinkel. Die horizontalen Balken markieren den jeweils vermessenen Winkelbereich.

„Fernrohr“ überdeckten Raumwinkels ist. Im vorliegenden Versuch ist bei sechs verschiedenen Zenitwinkeln gemessen worden. Aber schon Messungen bei einer geringeren Anzahl von Zenitwinkeln bestätigen die Abnahme der Intensität der kosmischen Strahlung mit steigendem Zenitwinkel. Die Übereinstimmung von experimentellen Daten und theoretischer Kurve (nach Gleichung (1)) ist abschließend hervorzuheben.

### Schlußbemerkungen

Die Beschäftigung mit der kosmischen Strahlung im allgemeinen und nicht nur mit dem hier vorgestellten Demonstrationsexperiment im besonderen ist aus mehreren Gründen von Interesse.

Dazu gehören:

1. Ein wissenschaftshistorischer Aspekt. Denn gerade die Entwicklung der Physik der kosmischen Strahlung zeigte, wie entscheidend die Forschungsarbeiten durch die gesellschaftlichen Verhältnisse geprägt wurden. Ausdruck dessen waren und sind z. B. die Aktivitäten der nationalen Observatorien und Institute für kosmische Strahlung (1).
2. Der Beitrag der Physik der kosmischen Strahlung zur Einheit der Physik. Es zeigte sich nämlich zum Ende des vergangenen Jahrhunderts innerhalb der Physik der Trend des Auseinanderstrebens ihrer einzelnen Gebiete. Die Allgemeine Relativitätstheorie von A. EINSTEIN war ein erster Beitrag zur Einheit der Physik. Die kosmische Strahlung leistete ihren Beitrag zur Einheit der Physik dadurch, daß sie Wesentliches zur Entwicklung der Kern-, Elementarteilchen- und Astrophysik beitrug und dieses sich wiederum auf die Physik der kosmischen Strahlung auswirkte.
3. Die Möglichkeit, mit Hilfe der kosmischen Strahlung Aussagen über den Zustand des Kosmos für ein Weltalter viel kleiner als 10 Millionen Jahre zu machen (die Photonen der Hintergrundstrahlung können hier keine Informationen mehr liefern), da die Zerfallsprodukte superschwerer Teilchen ihre Kennzeichen in der kosmischen Strahlung hinterlassen haben könnten.
4. Ein pädagogischer Aspekt, d. h., es besteht z. B. die Möglichkeit, ein weiteres sehr anschauliches Experiment (siehe in (7; 175)) durchzuführen, das durch seine Einfachheit eine zusätzliche wetterunabhängige Ergänzung des Astronomieunterrichtes darstellt, die Verbindungen von Physik und Astronomie betont und die Erkenntnis, daß die kosmische Strahlung Bindeglied zwischen Mikro- und Makrokosmos ist, festigt. Wir hoffen, mit diesem Beitrag das Interesse an der kosmischen Strahlung ein wenig geweckt zu haben.

Unser Dank gilt Herrn Lehrer K. RAABE, EOS „A. Humboldt“ (Leipzig), für die Möglichkeit der Durchführung des Demonstrationsexperimentes.

## Literatur

- (1) SEKIDO, Y.; ELLIOT, H.: **Early history of cosmic ray studies.** D. REIDEL, Astroph. and Space Science Library, 118 (1985).
- (2) HALM, I.; JANSEN, F.: **Eigenschaften der kosmischen Strahlung und ihre Bedeutung für die Hochenergie-Astrophysik.** In: Die Sterne, 63 (1987), 4.
- (3) JANSEN, F.; HALM, I.: **Zur Ausbreitung und Beschleunigung der kosmischen Strahlung.** In: Die Sterne, 64 (1988), 1.
- (4) HALM, I.: **Extraterrestrial possibilities to measure cosmic antimatter.** In: Astronomische Nachrichten, 307 (1986), 5.
- (5) JANSEN, F.: **Das Rätsel um Cygnus X-3.** In: Die Sterne, 62 (1986), 5.
- (6) WROBEL, D.: **Verstärkerstufe und Integrierglied zum Zählrohradapter.** In: Physik in der Schule, 16 (1978), 7, 8.
- (7) HERFORTH, L.; KOCH, H.: **Praktikum der Radioaktivität und der Radiochemie.** Deutscher Verlag der Wissenschaften, (1986).

Anschriften der Verfasser:

**CLEMENS GLAUBITZ**  
Ludolf-Colditz-Straße 21  
Leipzig  
DDR - 7027

**FRITZ JANSEN**  
Institut für Kosmosforschung der AdW der DDR  
Rudower Chaussee 5  
Berlin  
DDR - 1199

**Eberhard Nowatzki**

## Zur Vermittlung anwendungsbereiten Wissens im FKR (Grundkurs)

Wie bereits im Heft 1/1988 angekündigt, veröffentlichen wir mit diesem Beitrag beginnend erste Erfahrungen über die praktische Umsetzung des neuen Rahmenprogramms. Der folgende Bericht informiert über Möglichkeiten einer erfolgreichen Arbeit im Grundkurs.

Seit dem Schuljahr 1979/80 leite ich fakultative Kurse zum Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“. Arbeitete ich anfangs genau nach dem vorgegebenen Programm, so entwickelte ich in der Folgezeit Varianten, um möglichst effektiv zu arbeiten. Deshalb nutzte ich nach Absprache mit meinem Fachberater auch die Möglichkeit, bereits im vergangenen Schuljahr nach dem Entwurf des neuen Rahmenprogramms zu arbeiten.

Nach dem neuen Grundkurs wird der Überblick über astronomische Objekte und Systeme im Weltall im 4. Abschnitt gegeben. Dafür werden im Plan 24 Stunden angesetzt. Für dieses Schuljahr habe ich den Plan für meine Arbeit aus aktuellem Anlaß modifiziert:

- |   |         |
|---|---------|
| 1. Historische Entwicklung und Aufgaben von Astronomie und Raumfahrt: | 16 Std. |
| 2. Grundlagen astronomischer Beobachtungen:                           | 12 Std. |
| 3. Orientierung am Sternhimmel:                                       | 18 Std. |
| 4. Überblick über astronomische Objekte und Systeme im Weltall:       | 18 Std. |

Damit in dieser verkürzten Zeit das grundlegende Wissen für meine Schüler auch anwendungsbereit wird, mußte ich vielfältige Varianten der Vermittlung, Wiederholung und Festigung nutzen. Dieser Prozeß begann bereits im ersten Abschnitt, den ich zeitlich und inhaltlich erweiterte. Den 30. Jahrestag des Starts von Sputnik 1 und den 70. Jahrestag der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution haben wir zum Anlaß genommen, eine Ausstellung in der Aula unserer Schule zu gestalten. Neben der Geschichte der Raumfahrt wurden auch spezielle Themen dargestellt, wie z. B. „Die Erforschung der Venus“, „Die Erforschung des Mars“ und „Komet Halley“. In Gruppenarbeit sichteten die Schüler das von mir zur Verfügung gestellte Material. Dabei konnten sie sich erstmals intensiv mit den Bahnen und den Eigenschaften der Planeten beschäftigen. Um die Größenverhältnisse im Sonnensystem noch besser zu veranschaulichen, wurden die Bahnen der Raumflugkörper in maßstabsgerechte Zeichnungen vom Sonnensystem eingetragen und die Flugzeiten der Raumsonden erörtert.

Erste konkrete Fakten zu den physikalischen Eigenschaften der Objekte erfuhren die Schüler bei der Besprechung der Ergebnisse der Flüge der Raumsonden. Parallel zur Arbeit am ersten Abschnitt wurde bei günstigem Wetter der Mond beobachtet, um Oberflächenformationen kennenzulernen.

Während der Behandlung der Grundlagen astronomischer Beobachtungen beobachteten wir die Planeten Jupiter und Venus, weiterhin Sternbilder, Sternspektren (qualitative Vergleiche am Okularspektroskop), Sternhaufen und Nebel. Alle Beobachtungen wurden in der Schulsternwarte („Meniscas“ und „Telementor“) durchgeführt. Damit haben die Schüler einerseits Objekte im Fernrohr beobachtet, über deren Eigenschaften bereits kurz gesprochen wurde, andererseits Objekte gesehen, die erst später behandelt wurden. Parallel zur Behandlung der Orientierung wurde die Beobachtung der Planeten und Sternbilder fortgesetzt und die systematische Beobachtung der Mondphasen begonnen. Bei der Arbeit mit Sternkarte und Sternkalender konnten die Beobachtungsergebnisse (u. a. Annäherung von Venus und Jupiter im Verlaufe mehrerer Monate) mit den theoretischen Werten verglichen werden. Mit Hilfe eines Arbeitsblattes mit den Planetenbahnen konnten die Schüler die stetige Annäherung der beiden Planeten begründen und damit ihre Vorstellungen vom Aufbau des Sonnensystems festigen.

Mitte März begann ich mit der Behandlung des Überblicks über astronomische Objekte und Systeme im Weltall. Trotz starker Beeinträchtigung durch das Wetter konnten wir im Vorlauf die wesentlichsten Himmelsbeobachtungen durchführen. Da durch die Umstellung auf die Sommerzeit die Beobachtungsbedingungen spürbar schlechter werden, hatte ich für diesen Zeitraum die Sonnenbeob-

achtungen geplant. Für den 4. Abschnitt habe ich nach folgendem Plan gearbeitet:

Mond	4 Std.
Sonnensystem	4 Std.
Sonne	2 Std.
Sterne	2 Std.
Milchstraßensystem	4 Std.
Galaxien	2 Std.

