

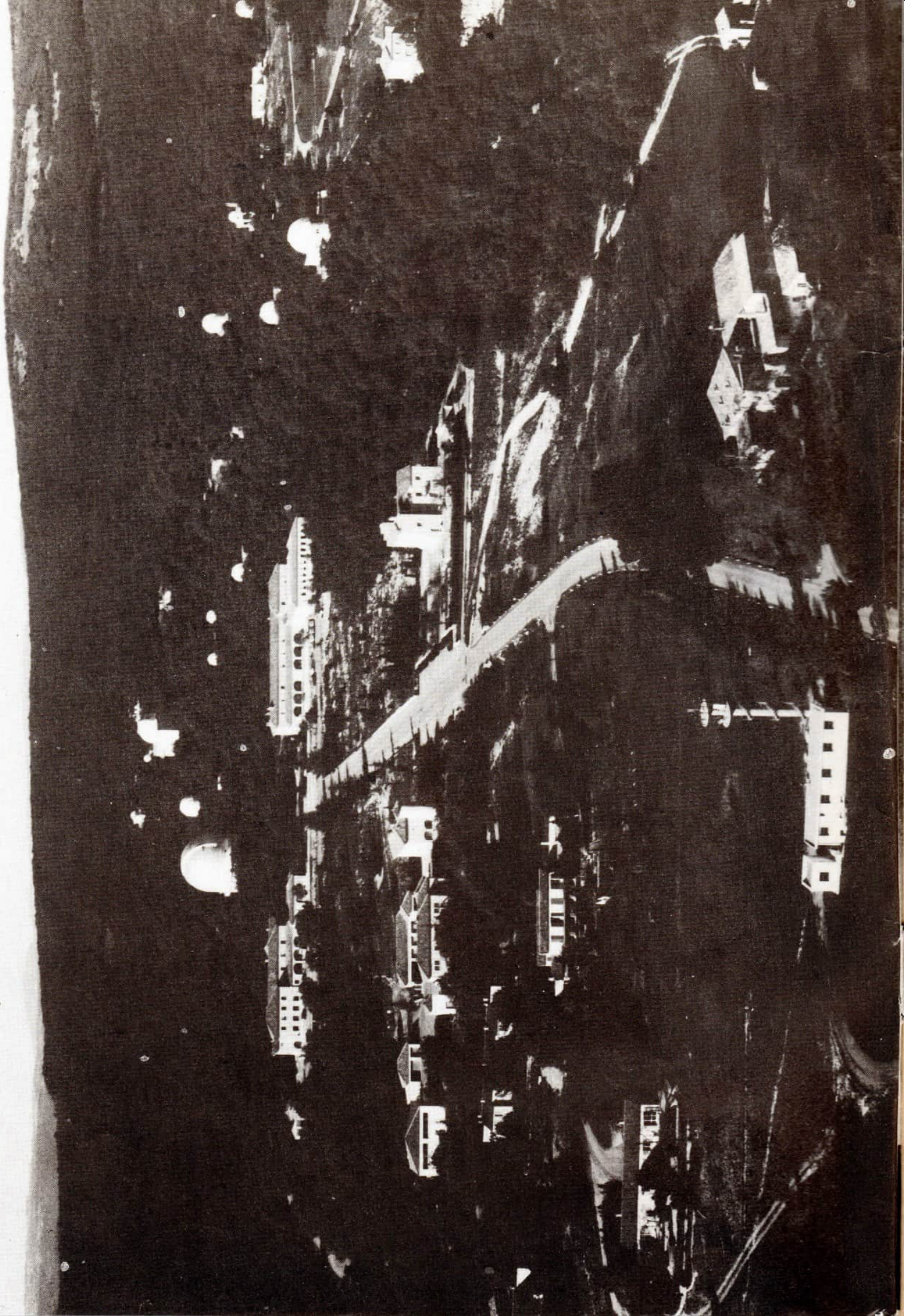
Volk und Wissen
Volkseigener Verlag
Berlin
ISSN 0004-6310
Preis 0,60 M
Jahrgang 1990

1

AAS

Astronomie in der Schule





Inhalt

- Das aktuelle Thema**
2 *E. Kersten*: Gesellschaftlicher Aufbruch und
Astronomieunterricht
Astronomie
5 *J. Hamel*: Astrologie – Kennzeichen einer neuen Modernität?
8 *M. Reichstein*: Vulkane, Flüsse und Cañons auf Mars
Raumfahrt
10 *P. Bork*: Zur Diskussion in der UdSSR über die Entwicklung
der Raumfahrt
Unterricht
17 *K. Lindner*: Die Motivation – auch Sache der Schüler
Beobachtung
19 *K. Lindner*: Mond und Jupiter
20 *W. Knobell*: Beobachtungen am Morgenhimmel
Kurz berichtet
20 Wissenswertes
23 Zeitschriftenschau
23 Rezensionen
Abbildungen
24 Umschlagseiten
Jahresinhaltsverzeichnis 1989 (A. Muster)
Karteikarte
H. Bernhard: Sternentstehung und Sternentwicklung
(Folienvorschläge)
Redaktionsschluß: 12. 12. 1989

Из содержания

- 2 *Э. Керстен*: Перестройка общества и преподавание астрономии
5 *Й. Хамэль*: Астрология – символ новой прогрессивности?
8 *М. Рейхштейн*: Вулканы, реки и руслища на Марсе
10 *П. Борк*: По поводу дискуссии в СССР о развитии космонавтики

From the Contents

- 2 *E. Kersten*: Social Upheaval and Astronomy Instruction
5 *J. Hamel*: Astrology – a Sign of New Improvement?
8 *M. Reichstein*: Volcanos, Rivers and Canyons upon Mars
10 *P. Bork*: Towards the Discussion of Space Flight Development in the USSR

En résumé

- 2 *E. Kersten*: La renaissance démocratique et l'enseignement astronomique
5 *J. Hamel*: L'astrologie – la marque d'un nouveau style moderne?
8 *M. Reichstein*: Volcans, fleuves et cañons du Mars
10 *P. Bork*: La dispute sur le développement de l'aviation interplanétaire
en U. R. S. S.

Del contenido

- 2 *E. Kersten*: La partida de nuestra sociedad para la democracia y la enseñanza
de astronomía
5 *J. Hamel*: Astrología – signo de una nueva modernidad?
8 *M. Reichstein*: Volcanes, ríos y cañons en el Marte
10 *P. Bork*: En cuanto a la discusión sobre el desarrollo de las vueltas
cósmicas en la URSS



Heft 1

27. Jahrgang 1990

Herausgeber: Verlag Volk und Wissen
Volkseigener Verlag Berlin,
Krausenstraße 50, Postfach 1213,
Berlin, DDR-1086, Telefon 2 04 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),
Studienrat Dr. paed. Klaus Lindner (stell.
Chefredakteur), Dr. sc. nat. Ulrich Bleyer,
Dr. rer. nat. Hans-Erich Fröhlich, Dr. sc. phil.
Fritz Gehlhar, Prof. Dr. sc. phil. Nina Hager,
Prof. Dr. sc. nat. Dieter B. Herrmann, Dr. paed.
Eckhard Kersten, Oberlehrer Volker Kluge,
Studienrat 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, Druckerei
der Domowina, Bautzen
AN (EDV 427)
III-4-9-H.1461-89-5,4 Liz. 1488

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

Gesellschaftlicher Aufbruch und Astronomieunterricht

Eckhard Kersten

Das Volk der DDR ist angetreten, den Sozialismus in seinem Land erfolgreich, lebens- und liebenswert zu gestalten. Dazu bedarf es einer **erneuerten** und damit **wirksameren** Schule.

Wenn die Schule als Teil der Gesellschaft «die Wende» entscheidend mit tragen will, dann sollte schnell inhaltlich geklärt werden, was sie unter einer **realistischen, den heutigen Erfordernissen entsprechenden Erziehung und ihrer lebensnahen Zielstellung** in Zukunft verstehen will. Welchen Beitrag der Astronomieunterricht dafür zu erbringen hat, müssen wir durch eine gründliche Analyse der bisherigen Erziehungskonzeption genauer bestimmen, um nicht durch voreilige Schlüsse einen ungerechtfertigten Widerspruch zwischen «humanistischer Bildung» und «naturwissenschaftlicher Bildung» zu kultivieren. Diese Analyse sollte auf sachlicher, wissenschaftlicher Basis erfolgen, m. E. so wie es *Albert Einstein* in seinem Nachruf auf *Ernst Mach* formulierte: «Begriffe, welche sich bei der Ordnung der Dinge als nützlich erwiesen haben, erlangen über uns leicht eine solche Autorität, daß wir ihres irdischen Ursprungs vergessen und sie als unabänderliche Gegebenheiten hinnehmen. Sie werden dann zu «Denknotwendigkeiten», «Gegebenen a priori» usw. gestempelt. Der Weg des wissenschaftlichen Fortschritts wird durch solche Irrtümer oft für längere Zeit ungangbar gemacht. Es ist deshalb durchaus keine müßige Spielerei, wenn wir darin geübt werden, die längst geläufigen Begriffe zu analysieren und zu zeigen, von welchen Umständen ihre Berechtigung und Brauchbarkeit abhängt, wie sie im einzelnen aus den Gegebenheiten der Erfahrung herausgewachsen sind. Dadurch wird ihre allzugroße Autorität gebrochen. Sie werden entfernt, wenn sie sich nicht ordentlich legitimieren können, korrigiert, wenn ihre Zuordnung zu den gegebenen Dingen allzu nachlässig war, durch andere ersetzt, wenn sich ein neues System aufstellen läßt, das wir aus irgendwelchen Gründen vorziehen» /1; S. 101/.

Zu den geläufigen Begriffen, die die spezifische erzieherische Wirkung des Astronomieunterrichts auf die Persönlichkeitsentwicklung bisher widerspiegeln, gehören u. a. «ideologische Erziehung», «weltanschauliche Erziehung», «wissenschaftliches Weltbild». Sollten sie aus dem System der Erziehungskonzeption unserer Schule entfernt bzw. korrigiert oder durch andere ersetzt werden – wie es in

aktuellen Veröffentlichungen den Anschein hat –; so könnte dies unmittelbare Auswirkungen auf die Funktion und die daraus abgeleitete inhaltliche und didaktisch-methodische Konzeption des Astronomieunterrichts haben. Mit den folgenden Positionen zur Erziehungsabsicht des Astronomieunterrichts in einer erneuerten sozialistischen Schule soll eine Anregung für Diskussionen unter Astronomielehrern und pädagogischen Wissenschaftlern gegeben werden mit dem Ziel, die Potenzen dieses Faches für die Bildung und Erziehung eines selbstbewußten und selbstbestimmten Menschen, der urteilen, werten, entscheiden und handeln will und kann, wirksam zur Geltung zu bringen.

1. Der Astronomieunterricht bringt für die allseitige und harmonische Persönlichkeitsentwicklung und damit verbunden für die Ausbildung einer reichen Individualität Spezifisches ein, was in dieser Form und in dieser Qualität von anderen Fächern nicht geleistet werden kann und hat somit eine besondere Verantwortung für die Allgemeinbildung als Ganzes. Worin besteht dieses Spezifische?

Es drückt sich in mehreren Funktionen aus, die miteinander in einem bestimmten Verhältnis der Gewichtung, Wechselwirkung und Zuordnung stehen. Der Erwerb eines solchen soliden astronomischen Wissens, das entscheidend das wissenschaftlich begründete Weltbild der Schüler vervollkommnet (innerhalb der schulischen Allgemeinbildung gewissermaßen abrundet), ist die **dominante Funktion** des Astronomieunterrichts. Tätigkeiten, die für Erkenntnismethoden, für das Denken und Arbeiten in der Astronomie charakteristisch sind, haben mit Bezug darauf eine **unterstützende Funktion**. Das schließt auch die Ausbildung von Tätigkeiten für die Befähigung zur Anwendung des Wissens über Astronomie, Raumfahrt sowie deren Geschichte einschließlich deren weltanschaulicher Bewertung mit ein.

Für die Aneignung eines astronomischen Wissens, das die «Anschauung» von der Natur beeinflussen soll, sie nicht bei der Erde beenden läßt, haben andere stoffliche Inhalte und Tätigkeiten des Astronomieunterrichts (Wissen über Beobachtungsmittel, historische Aspekte, Anwenden der Mathematik usw.) eine unterstützende, verstärkende und ergänzende Bedeutung und Wirkung. Da der Inhalt des Denkens (des Anzueignenden) im Verlauf der

Entwicklung immer mehr «nach innen» dringt, zum organischen Bestandteil der Persönlichkeit und ihrer Eigenschaften wird, trägt der Astronomieunterricht auch zur Ausprägung von Interessen, Überzeugungen, von Weltanschauung, von ethischen Normen und Regeln des Verhaltens, aber auch von Denkformen und -schemata bei.

Der spezifische, durch kein anderes Fach zu ersetzende Beitrag des Astronomieunterrichts zur Allgemeinbildung besteht also darin, daß sich die Schüler in ihm grundlegendes **Wissen** über astronomische Begriffe, über kosmische Erscheinungen (Objekte), Systeme, Strukturen und deren Entwicklung in Verbindung mit zugrundeliegenden physikalischen Gesetzen sowie über die Geschichte von Astronomie und Raumfahrt aneignen, so daß sie in der Lage sind,

- das wissenschaftlich begründete Bild von der Natur als Ganzheit, von der Mikrowelt mit den elementaren Bausteinen und den fundamentalen Kräften zwischen ihnen, von der den Menschen unmittelbar umgebenden Welt bis hin zu den Weiten des Weltalls mit den entstehenden und vergehenden Himmelskörpern, zu erfassen und das astronomische Weltbild darin einzuordnen;
- Verallgemeinerungen in bezug auf das astronomische Weltbild zu belegen;
- kosmische Erscheinungen und ihre Veränderungen zu erklären;
- den Zusammenhang zwischen Astronomie, anderen Naturwissenschaften, Raumfahrt (Technik) und Gesellschaft zu begreifen und dazu zu argumentieren;
- Maßnahmen für die Erschließung des Kosmos zu beurteilen, deren Ergebnisse partiell zu bewerten und in das vorhandene Wissenssystem einzuordnen;
- sachgerechte Entscheidungen für die eigene Freizeittätigkeit zu treffen;
- auf der Basis einer weltoffenen Sicht realistisch den Beitrag der DDR für den Erkenntnisfortschritt in der Astronomie einzuschätzen;
- selbständig nach der Schule ihr Wissen und Können in bezug auf Astronomie zu vertiefen, erweitern und ergänzen.

Dazu nutzen sie naturwissenschaftliche und fachspezifische Denk- und Arbeitsweisen und prägen vertieft elementare Einsichten in die Unerschöpflichkeit, Strukturiertheit, Determiniertheit und Entwicklung der Objekte im Weltall, Kompetenz zu Kommunikation und Kooperation, zum präzisen und folgerichtigen Handeln bei praktischen und theoretischen Untersuchungen einschließlich kritischer Bewertung aus.

Ist mit einer Reform des Bildungswesen in unserem Land verbunden, daß Begriffe wie «ideologische Erziehung», «weltanschauliche Erziehung», «wissenschaftliche Bildung und Erziehung» ihre Legitimation verloren haben und durch «realistische Erziehung», «Erziehung zur Selbstverwirklichung durch soziale Befähigung», «revolutionäre Erziehung» zu ersetzen sind? Welches pädagogische Konzept steht hinter den neu auftauchenden Begriffen und welche Aufgaben sollte der Astronomieunterricht dabei übernehmen?

2. Bei der Einschätzung der erzieherischen Wirkungen des Astronomieunterrichts ist davon auszugehen, daß er mit seinem gesamten Inhalt, vor allem aber mit dem anzueignenden Wissen über kosmische Entwicklungsprozesse und mit seiner Prozeßgestaltung insgesamt zur Herausbildung eines wissenschaftlich begründeten Weltbildes, von Wertmaßstäben und Handlungsorientierungen beiträgt, ob das vom Lehrer bewußt angestrebt wird oder nicht. Auf diese «Wissenschaftlichkeit» können und wollen wir nicht verzichten. Wissenschaftliche Wahrheiten werden auch von religiös gebundenen und in diesen Kategorien denkenden jungen Menschen akzeptiert. Es soll nicht von ihnen verlangt werden, daß sie infolge ihrer Kenntnisse über die heiße Frühphase des Kosmos von ihrem Glauben an die Schöpfung abschwören. Der Astronomieunterricht muß sich auf die Macht der wissenschaftlichen Tatsachen beziehen und sie in den Dienst der Fähigkeit zum freien Argumentieren und Werten stellen. Im Mittelpunkt der Behandlung von kosmischen Entwicklungsprozessen sollte stehen

- die Darstellung wissenschaftlicher Erkenntnisse,
- das Offenlassen des noch Unerforschten, ohne Spekulationen anzustellen,
- das Verdeutlichen, daß materieller wie ideeller Ursprung der Welt nicht beweisbar ist, wobei der Lehrer seine **persönliche** Position dazu darlegt.

Auf Bewertungen und gar Zensurierungen von weltanschaulichen Bekenntnissen der Schüler durch den Lehrer ist zu verzichten. In dem Sinne sollte im Astronomieunterricht von einer «**das wissenschaftliche Weltbild befördernden Erziehung**» gesprochen werden, bei der die Weltanschauung der Schüler nicht bewertet wird.

Die angestrebte «soziale Kompetenz» der Schüler kann aber vergrößert werden, wenn durch ein bewußtes Beachten fachlich-methodischer Gesichtspunkte bei der Gestaltung adäquater Lernhandlungen der Schüler die Kenntnisse in einer solchen Qualität vorliegen, daß sich Erkenntnisse über die Erkennbarkeit der Welt, über die Einheit der Welt in ihrer Materialität als «Aha-Effekte» von selbst erge-

ben können. In keinem anderen Unterrichtsfach kann der Lehrer durch Inhaltsanordnung, -schwerpunktsetzung und Prozeßgestaltung so prononciert bei den Schülern die Erkenntnis anbahnen, daß die mannigfaltigen Dinge, Erscheinungen und Prozesse der Welt sowohl durch die Eigenschaft der objektiv realen Existenz als auch durch universelle Wechselwirkung miteinander verbunden (und damit erkennbar) sind, daß sie aufeinander einwirken, sich verändern und entwickeln, daß die Welt ein Komplex von Prozessen ist, worin die scheinbar stabilen Objekte eine ununterbrochene Veränderung ihres Werdens und Vergehens durchmachen, und keine summative Gesamtheit fertiger Dinge. Sich auch über solche Fragen geistig austauschen zu wollen und zu können, dabei durch das Einbringen von Wissen Kompetenz zu erleben, gehört zur sozialen Befähigung der Schüler.

Wissen über kosmische Entwicklungsprozesse in Verbindung mit einer persönlichen weltanschaulichen Bewertung entsprechender astronomischer Erkenntnisse sind Voraussetzung und Element einer humanistischen Erziehung. Die Schüler eignen sich die astronomischen Kenntnisse nicht «auf Halde» an, um im späteren Leben davon profitieren zu können, sondern das aktuelle Leben fordert sie heraus, damit zu argumentieren, Meinungen zu begründen, Ereignisse zu bewerten, neue Informationen zu ordnen und zu integrieren und dabei Wertvorstellungen auszubilden. Soziale Befähigung, Erziehung zum Infragesellen, Verändernwollen und Verändernkönnen auf der Basis humanistischer Werte fordert wissenschaftliche Bildung stärker heraus. Die bedeutende, das wissenschaftliche Weltbild befördernde Wirkung des Astronomieunterrichts, in dem das Wissen Instrument für die Schüler wird, realisiert sich in dem Maße, wie

- *das Aneignen als eine aktive Erkenntnistätigkeit unter Einbeziehung von Beobachtungen gestaltet,*
- *ein inhaltliches Verständnis astronomischer Begriffe (stark differenzierte Merkmalsstruktur in einer Verallgemeinerungsebene) und des Zusammenhangs physikalischer Gesetze auf den Zusammenhang zwischen Ausgangsqualität, inneren und äußeren Veränderungsbedingungen sowie neuer, oft höherer Endqualität bei den Schülern erreicht,*
- *systematisch das Entwicklungsdenken der Schüler unter Einbeziehung aller relevanten kosmischen Objekte im Laufe des Lehrgangs durch selbständiges Darlegen der Auffassungen über die Entwicklung der kosmischen Objekte, durch partielles Erklären darin eingebundener physikalischer Vorgänge weiterentwickelt wird.*

3. Der spezifische Beitrag des Astronomieunterrichts zur Erziehung ist ein Element der Heranbildung selbständigen verantwortungsvollen und kritischen Denkens und Handelns. Das bedeutet, den Schülern das Interesse der Gesellschaft an bestimmten Erkenntnissen, Einsichten, Methoden, Verfahren, Denkweisen der Astronomie und Raumfahrt, an Werten, Normen, Verhaltensweisen, Charaktereigenschaften, die die Beschäftigung mit der Astronomie und ihrer gesellschaftlichen Verwertung erfolgreich werden lassen, erlebbar und bewußt zu machen. Ein ausschließliches Benutzen des Astronomieunterrichts zur Vermittlung der Ideologie der Arbeiterklasse führt zu einer Verengung. Es darf in ihm kein Konfessionszwang ausgeübt werden, durch welche Mittel auch immer. Die Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts (der Schule insgesamt) muß davon ausgehen, daß alle Lehrer und Eltern sich mit der den jungen Menschen angebotenen Bildung und Erziehung identifizieren können und jedem Schüler ein seinen Fähigkeiten adäquates Lernen ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird dem Astronomieunterricht nicht als etwas Zusätzliches aufgebürdet. Sie ergibt sich als logische Konsequenz aus der Tatsache, daß Wissenschaft Wahrheitssuche, Wertung der Erkenntnisse und gesellschaftliche Verwertung des Erkannten ist. Im Astronomieunterricht erfolgt in dem Zusammenhang u. a. dann eine «realistische, den heutigen Erfordernissen entsprechende Erziehung», wenn die Schüler auf der Basis ihrer wissenschaftlichen Kenntnisse und ihrer eigenen Erfahrungen soziale Aspekte des Erkennens von Eigenschaften und Strukturen kosmischer Objekte und deren zugrundeliegenden Gesetze ableiten sowie sich daraus ergebende gesellschaftliche Konsequenzen bewerten. Dazu erhalten sie Gelegenheit u. a. bei der Behandlung der Entwicklung des astronomischen Weltbildes und des Beitrages der Raumfahrt zur Erkenntnisfortschritt in der Astronomie.

Bei der Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Astronomie, Technik und Gesellschaft sollen die Schüler von der Situation in der Welt ausgehen, wie sie war und wie sie ist und dies von sozialen, sozialistischen Ideen als Denkmöglichkeit unterscheiden. Ihnen muß verständlich werden, daß die sozialökonomische Determiniertheit der Art und Weise der wissenschaftlichen Tätigkeit, der Nutzung der Erkenntnisse von Astronomie und Raumfahrt und deren weltanschaulichen Deutung nicht a priori eine Überlegenheit der astronomischen Forschung und der Raumfahrt der sozialistischen Staaten bedeutet. Eine noch allzuoft im Astronomieunterricht

anzutreffende Gleichsetzung eines idealisierten Sozialismusbildes bei der Unterrichtung über Raumfahrt mit der gesellschaftlichen Realität führt am Leben der Schüler vorbei. Im Astronomieunterricht darf nicht verschwiegen werden, daß die großen ökonomischen und wissenschaftlichen Potenzen der hochentwickelten kapitalistischen Staaten, insbesondere in bezug auf Beobachtungs- und Rechentechnik, einen gewichtigeren Beitrag zur Astronomie als Produktivkraft, Kulturkraft und mit gewissen Einschränkungen auch als Human- oder Sozialkraft im Weltmaßstab ermöglichen als die sozialistischen Staaten es noch derzeit vermögen.

Astronomisch interessierten Schülern kann es nicht als Zufall erscheinen, daß bedeutsame astronomische Entdeckungen der Neuzeit (Pulsare, Quasare u. ä.) von Astronomen kapitalistischer Staaten gemacht bzw. daß von ihnen aufgrund der hochentwickelten Rechentechnik wesentliche Beiträge zur theoretischen Durchdringung erbracht wurden. Auch eine realistische Einschätzung der sowjetischen Raumfahrt und deren Beitrag zum Erkenntnisfortschritt in Gegenwart und jüngster Vergangenheit sollte Ausgangspunkt der Einordnung der Leistung von Astronomie und Raumfahrt des Sozialismus im Weltmaßstab sein. Ein differenziertes Herangehen an die Beziehungen zwischen Astronomie, Technik (Raumfahrt) und Gesellschaft mit einem Aufzeigen der Erfolge, Probleme, Grenzen und zukünftigen Vorhaben in den sozialistischen Staaten (vor allem

UdSSR und DDR) wird heutigen Anforderungen an das Nutzen erzieherischer Potenzen des Astronomieunterrichts gerecht. Dabei ist zu verdeutlichen, daß der Wettbewerb der Systeme auch auf dem Gebiet der Raumfahrt ausgetragen wird.

Bezugnehmend auf das Ausgangsproblem kann m. E. zusammenfassend konstatiert werden, daß sich mit der neuen Sicht auf Erziehung in der Schule der Astronomieunterricht auf die solide Aneignung wissenschaftlicher Kenntnisse als Instrumente zur Bewältigung des Alltags konzentrieren muß, wobei Toleranz in der weltanschaulichen Bewertung zwischen Schüler und Lehrer und Realismus gegenüber der gesellschaftlichen Verwertung von Astronomie und Raumfahrt vorherrschen sollte. Mitunter formulierte und praktizierte Auffassungen von ideologischer und weltanschaulicher Erziehung mit einer Tendenz zum Atheismus sind nicht geeignet, daß sich durch den Astronomieunterricht mit den Beziehungen zu anderen Fächern solche Individualitäten entwickeln können, die an der Erneuerung der sozialistischen Gesellschaft zum Wohle aller Menschen teilnehmen wollen und können.

Literatur

/1/ Einstein, A.: Ernst Mach. In: Phys. Zeitschrift. Berlin 18 (1916).

Anschrift des Verfassers: **Dr. Eckhard Kersten**, Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR, Institut für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht, Forschungsgruppe Physik und Astronomie, Otto-Grotewohl-Straße 11, Berlin, DDR-1080

Astrologie – Kennzeichen einer neuen Modernität?

– Eine kritische Meinung –

Jürgen Hamel

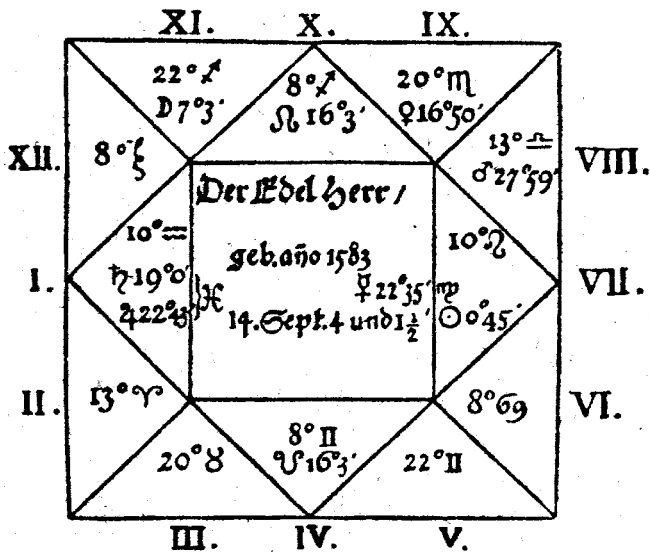
Tagtäglich bemühen sich Tausende um Vermittlung wissenschaftlicher Kenntnisse und Fähigkeiten, um die Ausprägung humanistischer Haltungen, um ein wissenschaftliches Geschichtsbild: Lehrer, Wissenschaftler, Techniker, Mediziner, Verlagslektoren, Redakteure in Zeitungen und Zeitschriften. Sie alle haben Anteil daran, daß in unserem Land ein im internationalen Vergleich hohes Allgemeinwissen herrscht. Gesellschaftliche Entwicklungen greifen in diesen Prozeß gewichtig ein. Nicht nur, daß die rasche Entwicklung von Wissenschaft und Technik sowie gesellschaftlicher Konstellationen ein ständiges Neu- und Umdenken erfordern – auch unsere Geschichte ist immer wieder neu zu durchdenken, jede Zeit erfordert ihre spezifische Sicht auf unsere Vergangenheit. *«Ich hab' meine Theorie nicht auf einmal gelernt, sondern hab' immer tiefer und tiefer*

grübeln müssen». sagte *Martin Luther*. Bei diesem «tiefer Grübeln» über Vergangenes und Gegenwärtiges wird man auch lernen, Toleranz und Achtung gegenüber Vergangenen und manchem Gegenwärtigen zu üben. Doch jede Toleranz hat ihre Grenze – und wie steht es damit, wenn Theorien und Erkenntnisse vergangener Generationen, die in *ihrer* Zeit eine Berechtigung hatten und ein tiefes Streben nach Naturerkenntnis verkörpern, aber über die die Zeit hinwegging, plötzlich wieder auftauchen? Wie weit geht da die Toleranz?

Die Rede ist von der Astrologie. Verantwortungsbewußte Wissenschaftler und Pädagogen aller Länder mühen sich seit Jahren im Kampf gegen diese längst als falsch erwiesene Lehre. Oft und zu Recht wird kritisch darauf verwiesen, daß in ungezählten Boulevardblättern westlicher Länder, der «Regen-

Horoscopium gestellet durch Ioannem Keplerum

1608.



Horoskop des Feldherrn Wallenstein von Johannes Kepler

bogenpresse», sogar gelegentlich im Fernsehen der Astrologie mehr oder weniger willig Platz eingeräumt wird. Ohne Zweifel entspricht das dort einem Bedürfnis vieler Menschen, einem Bedürfnis, das durch manchmal auch scheinkritische oder «neutrale» Beiträge weiter genährt wird. Die Astrologie wird mißbraucht, Erscheinungen im Leben vergangener Generationen werden lächerlich gemacht – Astrologie als Mittel des Profits, der Manipulation, der Verdummung heißt es und das mit Recht.

Als die Westberliner Zeitung «Volksblatt» der Astrologie ihre Spalten öffnete, hieß es am 9. 1. 1988 in einer Leserschrift: «Eines muß man Ihnen lassen: Sie sind voll im Trend. In einer Welt, die von vielen als zu kompliziert und schwer durchschaubar erscheint, ist Aberglaube in- und Okkultismus chic. Das häufige Auftreten von Sterndeutern und Hellsehern im öffentlich-rechtlichen Fernsehen, wo sie als interessante Interviewpartner gefragt sind, spricht leider eine deutliche Sprache... Die heutigen Massenhoroskope sind nur noch billigster Betrug von der Stange, millionenfach und millionenträchtig durch unsere opportunistischen und gewissenlosen Medien unter die Leute gebracht. <Die Leser wünschen es so> lautet die alles rechtfertigende Zauberformel. Erfinden Sie eigentlich in Ihrem politischen und wirtschaftlichen Teil auch Nachrichten, die die Leser vielleicht gerne haben möchten?»

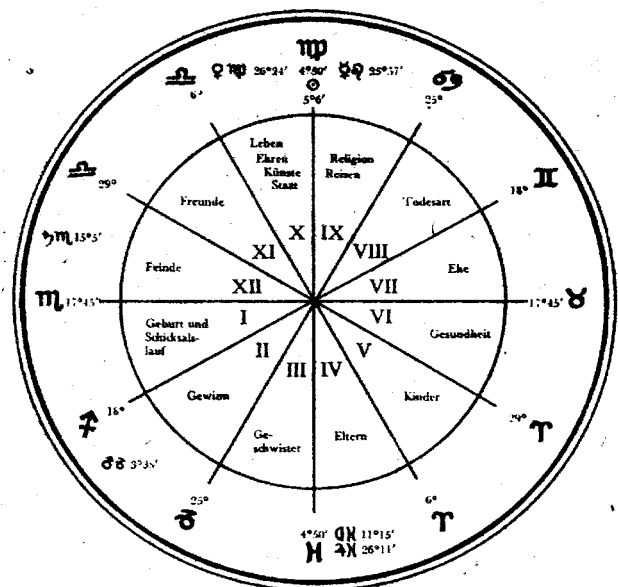
Daß auch bei uns von der Schmückindustrie Tierkreiszeichen als Kettenanhänger hergestellt wurden und von billigen Exemplaren bis zu Ausführungen in

Gold guten Absatz fanden, war sicher keine besorgniserregende Tatsache. Glaubte die Trägerin an ihr Tierkreiszeichen oder war es nur Schmuck? – sicher oft letzteres. Andererseits fragte sich mancher Schmuckgestalter, warum seine preisgekrönten Entwürfe keinen Hersteller fanden.

Aber das Bild änderte sich und wenn wir uns heute die Frage stellen, «Wie halten wir es mit der Astrologie?», drängt sich doch immer mehr Besorgnis auf. Wie weit gehen Spaß und Toleranz?

Im Moment könnte man fast den Eindruck haben, daß die Astrologie eine wahre Renaissance bei uns erlebt, möglicherweise noch eine Knospe, aber die Zunahme ist bedenklich. Längst sind es nicht nur Schmuckanhänger und Tierkreiszeichen als Anstecker, bei deren Gestaltung man außerordentlich flexibel und einfallsreich im Vertrieb ist. Ein Beispiel: Schon wenige Wochen nach dem Erscheinen der Faksimileausgabe der kulturhistorisch außerordentlich interessanten und wichtigen Gothaer Handschrift der Sternbilder des islamischen Gelehrten as-Sufi (Leipzig 1984) konnte ich am Zeitungskiosk des Bahnhofes Fürstenwalde Anstecker der Jungfrau und des Schützen kaufen, die unverwechselbar auf as-Sufi zurückgehen! Ein solch rasches Reagieren auf neue Anforderungen wünschte man sich öfter – allerdings bei ganz anderen Dingen.