Die Praxis zeigte, daß es möglich ist, den Stoff dieses Abschnitts trotz der Kürzung auf 18 Stunden gründlich zu behandeln. Immerhin brachte der Abschnitt nach den umfangreichen Beobachtungen (Entlastung des Zeitfonds) für die Schüler nicht mehr sehr viele neue Fakten. Vielmehr mußten sie ihre Kenntnisse wiederholen und in neue, größere Zusammenhänge einordnen. Nachdem die Schüler die Lichtgestalten des Mondes beobachtet und erklärt hatten, konnten sie dieses Wissen bei der Erklärung der Venusphasen anwenden, die sie auch beobachtet hatten. Da bei der Sonne und bei den Sternen nur ausgewählte Themen in Abhängigkeit von den Beobachtungen behandelt wurden, um möglichst wenig Stoff aus dem obligatorischen Astronomieunterricht vorwegzunehmen, war dann auch die Zeitvorgabe ausreichend. Auch bei der Behandlung des Milchstraßensystems ging es im wesentlichen um die Systematisierung und Festigung des bei den Beobachtungen erworbenen Wissens. Gerade in diesem und auch im letzten Abschnitt gewannen die Schüler einen Überblick über kosmische Systeme. Ausgehend von unserem Sonnensystem mit seinen Untersystemen (z. B. Jupiter und Saturn mit ihren großen Satellitensystemen) lernten sie Systeme in verschiedenen Maßstäben kennen (Sternhaufen, Milchstraßensystem, Galaxienhaufen, Metagalaxis). Hierzu wurden eine Reihe von Vergleichen angestellt, damit die Schüler eine gewisse Vorstellung vom Aufbau des Universums erhielten. Nach dem Vergleich der Größen und Entfernungen der Objekte konnte festgestellt werden, daß nur bei den Sternsystemen Größen und Entfernungen vergleichbare Werte haben und damit in einem Modell anschaulich dargestellt werden können.

Zusammenfassend möchte ich feststellen: *Um dauerhafte Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten (Umgang mit dem Schulfernrohr) zu erreichen, ist eine ständige Wiederholung und Festigung notwendig. Dazu ist auch ein Nacheinander von Beobachtung und systematischer Behandlung geeignet. Dadurch wird die Anschaulichkeit erhöht und der Prozeß des Lernens wirksam unterstützt.*

Anschrift des Verfassers:  
**EBERHARD NOWATZKI**  
Wilhelm-Pieck-Oberschule  
Wilhelm-Pieck-Straße 33  
Oschersleben  
DDR - 3230

**Nachbemerkung der Redaktion:** Wir bitten unsere Leser, ebenfalls Erfahrungen und Erkenntnisse bei der Arbeit mit dem neuen Rahmenprogramm der

Redaktion mitzuteilen. Es geht uns u. a. um Antwort auf folgende Fragen:

- Wie trägt die Tätigkeit im fakultativen Kurs zur Ausprägung spezifischer Neigungen, Interessen, Begabungen und Talente der Schüler bei?
- Welche Möglichkeiten hat der fakultative Kurs, um durch anspruchsvolle Schülertätigkeiten die Aneignung eines soliden und anwendungsbereiten astronomischen Wissens zu sichern?
- Wie wird im Grundkurs „Einführung in die Astronomie und Raumfahrt“ den Schülern grundlegendes und anwendungsbereites Wissen über astronomische Objekte und Erscheinungen vermittelt; wie gewinnen die Schüler einen Überblick über kosmische Systeme?
- Wie werden die im Grundkurs „Einführung in die Astronomie und Raumfahrt“ geforderten Beobachtungen genutzt, um bei den Schülern Fähigkeiten zur Orientierung am Sternhimmel und zur Beobachtung mit und ohne Gerät auszubilden?
- Wie kann im Wahlkurs „Sonnensystem“ mit Hilfe mathematisch-physikalischer Inhalte und der historischen Aspekte des Stoffs den Schülern ein tieferer Einblick in den Aufbau und die Entwicklung des Sonnensystems gegeben werden?
- Wie lassen sich im Wahlkurs „Sterne und Sternsysteme“ Erkenntnisse über die Metagalaxis faßlich mit dem Ziel vermitteln, daß sich die Schüler exakte Kenntnisse über die Struktur und Entwicklung des überschaubaren Weltalls aneignen?
- Wie wird im Wahlkurs „Raumfahrt“ durch interessante und tätigkeitsorientierte Zusammenkünfte erreicht, daß die Schüler zum Interesse und zur Beschäftigung mit Fragen und Problemen der Raumfahrt angeregt werden?

Alfred Bannatz

## Planetarium unterstützt Astronomieunterricht

Wenn zum Abschluß des vergangenen Schuljahres bei der Einschätzung der Ergebnisse des Unterrichts nach den neuen Lehrplänen festgestellt werden konnte, daß im Fach Astronomie eine besonders erfolgreiche Arbeit geleistet wurde, dann hat daran die vor 10 Jahren in Demmin in einem alten Wasserturm errichtete Astronomiestation mit ihren beiden Fachlehrern HANS-JOACHIM PALM und GERHARD STEPHAN großen Anteil (s. Bilder 4. Umschlagseite). In der mündlichen Abschlußprüfung konnte ich mich davon überzeugen, daß die Schüler über solide Kenntnisse über das Weltall, ausgewählte astronomische Objekte, die Raumfahrt und die historische Entwicklung der Astronomie verfügen. Gute Fortschritte waren im Orientieren am Sternhimmel, beim Beobachten und dem Umgang mit einfachen Hilfsmitteln zu verzeichnen.

Eine Schülerin, KIRSTIN BEYER von der OS „Gustav Possékel“ Schönfeld, sagte in einem Gespräch nach der Prüfung:

*„Das Fach Astronomie finde ich sehr interessant. Ich glaube, daß es doch sehr wichtig ist, daß man über die Sterne, die Planeten und über unsere Sonne, die unser Leben auf der Erde erst ermög-*



licht, Bescheid weiß und auch bestimmte Schlußfolgerungen daraus ziehen kann. Herr PALM hat es, so finde ich, gut verstanden, uns einen kleinen Teil der Astronomie mit dem Planetarium, den Karten, den Modellen und anderen aktuellen Anschauungsmitteln in der Astronomiestation zu vermitteln. Durch den Unterricht haben wir erst richtig empfunden, wie schön doch unsere Erde und wie unendlich unser Weltall ist."

Das sind Resultate, die dafür sprechen, daß von den Schulen unseres Kreises die Möglichkeiten des obligatorischen und fakultativen Unterrichts und der außerunterrichtlichen Tätigkeit für die Herausbildung und Festigung des wissenschaftlichen Weltbildes der Schüler gut genutzt wurden. Zwölf 10. Klassen erhalten ihren wöchentlichen Astronomieunterricht in dem mit allen notwendigen Lehr- und Unterrichtsmitteln ausgerüsteten und geschmackvoll gestalteten Fachunterrichtsraum.

Der besondere Vorteil der Astronomiestation besteht darin, daß sie über eine Beobachtungsplattform mit 10 Schulfernrohren „Telementor“ und seit 1981 über ein Zeiss-Kleinplanetarium ZKP 2 verfügt, mit dem der gesamte Fixsternhimmel an die 6-m-Kuppel projiziert werden kann. Damit sind alle erforderlichen materiell-räumlichen Voraussetzungen für die Erfüllung des Beobachtungsprogrammes gegeben, dem nach dem neuen Lehrplan für die bildungs- und erziehungswirksame Gestaltung des Astronomieunterrichts eine besonders große Bedeutung beizumessen ist.

Alle Schüler der 10. Klassen aus Demmin besuchen an 2 Beobachtungsabenden die Astronomiestation. Die Beobachtung der Sonnenoberfläche wird in einer regulären Unterrichtsstunde vorgenommen. Das Planetarium wird auch zur Vorbereitung der beiden Beobachtungsabende genutzt, für Übungen zum Schätzen von Azimut und Höhe, Einprägen von Sternbildern, Namen von Sternen, Aufsuchen und Einprägen anderer Beobachtungsobjekte. Die Beobachtungen werden im Stationsbetrieb an mehreren Fernrohren durchgeführt. Die Erfahrungen unserer Astronomielehrer zu dem so gestalteten Beobachtungsprogramm besagen, daß es für die Erkenntnisgewinnung der Schüler unerlässlich ist, die Beobachtungen im Unterricht vorzubereiten und die Ergebnisse in den Erkenntnisprozeß der Schüler einfließen zu lassen. Darum bestand ein wichtiges Anliegen bei der Vorbereitung der Lehrer auf den neuen Lehrplan darin, die Funktion der astronomischen Beobachtung im Erkenntnisprozeß und als Hauptform der Praxis für den Astronomen zu erklären.

Um den neuen Lehrplan mit hoher Qualität zu erfüllen, den Unterricht interessant, anschaulich und erziehungswirksam zu gestalten, finden für die 10. Klassen unterrichtsergänzende Veranstaltungen zu folgenden Themen im Planetarium statt:

#### 1. Gestaltung der 1. Unterrichtsstunde im Fach

2. Das Horizontsystem (nach Vereinbarung als Einführungs- oder Festigungsstunde)
3. Bewegungen, Phasen, Finsternisse, Oberfläche des Mondes
4. helio- und geozentrische Planetenbewegungen, Sichtbarkeitsbedingungen für innere und äußere Planeten.

Vor jeder Veranstaltung werden mit dem jeweiligen Fachlehrer der Klasse die Schülertätigkeiten und andere methodische Fragen besprochen. Im Schuljahr 1987/88 wurden 113 Veranstaltungen dieser Art durchgeführt. Alle Schulen – auch der Nachbarkreise – kennen das Beobachtungsprogramm und die Themen für unterrichtsergänzende Veranstaltungen (den Nachbarkreisen wurde auch die Nutzung von Wandertagen mit Übernachtungsmöglichkeit in der Jugendherberge empfohlen).