Wer sich Mühe gibt, bringt es auf eine ansehnliche Beispielsammlung für astrologische Produkte. Ein paar zufällig zusammengekommene seien genannt: Der grafische Spezialbetrieb Saalfeld stellt «Tierkreiszeichen skurril» als Typofix-Abreibezichen her; es gibt Tierkreiszeichen auf Spezialpapier in qualitativ hervorragendem Zweifarbendruck für 3,15 M, Tierkreiszeichen als Klappkarte vom Planet-Verlag



Goethes Horoskop

oder als Kalender im Kunstgewerbe auf Vlies gedruckt, Gasfeuerzeuge mit Tierkreiszeichensymbolen für einen Preis bis zu 18,- M. Ein besonders hervorzuhebendes Produkt sind Tierkreiszeichenstempel des VEB Famos Leipzig für je 6,50 M – die Erläuterungen sind in Deutsch, Englisch, Französisch, Spanisch und Schwedisch. Auf dem Solidaritätsbasar der Journalisten in Berlin am 25. 8. 1989 konnte man kleine Karten der Tierkreiszeichen «erkämpfen», Preis je 3,- M (Format 13 cm x 8 cm, mit Büttendruck und Zweifarbendruck). Für die Waage heißt es: «*Leydet viel Schand und Nachrede/Zerrüttung der Vernunft/gut Haar abschneiden/viel schlechte Glücksspiel/uebereilte Heirat*». Viel ist dem Schreiber nicht eingefallen, denn derselbe Text findet sich auch beim Wassermann, den Zwillingen und dem Löwen. Der erste Teil entstammt der «Astronomia teutsch», Frankfurt/M. 1601 (dort aber für den Mars), das ganze abgeschrieben vom «akzent»-Band 85. Solidarität natürlich, aber um den Preis der geistigen Bloßstellung? Und wofür war der überwältigende Andrang bei dem völlig irrationalen Preis ein Zeichen?

Die Reihe der Beispiele könnte noch lange fortgesetzt werden. Seit einigen Monaten erreicht die «Auseinandersetzung» (?) mit der Astrologie eine neue Qualität, indem sie nun auch in das Jugendmagazin «*neues leben*» einzog. Jeden Monat kann nun der Jugendliche seine Tierkreiszeichendeutung erfahren. Man gibt sich noch durchaus vorsichtig – entnimmt einfach ein im Durchschnitt 1¼ Spalten umfassendes Zitat aus R. Dröblers «Planeten, Tierkreiszeichen, Horoskope» (Leipzig 1984). Doch was bei Dröbler noch kritisch-ironisch und kulturhistorisch eingeordnet war, steht nun plötzlich für sich. Freilich bleibt der Konjunktiv, doch wird das von den «einfach nur so» an Tierkreiszeichen interessierten Lesern in diesem Sinne verstanden oder ist das hier (zunächst?) nur noch das abschwächende Mäntelchen, das man beginnt, nach dem Wind zu hängen?

Daß die Leser den astrologischen Kern klar herausgreifen, mag an einer der zahlreichen Leserzuschriften belegt werden. Irina F. (15 J.) aus Berlin schrieb: «*Besonders das Monatsblatt Januar war hochinteressant für mich, da ich ein <Steinbock> bin. Einen entsprechenden Anhänger an meiner Kette habe*

ich zwar schon lange, aber bisher wußte ich wenige Einzelheiten darüber. Ich muß schon sagen, viele Eigenschaften treffen auf mich zu.» (nl 4/89, S. 13) Sogar das neu gegründete Jugendfernsehen «Elf 99» präsentiert seit der Eröffnungssendung regelmäßig Horoskope und andere astrologische Texte. Hatte man das nötig, und wie geht es dort weiter?

Damit kein falscher Eindruck entsteht – die **Astrologie ist eine bemerkenswerte Erscheinung der Kulturgeschichte**. Für Jahrhunderte hat neben dem Christentum nichts so sehr das Denken, Fühlen und Handeln der Menschen bestimmt, wie die Astrologie. Für die Geschichte der Weltanschauung, der Philosophie, der Wissenschaften... spielt die Astrologie eine große, auch positive Rolle. Ihre wissenschaftliche Erforschung steht noch weit am Anfang und sollte gefördert werden. Außerdem: Der Mensch ist selbstverständlich auch ein kosmisches Wesen, hat sich unter kosmischen «Randbedingungen» auf dem Himmelskörper Erde herausgebildet, unterliegt vielfältigen kosmischen Einflüssen. Nur hat dies mit Astrologie nicht zu tun.

Für Veröffentlichungen über die Astrologie in Zeitschriften, im Rundfunk und Fernsehen gibt es reichlich Material. Aber ob der Abdruck oder das Verlesen von Tierkreiszeichendeutungen für wissenschaftliche Aufklärung der rechte Weg ist? Ob man einen ironischen Vor- oder Nachspann einschließt, macht kaum einen Unterschied. Die Astrologie wird bewußt oder unbewußt gefördert.

Überhaupt: Ob man die Astrologie ironisiert oder lächerlich macht – gerecht wird man ihr nicht. Sie ist ernst zu nehmen. Für die Vergangenheit: Wir haben nicht das Recht, uns über das Denken und Fühlen unserer Vorfahren lustig zu machen. Für die Gegenwart: Ein Umsichgreifen der Astrologie ist gefährlich, denn was wird, wenn man beginnt, Streit und Krieg wirklich als Wirkung des «Unglücksbringers» Mars zu betrachten?

Wir haben eine Verantwortung vor der Gegenwart und der Vergangenheit, wir sollten sie uns bewußt machen und erfüllen.

Anschrift des Verfassers: **Dr. Jürgen Hamel, Archenhold-Sternwarte, Alt-Treptow 1, Berlin, DDR-1193.**

Polarlicht

Ein prächtiges Polarlicht konnte in weiten Teilen der DDR bei wolkenlosem Himmel am 17. November 1989 ab 17.15 Uhr gesehen werden. Während der horizontnahe Nordhimmel intensiv bläulichweiß strahlte, färbten sich weite Flächen des höheren Nordhimmels zeitweise auffallend rot und zwei helle, fast bis in den Zenit reichende senkrechte Strahlen vervollständigten das Bild dieses eindrucksvollen Naturschauspiels. In der jetzigen Phase hoher Sonnenaktivität werden derartige Erscheinungen auch in unseren geografischen Breiten in der nächsten Zeit häufiger zu beobachten sein. So konnte bereits am Abend des 1. Dezember ein weiteres Polarlicht beobachtet werden, das jedoch nicht die Intensität des erstgenannten erreichte.

Hans Joachim Nitschmann

Astronomie und bildende Kunst

In der Slowakei findet gegenwärtig zum fünften Male ein interessantes Experiment statt: ein Wettbewerb für künstlerisches Gestalten unter dem Titel «Das Weltall in den Augen der Kinder». Aufgerufen sind Kinder vom Vorschulalter bis zum 8. Schuljahr, Arbeiten zu dieser Thematik – Grafik, Malerei, Zeichnung, Modell, Intarsie – einzureichen. Sachpreise und Urkunden winken den Gewinnern. An dem Wettbewerb können auch Kinder aus anderen Ländern teilnehmen, letzter Einsendetermin ist der 10. 6. 1990. Interessenten aus der DDR werden gebeten, genauere Informationen bei der Redaktion unserer Zeitschrift zu erfragen.

Vulkane, Flüsse und Cañons auf Mars

Manfred Reichstein

Planetologische Einführung

Vulkanisch entstandene Oberflächenstrukturen lassen sich auf fast allen erdähnlichen Himmelskörpern nachweisen. Am wenigsten fallen uns die flachen, von Basaltschmelzen bedeckten Ebenen zwischen den Einschlagkratern des Merkur auf. Viel deutlicher sind dagegen die verwandten Erscheinungen mit ihren zahlreichen Flutbasaltströmen auf dem Mond in den dunklen Flächen der Maria (Sing.: Mare) zu erkennen. Schließlich hat sich die Venusoberfläche nach mehrjährigen Radarbeobachtungen ganz allgemein im Vergleich zu Merkur und Mond als eine mit viel weniger Einschlagkratern besetzte Planetenkruste erwiesen. Ihre von unzähligen Fließwülsten gezeichneten Landschaften sind am besten als Produkt von Krustenaufschmelzungen zu verstehen, wie sie von vornherein auch kaum anders erwartet wurden, und dies schon wegen der relativ großen Masse des Planeten und seinen hohen Oberflächentemperaturen in der Nähe von 500 °C.

Was wir aber bei der Venus heute immer noch nicht richtig einschätzen können, das ist vor allem die Frage, ob es an ihrer Oberfläche auch gegenwärtig noch aktive Vulkane gibt, und wenn ja, zu was für Reliefformen dieser aus verschiedenen Gründen zu vermutende junge Vulkanismus führen muß. Bis jetzt ließen sich nur auf den beiden zuerst erwähnten planetarischen Körpern (Merkur und Mond) noch keine stattlichen Vulkankegel nachweisen. Es scheinen auf ihnen also gerade jene Zeugnisse des Magmendurchbruchs durch die Kruste zu fehlen, die für den irdischen Vulkanismus Symbolcharakter haben.

In dieser Hinsicht liegen die Verhältnisse auf Mars jedoch völlig anders. Große vulkanische Kegel, z. T. höher als die irdischen, sind hier neben weiten, von Flutbasalten eingenommenen Flächen keine Seltenheit. Man kann ohne Übertreibung sagen, daß er hinsichtlich des Gesamtbildes seiner vulkanischen Erscheinungen als der erdähnlichste unter den Planeten des Sonnensystems angesprochen werden darf.

Daß in diesem Beitrag auch auf Flüsse und die Erosionsformen des strömenden Wassers Bezug genommen werden soll, hat seinen besonderen Grund. Auf Mars hängt nämlich, wie wir noch sehen werden, die Verbreitung der einst durch fließendes Wasser erzeugten Talungen und ihre spezifische Ausformung sehr eng mit dem Vulkanismus zusammen.

Die Riesenvulkane

Als im Jahre 1970 der große frühsummerliche Staubsturm der Südhemisphäre des Mars nach vielen Wochen starker Sichtbehinderung über seinen alten Kraterlandschaften ganz allmählich zu Ende ging, da tauchten als erstes, so wie es die amerikanische Sonde Mariner 9 registrieren konnte, vier vulkanische Gipfelregionen als dunkle, inselartige Flecke in der Nähe des Marsäquators wieder aus den Dünsten auf. Bald ließen die immer besser werdenden Satellitenaufnahmen interessante Details an den Flanken dieser vier über 20 km hohen Berge erken-



Bild 1: Der größte Marsvulkan «Olympus Mons» sitzt auf der NW-Flanke des Tharsis-Gewölbes und überragt das mittlere Landschaftsniveau des Planeten um rund 27 km. Seine etwa 90 km messende Gipfelcaldera besteht heute aus mindestens 5 ineinander verschachtelten Einbruchskesseln.

nen (Bild 1). Vielerorts zeigten sich die schmalen Zungen von nicht selten über hundert Kilometer langen Lavaströmen. Sie erschienen oft so kontrastreich, daß man sie zunächst für sehr jung hielt. Aber heute weiß man, daß diese Vulkane im wesentlichen schon vor mehreren Milliarden Jahren entstanden sein müssen, und daß das Erlöschen des mit Lavaaustritten verbundenen Vulkanismus beim größten und jüngsten von ihnen, der den Namen «Olympus Mons» trägt, auch schon mindestens einige hundert Millionen Jahre zurückliegt.

Alle vier Vulkane werden zu oberst von typischen Einbruchskesseln gekrönt. Diese oft kreisrunden und als Kalderen (Sing. Kaldera) bezeichneten Strukturen setzen sich hier, wie auf Erden, nicht selten aus mehreren ineinander verschachtelten Kes-

seln zusammen. Dies ist zum Beispiel beim Mars auf dem Ascræus Mons und dem Olympus Mons der Fall, während die beiden anderen ebenbürtigen Vulkanriesen nur je einen zentralen Kessel besitzen, der aber wenigstens randlich noch durch zahlreiche Ringstaffelbrüche stärker gegliedert ist (Bild 4. Umschlagseite).

Auf den neueren Marskarten sehen wir diese vier mit Abstand größten Vulkane des Planeten mit fast einheitlichen Höhen um 27 km eingetragen. Das bezieht sich aber nicht auf ihr eigenes Relief, sondern hat das um 7 bis 11 km niedriger liegende, mittlere Marsniveau zur Bezugsbasis. Alle Vulkanriesen finden wir nämlich auf einer kontinentbreiten Beulung in der Marskruste angesiedelt, welche auch als Tharsis Gewölbe bekannt ist. Unter ihr entstand schon vor über 4 Milliarden Jahren eine gewaltige Magmenvorratskammer, die auch noch über 10 weitere, aber nicht die Höhen der vier Riesen erreichende Zentralvulkane entstehen ließ, die allesamt auch eher wieder zur Ruhe kamen.

Der frühe Vulkanismus des Mars

Weniger auffällig, aber für Planetologen deutlich genug, lassen sich auch noch in ganz anderen Regionen des roten Planeten frühe Zeugnisse recht umfangreicher Magmenaustritte an seiner Oberfläche nachweisen. Dazu gehören einerseits sehr zahlreiche Flutbasaltplateaus, wie sie in allen Breitenlagen des Planeten, vor allem aber in seinen Altkraterlandschaften eingestreut zu finden sind. Man erkennt sie heute weniger an irgendwelchen Details, als vielmehr an der für diese Flächen charakteristischen Reduktion der Anzahl noch überlieferter Kraterkonturen. Viele ihrer Reliefs, besonders natürlich die kleineren, ertranken nämlich im Laufe von Jahrmillionen schrittweise unter der Summe der in ihrem Raum erzeugten Lavaströme.

Andererseits entstanden in so früher Zeit auch schon einige Einzelvulkane, welche aber auch nicht annähernd solche Höhen erreichten wie die vier eingangs beschriebenen Riesen. Doch dafür sehen wir ihre Hänge oft von sehr breiten Abflußrinnen besetzt, die uns bekunden, daß es durch den Vulkanismus in irgend einer Weise zu lokalen Wasseraustritten aus dem Marsboden kam (Bild Titelseite). Diesen Erscheinungen wollen wir in unserem nächsten Kapitel auf die Spur kommen.

Erosionserscheinungen des fließenden Wassers auf Mars

Wir wissen, daß heute die dünne Marsatmosphäre, deren Bodendruck kaum mehr als ein hundertstel

des irdischen Durchschnitts erreicht, eine dauerhafte Existenz von Wasser in flüssigem Zustand, ganz abgesehen von den viel zu niedrigen Temperaturen, gar nicht mehr zuläßt. Da es aber zweifellos durch fließendes Wasser geformte Talzüge an der Marsoberfläche in großer Zahl gibt, muß die Atmosphäre in der Vergangenheit des Planeten eine Zeitlang viel dichter gewesen sein. Als Quelle dieser kohlendioxid- und sicherlich auch sehr wasserdampfreichen Gase kommt natürlich in erster Linie der frühe Marsvulkanismus infrage. Seine Intensität könnte vielleicht für einige 100 Millionen Jahre ausgereicht haben, die Atmosphäre des Mars in einer der irdischen vergleichbaren Dichte im Gleichgewicht zu halten. Wäre das richtig, dann wäre das Abflußsystem des Mars schon sehr alt und müßte innerhalb eines verhältnismäßig kurzen Zeitraumes entstanden sein.

Heute lassen sich hier nach Reliefmerkmalen noch immer drei recht verschieden gestaltete Erosionsformen des ehemaligen fließenden Wassers unterscheiden.

1. Am verbreitetsten ist auf dem Mars der Typ relativ schmaler, aber meist intensiv mäandrierender Cañons von oft mehreren 100 km Länge, die auch Seitentäler haben können. Solche schmalen Cañons erscheinen am häufigsten in den Altkraterlandschaften zwischen 50° Nord und Süd vom Äquator. Ihr Prototyp ist das «Nirgal Vallis», ein über 400 km langes Tal, welches schon vor rund 20 Jahren auf Satellitenaufnahmen vom Mars in der Nähe seines Äquators entdeckt werden konnte (Bild 2).

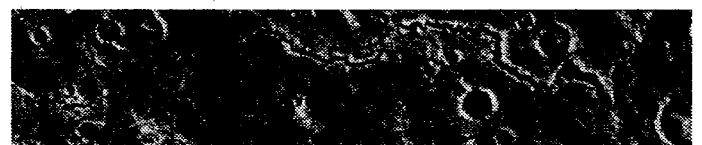


Bild 2: «Nirgal Vallis» gehört zu den eindrucksvollsten schmalen Cañons der kraterreichen Marslandschaften. Das etwa 2 bis 8 km breite Kastental erreicht über 400 km Länge und hat nur sehr wenige Seitentäler.

2. Diesem eben erwähnten «Normaltyp» der Abflußtäler des Mars stehen die nur in der Nachbarschaft großer Vulkankomplexe beobachtbaren und in der Regel viel breiteren Ausflußtäler («outflow channels» in der Fachsprache) gegenüber. Es läßt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit vermuten, daß sie relativ großen und plötzlichen Wasserausbrüchen aus dem Untergrund ihre Entstehung verdanken. Man geht dabei von der Grundannahme aus, daß lokal je-

weils bis kurz vor ihrer Erzeugung erhebliche Mengen des Wasservorrats des Mars als gespanntes Grundwasser unter einer starken Dauerfrostboden-Decke vorgelegen haben, und daß Erschütterungen; die vielleicht von Vulkanausbrüchen ausgingen, Spalten hervorriefen, welche dem unter Druck stehenden Grundwasser der Tiefe den Weg zur Oberfläche freigaben.

3. Der dritte Typ ist noch seltener und vorzugsweise in der Tiefebene «Chryse Planitia» zu beobachten. Es handelt sich hier um Strömungsmarken in ausgedehnter flächenhafter Verbreitung. Die Relief-formen, welche das fließende Wasser dort z. B. beim

Umspülen von Hindernissen erzeugt hat, scheinen bis ins Detail identisch mit den irdischen Paralleler-scheinungen in Trockentälern großer Wadis der Wü-stengebiete zu sein. Aber die Dimensionen sind auf Mars ganz anders. Es sieht hier so aus, als hätten Wasserfronten von über 100 km Breite ihre Ero-sionsspuren hinterlassen. Auf einen einfachen Nen-ner gebracht, läßt sich heute dieser dritte Typ als die zur lokalen Katastrophe gesteigerte Wasseraus-trittsform des Typs 2 auffassen.

Anschrift des Verfassers: *Dr. Manfred Reichstein, Martin-Luther-Universität, Sektion Geographie, Domstraße 5, Halle, DDR-4020.*

Zur Diskussion in der UdSSR über die Entwicklung der Raumfahrt

Peter Bork

In der UdSSR spielten in den Diskussionen vor dem I. Kongreß der Volksdeputierten (1989) Fragen der Raumfahrtforschung und der für die Raumfahrtent-wicklung bereitzustellenden finanziellen Mittel eine große Rolle. Mit besorgten Stimmen wiesen Wissen-schaftler darauf hin, daß die unbedingt erforderli-chen Mittel eher erhöht als reduziert werden müßten. Unterschiedliche Positionen in der geführten Diskus-sion hängen offensichtlich mit den jeweiligen Stand-punkten zur Rolle der Raumfahrtforschung für den wissenschaftlich-technischen Fortschritt und die Be-deutung sowie die Folgen von Einsparungen in dem einen oder anderen Bereich der Volkswirtschaft und Verteidigung zusammen. Raumfahrt und Volkswirt-schaft sind in der UdSSR wie wohl in anderen tech-nisch entwickelten Ländern eng miteinander verbun-den und die Sorge um die Raumfahrt ist immer auch eine Sorge um die weitere Entwicklung der Ökono-mie in der UdSSR.

AS will im folgenden Beitrag damit im Zusammen-hang stehende Probleme aufzeigen. Der Artikel soll unseren Lehrern helfen, bei Behandlung der Stoff-einheit 2.4. die Entwicklung der sowjetischen Raum-fahrt realistischer als bisher darzustellen.

Ist Raumfahrt notwendig?

Als die Diskussion um die sowjetische Raumfahrt Ende des Jahres 1988 entbrannte, hatten diejeni-gen, die in Sputniks und Raumstationen die Ursache zahlreicher wirtschaftlicher Probleme in der UdSSR zu erkennen glaubten, noch annehmen können, die

sowjetische Regierung gäbe für die Raumfahrt ebensoviel oder mehr Geld als die US-Administra-tion aus. Die politischen Leidenschaften wurden mit Hinweisen auf viele Milliarden angestachelt, die an-geblich nutzlos im Kosmos kreisten.

Spätestens mit dem Einsatz von ENERGIJA und BURAN wurde eine neue Qualität sichtbar, die alle Potenzen in sich trug, die Raumfahrt in der UdSSR von den Problemen insbesondere des letzten Jahr-zehnts zu befreien.

Sicher ist dabei in Erinnerung, daß ein ständiges Angebot an Wetterinformationen aus dem Kosmos von sowjetischer Seite für die Öffentlichkeit in den sozialistischen Ländern noch immer nicht verfügbar ist. Sowjetische Fernerkundungsphotos konnten bisher von potentiellen Nutzern in den sozialisti-schen Ländern auf kommerziellem Wege nicht er-worben und ausgewertet werden. Der gegenseitige Empfang von Fernsehprogrammen sozialistischer Länder findet bis heute noch nicht statt. Auch wurden lange Zeit Informationen ökologischen Charakters, die man aus dem Kosmos gewann, in der UdSSR nicht für Auswertungen zur Verfügung gestellt. Die volkswirtschaftliche Nutzung der Raumfahrt blieb ebenfalls weit hinter den Möglichkeiten zurück.

Die öffentlichen Diskussionen in der UdSSR zu den Problemen der Raumfahrt machten zugleich deutlich, daß hier unerwartet jahrelang anstehende und nun zur Reife gelangte Probleme zu klären wa-ren. Das sind keineswegs Fragen unbedeutender Größenordnung und schon gar nicht Fragen eines Landes, das erst seinen Platz in der Raumfahrt

sucht. Offensichtlich sind diese Fragen eingebettet in den Umgestaltungsprozeß, aber hängen auch mit einem weiteren Umstand zusammen. Die Raumfahrtindustrie der UdSSR entwickelte sich aus einem überwiegend der Verteidigungsindustrie zuzurechnenden Produktionszweig in einen nach Prinzipien der wirtschaftlichen Rechnungsführung geleiteten Volkswirtschaftszweig. Die Raumfahrtindustrie der UdSSR hat jedoch eine Produktion erreicht, die heute bereits volkswirtschaftlich ins Gewicht fällt. Infolgedessen wird nach neuen Wegen der gesellschaftlichen Einflußnahme und Mitbestimmung gesucht, wie sie für andere wichtige Volkswirtschaftszweige seit langem üblich ist.

Die Debatten in der UdSSR muß man im Kontext zu ähnlichen Klärungsprozessen in anderen industriell entwickelten Staaten sehen. Sie sind einzubetten in die von der UdSSR aufgeworfenen Fragen einer neuen internationalen Stellung der Raumfahrt und ihres Beitrages zur Lösung globaler Probleme.

Es gibt auch um die Zukunft der US-amerikanischen und westeuropäischen Raumfahrt große öffentlich geführte Diskussionen und sie zeigen, daß über langfristige und tragfähige Strategien in der Raumfahrt nachgedacht wird. Strategien, die sich im Wechselspiel von Zukunftsverantwortung und Gegenwartproblem formieren müssen.

Zwei Momente scheinen als Folge öffentlicher Diskussionen hervorhebenswert: die Öffentlichkeit kapitalistischer Länder war bisher über das Geschehen in der Raumfahrt insgesamt sowie über Diskussionen zu einer Strategiebildung besser informiert, als die Bürger sozialistischer Länder. Auch die Möglichkeiten der Raumfahrt werden in den kapitalistischen Ländern im kommerziellen Sinne, das heißt zur Erzielung von Gewinn und Konzernprofit, besser genutzt, als in den sozialistischen Ländern zur Forcierung der wissenschaftlich-technischen Entwicklung.

Welchen Nutzen hat die Raumfahrt für die UdSSR?

Was den ökonomischen Nutzen der Raumfahrt betrifft, so wird beispielsweise durch das Ministerium für Nachrichtenwesen der UdSSR ausgewiesen, daß allein 1988 aus dem Einsatz der Systeme ORBITA, MOSKWA und EKRA 540 Millionen Rubel erwirtschaftet worden seien, da durch die Satellitenübertragung von Telefongesprächen, den Fernschreibverkehr sowie satellitengestützte Rundfunk- und Fernsehsendungen die zusätzlichen Einnahmen die Ausgaben gegenüber erdgebundenen Methoden der Übertragung bei weitem übertreffen wür-

den. Der Einsatz des Wettersatelliten METEOR soll mit einem jährlichen Nutzen von 500 bis 700 Millionen Rubeln verbunden sein. Mit Fernerkundungsdaten aus dem Kosmos werden gegenwärtig mehr als 900 Organisationen verschiedener Ministerien und Behörden in der UdSSR versorgt. Die Erkundung aus dem Kosmos bringt 350 Millionen Rubel Einnahmen und soll um ein Vielfaches effektiver sein als herkömmliche Methoden.

Diese Ausführungen von Akademiemitglied *Reschetnejew* waren zweifelsohne eine erste Zwischenantwort auf die schon seit Monaten öffentlich geführte Diskussion, um die weitere Entwicklung der Raumfahrt in der UdSSR. In Anspielung auf diese Diskussion stellte *Reschetnejew* fest: «Unser Hauptproblem besteht darin, daß wir es nicht verstehen, Gewinn zu erzielen». Er fügte hinzu, das sei bedauerlicherweise nicht nur für die Raumfahrt, sondern für eine ganze Reihe weiterer Zweige der Volkswirtschaft typisch. Er forderte, die Ausarbeitung neuer Raumfahrtprojekte auf einer vernünftigen kommerziellen Grundlage vorzunehmen.

Worin besteht nun das Problem?

Die insbesondere vor den Wahlen zum Kongreß der Volksdeputierten gegen die Raumfahrt geäußerten Meinungen hatten damit zu tun, daß die sowjetischen Bürger vom Defizit im Staatshaushalt in Höhe von über 100 Milliarden Rubel wußten, aber bis in die jüngste Zeit niemand die wirklichen Kosten für die Raumfahrt kannte. *Aitmatov* sprach von astronomischen Ausgaben für die Kosmosforschung. Der Dramatiker *Rosow* vermutete Milliarden Rubel für die PHOBOS-Entwicklung. *Jelzin* verlangte eine sofortige Unterbrechung der Raumfahrtentwicklung in der UdSSR für fünf bis sieben Jahre. Der Raumfahrtjournalist *Leskow* schrieb: «Jahrzehntelang war die Raumfahrt fast eine heilige Kuh der Volkswirtschaft, über deren Kosten zu reden sündhaft und unpatriotisch war. Eben weil man sie nicht nennt, stehen doch jedem sofort astronomisch hohe Ausgaben für die Raumfahrt vor Augen. Dies würde man angesichts der leeren Auslagen in den Geschäften gern kürzen.»

Erst seit wenigen Jahren wird in sowjetischen Raumfahrtkreisen zunehmend von Internationalisierung der Raumfahrt und von notwendiger Kommerzialisierung gesprochen und tritt GLAWKOSMOS immer stärker in Erscheinung. Die UdSSR begann 1988 mit dem Verkauf von Photos sowjetischer Aufklärungssatelliten KOSMOS-1906 und 1951 für zivile Zwecke. Ihre Qualität war, wie sich inzwischen herausstellte, wesentlich besser, als die der amerikanischen oder französischen Photos.

Inzwischen hat GLAWKOSMOS einen Beitrag dazu geleistet, das Warenangebot für den sowjeti-

schen Bürger reichhaltiger zu machen. Es kam z. B. ein Vertrag mit der japanischen Fernsehgesellschaft TBS über den Flug eines Fernsehjournalisten im Frühjahr 1991 zustande. Er mag ungewöhnlich sein, aber man sollte bedenken: bisher ist GLAWKOSMOS der Durchbruch zur kommerziellen Vergabe von kosmischen Dienstleistungen nicht gelungen. Die Ursache liegt weniger in der Unzuverlässigkeit oder etwa mangelhaften Beweglichkeit der mit Kosmosfragen befaßten Organisationen in der UdSSR; vielmehr ist es der ungeheure Druck von Seiten der USA auf alle diejenigen, die sich gern sowjetischer Trägertechnik bedienen würden.

- Besonders umstritten ist die oftmals in der UdSSR geäußerte Forderung, die sowjetische Raumfahrt auf kommerzielle Grundlagen zu stellen und Zuwendungen aus dem Staatshaushalt zu reduzieren. Presseäußerungen dazu sind sehr widersprüchlich. Man gewinnt den Eindruck, daß sich die führenden Vertreter von GLAWKOSMOS, aber auch einige der Teilnehmer an der Raumfahrtdiskussion zur Frage der Kommerzialisierung nicht ganz einig sind. Offensichtlich wird unter Kommerzialisierung eine Art Eigenfinanzierung der gesamten Raumfahrt verstanden.

Zu den Kosten der sowjetischen Raumfahrt

Wie bereits erwähnt, wurde von der Presse der UdSSR besonders die Unklarheit der tatsächlichen Kosten der Raumfahrt kritisiert.

Natürlich bestand in früheren Jahren in der UdSSR auch kein großes Interesse, Auskunft über Kosten im Bereich der Verteidigungsindustrie zu erteilen, denn Offenlegung der Kosten ermöglicht es, die Leistungsfähigkeit in einer ganzen Reihe früher geheimgehaltener Gebiete zu berechnen, wodurch die UdSSR politisch verwundbarer wird.

Den Ausführungen von *M. S. Gorbatschow* und *N. I. Ryshkow* auf dem Kongreß der Volksdeputierten der UdSSR nach zu urteilen, wendet die UdSSR für Verteidigungszwecke 17 bis 19 % des Staatshaushaltes auf. Sie gibt für die gesamte Kosmos-Aktivität im Rahmen militärischer und ziviler Projekte jährlich 6,9 Mrd. Rubel aus, davon 3 Mrd. Rubel für zivile Zwecke. Diese gliedern sich in 1,7 Mrd. Rubel für volkswirtschaftlich relevante und wissenschaftliche Raumfahrtprogramme sowie 1,3 Mrd. Rubel für wiederverwendbare Raumfahrtsysteme, also das BURAN-ENERGIJA-Projekt.

Im Vergleich dazu seien unter Verwendung von diesbezüglichen Angaben des Generalstabchefs der sowjetischen Streitkräfte, *Moissejew*, die Aufwendungen der USA genannt: 29,6 Mrd. Dollar, davon

77 % für die militärische Raumfahrt. Bei insgesamt 22,8 Mrd. Dollar für die militärische Raumfahrt nehmen sich die 3,6 Mrd. Dollar für SDI 1989 sogar bescheiden aus.

M. Gorbatschow wies darauf hin, daß die Kosmos-Ausgaben bereits reduziert worden seien: «Die Ausgaben für Weltraumprogramme sind nicht übermäßig hoch und wurden bereits reduziert. Man muß auch in dieser Hinsicht nach weiteren Möglichkeiten suchen. Doch darf man dabei nicht außer acht lassen, daß wir dank der neuesten kosmischen Entwicklungsarbeiten einzigartige Technologien erhalten. Allein die neuesten Entwicklungsarbeiten im Rahmen des Projektes BURAN-ENERGIJA werden einen bedeutenden Nutzen in Milliardenhöhe erbringen, wenn die Ergebnisse der Volkswirtschaft übergeben werden. Dem Verteidigungsrat wurden hierzu Vorschläge unterbreitet und sie wurden an ca. 150 Adressen von Betrieben und Organisationen der Volkswirtschaft gerichtet.

Große Möglichkeiten bieten die einzigartigen in den Betrieben der Verteidigungsindustrie entwickelten Technologien bei der Anwendung im zivilen Sektor. Heute sind die Bedingungen dafür vorhanden, um Schluß zu machen mit der unvernünftigen Geheimhaltung, Schluß zu machen mit dem sogenannten Ressortdenken.»

Unter Berücksichtigung des auf dem Weltmarkt geltenden Verhältnisses zwischen Rubel und Dollar kann man nach den vorliegenden Angaben davon ausgehen, daß die USA gut und gern das Zehnfache der UdSSR für die Raumfahrt aufwenden. Diesen Unterschied konnte die UdSSR bisher nur dank einer klugen und bescheidenen Politik bei der wissenschaftlichen und technologischen Vorbereitung ihrer Raumfahrtsprogramme, dank der Entwicklung zuverlässiger und in Serienproduktion gefertigter Trägersysteme sowie dank einer langfristig angelegten Planung wettmachen. In Kauf nehmen mußte die UdSSR dabei ganz offensichtlich den Verzicht auf eine langfristige und öffentliche Raumfahrtstrategie und die lange Verzögerung von vielen Projekten, weil weder die Mittel für ihre Realisierung vorhanden waren, noch überhaupt das sowjetische Raumfahrtpotential die Dimensionen des US-amerikanischen erreicht hat. Das Raumfahrtsprogramm der sowjetischen Partei- und Staatsführung hat deshalb auch auf dem Kongreß die Unterstützung der Abgeordneten erhalten.

Anschrift des Verfassers: *Dr. Peter Bork*, Gesellschaft für Welt-
raumforschung und Raumfahrt der DDR, Simon-Dach-Str. 13,
Berlin, DDR-1034

Die Motivation – auch Sache der Schüler!

Klaus Lindner

Motivationsdefizite, die im Laufe eines Schuljahres aus ganz unterschiedlichen Gründen auftreten können, beeinträchtigen den Bildungs- und Erziehungserfolg. Das gilt für jeden Unterricht, in besonderem Maße aber gilt es für das Fach Astronomie, in dem keine Unterrichtsstunde verschenkt werden darf.

Wir wissen, worin diese Besonderheit des Astronomieunterrichts begründet ist: Astronomie wird im Abschlußjahr der Oberschule unterrichtet, in dem die Interessen der Schüler bereits sehr auf die Zeit nach der Schulentlassung gerichtet sind. Das ist eine ganz sensible Phase der Persönlichkeitsentwicklung, und wir tun gut daran, unseren Schülern deutlich zu machen, daß das Ziel des Astronomieunterrichts nicht die Abschlußprüfung am Ende der 10. Klasse ist, sondern daß wir mit diesem Unterricht Wissen, Können und Interesse für die Jahre nach der Schulzeit vermitteln wollen. Damit aber wird das «schulische Leistungsmotiv» weitgehend außer Kraft gesetzt. Zu bedenken ist ferner, daß wir keinen Elementarunterricht in Astronomie erteilen, denn erstens haben die Schüler in 9 Schuljahren einen guten Fundus an Techniken der geistigen Arbeit erworben, und zweitens besitzen sie eine Fülle von Vorkenntnissen über astronomische Objekte und Erscheinungen. Ich halte es für typisch, daß sich Schüler bei einer Aussprache in Suhl im vergangenen Sommer (Juni 1989) darüber beklagten, daß der Astronomieunterricht in zu vielen Stoffeinheiten «bei Null» ansetzt und die Vorkenntnisse außer acht läßt. Schüler wollen das, was sie schon wissen, auch in Anspruch genommen sehen.

Diese (und einige andere) Ursachen machen den Astronomieunterricht besonders empfindlich für Mängel bei der Motivation. In zunehmendem Maße machen sich deshalb Astronomielehrer Gedanken darüber, wie sie das Interesse an unserem Fach wecken und erhalten können.