Von besonderem Wert für die Förderung von Interessen und Neigungen über den obligatorischen Astronomieunterricht hinaus sind die drei fakultativen Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ mit 28 Teilnehmern, die von den Mitarbeitern der Astronomiestation geleitet werden. Die Teilnehmer werden u. a. aktiv in die Beobachtungsabende als Helfer im Stationsbetrieb einbezogen, werden an der Gestaltung von Programmen für öffentliche Vorträge für FDJ- und Pionierkollektive beteiligt und fertigen Materialien (Tonbänder, Meßgeräte für Winkelmessungen, Sonnenuhren) für den Unterricht an.

KIRSTIN BEYER gehört als Absolventin der 10. Klasse der Schülergeneration an, die im Verlaufe ihrer Schulzeit den Aufbau der Astronomiestation miterlebt hat und sich durch Besuche in dieser Einrichtung im Rahmen des Heimatkundeunterrichts und der außerunterrichtlichen Tätigkeit erste Vorstellungen von Aufbau und den Entwicklungsprozessen des Weltalls verschaffen konnte.

In ihrem Unterricht in den 10. Klassen stellen unsere Astronomielehrer immer wieder fest, daß die Schüler gut für das Lernen in ihrem Fach motiviert wurden. Insgesamt wurden für diese Zwecke von den Kollegen PALM und STEPHAN 20 Themen erarbeitet, die auf sehr anschauliche, einprägsame und überwiegend auch emotionale Weise die Schüler und andere Besucher des Planetariums ansprechen. So beinhaltet das Angebot solche Themen wie

- „Als der Mond zum Schneider kam“ (Mondphasen) 40 Min.
- „Entwicklung der Raumfahrt“ 1 Std.
- „Unser Nachbarplanet Mars“ (Phobos-Unternehmen) 1 Std.

Es spricht für die hohe Einsatzbereitschaft und gute Arbeit, die von beiden Mitarbeitern der Astronomiestation geleistet wird, wenn in den vergangenen 10 Jahren 2 380 Veranstaltungen mit 111 146 Besuchern durchgeführt wurden.

Auf vielfältige Weise unterstützen die Kollegen die Weiterbildung der 12 Astronomielehrer unseres Kreises. In der Astronomiestation treffen sich die

Kollegen im Fachzirkel und tauschen ihre Erfahrungen über die Arbeit mit dem Schulfernrohr „Telementor“, über die Durchführung der obligatorischen Beobachtungen und weitere Fragen der Unterrichtsgestaltung aus. Sie werden über besondere Schwerpunkte, Jubiläen, Konstellationen und astronomische Ereignisse informiert und erhalten über die Station den Plakatkalender „Das astronomische Jahr“ der Carl-Zeiss-Stiftung Jena. Es werden fachspezifische Vorträge und Veranstaltungen zur fachlichen Weiterbildung organisiert. Zweimal trafen sich die Fachberater für Astronomie des Bezirkes hier. Neben dem Studium der Fachliteratur nutzen die Mitarbeiter der Astronomiestation den Erfahrungsaustausch mit der Sternwarte „Johannes Franz“, Bautzen, und Urania-Großveranstaltungen für ihre eigene Weiterbildung.

Es ist also eine erfolgreiche Bilanz, auf die unsere Astronomiestation verweisen kann. Das Berufsethos der beiden dort tätigen Pädagogen, die gewonnenen Erfahrungen und die vorhandenen guten räumlich-materiellen Voraussetzungen sind Gewähr dafür, daß sie auch künftig ihrer Rolle als kulturpolitische Einrichtung zur Vermittlung eines wissenschaftlichen Weltbildes gerecht wird.

Anschrift des Verfassers:  
**OSTR ALFRED BANNATZ**  
Kreisschulrat  
Rat des Kreises Demmin  
Abteilung Volksbildung  
Demmin  
DDR - 2030

**Klaus Henkel**

## Zur Führung des Astronomieunterrichts durch den Direktor

Qualität und Wirksamkeit des Astronomieunterrichts an jeder einzelnen Schule werden in starkem Maße von der Führung durch den Direktor stimuliert. Die Erfahrungen mit bislang 15 „Leistungsübungen“ im Kreis Bad Salzungen besagen, daß diese Praxis eine wirksame Möglichkeit für die Anleitung und Befähigung der Direktoren zur Führung des Fachunterrichts darstellt. „Das Ziel der Leistungsübung besteht darin, die gesamte analytische Arbeitsweise (der Direktoren) zu verbessern, sie am Beispiel einer konkreten Unterrichtseinheit zu üben und die dabei gewonnenen Erfahrungen für die komplexe Unterrichtsführung nutzbar zu machen“ (1; 2).

In den Arbeitsplänen der Abteilung Volksbildung beim Rat des Kreises und des Pädagogischen Kreiskabinetts wurde die Leistungsübung im Schuljahr 1987/88 für das Fach Astronomie vorgesehen.

Neben den allgemeinen Aspekten der Qualifizierung sollte damit ein Beitrag zur Befähigung der Direktoren geleistet werden, im unmittelbaren Zusammenhang mit der Einführung des neuen Lehrplanes den Astronomieunterricht in seiner integrierenden fachwissenschaftlichen und ideologischen Funktion sachkundig zu führen. Unter Beachtung weiterer Arbeitsvorhaben der Abteilung Volksbildung und des Pädagogischen Kreiskabinetts wurde die Stoffeinheit 2.3. „Mond“ zur Grundlage genommen. Dabei war zu bedenken, daß der frühe Zeitpunkt (in der Einführungsphase des neuen Lehrplanes) und die schmale empirische Basis von nur drei Hospitationsstunden auch Probleme verursachen konnten.

### Wie wurde die Leistungsübung im Fach Astronomie vorbereitet und durchgeführt?

Bereits in den ersten Unterrichtswochen erhielten die Direktoren durch den Kreisschulrat eine erste Information über Zielstellung und Inhalte der Leistungsübung, einschließlich konkreter Hinweise zum Studium der notwendigen Literatur (Lehrplan Astronomie, entsprechende Abschnitte des Lehrbuches und der Unterrichtshilfen, einschlägige Beiträge in „Pädagogik“ und „Astronomie in der Schule“ sowie im Wissensspeicher Astronomie). Sie wurden aufgefordert, sich eingehend mit dem Stand der Lehrplannerfüllung und der Einordnung der Stoffeinheit 2.3. in den Stoffverteilungsplan vertraut zu machen, die Hospitation in den beiden entsprechenden Unterrichtsstunden und dem zugeordneten Beobachtungsabend abzusichern und sich auf die Analyse der gewonnenen Ergebnisse vorzubereiten. Nach den Herbstferien erfolgte eine Präzisierung des Inhaltes der Hospitations- und Analysetätigkeit. Im Hinblick auf die Planung und Vorbereitung des Unterrichts war zu untersuchen, wie der Astronomielehrer die zu erreichenden Ziele, Inhalte und Wege zur Aneignung des laut Lehrplan geforderten Wissens und Könnens und der weltanschaulichen Erkenntnisse exakt geplant hatte, wie die geforderten geistigen Schülertätigkeiten bereits in der Unterrichtsvorbereitung ihren Niederschlag fanden und in welcher Weise die schulastronomischen Beobachtungen einbezogen waren.

Die Verlaufs- und Ergebnisqualität des Unterrichtsprozesses sollte vor allem hinsichtlich folgender Aspekte analysiert werden:

- *Reaktivierung und Nutzung der Vorleistungen anderer Fächer für die Erkenntnisgewinnung im Astronomieunterricht*
- *Einbeziehung der Erfahrungen der Schüler, insbesondere ihrer Beobachtungsergebnisse*
- *Effektivität der Lehrer- und der Schülertätigkeit und des Einsatzes der Unterrichtsmittel im Prozeß der Vermittlung und Aneignung wesentlicher Bildungsinhalte; Solidität der geforderten Kenntnisse der Schüler*

- Spezieller Beitrag der geistigen Tätigkeit des Erklärens durch die Schüler zur Gewinnung tieferer Erkenntnisse und Einsichten in Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten
- Nutzung des dialektischen Zusammenhanges von Erscheinung und Wesen für die Vertiefung des wissenschaftlichen Weltbildes
- Vorbereitung (durch Lehrer und Schüler) und Durchführung der zugeordneten Beobachtungen, sinnvolles und übersichtliches Protokollieren der Beobachtungsergebnisse und deren Auswertung im laufenden Unterricht.

Nach Abschluß der Stoffeinheit „Mond“ fand die Abschlußberatung zur Leitungsübung mit den Direktoren statt. Nach einem seminaristischen Gespräch über Ziel und Aufgaben des Astronomieunterrichts nach dem neuen Lehrplan auf der Grundlage des durchgeführten Studiums gaben die Direktoren ihren Erfahrungsbericht über die Ergebnisse und Probleme bei der Führung und Gestaltung des Astronomieunterrichts an ihrer Schule auf der Grundlage ihrer analytischen Tätigkeit. So wurde u. a. herausgearbeitet, daß als Kriterium für die Auswahl der Bildungsinhalte deren Wert für die Aneignung eines wissenschaftlichen Weltbildes anzusehen ist. Die copernicanische Wende als revolutionärer Akt der Negierung des grundlegenden Unterschiedes zwischen Erde und Himmel und der zentralen Stellung der Erde fand dabei besondere Beachtung.