Bisher ist es weithin geübte Praxis, daß der Lehrer motivierende Fragen formuliert und hofft, daß diese sich als bedeutsam für die Schüler erweisen. Wir wissen aber, daß keinesfalls alle Probleme, die der Lehrer (aus seiner Sicht, aus der Kenntnis des Unterrichtsstoffes und seiner Einordnung in den gesamten Jahreslehrgang) den Schülern anbietet, auch von diesen als Probleme akzeptiert und als Erkenntnisantrieb wirksam gemacht werden. Das Gegenteil kann der Fall sein: «Probleme», die für die Schüler nicht als solche bedeutsam sind und an

deren Lösung sie daher kein Interesse haben, blockieren das Streben nach eigener Auseinandersetzung mit den Fakten und erweisen sich eher als kontraproduktiv. Damit wird jedoch eine bedenkliche Demotivation erreicht. Die Schüler geraten in Abhängigkeit von den Impulsen des Lehrers, dessen führende Rolle wird verabsolutiert. Daß Fremdbestimmung und Außenlenkung motivationshemmend sein können, ist seit langem bekannt.

Ein wichtiger Aspekt ist der Einfluß der außerunterrichtlich erworbenen Informationen auf den Unterricht. Ein Absolvent der 10. Klasse hat im Laufe der hinter ihm liegenden zehn Schuljahre etwa 10 000 Stunden Unterricht erlebt. Einer Mitteilung von *Ehrhard Köstler* zufolge liegt der Medienkonsum dieses Schülers in der gleichen zeitlichen Größenordnung! Als Informant, als Neuvermittler ist der Lehrer heute wohl weitgehend von seiner früheren Position verdrängt worden. Es gibt kaum noch etwas, von dem Schüler oberer Klassen in den Medien nicht schon mal gehört hätten. Der Reiz des ganz Neuen ist dahin, und mancher Lehrer spürt deutlich, wie schwer es ist, mit den bunten Bildern des Farbfernsehens zu konkurrieren. Hier nehmen wir auch wahr, daß die Entemotionalisierung, die wir vielfach im Unterricht betreiben, eine demotivierende Wirkung ausübt.

Die Schule kann nicht mit den Medien konkurrieren. Sie soll es auch nicht. Die Medien sind ihr in Dynamik, Aktualität, Farbigkeit und manchen anderen Dingen überlegen – einschließlich der Tatsache, daß man selbst bestimmt, wann und wie lange man sich ihnen widmen will. Es kann also nicht darum gehen, in der Schule die Mittel des Farbfernsehens oder einer populären Zeitschrift zu kopieren. Vielmehr ist zu fragen, worin die Schule den Medien überlegen ist, was ihre – der Schule – Stärken sind, die Fernsehen, Radio, Zeitung und Zeitschrift nicht haben und nicht haben können. *Darauf* sollte unsere Motivation mehr als bisher begründet werden!

Einige dieser Stärken der Schule sind:

In der Schule kann und darf (und soll) man aktiv sein, sich individuell profilieren – das konterkariert die aufgezwungene Passivität beim Medienkonsum.

In der Schule steht man einem Menschen gegenüber, der sich einem individuell, als Person, zuwendet: dem Lehrer. Das ist das Gegenstück zur Anonymität des Redakteurs, des Autors oder des Moderators.

In der Schule kann man das, was einem persönlich bedeutsam ist, intensiv betreiben und tief ausloten – das ist das Kontrastprogramm zur zwangsläufig egalisierten Darstellung der Themen in den Medien. Dort kann man nicht nachfragen, vertiefen, intensiver am Problem arbeiten; man muß das Niveau der Darstellung akzeptieren. Und schließlich:

In der Schule betreibt man Wissens- und Könnenserwerb im Kollektiv. Mitschüler und Lehrer stehen als Kommunikationspartner zur Verfügung.

Ich möchte, auf diese vier Stärken der Schule aufbauend, meine Schüler auf den Unterricht, auf die kommende Stoffeinheit, auf die bevorstehende Stunde neugierig machen. Also müssen sie wissen: Der Lehrer bringt Dinge, die interessieren; nicht nur das, was man im Lehrbuch selbst nachlesen kann. Und ich, der Lehrer, muß am Ende einer Stunde, am Ende einer Stoffeinheit eine Vorstellung davon vermitteln, wie es weitergehen soll. Ich muß die Schüler für das folgende Thema interessieren – genauer: Ich muß dafür sorgen, daß sie sich dafür interessieren und darauf freuen. *Anton Semjonowitsch Makarenko* hat einmal gesagt: «Der Mensch kann auf der Welt nicht leben, wenn nichts Erfreuliches vor ihm liegt.»

Interessen sind eine Erscheinungsform der menschlichen Bedürfnisse. Sie entstehen in der Tätigkeit, und sie steuern diese Tätigkeit. Wie also schaffen wir anhaltendes Interesse?

Einen möglichen Weg sehe ich darin, **die Motivation mehr und mehr vom Lehrer zu den Schülern zu verlagern.** Wir müssen «die Schüler zum Mitmachen wollen bringen» (*Klinger*), oder, um eine andere Kapazität zu zitieren, wir sollen «nicht den Stoff an die Schüler herantragen, sondern die Schüler an den Stoff heranbringen» (*Lompscher*). Das fordert von uns, die Schüler dazu zu befähigen, **sich selbst** für den Unterricht in unserem Fach zu motivieren, also die Motivation so anzulegen, daß die Schüler selbst den Problemen begegnen; daß sie in die Lage versetzt werden, ihre Fragen und Wünsche dazu zu formulieren. Im Klartext: Unter wesentlicher Nutzung ihrer Vorkenntnisse sollen sich die Schüler vorgehend mit dem Stoff befassen, ihn durchdenken und danach selbst mitentscheiden, an welchen Punkten der Unterricht nachfassen sollte, was aus ihrer Sicht am vorgegebenen Stoff interessant und ausbauwürdig ist. Ohne Vorkenntnisse ist das sicher nicht möglich; aber es geht uns ja gerade um die Nutzung der Informationen, die die Schüler außerhalb des Unterrichts gewonnen haben. Darüber hinaus ist es nützlich, Literatur, Beobachtungsergebnisse (auch von differenzierten Beobachtungsaufgaben), Aufgaben, Bildmaterial usw. einzubringen. Gut bewährt hat sich

zum Beispiel, zum Ende einer Stunde eine oder zwei Schülergruppen mit entsprechender Literatur auszustatten und folgenden Auftrag zu erteilen: «In den nächsten drei Stunden behandeln wir das Thema «Die Sonne». Lesen Sie darüber nach; tauschen Sie auch untereinander die Bücher aus. Sagen Sie mir zu Beginn der nächsten Stunde, was Sie über die Sonne bereits wußten, was Sie speziell noch zu diesem Thema wissen möchten, und welche praktischen gemeinsamen Tätigkeiten (Beobachtungen, Berechnungen, Anfertigung eines Modells, eines Anschauungsbildes...) Sie im Zusammenhang mit diesem Thema vorschlagen.» Als Literatur habe ich mit sehr gutem Erfolg *Hermanns* «Sternguckerbuch», mein «akzent»-Büchlein «Der Sternhimmel» und natürlich den Wissensspeicher *Astronomie* und das *Jugendlexikon Astronomie* verwendet. Das Lehrbuch bringt für eine solche Vorbereitung zu wenig Stoff. Es läßt sich aber vorzüglich als Hilfsmittel für die Einordnung der Fakten, als «Gerüst des Wissens», verwenden. (Manche Passage wird ohnehin – hoffentlich sehr bald – neu geschrieben werden müssen!)

Am Beginn der folgenden Stunde muß dann eine Bestandsaufnahme stattfinden, in der von den Schülern dieser Gruppen sowohl vorhandene Kenntnisse präsentiert als auch Wissenslücken und Fragen aufgelistet werden. Diese Fragen entstehen beim Bearbeiten des Auftrages, und es ist wesentlich für die motivierende Wirkung, daß sie **zuerst von den Schülern** wahrgenommen und nicht vom Lehrer vorgegeben werden. Dadurch, daß auch zunächst nicht alle Probleme beantwortet werden, bleibt ein Spannungsfeld erhalten, das sich auf die an der Gruppenarbeit nicht beteiligten Schüler übertragen kann. Die Gruppenarbeit fördert das Denken in kollektiven Kategorien und läßt die Ergebnisse vielgestaltig werden. Daraus resultiert eine Erhöhung des Motivationswertes, und wir finden Ansätze einer inneren Differenzierung des Umganges mit einem gegebenen Thema: Jeder Schüler trägt aus seiner Sicht zum Gesamtkonzept bei.

Unrealistische Forderungen der Schüler an den Lehrer müssen in der Klasse 10 kaum befürchtet werden – natürlich können Fragen gestellt werden, die die fachliche Souveränität des Lehrers herausfordern. Aber da zu bestehen, ist Sache des Lehrers selbst!

Bei diesem Vorgehen, das sicher ausbaufähig ist, vertreten die *Schüler* ein Anliegen; sie gewinnen selbständig Informationen, sammeln und ordnen sie und machen ihre Arbeitsergebnisse anderen Schülern und dem Lehrer zugänglich. Wir erhalten so, bei aller Bindung an den Lehrplan, eine schülerzen-

trierte Motivation für den weiteren Unterrichtsverlauf, und wenn es uns gelingt, diese Motivation so aufzunehmen und den nachfolgenden Unterricht so zu gestalten, daß die Interessen, Fragen und Wünsche der Schüler in unsere Lehrplaninterpretation einmünden, dann dürfte einem Erreichen der Lehrplanziele in hoher Qualität nichts entgegenstehen. Was hindert uns denn daran, die Schüler an der Entscheidung über die Reihenfolge der Behandlung von Fakten und Zusammenhängen zu beteiligen? Und – wenn das funktioniert – was steht dann eigentlich einem echten Gruppenlernen, bei dem wir die unterschiedlichen Arbeitstempi, das unterschiedliche Bedürfnis der Schüler nach Auseinandersetzung mit dem Stoff berücksichtigen können, noch im Wege?

Eine hohe fachliche Kompetenz und methodische Souveränität des Lehrers ist freilich unerläßliche Voraussetzung für einen derartigen Umgang mit dem Unterrichtsstoff. Denn: Wenn wir den Schülern das Recht einräumen, aktiv am Unterricht mitzuwirken (am Unterricht, nicht nur im Unterricht! Das ist ein wesentlicher Unterschied!), wenn wir so im Lernenden stärker als bisher das **Subjekt** der Erziehung sehen, dann ist unsere organisierende und sorgsam lenkende Tätigkeit besonders gefordert und entscheidet über das pädagogische Klima an der Schule.

Wie schaffen wir es, den Schülern, wo es sinnvoll und möglich ist, solche Freiräume zu gewähren? Ein Allheilmittel ist aktivitätsorientiertes Motivieren nicht. Würde es in jeder Stunde, in jeder Unterrichtseinheit praktiziert, dann würde es die gleichen fatalen Abnutzungserscheinungen zeigen, wie jedes überstrapazierte methodische Verfahren. Es gibt ja auch Stoffeinheiten, in denen die Mitsprache der Schüler um der Verständlichkeit des Unterrichts, um der sachlogischen Abfolge willen beschränkt werden muß!

Der Lehrer muß also seinen Lehrplan genau kennen; er muß Akzente setzen, den Stoff gliedern und wichten können. Das in den letzten Monaten oft zitierte neue Lehrplanverständnis spielt in diesem Zusammenhang eine nicht zu unterschätzende Rolle. Mit Gleichwertigkeit aller stofflichen Elemente und formalem Abarbeiten aller Begriffe ist aktivitätsorientiertes Motivieren nicht zu machen.

Auch an das Kommunikationsvermögen des Lehrers werden neue, höhere Forderungen zu stellen sein. Wie hilft die bewußte Gestaltung der Kommunikation, z. B. die Reduzierung der sprachlichen Aktivität des Lehrers, die Vielzahl aller individuellen Potenzen, das Interesse am Stoff zu wecken? Wie kann durch kommunikative Flexibilität und Differenziertheit der Erkenntnisprozeß angetrieben, das Erkenntnisinteresse erhalten werden?

Durch Gruppenarbeit in der beschriebenen Weise können wir diesem Ziel ein gutes Stück näher kommen. Wir verbinden darin mehrere Aspekte miteinander:

- Aktivität,*
- Kollektivität,*
- Motivation,*
- intensivere Nutzung der Vorkenntnisse (auch der außerhalb der Schule erworbenen),*
- persönliche Bedeutsamkeit des Unterrichtsgeschehens für den einzelnen Schüler,*
- Erziehung zur Kommunikationskompetenz, aber auch eine*
- Re-Emotionalisierung des Unterrichts, und nicht zuletzt*
- eine gute Übung im Umgang mit Zusatzliteratur; wir wenden uns nicht an die (ohnehin stark ausgeprägte) Rezeptivität der Schüler; sondern wir suchen ihre produktiven, aktiven Kräfte auf.*

Unsere Gedanken, Ideen und Erfolge sind nur so viel wert, wie unsere Schüler sie mit uns teilen. Motivation soll erreichen, daß sie das gern tun wollen. Darum sollte Motivation stärker als bisher von den Schülern, von ihrer Aktivität, ausgehen.

Anschrift des Verfassers: **Studienrat Dr. Klaus Lindner**, EOS «Karl Marx», Erfurter Straße 9, Leipzig, DDR-7022.

B Beobachtung

Mond und Jupiter

In welcher Richtung – von Ost nach West oder von West nach Ost – verläuft die Bewegung des Mondes durch die Sternbilder? Man kann das im Lehrbuch nachschlagen; besser ist aber, man hat es selbst gesehen. In den Monaten Februar bis April 1990 läßt sich der Planet Jupiter als Bezugspunkt für die Mondbewegung nutzen. Versuchen Sie es und regen Sie Ihre Schüler an, es auch zu versuchen.

am 5. und 6. 2. 1990 gegen 20^h MEZ, oder
am 4. und 5. 3. 1990 gegen 20^h MEZ, oder
am 1. und 2. 4. 1990 gegen 21^h MESZ, oder
am 28. und 29. 4. 1990 gegen 22^h MESZ

Mond und Jupiter abends zu beobachten. Das kann jeder ohne Hilfsmittel; der Mond ist auffällig genug, und Jupiter ist der hellste «Stern» am Abendhimmel. Eine Aufgabe für die Schüler könnte lauten: «Suchen Sie am ... und ... Mond und Jupiter etwa zur gleichen Uhrzeit am Abendhimmel auf! Skizzieren Sie den Horizont und tragen Sie in die Skizze die Stellung des Jupiters und die Stellungen des Mondes an beiden Beobachtungstagen ein! Geben Sie den Weg des Mondes durch einen Pfeil an!»

Voraussetzung ist natürlich, daß an jeweils beiden Tagen Beobachtungswetter herrscht. Die Beobachtungstage sind so ausgewählt, daß jeweils am ersten Tag der Mond rechts, am zweiten links von Jupiter zu finden ist. Das muß dann auch aus den Skizzen (die besten sollten Sie zensieren!) ersichtlich sein.

Klaus Lindner

Beobachtungen am Morgenhimmel

Bei meinem täglichen Arbeitsweg von Sohland nach dem Sonnenuhendorf Taubenheim erfreute ich mich schon oftmals an der Schönheit des anbrechenden Tages.

Die Sonne geht über den Lausitzer Bergen auf. Der Planet Venus strahlt in der vollsten Pracht. Die noch sichtbaren Sternbilder verlasen das Firmament. Immer wieder fasziniert mich dieses wunderschöne Naturschauspiel. Als Astronomielehrer stelle ich mir natürlich die Frage, wie ich diesen Morgenhimmel für die Himmelsbeobachtung nutzen kann. Zwei Schwerpunkte habe ich dabei im Blickpunkt:

1. Die bewußte Betrachtung der Natur und insbesondere des gestirnten Himmels.

2. Die exakte wissenschaftliche Beobachtung.

Ich will Emotionen und Wissen als Einheit vermitteln. Der Schüler muß begreifen, daß man nicht nur am Abend beobachten kann. Jede Tageszeit weist andere astronomische Erscheinungen auf.

Mit Hilfe von «Ahnerts Kalender für Sternfreunde» suche ich die sichtbaren Himmelskörper des Morgenhimmels heraus. Dabei konzentriere ich mich auf den Mond, die Sonne und die Planeten und weise auf die Lage von Sternbildern im Vergleich zum Abend hin. Sehr oft setze ich eine Morgenbeobachtung an, wenn astronomische Besonderheiten zu beobachten sind.

Für 1990 ergeben sich einige mögliche Termine:

- 11. 1. 5.57 Uhr MEZ Vollmond
- 4. 2. 7.00 Uhr MEZ Begegnung Merkur – Venus
- 7. 2. 6.00 Uhr MEZ Begegnung Venus – Saturn
- 10. 4. 4.18 Uhr MEZ Vollmond
- 16. 4. 5.48 Uhr MEZ Letztes Viertel Mond
- 11. 10. 4.31 Uhr MEZ Letztes Viertel Mond
- 2. 12. 8.50 Uhr MEZ Vollmond

Mond-Vorübergänge an hellen Planeten:

- 6. 2. 5.00 Uhr MEZ Jupiter – Mond 4° nördlich
- 22. 2. 5.00 Uhr MEZ Venus – Mond 4° südlich
- 15. 9. 7.00 Uhr MEZ Jupiter – Mond 0° südlich
- 18. 9. 6.00 Uhr MEZ Venus – Mond 5° südlich

Der Beobachtungsort ist der Schulhof der OS «Ernst Schneller» in Taubenheim. Der Weg zur Sternwarte Sohland wäre organisatorisch nicht vertretbar. Etwa eine Stunde vor Unterrichtsbeginn treffe ich mich mit den Schülern. Es findet ein Wechsel zwischen Fernrohrarbeit und Beobachtung ohne dieses Hilfsmittel statt. Einige Details der Beobachtungsaufgaben:

Mond

- Lageskizze zur Silhouette von Taubenheim!
- Welche Phase weist der Mond auf?
- Skizziere die Oberfläche nach dem Fernrohrbild und vergleiche mit der Mondkarte! Beschrifte die Krater!
- Beschreibe die Größe und Farbe!
- Vergleiche mit einer abendlichen Beobachtung!