Die Direktoren gewannen einen klaren Standpunkt zur gewachsenen Bedeutung schulastronomischer Beobachtungen in inhaltlich und organisatorisch vervollkommener Form für die Gewinnung von Wissen über Objekte und Erscheinungen, für das tiefere Erfassen wissenschaftlicher Arbeitsweisen, für die Förderung weltanschaulicher Einsichten und für die emotionale Stimulierung des Interesses unserer Schüler am Fach Astronomie. Hinsichtlich der zunehmenden Bedeutung geistiger Schülertätigkeiten für die solide Aneignung grundlegenden Wissens bemerkten die Direktoren, daß deren vollständige Realisierung bereits in der Planung und Vorbereitung des Unterrichts zu berücksichtigen ist. Das dem Astronomieunterricht immanente Entwicklungsdenken kam bezüglich der „rein natürlichen“ Entwicklung kosmischer Objekte und deren unterrichtlicher Behandlung ebenso zur Sprache wie die Verknüpfung fachlicher und wissenschaftshistorischer Aspekte, die die Entwicklung der menschlichen Erkenntnisse widerspiegeln. Die Verbindung zu anderen Fächern wurde hauptsächlich von den Lehrplaninhalten her diskutiert, wobei die Mathematik hohe Beachtung fand (mit der im Unterricht einzelner Lehrer realisierten Berechnung der Fallbeschleunigung auf dem Mond lag auch ein anregendes Beispiel vor). Aber auch zu unterrichtsorganisatorischen Gesichtspunkten, z. B. der Fachraumzuordnung, fand ein Meinungsaustausch statt.

Den Abschluß der Leitungsübung bildete die Darlegung der Standpunkte der Abteilung Volksbildung zum Stand des Astronomieunterrichts in unserem Kreis, die neben personellen und materiell-technischen Bedingungen und der Planungs- und Vorbereitungsarbeit der Lehrer vor allem Fragen der Unterrichtsgestaltung und seiner Ergebnisse beinhalteten. Schlußfolgerungen, die sich für die weitere Leitungstätigkeit der Direktoren ergaben, wurden abgeleitet. Durch die enge Zusammenarbeit von Fachberater und Direktoren, die Einbeziehung des Kreisschulrates und des Direktors des Pädagogischen Kreiskabinetts sowie der Kreisschulinspektion in den gesamten Prozeß der Vorbereitung und Durchführung der Leitungsübung wurde ein spürbarer Beitrag zur sachkundigen Führung und ein nachhaltiger Impuls für die Qualitätserhöhung des Astronomieunterrichts in unserem Kreis gegeben.

#### Literatur:

- (1) REICH, K.: Die Befähigung der Direktoren zur Führung des Unterrichts durch die Kreisabteilung in Form von Leitungsübungen. Thesen zur Pädagogischen Lesung.

Anschrift des Verfassers:

**KLAUS HENKEL**  
Theodor-Neubauer-Oberschule  
Kieselbach  
DDR - 6201

# B

## Beobachtung

### Eine langfristige Beobachtungsaufgabe

Es ist wieder soweit: Mars überholt Jupiter, und dieses Ereignis kann bequem und zu günstigen Beobachtungszeiten mit dem bloßen Auge im Verlaufe der ersten vier Monate des Jahres 1989 am Abendhimmel verfolgt werden. Beide Planeten durchlaufen im März das „Goldene Tor“ der Ekliptik zwischen den Sternhaufen Plejaden und Hyaden; am 11. 3. überholt Mars den deutlich helleren Jupiter im Abstand von 1°8.

Da die Schüler bereits im November 1988 bei der Behandlung der Planeten über deren scheinbare Bewegungen in-

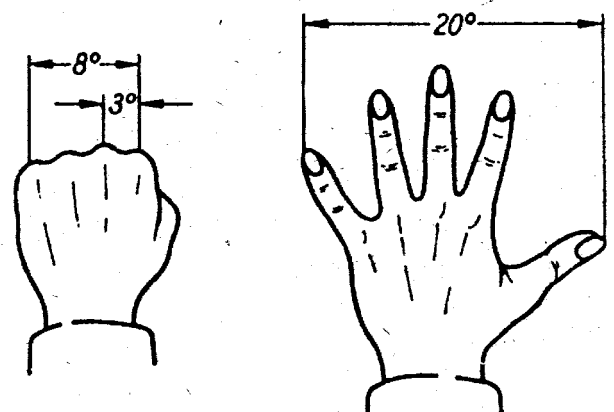


Bild 1: Schätzung von Winkelabständen mit Hilfe der Hand bei ausgestrecktem Arm

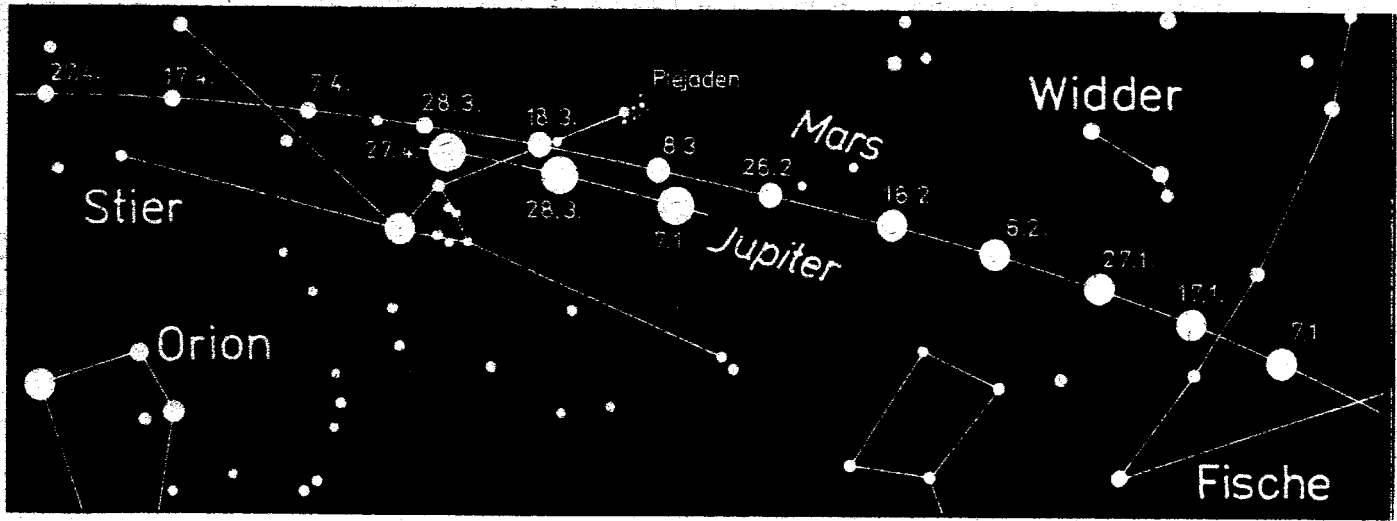


Bild 2: Mars und Jupiter in den Monaten Januar bis April 1989

formiert wurden, bietet sich jetzt eine ausgezeichnete Gelegenheit, durch eine langfristige Beobachtungsaufgabe dieses Wissen zu vertiefen und zu bestätigen: „Beobachten Sie im Verlaufe der Monate Januar bis April 1989 wöchentlich einmal die Planeten Mars und Jupiter am Abendhimmel! Schätzen Sie jedesmal den Winkelabstand zwischen den beiden Planeten und schreiben Sie die Ergebnisse in Form einer Tabelle nieder!“ Der Lehrer sollte dabei die in Bild 1 dargestellte Methode des Schätzens mit ausgestrecktem Arm demonstrieren.

Jupiter ist bis zum 20. 1. 1989 rückläufig, seine Bewegung relativ zu den Sternen wird erst Anfang März mit dem bloßen Auge deutlich wahrnehmbar. Demgegenüber ist die rasche Bewegung des Mars sehr auffällig. Bild 2 zeigt die Bahnen beider Planeten. Besonders im März ist die Beobachtung der Marsbewegung reizvoll: in der ersten Märzdekade finden wir den roten Planeten westlich (rechts) der Plejaden, in der zweiten befindet er sich im „Goldenen Tor“, und in der dritten ist er bereits östlich (links) der Plejaden zu sehen. Seine Helligkeit, die um die Jahreswende noch über der des farblich ganz ähnlichen Sterns Aldebaran im Sternbild Stier liegt, geht in den ersten vier Monaten des neuen Jahres erheblich zurück. Ende April ist Mars fast eine Grö-

Benklasse schwächer als Aldebaran. Am Abend des 12. 3. 1989 befindet sich der zunehmende Mond in unmittelbarer Nähe der beiden Planeten (siehe „Astronomie in der Schule“, 25 (1988), H. 3, S. 61).

Die folgende Tabelle zeigt, welche Ergebnisse bei der Lösung der Beobachtungsaufgabe zu erwarten sind:

Beobachtungstag	Abstand der Planeten
7. 1.	33°
17. 1.	27°
27. 1.	22°
6. 2.	17°
16. 2.	11°
26. 2.	7°
8. 3.	2°
18. 3.	4°
28. 3.	8°
7. 4.	12°
17. 4.	16°
27. 4.	20°

KLAUS LINDNER

## V Vorbilder

### Oberstudienrat Edgar Otto

Solch glückliche Konstellation, die gleich Vater und Sohn an die Himmelskunde fesselte, wird die Geschichte der Schulastronomie unseres Landes wohl nicht so häufig konstatieren können. 1931 gründete EDGAR OTTO sen. in der nordwestlich von Leipzig gelegenen Stadt Eilenburg eine private „URANIA-Sternwarte“ mit 3-m-Kuppel und 80-mm-Refraktor. Schnell fand sein kleines Observatorium regen Zuspruch unter der Bevölkerung. Auch der 1922 geborene Sohn EDGAR ließ sich von der astronomischen Liebhaberei anstecken. Himmelskunde muß Gemeingut des ganzen Volkes werden – dieses väterliche Credo sollte ihn zeitlebens begleiten.

Nach dem Krieg hing EDGAR OTTO jun. jedoch erst einmal als Neulehrer an. Bereits 1950 wurde der mittlerweile Achtundzwanzigjährige Schuldirektor in Eilenburg. Kreis Schulinspektor, Leiter des Pädagogischen Kreiskabinetts, stellvertretender Kreisschulrat, dazwischen Ausbildung zum Fachlehrer für Mathematik und später Astronomie – Lebenssta-



tionen von EDGAR OTTO, die seine persönliche Entwicklung mit der unserer sozialistischen Volksbildung verknüpfen.

Sehr eng blieb über diese Jahre der Kontakt zur Sternwarte, die 1961 Schulsternwarte unter hauptamtlicher Leitung des Vaters wurde. Als die UdSSR das Internationale Geophysikalische Jahr am 4. Oktober 1957 mit dem Start von Sputnik 1 krönte, gehörte er zu den begeistertsten Eilenburger Sternfreunden, die dessen Bahn aufspüren halfen. Über zwei Jahrzehnte lang, EDGAR OTTO jun. löste inzwischen seinen Vater bei der Leitung der Sternwarte ab, meldete die Satellitenbeobachtungsstation Eilenburg regelmäßig Vermessungsergebnisse in die Welt. Spezialteleskope, eine elektronische Zeitanlage und der Allwellenempfänger ermöglichten wissenschaftlich achtbare Ergebnisse, die auch im Wissenschaftlichen Rat der Akademie der Wissenschaften der UdSSR ausgewertet wurden.

Stolz kann OstR EDGAR OTTO, den seine sechs Mitstreiter einen ruhigen aber besessenen Chef nennen, auf das Erreichte zurückblicken: „Seit unsere Sternwarte 1964 als Volks- und Schulsternwarte ‚Juri Gagarin‘ auf dem Eilenburger Mansberg neu errichtet wurde, hat sie sich ständig vergrößert. Heute stehen den Schülern und zahlreichen in- und ausländischen Besuchern ein großer Vortragssaal mit wechselnder Ausstellung im Foyer, 3 Instrumentenkuppeln mit Fernrohren verschiedener Größen, ein Kleinplanetarium und die Satellitenbeobachtungstechnik zur Verfügung.“

Trotz der umfangreichen Verpflichtungen als Leiter einer der größten Schulsternwarten der DDR suchte er ständig nach Wegen, seine Erfahrungen an Kollegen weiterzugeben, so u. a. als Autor in „Astronomie in der Schule“ oder als Mitglied der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt. Auch zu den Hobbyastronomen hat der Stellvertreter des Vorsitzenden der Zentralen Kommission Astronomie und Raumfahrt des Kulturbundes natürlich beste Verbindungen. Viele berufliche und gesellschaftliche Anerkennungen wurden Genossen EDGAR OTTO schon zuteil. Ein Erlebnis prägte sich ihm jedoch besonders fest ein: „Im Oktober 1963 weilten ja WALENTINA TERESCHKOWA und JURI GAGARIN in der DDR. Am Festempfang im Haus des Zentralkomitees durfte ich mit Vater teilnehmen. Wir kamen sogar mit WALTER ULBRICHT ins Gespräch. JURI GAGARIN stimmte zu unserer großen Freude zu, der neuen Sternwarte seinen Namen zu geben.“

Wie die vielen Briefverbindungen und ständig eintreffende Fachzeitschriften immer wieder zeigen, ist die Eilenburger Sternwarte weit über die Landesgrenzen bekannt. Freundschaftliche Kontakte unterhält EDGAR OTTO z. B. mit dem Observatorium auf der Krim, wo er auch bereits Feriengast sein durfte. Völlig klar, daß es für OstR EDGAR OTTO keinen „Ruhestand“ gibt. Legte er auch die Leitung der Sternwarte im Sommer in jüngere Hände, so werden ihn die Sterne und Satelliten nicht loslassen.

JURGEN HELFRICHT

## W Wissenswertes

### Cygnus X-3, ein ungewöhnliches Himmelsobjekt

Cygnus X-3, wie die Bezeichnung verrät, ein Röntgenstrahler, etwa zwischen den Sternen  $\alpha$  und  $\gamma$  Cygni gelegen, wurde 1966 bei Experimenten mit Hilfe einer geophysikalischen Rakete entdeckt. Er erwies sich zunächst als ganz gewöhnliches Objekt, ohne besondere Merkmale. Am 2. September 1972 wurde an ihm zufällig ein starker Radiostrahlungsausbruch festgestellt. Während die Intensität seiner Radiostrahlung bisher bei  $10^{-2}$  Jansky lag, erhöhte sie sich plötzlich auf etwa 20 Jansky, wodurch es in die Reihe der stärksten Radioquellen aufrückte. Der Ausbruch dauerte mehrere Tage an. Beobachtungen in den folgenden Jahren

zeigten, daß Ausbrüche mit Intensitäten bis zu 1-Jansky häufiger vorkommen, dagegen so starke wie am 2. 9. 1972 nur etwa einmal in 10 Jahren. Die beobachtete Radiostrahlung erwies sich als Synchrotronstrahlung, wodurch ihr Entstehungsmechanismus geklärt war. Die radiointerferometrische Beobachtung eines weiteren starken Ausbruchs am 27. September 1982 zeigte, daß die Strahlung in einem ellipsoidalen Raum erzeugt wurde, dessen große Achse sich pro Tag um 0,01", das entspricht einer Geschwindigkeit von 0,35 c, vergrößerte. Aus Radiobeobachtungen wurde die Entfernung des Objektes mit etwa 12 kpc bestimmt.

Mit der Annahme isotroper Emission seiner Strahlung konnte nun seine Röntgenleuchtkraft zu  $10^{31}$  W errechnet werden. Damit gehört Cygnus X-3 in die Reihe der stärksten Röntgenquellen. Die Strahlung selbst wird in einem Bereich mit dem Radius  $10^{10}$  m erzeugt, der also den Sonnenradius nur etwa um das 10fache übertrifft. Seine Position in der Milchstraßenebene, wo die Absorption 1,9 Größenklassen pro 1 kpc beträgt, läßt eine optische Beobachtung bislang nicht zu. Im Infrarotbereich konnte es als Objekt der 17. Größe identifiziert werden, wobei gleichzeitig eine Veränderlichkeit mit einer Periode von 4,8 Stunden festgestellt wurde. Diese Periode und einige weitere wurden danach auch bei Röntgenbeobachtungen gefunden. Die Periode 4,8 h erwies sich als Umlaufzeit in einem Doppelsternsystem.

In den Jahren 1972, 1974 und 1976 durchgeführte Beobachtungen im Bereich der Gammastrahlung zeigten, daß Cygnus X-3 gleichzeitig ein intensiver Gammastrahler mit einer Leuchtkraft von etwa  $10^{30}$  W ist. Dabei liegt die Energie der Quanten in Bereichen oberhalb  $10^{12}$  eV.

Die Entdeckung einer pulsierenden Strahlung mit der Periode 12,6 ms ließ den Schluß zu, daß das relativistische Objekt innerhalb der Röntgenquelle Cygnus X-3 ein Neutronensterne mit 1,5 bis 2 Sonnenmassen und einem Alter von etwa 100 Jahren sein muß. Auch die Suche nach Gammaquanten ultrahoher Energien  $>10^{12}$  eV hatte Erfolg und ergab Werte bis zu  $10^{16}$  eV. Mit Hilfe einiger in den letzten Jahren errichteter spezieller Beobachtungsstationen zum Zwecke der Erforschung dieses einzigartigen kosmischen Objektes konnten die vorher gewonnenen Ergebnisse präzisiert und erweitert werden. Mit diesen speziellen Beobachtungen konnte auch ein lange Zeit unklares Problem dahingehend geklärt werden, daß dieses Objekt eine Quelle intensiver Protonenstrahlung ist.

Nach gegenwärtigen Erkenntnissen ist Cygnus X-3 ein Strahler, dessen Leuchtkraft im Röntgenbereich bei  $10^{31}$  W, im Gammabereich bei  $5 \cdot 10^{29}$  W liegt. Hinzu kommt eine Protonenleuchtkraft von  $10^{32}$  W. Damit wurde die erste der seit etwa 70 Jahren gesuchten Quellen der kosmischen Strah-

### Fotowettbewerb für fakultative Kurse „Astronomie und Raumfahrt“

Aus Anlaß des 40. Jahrestages der DDR ruft die Zeitschrift „Astronomie in der Schule“ zu einem Fotowettbewerb auf. Daran können sich Teilnehmer der fakultativen Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ beteiligen.

Angenommen werden Fotos von kosmischen Objekten, Bilder von der Tätigkeit der fakultativen Kurse und Abbildungen von in den Kursen angefertigten Exponaten, und zwar als Schwarzweißaufnahmen (auf Hochglanzpapier) im Format  $13 \text{ cm} \times 18 \text{ cm}$  oder als Farbaufnahmen (Papierbilder) im gleichen Format bzw. als Farbdiaspositive im Format  $6 \text{ cm} \times 6 \text{ cm}$ . Den Fotos ist ein erläuternder Text beizufügen. Letzter Abgabetermin ist der 1. Juni 1989 (Poststempel). Die drei besten Einsendungen werden mit einer Buchprämie ausgezeichnet und (wie auch weitere geeignete Einsendungen) in der Zeitschrift „Astronomie in der Schule“ veröffentlicht. Alle Entscheidungen trifft eine Jury unter Ausschluß des Rechtsweges.