Venus

- Lageskizze zur Silhouette von Taubenheim. Zeichne evtl. Mond ein!
- Welche Phase weist die Venus auf?
- Schätze die Helligkeit!
- Warum ist die Venus als Abend- oder Morgenplanet zu sehen?

Jupiter

- Lageskizze zur Silhouette von Taubenheim.
- Betrachte Bänder, Zonen!
- Zeichne die sichtbaren Monde ein!
- Welcher Himmelskörper befindet sich eventuell in der Nähe?

Sonne

- Vergleiche die Größe der Sonne beim Aufgang und bei der Kulmination!
- Welche Farbe weist die Sonne auf?
- Sonnenflecken! Diesen Teil der Beobachtung führe ich in der großen Pause durch.

An meiner Schule zeigen die Pädagogen sehr viel Verständnis für die Probleme der Astronomie. Ich kann deshalb mit den Schülern zeichnerisch den Tagbogen der Sonne erarbeiten, die Sonnenhöhe berechnen und die geografischen Koordinaten der Schule ermitteln. Das macht den Schülern Spaß, nicht nur weil sie im Laufe des Vormittags andere Unterrichtsfächer kurzzeitig verlassen können.

Welche Probleme treten bei der Morgenbeobachtung auf?

- Die Schüler kommen umsonst, weil der Himmel während des Schulwegs sich bedeckt hat. Ich führe dann eine zusätzliche Astronomie-stunde durch. Große Freude darüber herrscht selten.

- Einige Schüler sind noch müde und müssen von mir «angeschoben» werden. Da hilft nur eine klare Arbeitsanweisung, die abgerechnet wird.
- Die Schule belebt sich; dadurch ändern sich die Lichtverhältnisse und Neugierige umringen die Beobachtenden. Unruhe kann entstehen.

Ich plane im Schuljahr maximal zwei Morgenbeobachtungen. Unser Fach gewinnt dadurch an Ausstrahlungskraft. Ich kann und will darauf nicht verzichten und bin gern bereit, Erfahrungen zu vermitteln.

Wolfgang Knobel



Wissenswertes

Neues aus dem Neptun-System

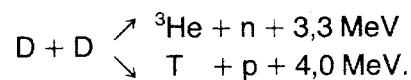
Mit der Voyager-Teiekamera wurden zwei weitere Monde, 1989 N5 und 1989 N6, entdeckt; sie wurden auf mehr als 25 Aufnahmen über 11 Tage hinweg beobachtet. Die Bahn von N5 ist fast kreisförmig und liegt äquatoral, die von N6 ist kreisförmig, hat aber ca. 4,5° Neigung zum Neptunäquator. Die Umlaufzeiten betragen 0,31 und 0,29 Tage, die mittleren Abstände von Neptun rund 50 000 und 48 200 km. Nach vorläufigen Rechnungen ist 1989 N5 rund eine Größenklasse schwächer als 1989 N3 und 1989 N6 rund zwei Größenklassen schwächer als 1989 N3. Daraus ergeben sich folgende geschätzte Durchmesser für alle Monde 1989 N1 bis 1989 N6: 420, 200, 140, 160, 90, 50 km.

Es zeigte sich auch, daß die beobachteten Ringbogenstücke in Wirklichkeit vollständige Ringe sind, obwohl der äußere Ring bedeutende bogenförmige Abschnitte enthält. Die Ringe haben die radialen Abstände von 62 900 und 52 300 km; die früheren Bezeichnungen ändern sich in 1989 N1R und 1989 N2R. Das Voyager Imaging Team beschreibt auch einen breiteren Ring, 1989 N3R, der etwa 1 500 bis 2 000 km breit ist und 41 900 km von der Neptunmitte absteht. 1989 N4R nannte man einen flächigen Ring, der sich innerhalb eines Abstandes von rund 57 500 km erstreckt, und 1989 N5R bezeichnet eine schmale Zone am äußeren Rand dieser Ringfläche. Es ist nun ziemlich sicher, daß der Mond 1989 N2 mit dem vermuteten Mond 1981 N1 identisch ist, trotz einer früheren Einstufung als Ringbogenstück. Letzteres könnte eine der bogenhaften Strukturen im Ring 1989 N1 R sein. Aus «Der Sternbote» 32(1989) 11, Wien.

Die kalte Kernfusion – ein Sturm im Wasserglas

Das erste Halbjahr 1989 erlebte einen Medienrummel um eine wissenschaftliche Entdeckung, die, genau besehen, keine war. Alles begann mit einer Pressekonferenz am 23. 3. 1989, die die Chemieprofessoren M. Fleischmann und B. S. Pons an der University of Utah, USA, gaben, um der Welt die große Neuigkeit mitzuteilen: «Die kalte Kernfusion ist entdeckt».

Wie wir wissen, ist es ein Menschheitstraum, mit der Nachahmung der Energieerzeugung in den Sternen durch Kernfusion die Energieprobleme auf der Erde zu lösen. Wie wir aber auch wissen, kann man Kerne nur verschmelzen, wenn man die Coulomb-Abstoßung überwindet, was hohe Energien, also hohe Temperaturen erfordert. Kernfusion ist also eine heiße Angelegenheit. Die Idee der kalten Kernfusion beruht auf dem von der Quantenmechanik vorhergesagten und in der Kernphysik vielfach bekannten Tunneleffekt. Danach kann ein Teilchen bei quantenmechanischer Beschreibung die abstoßende Kraft dadurch überwinden, daß es sich nicht über den Potentialwall, der dieser Kraft entspricht, hinwegbewegt, wozu hohe Energie nötig ist, sondern indem es durch ihn hindurch tunnelt. (Klassisch ist so etwas natürlich nicht möglich.) So könnten theoretisch Deuteriumatome zueinander tunneln und miteinander nach den üblichen Fusionsreaktionen verschmelzen



Die Wahrscheinlichkeit dieses Vorgangs ist jedoch wegen der hohen Potentialbarriere zwischen den Kernen verschwindend gering.

Fleischmann und **Pons** betrachteten nun die Elektrolyse von schwerem Wasser (D_2O) mit Platindraht als Anode und einem Palladiumstab als Katode. In ihrem Experiment sollte sowohl eine Erwärmung der Katode als auch ein Neutronenfluß aufgetreten sein, die als Nachweis der kalten Kernfusion im «Wasserglas» gedeutet wurden. Bei der Einlagerung der Deuteriumionen in das Palladiumgitter sollten Zustände entstehen, die den Tunneleffekt ausreichend wahrscheinlich machen. Nun ist die Palladiumkatode den Elektrochemikern für Besonderheiten gut bekannt, und um solche elektrochemischen Prozesse (wenn nicht ausschließlich «Dreckschleifen») muß es sich bei den Beobachtungen gehandelt haben. Es war mit Sicherheit **keine kalte Kernfusion**. Der Neutronenfluß war für die gemessene Energieerzeugung viel zu gering. Das zeigte die Gruppe um **S. E. Jones** von der benachbarten Brigham Young University, die aber immerhin auch einen Neutronenfluß bemerkt haben wollte. **Jones** hatte schon früher die Fusionsrate abgeschätzt und gezeigt, daß z. B. die Energieerzeugung im Innern des Jupiter durch kalte Kernfusion des unter hohem Druck stehenden Deuteriums nicht erklärt werden kann. Womit Kernphysiker schon länger experimentieren, ist die von Myonen katalysierte Kernfusion. Wird in einem Deuteriummolekölion das bindende Elektron durch ein My-Meson ersetzt, so schrumpft der Kernabstand wegen der größeren Masse des Mesons auf 1/200 des üblichen Wertes. Das ergibt die Möglichkeit, daß es während der Lebensdauer des kurzlebigen Myons (2,2 μs) zu mehreren Fusionsreaktionen kommt. Aber auch hier sind die Ausbeuten viel zu gering, um das Elektrolyseexperiment zu erklären.

Viel wahrscheinlicher ist, daß nicht exakt genug experimentiert wurde und es gar keinen Effekt gibt. Das zeigt ein geradezu klassisches Experiment von **Ziegler** u. a. an der IBM Research Division in Yorktown. Sie nutzten die Tatsache, daß bei Fusionsprozessen immer geladene Teilchen entstehen, die wesentlich effizienter nachzuweisen sind als die Neutronen. Sie ermittelten die freie Weglänge der zu erzeugenden Protonen und wählten die Katode in Form dünner Blättchen, deren Dicke geringer als diese freie Weglänge war. Die Teilchen hätten also aus der Katode austreten und durch Detektoren erfaßt werden müssen. Ergebnis: Kein Effekt und damit keine kalte Kernfusion!

Man muß sich erinnern, daß es bereits 1926 eine Arbeit von **Paneth** und **Peter** von der Berliner Universität gab, die die Bildung von Helium an Palladiumkathoden nachwies und dies als Umwandlung von Wasserstoff in Helium deuteten. Sie stellten auch die Hypothese auf, daß Helium in Sternen aus Wasserstoff produziert wird. Aber erst 1932 wurde das Neutron entdeckt, und 1933 erklärte **Hans Bethe** die Energieerzeugung in Sternen durch Kernfusion. Die kalte Kernfusion ist keine wissenschaftliche, sondern eine moralische Frage.

Ulrich Bleyer

Gelungene Weiterbildungsveranstaltung

Das Astronomische Zentrum der Stadt Magdeburg führte im Oktober 1989 eine Weiterbildungsveranstaltung besonderer Art durch, um 30 Jahre Astronomieunterricht in der DDR zu würdigen. Ein Vortrag stellte die Entwicklung unseres Faches dar und ging dabei bis auf **Adolph Diesterweg** zurück, dessen 200. Geburtstag wir am 29. 10. 1990 begehen werden. Dieses Jubiläum wird schon jetzt von den Mitarbeitern des Astronomischen Zentrums vorbereitet.

Weitere Referate behandelten die methodische Gestaltung der Raumfahrt, die extragalaktische Forschung, Ergebnisse und Aufgaben der Raumfahrt und der satellitengestützten Astronomie sowie die Gnomonik.

Im Anschluß an die Vortragsveranstaltung wurde eine äquatoriale Sonnenuhr im Schulkomplex eingeweiht. Eine anspruchsvolle Ausstellung zeigte die Anfänge und die Entwicklung des Astronomieunterrichts in unserem Land. In lebhaften Pausengesprächen äußerten die Teilnehmer ihre Zufriedenheit über die fachlichen und methodischen Hinweise zur Umsetzung des Lehrplanes.

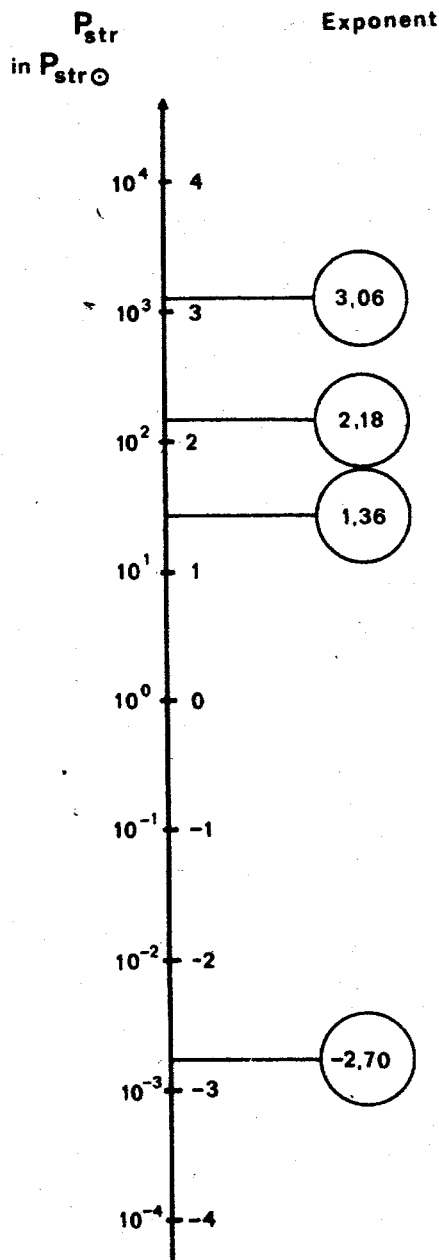
Eberhard Laebe

Eine Hilfe zum Eintragen der Leuchtkräfte von Sternen in das HRD

Immer wieder haben Schüler Schwierigkeiten, die Diagrammpunkte von Sternen richtig in das Hertzsprung-Russell-Diagramm einzutragen. Jeder Astronomielehrer muß daher den Schüler beim Umgang mit den nichtlinear geteilten Skalen für Leuchtkraft und Temperatur helfen. So zeigen wir beispielsweise, daß die 5 nicht in der Mitte zwischen den Teilstrichen 1 und 10, sondern mehr zum Teilstrich 10 zu liegt und daß Entsprechendes für die 50, die 500 usw. gilt.

Als weitere Hilfe habe ich meinen Schülern die Einteilung der Leuchtkraftachse in Zehnerpotenzen erläutert und ihnen gezeigt, wie man die Exponenten mit Hilfe des Taschenrechners erhalten kann: Man gibt den Zahlenwert der Leuchtkraft ein und betätigt anschließend die lg-Taste.

Wenn die Schüler die Exponenten der Leuchtkraftwerte kennen, fällt es ihnen leichter, die Diagrammpunkte der Sterne relativ genau einzutragen, da die Exponenten in der Leuchtkraftachse eine lineare Teilung darstellen.



Die Volks- und Schulsternwarte «Juri Gagarin» Eilenburg führte in den Sommerferien 1989 erstmals ein einwöchiges astronomisches Spezialistenlager durch.

In der zweiten Ferienwoche reisten zwei Schülerinnen und vier Schüler voller Erwartung an. Nach einem großen Rundgang durch alle Räume der Sternwarte und dem ersten Kennenlernen der Geräte, insbesondere der Beobachtungsinstrumente, war abzusehen, daß bereits die erste Nacht hervorragendes Beobachtungswetter bieten würde.

Kurz nach Sonnenuntergang versammelten sich dann alle auf der Plattform, um die Fernrohre aufzubauen und den zunehmenden Mond zu beobachten. Mit Hilfe der Mondkarten unternahmen die Schüler einen «Spaziergang auf der Mondoberfläche» und versuchten dabei, möglichst viele verschiedene Mondformationen zu identifizieren. Besonders beeindruckend war die Beobachtung der Venus, die tief im Nordwesten gerade noch zu sehen war.

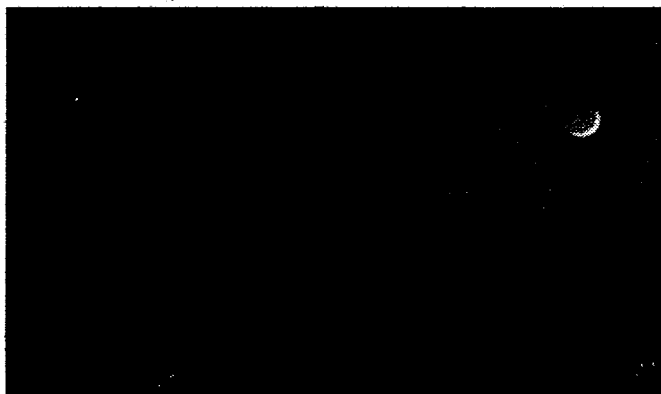
Nach Einbruch der Dunkelheit wetteiferten die Schüler dann im Erkennen und Zeigen von Sternbildern und im Aufsuchen von verschiedenen Himmelsobjekten mit dem Fernrohr. Gerade bei letzterem traten aber Probleme auf, da die Schüler beim Umgang mit Koordinaten Unsicherheiten zeigten; eine gute Motivation für den nächsten Tag zu einigen Übungen. Stark beeindruckt waren die Schüler vom Anblick des Saturn, ein Erlebnis, das sicher nicht so schnell vergessen wird.

Ein Ziel des Sommerlagers bestand in der Heranführung der Schüler an die Himmelsfotografie. Bereits am ersten Tag wurden die Teilnehmer mit der Aufnahmetechnik vertraut gemacht, sie lernten den Aufbau des Fotoapparates und die Wirkung von verschiedenen Objektiven kennen. So bereitete es keine Probleme, in der ersten Nacht einige Sternspuraufnahmen anzufertigen. Höhepunkt war dabei die Beobachtung und Fotografie des angekündigten Überfluges der Station SALUT 7. Gegen 1.30 Uhr beendeten wir die erste Beobachtungsnacht, nicht bloß wegen der einsetzenden Müdigkeit, sondern auch wegen der kaum noch erträglichen Mückenplage.

Der nächste Tag war dann fast ausschließlich der Dunkelkammerarbeit gewidmet. Schnell hatten die Schüler das Prinzip der Negativ- und Positivherstellung verstanden und von da an war das Fotolabor rund um die Uhr belegt. Neben der Bahnspur von SALUT 7 gelangten auch die Aufnahmen eines Meteors und Sternspuraufnahmen von verschiedenen Himmelsgegenden.