Die Redaktion

lung gefunden. Die im Bereich der Galaxis existierende kosmische Strahlung hat schätzungsweise eine Gesamt-leuchtkraft von  $2 \cdot 10^{33}$  W. Das bedeutet, daß nur rund 20 Strahler von der Intensität der betrachteten Quelle Cygnus X-3 ausreichen, um diese Leuchtkraft zu erzeugen. Die bisherige Annahme, daß die kosmische Strahlung bei Supernovaausbrüchen erzeugt wird, was allerdings experimentell nicht nachgewiesen werden konnte, kann wahrscheinlich fallengelassen werden. Mit Cygnus X-3 wurde eine neue Klasse kosmischer Objekte entdeckt, die sich als Quellen kosmischer Strahlung erweisen. Die Anzahl solcher Objekte in der Galaxis dürfte nicht sehr hoch sein und einige Dutzend kaum überschreiten. Weitere Kandidaten dieser Klasse von Objekten sind Hercules X-1, LMC X-4 (Große Magellansche Wolke) und Vela X-1. Alle diese Objekte sind enge Doppelsternsysteme mit einem Neutronenstern als kompakter Komponente. Die weitere Erforschung dieser Problematik steht auch auf dem Plan einiger Raumfahrtunternehmen der nächsten Zeit.

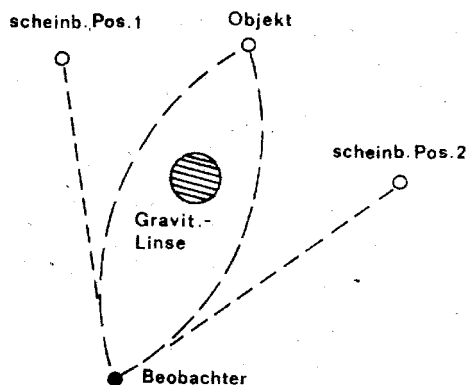
Aus: Kosmonawtika, Astronomija, Heft 4/1988.

Übersetzt und bearbeitet: ALFRED MUSSIGGANG

## Was ist ein „Einstein-Ring“?

In Presseveröffentlichungen wurde kürzlich die Entdeckung des „Einstein-Rings“ durch französische Astronomen mitgeteilt. Was steckt dahinter?

Nach EINSTEINS Relativitätstheorie ist auch das Licht als Energieträger wegen der Energie-Masse-Äquivalenz ( $E=mc^2$ ) der Wirkung der Schwerkraft unterworfen. Dies führt zur Ablenkung von Lichtstrahlen durch große kosmische Massen. Am Sonnenrand beträgt diese Ablenkung etwa  $2''$ . Größere Massen, z. B. Galaxien, können eine deutlichere Ablenkung hervorrufen. Sie können dann auch zu einer Doppelabbildung eines Objekts führen (s. Skizze). Man nennt die Galaxie dann auch Gravitationslinse, weil die durch die Schwerkraft bewirkten Effekte denen an einer optischen Linse sehr ähneln.



Liegt nun die als Linse wirkende Galaxie genau auf der Sichtlinie, so ergibt sich nicht nur eine doppelte Abbildung, sondern im Idealfall exakter Symmetrie zur Sichtlinie eine kreisförmige Abbildung des Objekts infolge der Linsenwirkung der Galaxie. In der Praxis wird jedoch der Kreis nur stückweise zu beobachten sein. Eine solche ringförmige Abbildung eines Objekts (Quasar) infolge der Linsenwirkung einer Galaxie auf der Sichtlinie Beobachter/Objekt liegt der eingangs erwähnten Pressemitteilung zugrunde. Dabei wurde auch der Begriff „Einstein-Ring“ kreiert.

ULRICH BLEYER

## Zur Parallaxendefinition

Grundlegendes Entfernungsmaß ist die Astronomische Einheit (AE). Zwischen ihr und der Größe der Erdkugel, deren Ausmessung dem Geodäten obliegt, vermittelt die Sonnenparallaxe ( $8,794131''$ ). Es wird darunter jener Winkel verstanden, unter dem aus einer Entfernung von 1 AE der

Halbmesser der Erdkugel erschiene. Die Kleinheit dieser Parallaxe verdeutlicht die Größe der Kluft, die es meßtechnisch zu überwinden galt.

Die jährliche Parallaxe ist völlig analog definiert. Um das Parsek einzuführen, stelle man sich vor, die Sonne sei auf die Größe des Erdbahndurchmessers (Radius = 1 AE) aufgeblasen. Aus einer Entfernung von 1 pc betrachtet, wäre der Halbmesser dieser Kugel dann gerade  $1''$ . Das ist die anschauliche Deutung des Parsek. (Übrigens dürfte die Sonne in vielleicht 8 Mrd. Jahren tatsächlich so groß werden.)

Ist man dieser Ähnlichkeit mit der Definition der Sonnenparallaxe eingedenk, bleibt kein Zweifel, wo der rechte Winkel im Dreieck Erde-Sonne-Stern jedenfalls nicht hingehört – ins Zentrum der Sonne. Wenn es auch für numerische Berechnungen von Sternentfernungen völlig belanglos ist, exakt gilt folgender Zusammenhang zwischen Parallaxe  $\pi$  und Entfernung  $r$  (in pc) von der Sonne:  $r = \sin 1'' / \sin \pi$ . Der Tangens wäre hier fehl am Platze!

HANS-ERICH FRÖHLICH

## ARNOLD ZWEIG, der Orion und der Schwan

Ende der 50er Jahre wurde an den Oberschulen der DDR das Fach Astronomie eingeführt. Ich arbeitete damals als Russischlehrer an der POS Tröbnitz, Kreis Stadtroda. Da mein Direktor wußte, daß ich in jüngeren Jahren Astronomie als Hobby betrieben hatte, erhielt ich den Auftrag, das Fach zu unterrichten.

Bestandteil des Unterrichts wären Beobachtungen am Abendhimmel mit Hilfe von Feldstechern, die in Stative geklemmt waren, ähnlich wie ich es als Junge getrieben hatte.

Ohne diese Aktivierung von Jugendkenntnissen wäre das Folgende nicht ganz möglich gewesen:

Ich entdeckte damals gerade für mich ARNOLD ZWEIGS Romanzyklus „Der große Krieg der weißen Männer“. Das verlief etwas unsystematisch. Zuerst war mir die „Erziehung vor Verdun“ in die Hände gekommen, dann der „Grischa“, danach die „Junge Frau von 1914“.

Mich beeindruckten die Versuche von ZWEIGS Helden, in einem unmenschlichen System ihre humanistische Überzeugung zu verwirklichen, letzten Endes ihr Scheitern wegen der tragischen Unzulänglichkeit ihrer Weltanschauung und ihrer Mittel.

Nun zum Astronomischen:

In der „Jungen Frau“ sitzt die Heldin, HANNELORE WAHL, an einem Augustabend am Fenster ihres Potsdamer Elternhauses und sieht voller schwerer Gedanken zum Himmel. „... mächtig ausschreitend mit schrägem Gürtel steht südlich der Jäger Orion im heißen Schwarz der Nacht.“

Hier stockte ich. Der Orion und ein warmer Augustabend? Wenn ich an dieses beeindruckende Bild denke, dann sehe ich schneedunkle Winterabende, eiskalte Januarächte und einmal sogar einen frühen Märzorgen. Ich kontrollierte an meiner Sternkarte. Genau – im August ist Orion bei uns nicht sichtbar.

Das teilte ich A. ZWEIG mit, eigentlich mit dem geheimen Gedanken, dadurch in den Besitz eines Autogramms zu kommen. Leider antwortete mir nur das Sekretariat mit diesem Brief: „Herr Zweig freute sich sehr über die Aufmerksamkeit, mit der Sie seine ‚Junge Frau von 1914‘ gelesen haben, glücklicherweise ist die von Ihnen angerückte Stelle ... schon seit vielen Auflagen geändert worden, da ein gleichfalls aufmerksamer Leser vor Jahren darauf hinwies. Es wird Sie sicherlich freuen, dieses neue Exemplar des Romans zu besitzen, ich lege es Ihnen deshalb bei.“

Ich schlug nach, wirklich, da stand die Änderung:

„... mächtig ausschreitend hebt sich der fliegende Schwan aus dem Schwarz der Nacht, ...“

Seitdem lassen mich zwei Fragen nicht los: Wer mag hier astronomisch, aber nicht ästhetisch beraten haben? Und: Wo hat Cygnus seine mächtig ausschreitenden Beine?

BERNHARD FISCH

### 3. Schülerwettbewerb der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt

Aus Anlaß des 10. Jahrestages des Raumfluges unseres DDR-Fliegerkosmonauten SIGMUND JÄHN ruft die Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR in Abstimmung mit dem Ministerium für Volksbildung und dem Zentralrat der FDJ zum 3. Schülerwettbewerb auf unter dem Thema

#### „Meine Begegnung mit der Raumfahrt“.

Teilnehmen können

1. Schüler und Schülerkollektive aller Altersstufen mit Beiträgen, die ihre Beschäftigung mit der Raumfahrt darstellen. Möglich sind: Zeichnungen, Gedichte, Aufsätze, Fotos, Modelle u. a. Ergebnisse.
2. Schulen und außerschulische Einrichtungen, die Namen von Kosmonauten tragen, mit Darstellungen in Wort und Bild, die verdeutlichen, wie ihre Schulen und Kollektive in vielfältigen und erzieherisch wirksamen Formen die Arbeit nach dem Vorbild „ihres“ Kosmonauten gestalten.

Der Wettbewerb ist dem 40. Jahrestag der Gründung der DDR am 7. Oktober 1989 gewidmet.

Einsendung aller Arbeiten bis zum 1. Juni 1989 unter dem Kennwort „3. Schülerwettbewerb der GWR“ wahlweise an

- Pionierpalast „Ernst Thälmann“, Kosmonautenzentrum, Postamt 1, PSF 25, Berlin, 1170
- Kosmonautenzentrum „Sigmund Jähn“, Küchwald, Karl-Marx-Stadt, 9003
- Volks- und Schulsternwarte „Juri Gagarin“, Mansberg 18, Fach 11-66, Eilenburg, 7280
- Station Junger Techniker und Naturforscher, Ernst-Thälmann-Straße 4, Grevesmühlen, 2420

mit Angabe von Name, Klasse und Schule des Absenders. Die unter 2. genannten Einrichtungen können Beiträge in der Form von gestalteten Tafeln (Poster bis 1 m x 1 m) einreichen.

Es ist vorgesehen, diese Arbeiten in öffentlichen Ausstellungen zu zeigen. Die eingesandten Arbeiten werden Eigentum der GWR bzw. auf besonderen Wunsch zurückgegeben. Die besten Beiträge werden durch den Präsidenten der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR anerkannt.

Präsidium  
der Gesellschaft für Weltraumforschung  
und Raumfahrt der DDR

#### Zu den Karteikarten in den Heften 6/1988 und 1/1989

An jeder Oberschule stehen dem Astronomielehrer folgende Lichtbildreihen zur Verfügung:

##### 1. Dia-Ton-Reihen

	Anzahl der Bilder
TR 53 Die wichtigsten Etappen der Raumfahrt	36 s/w u. c
TR 96 Vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild	20 s/w u. c
TR 119 Unsere Vorstellungen vom Weltall	25 s/w u. c
TR 132 Entwicklung astronomischer Beobachtungsmethoden	20 s/w u. c
TR 158 Entwicklung der Raumfahrt	25 c
<b>2. Dia-Reihen (ab 1986)</b>	
R 1115 Nutzen der Raumfahrt	36 c
R 1135 Astronomie I, Planetensystem	29 c
R 1136 Astronomie II	35 c
R 1180 Orientierungshilfen zur Himmelsbeobachtung	15 c

Die bisherigen Reihen R 823 (Astronomie I, Planetensystem) und R 824 (Astronomie II, Astrophysik) wurden durch die Reihen R 1135 und R 1136 ersetzt. Jedoch stehen die genannten Reihen den meisten Schulen noch zur Verfügung. Diese Feststellung trifft auch auf die Dia-Reihe R 658 zu. Deshalb wurden die Reihen R 823, R 824 und R 658 in das folgende Anliegen einbezogen.

Um die an den Schulen vorhandenen Dias effektiv zu nutzen und die Zugriffszeiten zu verkürzen, sind auf der beiliegenden Karteikarte und auf der Karte im Heft 1/1989 die unter 1. und 2. genannten Bilder der Lichtbildreihen den Stoffeinheiten des Lehrplans zugeordnet.

Obwohl es aus pädagogischen Gründen zweckmäßig ist, die Tonbildreihen im Unterricht geschlossen einzusetzen, können auch einzelne Bilder dieser Reihen im Unterrichtsprozeß genutzt werden. Deshalb sind die Dias der Tonbildreihen ebenfalls in der Übersicht enthalten.

Es wird empfohlen, daß sich die Kollegen die Dias in speziellen Dia-Kästen nach den einzelnen Stoffeinheiten ordnen, damit langes Suchen beim Vorbereiten der Stoffeinheit entfällt. Die Dia-Automatik-Kästen ( Fassungsvermögen 36 Bilder) sind dazu besonders gut geeignet. Einmal ist hier jedes einzelne Bild schnell entnehmbar, zum anderen liegt im Deckel ein Zettel bei, auf den die Bildtitel vermerkt werden sollten, um somit ein bestimmtes Bild in kürzester Zeit auffinden zu können.

Da einige Bilder im Laufe des Schuljahres oder für den FKR oft mehrmals gebraucht werden, wurden diese Bilder jeweils in der ersten Stoffeinheit eingeordnet und bei den anderen Stoffeinheiten nur noch aufgeführt.

In den Kreisstellen für Unterrichtsmittel befinden sich weitere Dia-Reihen, die in der Aufstellung nicht enthalten sind, obwohl die meisten Bilder den Unterricht ebenfalls gut unterstützen könnten. Es sind folgende Titel:

in Physik	TR 86	Leben und Werk Keplers	20 s/w
Astronomie	R 263	I und II Bau des Weltalls	68 s/w
	R 608	Sternbilder	20 s/w
	R 641	Aufbau und Struktur des Weltalls	30 s/w
	R 649	Der Erdmond	15 s/w
	R 650	Die Sonne	20 s/w
	R 726	Aufbau des Milchstraßensystems	22 s/w
	R 748	Astronomische Ergebnisse der Raumfahrt	10 s/w
	R 749	Sternphysik	13 s/w

LUISE GRAFE

#### Spezialistenlager an der Astronomischen Station Rostock

Im Juli dieses Jahres fand an der Astronomischen Station Rostock das DDR-offene Bezirksspezialistenlager Astronomie statt. Dem Aufruf im „Pionierleiter“ waren Mitglieder fakultativer Kurse nach Rahmenplan „Astronomie und Raumfahrt“ aus Hellersdorf, von der Station Junger Naturforscher und Techniker aus Gardelegen sowie Teilnehmer von der Astronomischen Station Rostock gefolgt. In dem Lehrgang erwarben sich Schüler Wissen über ausgewählte astronomische Objekte, über Probleme der Raumfahrt und der Geschichte der Astronomie.

D. FRISCH gab Einblick in die Entwicklung der Beobachtungsmethoden. M. SCHUKOWSKI stellte bedeutende astronomische Uhren vor und lud die Schüler zur Besichtigung der größten astronomischen Uhr unserer Republik in die Marienkirche in Rostock ein.

SDI – Strategie des Irrsinns – hieß ein Beitrag D. GRÜNKE, in dem er den Schülern Ziele und Konsequenzen einer Raketenabwehr im Weltraum darlegte.

Astronomische Beobachtungen gaben den Schülern Einblick in wissenschaftliche Arbeitsweisen.

Unser Planetensystem in maßstabgetreuer Verkleinerung durchwanderten die Teilnehmer entlang der Promenade in Warnemünde. Neben weiteren interessanten Veranstaltungen kam die Freizeit nicht zu kurz. Die Jugendlichen wurden mit der Heimatgeschichte von Rostock vertraut gemacht, erlebten eine Hafenrundfahrt und vor allem den Ostseestrand. Für die Schüler war das Spezialistenlager eine erlebnisreiche Veranstaltung. Sie können das erworbene Wissen und Können im kommenden Schuljahr z. B. als Fachhelfer im Astronomieunterricht anwenden.

MONIKA KOHLHAGEN





zu den Lebensbedingungen im 19. Jahrhundert. 64 (1988) 4, 220–228. In den vom Autor betrachteten rund 150 Jahren des Bestehens der Gothaer Sternwarte (1788–1934) standen ihr neun Astronomen vor, von denen sieben ihre berufliche Karriere und ihren Lebensweg nicht in Gotha beendeten. Auf der Grundlage zeitgenössischer Quellen, vorwiegend nach Äußerungen der Betroffenen selbst und dem amtlichen Schriftwechsel, geht der Autor der Frage nach, was diese Wissenschaftler nach Gotha zog und was sie dann nach meist wenigen Jahren wieder vertrieb.

**URANIA. R. SCHIELICKE: 175 Jahre Sternwarte Jena.** 1988, 8, 68–71. Autor geht den astronomischen Traditionen in Jena vor Errichtung der Sternwarte (1813) nach und schildert ihre Baugeschichte und Entwicklung sowie Aspekte ihrer Forschungen und Aufgaben in den letzten 40 Jahren.

**ALMANACH FÜR KUNST UND KULTUR IM OSTSEEBEZIRK.** 1988, S. 46–50. M. SCHUKOWSKI: Die astronomische Kunst- uhr in Stralsund. Geschichte und Beschreibung dieser ältesten erhaltenen Uhr der DDR, die im ganzen europäischen Raum etwas Besonderes darstellt.

**WISSENSCHAFT UND FORTSCHRITT. V. A. FRENKEL: Die Welt des Alexander A. Friedmann.** 38 (1988) 6, 136–137. Am 17. 6. 1988 jährte sich der Geburtstag dieses Pioniers der jungen Sowjetwissenschaft zum 100. Mal. Sein Name ist mit der Grundidee für das heutige Standardmodell der Kosmologie – einen nichtstationären expandierenden Kosmos – eng verbunden. Darüber hinaus reicht sein Wirken von der Mathematik über Mechanik, theoretische Physik und Astronomie (ein Mondkrater trägt seinen Namen) bis hin zur Meteorologie. Friedmann starb am 16. 9. 1925. – U. BLEYER/R. SCHIMMING: A. A. Friedmann und das expandierende Weltall. 38 (1988) 6, 138–140. Friedmann fand in zwei fundamentalen Arbeiten 1922 und 1924 zeitabhängige kosmologische Lösungen der Einsteinschen Feldgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie und sagte damit die Expansion des Weltalls voraus. Sein Modell wurde später durch Messungen glänzend bestätigt und ist fester Bestandteil unseres naturwissenschaftlichen Weltbildes geworden. In diesem Aufsatz wird die Hauptleistung Friedmanns, sein Beitrag zur Kosmologie, im Zusammenhang mit der Entwicklung dieser Wissenschaft von Einstein bis heute dargestellt. – H. HAASE: Raumfahrt-Medizin. 38 (1988) 8, 205–208. Der Schritt des Menschen über die Grenzen der Erde hinaus war nur unter starker Mithilfe der Medizin möglich, die auch in Zukunft bemannte Raumflüge absichern muß. Darüber hinaus erwies sich der kosmische Raum als hervorragend geeignetes Untersuchungsfeld, um physische und psychische Prozesse des Menschen im Grenzbereich seiner Leistungsfähigkeit zu studieren. Dabei wirken Erfahrungen und Errungenschaften aus der Raumfahrt in zunehmendem Maße auf die Medizin zurück. So werden Forschungsrichtungen aktiviert, technische Lösungen für die Entwicklung medizinischer Geräte übernommen und insgesamt der Kenntnisstand auf bestimmten medizinischen Fachgebieten erweitert.