Die Schüler konnten in der Bibliothek der Sternwarte in der neuesten Fachliteratur stöbern und auch am Kleincomputer war ständig Betrieb. Ein Mitarbeiter der Sternwarte hielt einen Vortrag über mögliche Zusammenhänge zwischen Sauriersterben und Einflüssen aus dem Weltall. Eine Exkursion ins Raumflugplanetarium Halle fand statt und natürlich war auch ausreichend Zeit, die Stadt Eilenburg kennenzulernen. Den Abend am Lagerfeuer unter dem Sternenhimmel wird so schnell sicher auch keiner vergessen. Auf jeden Fall findet das Sommerlager im nächsten Jahr seine Fortsetzung, der Termin steht bereits fest.

Karsten Beuche



Jupiter, Merkur und der zunehmende Mond (im aschgrauen Licht) am Abendhimmel. Aufgenommen am 6. Mai 1989 um 22.30 Uhr MESZ von Matthias Werner, Mitglied des FKR «Astronomie und Raumfahrt» an der Astronomischen Station Rostock. Exa 1 b mit Teleobjektiv 2,8/135, ORWO NP 27, Belichtungszeit 8 s.

Stern	P_{str} in P_{str0}	Exponent
Spika	1140	3,06
Kapella	150	2,18
Sirius A	23	1,36
Sirius B	0,002	-2,70

Leider ist dieses Verfahren nicht auf die Temperaturachse anwendbar, da diese keine logarithmische Teilung aufweist.

Klaus Scherbaum

Die Sternzeit einmal anders berechnet

Der Taschenrechner ermöglicht es, komplizierte Aufgaben aus der sphärischen Trigonometrie in kürzester Zeit zu lösen. So ergeben sich namentlich für fakultative Kurse zahlreiche Möglichkeiten, Berechnungen vorzunehmen, die früher zu kompliziert und zu langwierig erschienen.

Die Berechnung der Sternzeit erfolgt im allgemeinen, ausgehend von der im «Kalender für Sternfreunde» tabellierten Sternzeit in Greenwich, unter Berücksichtigung der geographischen Länge. Weniger bekannt ist die Methode, die Sternzeit mit Hilfe einer Sternbeobachtung zu bestimmen. Dazu sind Azimut und Höhe des Sterns zu messen; seine Rektaszension und seine Deklination müssen einem Tabellenwerk entnommen werden. Für diese Berechnung ist die Kenntnis der geographischen Koordinaten des Beobachtungsortes nicht erforderlich.

Für die Messung eignet sich das Schulfernrohr TELEMENTOR in azimutaler Aufstellung. Aus dem gemessenen Azimut a und der gemessenen Höhe h des Sterns sowie seiner Deklination δ wird der Stundenwinkel τ des Sterns wie folgt berechnet:

$$\sin \tau = \frac{\cos h \cdot \sin a}{\cos \delta} \quad \text{Für die Sternzeit gilt:}$$

Sternzeit = Rektaszension + Stundenwinkel,
wenn sich der Stern links (östlich) des Meridians befindet;
Sternzeit = Rektaszension - Stundenwinkel,
wenn sich der Stern rechts (westlich) des Meridians befindet.

Beispiel 1: Arktur

Gemessen werden $a = 64^\circ$, $h = 42^\circ$; abgelesen wird $\delta = 19,45^\circ$. Es ist Mitte Juni, der Stern befindet sich westlich des Meridians. Mit der obengenannten Formel ergibt sich ein Stundenwinkel von $45,1^\circ = 3,0066 \text{ h} = 3 \text{ h } 00 \text{ min } 24 \text{ s}$. Zur Berechnung der Sternzeit wird die Rektaszension des Sterns (14 h 13 min) und der Stundenwinkel addiert: die Sternzeit beträgt 17 h 13,5 min.

Beispiel 2: Prokyon

Gemessen werden $a = 27^\circ$, $h = 40^\circ$, abgelesen wird $\delta = 5,5^\circ$. Es ist Anfang Februar abends, der Stern befindet sich östlich des Meridians. Der Stundenwinkel ergibt sich zu $20,4497^\circ = 1,3633 \text{ h} = 1 \text{ h } 22 \text{ min}$. Die Rektaszension des Sterns beträgt 7 h 37 min; davon ist der Stundenwinkel zu subtrahieren. Die Sternzeit beträgt demzufolge 6 h 15 min.

Wird lediglich die Höhe des Sterns gemessen, so ist eine andere Formel zu benutzen (in diesem Falle muß die geographische Breite des Beobachtungsortes bekannt sein):

$$\cos \tau = \frac{\sin h - \sin \phi \cdot \sin \delta}{\cos \phi \cdot \cos \delta}$$

Hier bedeutet ϕ die geographische Breite.

Bei allen Messungen ist eine Meßgenauigkeit von $\pm 0,5^\circ$ anzustreben. Der Vorteil der hier geschilderten Methode zur Bestimmung der Sternzeit besteht darin, daß Längenkorrekturen nicht erforderlich sind, da sich die Messungen stets auf die Ortssternzeit beziehen.

Arnold Zenkert

J. Fiebag: Vor 3,5 Milliarden Jahren: Leben auf dem Mars?

In: *Astronautik* 26(1989) 3. D-6837 St. Leon-Rot.

Der Artikel befaßt sich mit der geologischen Geschichte des Mars und damit verbundener Umweltbedingungen. Er geht vor allem auf Hinweise, Indizien und Spekulationen zu der noch ungeklärten Frage ein, ob es Leben auf Mars gibt.

Bei Planetologen und Exobiologen steht die Suche nach niederem Leben auf unserem Nachbarplaneten weiterhin im Blickpunkt. Mittels vielseitiger Untersuchungen und Analysen stiegen in der letzten Zeit Hoffnungen, auf Mars Spuren primitiven Lebens zu finden, wozu auch ausgestorbene fossile Organismen zählen. Nach gegenwärtigen Erkenntnissen war es vor etwa 3,5 Milliarden Jahren auf Mars warm und relativ feucht. Es bestanden lebensbegünstigende Bedingungen. Diese Zeit war relativ kurz; sie dauerte ungefähr 500 bis 100 Millionen Jahre. Dann trat durch den Verlust eines großen Teils der Marsatmosphäre eine Klimaverschlechterung ein, die zu einem Temperaturrückgang führte. Wasser konnte nur noch in gefrorenem Zustand existieren. Diese klimatische Veränderung war wahrscheinlich mit dem Aussterben aller Lebensarten auf Mars verbunden. Ein Vergleich mit der Erde zeigt, daß sich hier die Herausbildung des Lebens in einem viel längeren Zeitraum vollzog. Erst vor 0,57 Milliarden Jahren traten auf unserem Planeten höherentwickelte Tiere auf. Auf Grund genannter Bedingungen konnten sich auf Mars aber höchstens niedere Lebensformen entwickeln.

Wenn heute primitives Leben auf dem Nachbarplaneten überhaupt noch vorhanden ist, dann sicher nur an dafür bevorzugten Stellen, z. B. in kilometer tiefen Tälern, wo hoher Luftdruck herrscht und Wasser an den Boden gebunden ist, aber auch in Landschaften mit einer höheren Luftfeuchtigkeit und zeitweiligem Temperaturanstieg bis 20°C. Vielleicht gibt es unter der Eiskappe des Marsnordpols auch Seen, wo Algen Überlebenschancen haben. Die Wissenschaftler ziehen für ihre Vermutungen Vergleiche auf der Erde heran, wo z. B. in der Antarktis (südliches Viktorialand) Organismen in den Poren von Gesteinen leben. Auch die Algen-Fauna paßte sich den Bedingungen der Antarktis an.

Da Mars erneut in das Interessenfeld der Raumfahrt rückte, hoffen die Wissenschaftler, bei Landungen auf diesem Planeten neue Hinweise zu bekommen, die ihre Vermutungen bestätigen.

Helmut Bernhard

J. Fiebag: Ferne Welten.

In: *Astronautik* 26(1989) 3. D-6837 St. Leon-Rot.

Der Artikel befaßt sich mit extrasolaren Planetensystemen. Noch ist es schwierig, die Anzahl der Planetensysteme in der Galaxis exakt abzuschätzen. Viele Astronomen nehmen an, unser Planetensystem habe keine Sonderstellung, sondern solche Systeme sind völlig normale Erscheinungen im Kosmos. Da sie große Entfernungen besitzen, ist es schwierig, extrasolare Planetensysteme nachzuweisen.

Der Verfasser stellt drei Entwicklungsphasen von Planetensystemen vor, nach denen geforscht werden sollte.

1. Planetensysteme in ihrer Entstehung

Dabei geht es um die Suche nach Staubscheiben, sogenannten Proto-Planetensystemen, die in Form von Infrarotquellen existieren. Der Satellit IRAS entdeckte z. B. beim Stern Beta Pictoris eine Strahlung, deren Quelle eine flache Staubscheibe ist, die den Stern umgibt. Sie soll einen Radius von 1 100 AE haben. Der Zentralstern, welcher etwa 60 ly von der Sonne entfernt ist, heizt die ihn umgebende Scheibe bis auf ungefähr 160°C auf. Die Staubartikel der Scheibe besitzen einen größeren Durchmesser als die des interstellaren Staubes. Gleichzeitig wurden Materielücken nachgewiesen, die auf die Existenz von Protoplaneten schließen lassen. Die Beobachtungsdaten entsprechen den Modellvorstellungen über die Frühzeit unseres Sonnensystems.

2. «Reife» oder entwickelte Planetensysteme

Solche Objekte lassen sich nur indirekt mit Hilfe des Gravitationseffektes nachweisen, den großen Planeten auf eine Sonne ausüben. Die Annahme, Barnards Stern besitzt einen jupiterartigen Planeten, hat sich als Täuschung erwiesen. Durch das Messen der Radialgeschwindigkeiten bei 16 sonnenähnlichen Sternen fand man sieben

Hinweise auf die mögliche Existenz von Planeten, die das Zentralgestirn langperiodisch umlaufen. Die sichersten Daten liegen für 36 Ursaë Maiores vor, der wahrscheinlich in 10 Jahren dreimal von einem Objekt mit etwa 1,5 Jupitermasse umlaufen wird. Nach einer Überschlagsrechnung müßten ungefähr 45 % aller Sterne der Galaxis planetare Begleiter besitzen. Danach würde jeder zweite Stern vom G-Typ von Planeten umlaufen.

3. Sterbende Planetensysteme

Vor einigen Jahren entdeckte man bei Mira-Veränderlichen die sogenannten SiO-Maser, eine gebündelte Radiostrahlung auf der Wellenlänge des Siliciumoxids. C. Stück (USA) entwarf ein Modell, wonach die Ursache der SiO-Maser auf jupiterartigen Planeten und deren Magnetosphäre zu suchen ist. Diese Gasplaneten überleben das periodische Pulsieren des Zentralgestirns ohne Schaden, während planetare Körper, die aus Eis und Silikaten bestehen, auf Grund der steigenden Temperaturen, die mit der Ausdehnung ihrer Sonne verbunden sind, verdampfen.

Helmut Bernhard



Rezensionen

Ahnerts Kalender für Sternfreunde 1990

VEB Johann Ambrosius Barth Verlag Leipzig 1989. 175 Seiten, 54 z. T. farbige Abbildungen. Pappband 5,70 M, gebunden 11,90 DM.

Wiederum rechtzeitig vor Beginn des neuen Jahres erschien der beliebte und für unsere Arbeit unentbehrliche «Ahnert», nunmehr in seinem 42. Jahrgang und zum zweiten Male unter dem neuen Titel, der dem Andenken an den vor Jahresfrist verstorbenen Begründer dieses beliebten astronomischen Jahrbuches gewidmet ist. Der umfangreiche Tabellenteil hat im Vergleich mit der vorjährigen Ausgabe einige begrüßenswerte Erweiterungen erfahren, die es natürlich wiederum erforderlich machen, sich von neuem im Gebrauch des Jahrbuches zu üben. Zum wiederholten Male sei die Bitte ausgesprochen, bei den Finsternissen auch die Positionswinkel der Ein- und Austritte zu veröffentlichen, da z. B. auch viele Schüler, die in Arbeitsgemeinschaften oder fakultativen Kursen tätig sind, diese für die Vorbereitung ihrer Beobachtungen benötigen. Die Berichte aus der astronomischen Forschung informieren unter anderem über «Astronomie mit CCD-Kameras», Sonneberger Planetoidenentdeckungen, die Supernova 1987 A und die Arbeiten am Karl-Schwarzschild-Observatorium Tautenburg. Herausgeber und Verlag sei für Inhalt und gediegene Ausführung gedankt.

Hans Joachim Nitschmann

Hans-Ulrich Keller: Das Himmelsjahr 1990.

Franck'sche Verlagshandlung W. Keller & Co. D-7000 Stuttgart, 1989. 208 Seiten, 16 Schwarzweißfotos, 64 zweifarbige Zeichnungen und 134 einfarbige blaue Zeichnungen im Text. ISBN 3-440-06014-4, 16,80 DM.

«Das Himmelsjahr 1990» – herausgegeben vom Direktor des Planetariums in Stuttgart – ist der 81. Jahrgang eines jährlichen astronomischen Wegweisers durch die Sternwelt. Das Buch enthält u. a. für jeden Monat die Auf- und Untergangszeiten sowie die Positionen von Sonne und Mond, Angaben zur Sichtbarkeit der Planeten, zu den Finsternissen 1990, detaillierte Hinweise zur Stellung der Jupitermonde und zur Beobachtung veränderlicher Sterne. Die Monatsübersichten erörtern auch interessante astronomische Themen, z. B.: Was sind kosmische Strings? Vulkan – ein hypothetischer Planet. Die Suche nach Transpluto. Gibt es Schwarze Löcher? Im Tabellenteil findet man die Ephemeriden der großen Planeten und ausgewählter Planetoiden, die Zentralmeridiane der Sonne, vom Mars und von Jupiter, eine Übersicht über Sternbedeckungen durch den Mond und ein astronomisches Kalendarium für die Jahre 1991 bis 1995. Hier befindet sich auch ein Verzeichnis von Planetarien und Sternwarten der BRD und der DDR, was sich sicher noch ergänzen läßt. Der Rezensent bezweifelt, ob die 1990 neu aufgenommene Rubrik über monatliche Klimaangaben in ein astronomisches Jahrbuch gehört.

Die Art und Weise der Darstellung sowie die zahlreichen eingestreu-

ten Fotos und Zeichnungen tragen deutlich die Handschrift des Herausgebers, der täglich seinen Planetariumsbesuchern die Wissenschaft vom Weltall lebendig und unterhaltsam zu vermitteln hat. In diesem Sinne ist das vorliegende Buch ein echter Wegweiser für den Jahreslauf des Sternhimmels. Seine Benutzung ist Amateurastronomen, Sternfreunden, Astronomielehrern und an der Beobachtung der Natur Interessierten zu empfehlen.

Helmut Bernhard

Kerstin und Manfred Rätz: Veränderliche Sterne und ihre Beobachtung.

Eine Beobachtungs- und Auswerte-Anleitung. Suhl 1988. 95 Seiten, 18 Abbildungen, 10 Karten. Zu beziehen über die Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha 7302. (4,- Mark, zuzüglich -,50 Mark Versandkosten)

Nicht ein Verlag ist der Herausgeber dieser nützlichen Broschüre, sondern die Sühler Bezirkskommission Astronomie des Kulturbundes. Die Autoren, engagierte Amateurastronomen, die ihr beobachtendes Spezialgebiet Veränderliche Sterne seit etlichen Jahren mit viel persönlichem Einsatz bearbeiten, mußten lange um eine Möglichkeit zum Druck kämpfen. Daß sie es geschafft haben, ist nicht nur aus der Sicht spezieller amateurastronomischer Interessen sehr zu begrüßen, denn auch der Leser, der nicht schon sein Fernrohr im Garten aufgebaut hat, wird Nutzen aus der Lektüre ziehen.

Drei Fragen beherrschen das Büchlein: Was sind Veränderliche Sterne? Wie beobachtet man Veränderliche Sterne? Wie wertet man diese Beobachtungen aus? Die Antworten fallen unterschiedlich lang aus; sie sind durchweg verständlich und anregend zu lesen. Als Zugabe folgt ein kurzer Abschnitt über die Bedeutung der Veränderlichen Sterne in der Sternentwicklung. Es gibt eine Liste heller Veränderlicher Sterne, ein durchgearbeitetes Übungsbeispiel für die Beobachtung und Auswertung des Veränderlichen Sterns RZ Cassiopeiae und einen Anhang mit zehn Umgebungs-karten zum leichteren Aufsuchen der Objekte.

Die Broschüre ist für Mit- und Nachmacher jeden Alters geschrieben. Dadurch kann sie auch für den Astronomielehrer in bezug auf mindestens zwei Aspekte nützlich sein: Erstens zur Erweiterung des eigenen Wissens darüber, wie nichtprofessionelle Astronomen ihre Arbeit anpacken – wer besser Bescheid weiß, kann spannender davon erzählen. Zweitens aber für künftig denkbare Arbeitsgemeinschaften oder fakultative Kurse, in denen der Lehrer und die Schüler sich ein gemeinsames Arbeitsprojekt wählen und dieses intensiv verfolgen, ohne in das Korsett eines zentralen Rahmenprogramms gezwängt zu sein. Für solcherart pädagogischen Tun wäre die Broschüre ein nahezu ideales Lehrbuch.