MANFRED SCHUKOWSKI

# R

## Rezensionen

JÜRGEN HAMEL: **Astrologie – Tochter der Astronomie?** Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin 1987. 128 Seiten, 48 Abbildungen, teils farbig, und Tabellen. Preis 4,50 Mark.

Die geschmackvoll ausgestattete Broschüre geht zunächst auf die historischen Wurzeln der Astronomie ein und beschreibt, warum die Astrologie im Altertum und im Mittelalter den Erkenntnisprozeß in der Astronomie förderte. Der Verfasser schildert, wie mit dem copernicanischen Weltbild und seiner Weiterentwicklung das astrologische Gedankengut immer überzeugender widerlegt wurde. Schließlich wird erörtert, weshalb in der heutigen kapitalistischen Gesellschaft astrologische Vorstellungen insbesondere bei leicht-

gläubigen Menschen einen guten Nährboden finden. Die Schrift trägt zur Auseinandersetzung mit dem astrologischen Aberglauben bei.

HELMUT BERNHARD

# U

## Umschlagseiten

**Titelseite** – Das solare Radioteleskop in der Burjatischen ASSR. Im Sajangebirgsvorland, im Punkiner Taigatalkessel, führen die Wissenschaftler des Sibirischen Instituts für Erdmagnetismus, Ionosphäre und Radiowellenausbreitung mit dem neuen, bisher vollkommensten Radioteleskop kontinuierliche Sonnenbeobachtungen durch. 256 kreuzweise angeordnete sphärische Antennen bilden ein einheitliches System, eine Art Spiegel mit einem Durchmesser von 622 m. Dieser komplizierte astrophysikalische Beobachtungskomplex ist rechnergesteuert. Mit Hilfe dieser Computer lassen sich die Beobachtungsdaten über Prozesse von relativ nahestehenden Sternen präziser und maßstabgerechter auswerten. Das Radioteleskop ermöglicht die detaillierte Untersuchung zahlreicher Erscheinungen. Vor allem kann man die Schaffung eines dynamischen mathematischen Modells der Sonne in Angriff nehmen, d. h., man kann von Hypothesen und Annahmen zu genauen Kenntnissen und zur Vorhersage von solaren Prozessen übergehen. Solche Kenntnisse werden für das Leben auf der Erde und für die Erschließung des Weltraums immer notwendiger.

Aufnahme: TASS-APN

**2. Umschlagseite** – B. V. RAUSCHENBACH, korr. Mitglied der AdW der UdSSR, H. OBERTH und Fliegerkosmonaut D. PRUNARIU aus der SR Rumänien im Jahre 1982 vor dem K.-E.-Ziolkowski-Museum.

Aufnahme: Archenhold-Sternwarte Berlin-Treptow (Archiv)

**3. Umschlagseite** – „Fernrohr“ für kosmische Strahlung. Zu sehen sind die Telementor-Montierung mit den Zählrohren, die Zählrohradapter mit Lautsprecher, der Oszillograph sowie das Registriergerät. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 130.

Aufnahme: GLAUBITZ, JANSEN, Leipzig/Berlin

**4. Umschlagseite** – Astronomiestation Demmin, Beobachtungsplattform und Unterrichtsraum. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 134.

Foto: HANS EDELMANN, Demmin

Wir entbieten unseren Lesern,  
Autoren und Mitarbeitern herzliche  
Wünsche zum Jahreswechsel.

- Anzeige des Sachgebietes, in das die Veröffentlichung einzuordnen ist
- Nennen des Verfassers und des Titels der Publikation
- Orientierung zum Standort des Beitrages und über seine Beilagen (z. B. Anzahl der Literaturangaben)
- Kurzinformationen über wesentlichen Inhalt des Artikels

Zusammenstellung: ANNELORE MUSTER

Fachwissenschaft ·

Geschichte der Astronomie

HERRMANN, DIETER B.

**Die „Kopernikanische Wende“ in der Sicht der marxistischen Wissenschaftsgeschichte**

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 5, 98–100; 9 Lit.

Der Autor beschreibt, was aus der Sicht der marxistischen Wissenschaftsgeschichte unter der „Kopernikanischen Wende“ zu verstehen ist und wie bürgerliche Wissenschaftshistoriker versuchen, die Bedeutung des Werkes von Copernicus zu schmälern.

**ASTRONOMIE**  
IN DER SCHULE

Fachwissenschaft · Kosmologie

FROHLICH, HANS-ERICH

**Strukturbildung im Universum**

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 6, 122–124; 1 Abb.

In sehr anschaulicher und informativer Weise wird die mögliche Entwicklung im Kosmos beschrieben. Der Autor diskutiert das Für und Wider, ob als Voraussetzung für die Strukturbildung Neutrinos oder „kalte dunkle Materie“ in Frage kommen.

**ASTRONOMIE**  
IN DER SCHULE

Fachwissenschaft ·

Beobachtungstechnik

MARX, SIEGFRIED

**Zur optischen Beobachtungs- und Auswertetechnik der modernen Astronomie**

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 5, 100–103; 2 Abb., 1 Tab.

Es werden modernste Spiegelteleskopsysteme sowie leistungsfähige Strahlungsempfänger und Auswertegeräte vorgestellt. Dabei wird auf die große Bedeutung der modernen Computertechnik für die Steuerung der Geräte und Auswertung der Informationen eingegangen.

**ASTRONOMIE**  
IN DER SCHULE

Fachwissenschaft

STEINERT, KLAUS-GÜNTER

**Die ersten Parallaxenbestimmungen**

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 6, 125–127; 1 Abb.

Anlässlich der ersten Messungen von Fixsternparallaxen vor 150 Jahren geht der Autor auf die Bedeutung der Parallaxenbestimmungen in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft ein.

**ASTRONOMIE**  
IN DER SCHULE

Fachwissenschaft · Sonnensystem

PFLUG, KLAUS

**Die Sonnenflecke und das Wachstum der Bäume**

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 5, 103–107; 1 Abb., 1 Tab., 5 Lit.

Der Autor gibt zunächst einen tabellarischen und verbalen Überblick über die solar-terrestrischen Einflüsse und geht dann auf die Zusammenhänge von Sonnenaktivität und Klima sowie biologischen und medizinischen Größen ein.

**ASTRONOMIE**  
IN DER SCHULE

Raumfahrt

NAUMANN, HANS-DIETER

**Hermann Oberth – ein Pionier der Raumfahrt**

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 6, 127–129; 1 Abb., 1 Lit.

Der Autor würdigt die Persönlichkeit und das Wirken des Raumfahrtpioniers Hermann Oberth, insbesondere seine wissenschaftlichen Leistungen zur Entwicklung der Raketentechnik und seine publizistische Tätigkeit.

**ASTRONOMIE**  
IN DER SCHULE

Methodik AU · Raumfahrt

WENZEL, WOLFGANG

**Unterrichtliche Gestaltung der Stoffeinheit „Raumfahrt“**

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 5, 111–112; 2 Tab., 2 Lit.

Der Verfasser begründet sein methodisches Vorgehen in der Stoffeinheit „Raumfahrt“ und geht dann näher auf die Gestaltung der 1. Stunde ein, deren inhaltlicher Schwerpunkt die Geschichte der Raumfahrt ist.

**ASTRONOMIE**  
IN DER SCHULE

Methodik AU · Sonnensystem

JOHN, ARTUR

**Belege für die Erdrotation und für das Kopernikanische System**

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 6, 129–130  
Zusammenstellung der Experimente und Entdeckungen, die als Belege für die Erdrotation und die Richtigkeit des Kopernikanischen Systems im AU angeführt werden können.

**ASTRONOMIE**  
IN DER SCHULE

Methodik AU · Planetensystem

UNKROTH, ANDREAS

**Zur Einführung der Keplerschen Gesetze und zur Anwendung des Gravitationsgesetzes**

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 5, 113–115; 3 Lit.

Es werden zwei Varianten zur Einführung der Keplerschen Gesetze und eine zur Anwendung des Gravitationsgesetzes vorgestellt. Der Beitrag enthält zahlreiche Vorschläge für selbständige Schülertätigkeiten, den Einsatz von UM und verweist auf geeignete Literatur für Lehrer und Schüler.

**ASTRONOMIE**  
IN DER SCHULE

Methodik AU · Beobachtung

GLAUBITZ, CLEMENS; JANSEN, FRITZ

**Zur Beobachtung kosmischer Strahlung**

Astronomie in der Schule, Berlin 25 (1988) 6, 130–133; 3 Abb., 7 Lit.

Als Anregung für Leiter von fakultativen Kursen „Astronomie und Raumfahrt“ wird eine mit schulischen Mitteln realisierbare Beobachtung kosmischer Strahlung und ihre Auswertung mit den Schülern beschrieben.

**ASTRONOMIE**  
IN DER SCHULE