Klaus Lindner



Umschlagseiten

Titelseite – Die Vulkanruine «Apollinaris Patera» gehört zu den älteren Zentralvulkanen des Mars, die vermutlich schon über 4 Milliarden Jahren erloschen sind. Auffällig viele Rinnen lassen sich an ihrer Ostflanke erkennen und könnten durch fließendes Wasser entstanden sein (s. Seite 9).

Archiv Manfred Reichstein

2. Umschlagseite – Das Observatorium de Haute Provence (OHP) – Frankreich. In den Jahren nach dem ersten Weltkrieg bemängelten viele Astronomen die Rückständigkeit der Beobachtungsgeräte, die in Frankreich zur Verfügung standen und die aus den Jahren vor der Jahrhundertwende stammten. Sie erkannten die Notwendigkeit, ein großes, modernes Observatorium in einer Gegend ohne Dunst und störende Lichtquellen zu bauen. Jedoch fehlten die Mittel dazu. Erst mit der Schaffung des Nationalen Zentrums für wissenschaftliche Forschungen im Jahre 1936 fiel die Entscheidung zugunsten des so sehr benötigten Observatoriums. Auf seiner ersten Sitzung, am 9. November 1936, entschied sich das Direktorium der neugegründeten Astrophysikalischen Gesellschaft unter Jean Perrin für die Gegend von

Saint Michel. Untersuchungen, die 10 Jahre lang durchgeführt wurden, ergaben dort die besten Sichtbarkeitsbedingungen von ganz Frankreich.

Die Arbeiten begannen sofort, wurden aber durch den zweiten Weltkrieg und die schlechte ökonomische Nachkriegssituation Frankreichs beträchtlich verzögert. 1943 wurde das alte 1,2-m-Teleskop in Dienst gestellt; es stammte vom Pariser Observatorium. Ein 80-cm-Teleskop, das 1932 dem Pariser Observatorium gestiftet wurde, erhielt 1946 seinen Standort in Saint Michel. Man mußte aber noch bis 1958 warten, bis das große 1,93-m-Teleskop zur Verfügung stand.

Die französischen Astronomen hatten endlich ein Teleskop zu ihrer Verfügung, das, wenn es auch nicht mit den großen amerikanischen Teleskopen und im besonderen mit dem 5-m-Teleskop auf dem Mt. Palomar konkurrieren konnte, viele Arbeiten von bester Qualität ermöglichte. Im Verlauf von 15 Jahren wurde das OHP zum größten Observatorium Europas und zog viele französische und ausländische Astronomen an. Dann aber wurde es notwendig, noch leistungsstärkere Teleskope zu konstruieren, Teleskope, deren Kosten die Möglichkeiten Frankreichs überschritten. Andererseits waren die Investitionen so beträchtlich, daß es sich zwingend ergab, die bestmöglichen Gegenden dafür zu erkunden. Wenn auch die Haute Provence die besten Sichtbarkeitsbedingungen Frankreichs hat, so lassen sich doch noch viel bessere Beobachtungsbedingungen an anderen Orten der Erde finden, die dank des Flugverkehrs bequem und schnell erreichbar sind.

Deshalb hat sich Frankreich im Rahmen zweier internationaler Organisationen am Bau von zwei großen Observatorien beteiligt; das eine in Chile (Europäische Südsternwarte, ESO) und das andere auf Hawaii in 4200 m Höhe, das in Zusammenarbeit mit der Universität von Hawaii und Kanada entstand. Beide Observatorien sind mit Teleskopen von je 3,6 m Öffnung ausgerüstet.

Das OHP steht zwar nicht mehr an erster Stelle; hat aber dennoch seine Anziehung nicht verloren. In der Tat ist es schwierig, Zugang zu den großen Teleskopen zu erhalten, und sehr viele Beobachtungen, die in Chile oder auf Hawaii wegen Mangels an verfügbarer Beobachtungszeit nicht durchgeführt werden können, werden im OHP realisiert.

Die am OHP von den Astronomen durchgeführten Untersuchungen umfassen alle Himmelskörper, die hell genug sind, um beobachtet zu werden: die Kometen, die Planeten des Sonnensystems, die Sterne, die interstellare Materie in der Galaxis und darüber hinaus die Galaxien und die Quasare.

1986 zählte das OHP sieben Wissenschaftler, die auf folgenden Gebieten arbeiten:

- Bewegungen in Sternatmosphären;
 - Untersuchungen an Röntgen-Doppelquellen geringer Masse;
 - H-I- und H-II-Gebiete im interstellaren Raum;
 - Entwicklung von Seyfert-Galaxien und Quasaren.
- Programme, die in Zusammenarbeit mit anderen Instituten durchgeführt werden, sind:
- Messungen von Radialgeschwindigkeiten in Verbindung mit den Messungen des Satelliten HIPPARCOS;
 - Kometenuntersuchungen mit Hilfe des französisch-belgischen Schmidt-Teleskops;
 - Messungen von Radialgeschwindigkeiten zur Untersuchung der Dynamik der Kugelsternhaufen und unserer Galaxis.

Das OHP beherbergt außerdem eine Dienststelle für Geophysik, welche die Hochatmosphäre mit Hilfe von Lasersonden und durch optische Interferometrie erforscht.

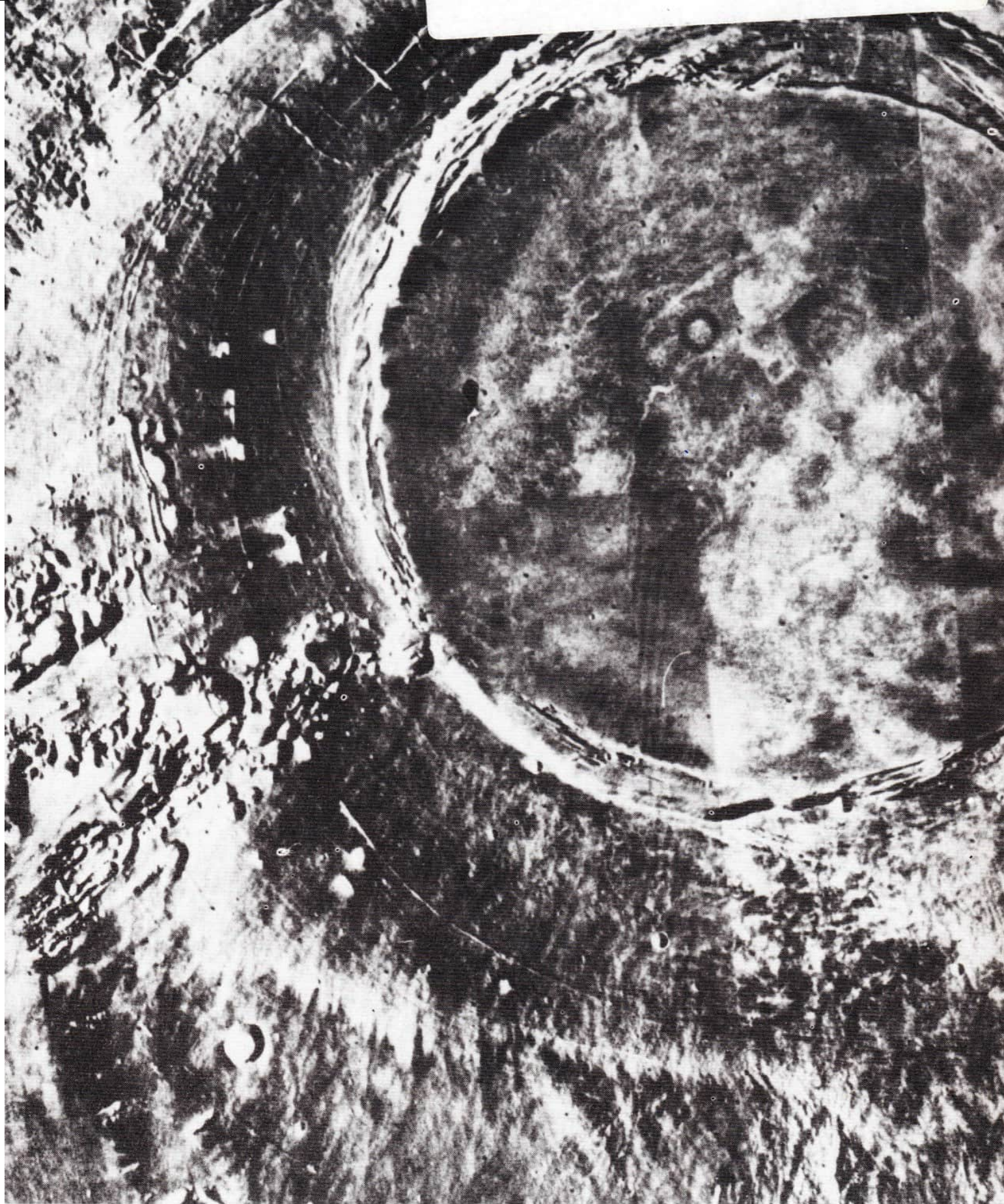
P. Veron, Direktor des Observatoriums

Übersetzt aus dem Französischen von P. Hofmann.

3. Umschlagseite – Sternaufgang über dem östlichen Horizont. Die Aufnahme erfolgte mit einem Tessar 3,5/105 bei voller Öffnung auf Rollfilm NP 27 am 29. 10. 1988 und zeigt Jupiter (breite Spur) im Stier. Der Vordergrund wurde absichtlich stark in das Bild einbezogen, damit der Schüler auf Aufnahmeort und -richtung schließen kann.
Aufnahme: Dieter Leicht

4. Umschlagseite – Eine sehr einfache und regelmäßig erbaute Caldera hat der Vulkanriese «Arsia Mons», der relativ zentral der Tharsisregion aufsitzt. Sie erreicht etwa 100 km Durchmesser und weist zahlreiche ringförmige Staffelbrüche in ihrer Umrandung auf (s. Seite 9).
Archiv Manfred Reichstein



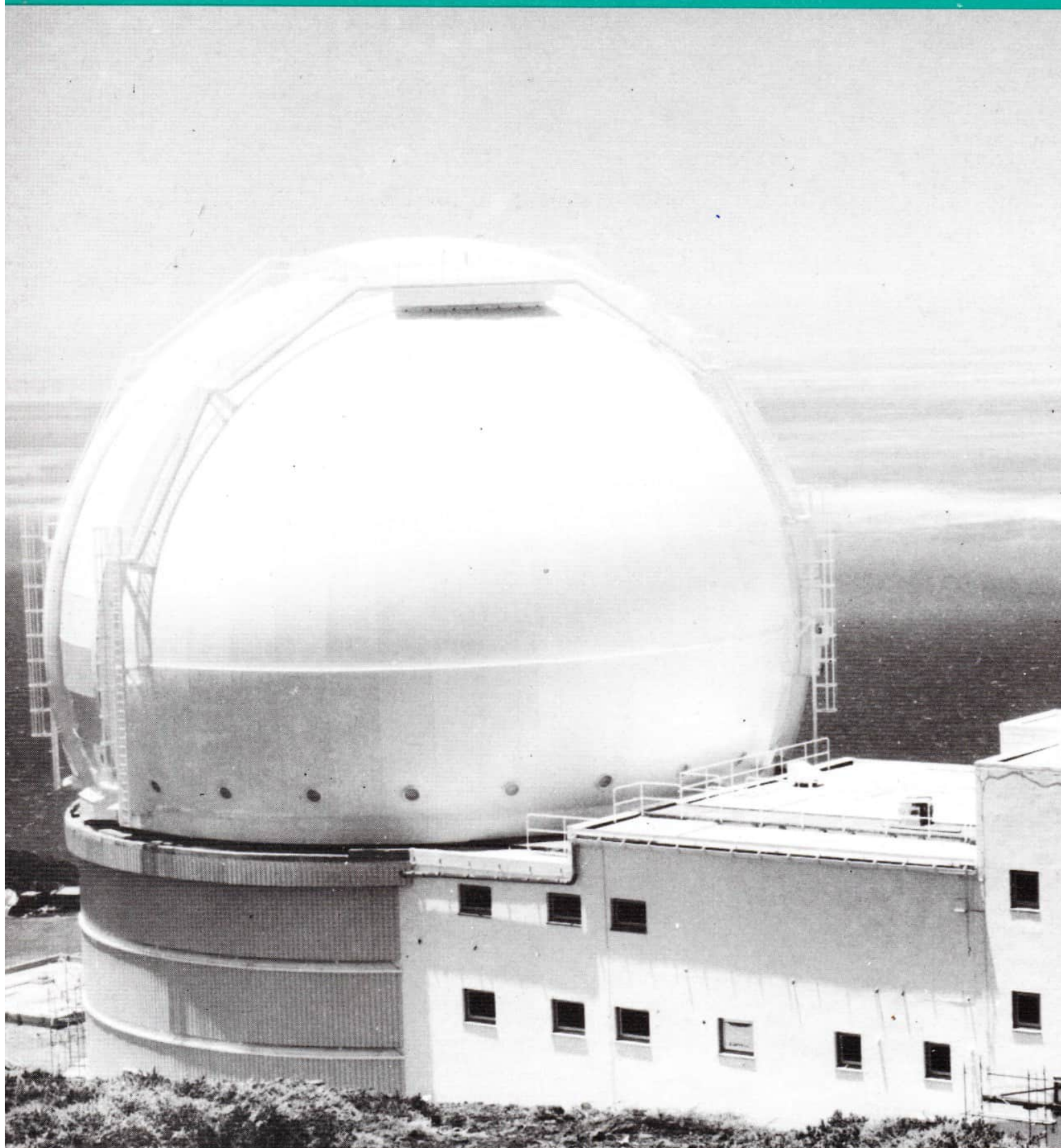


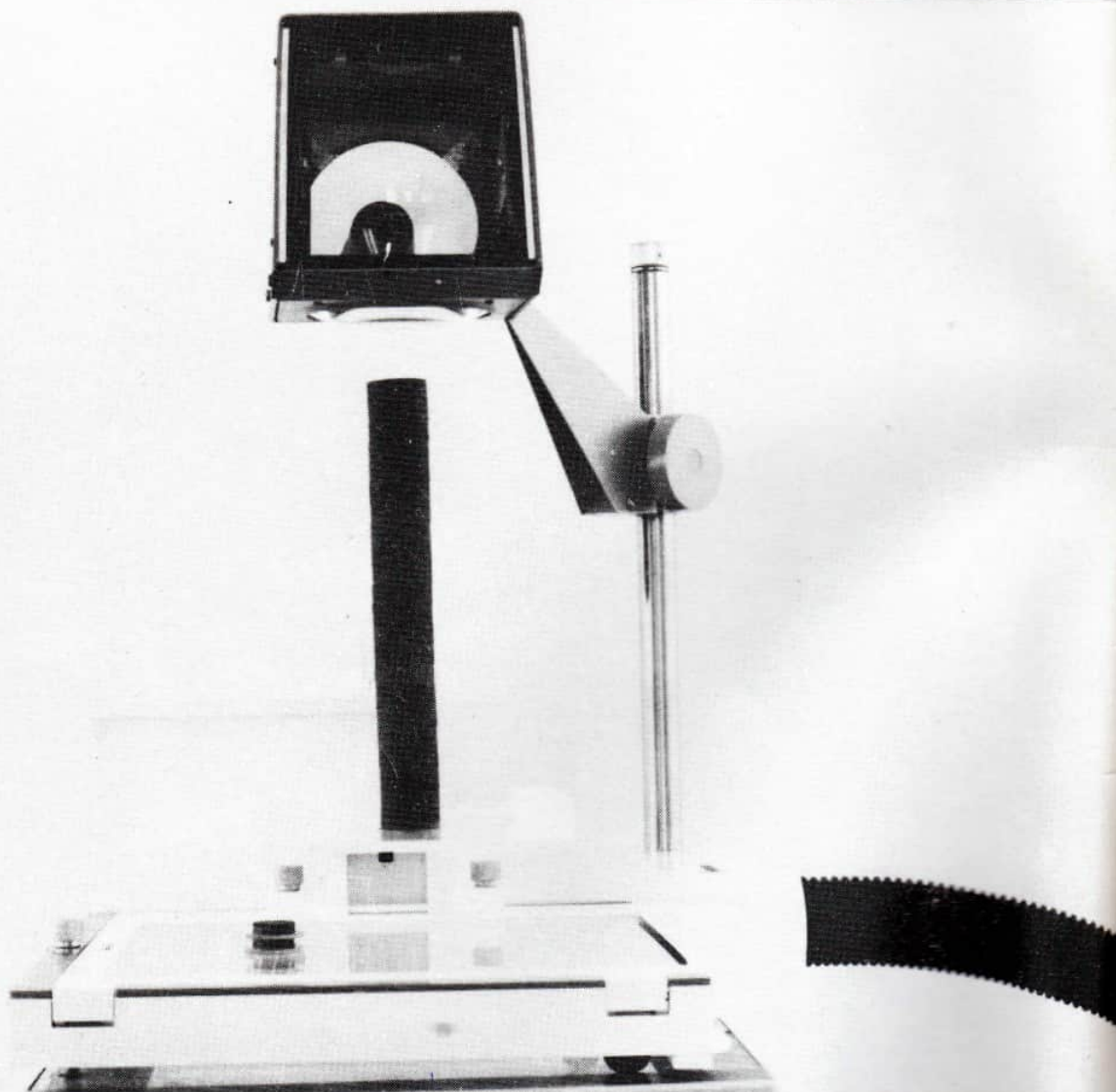
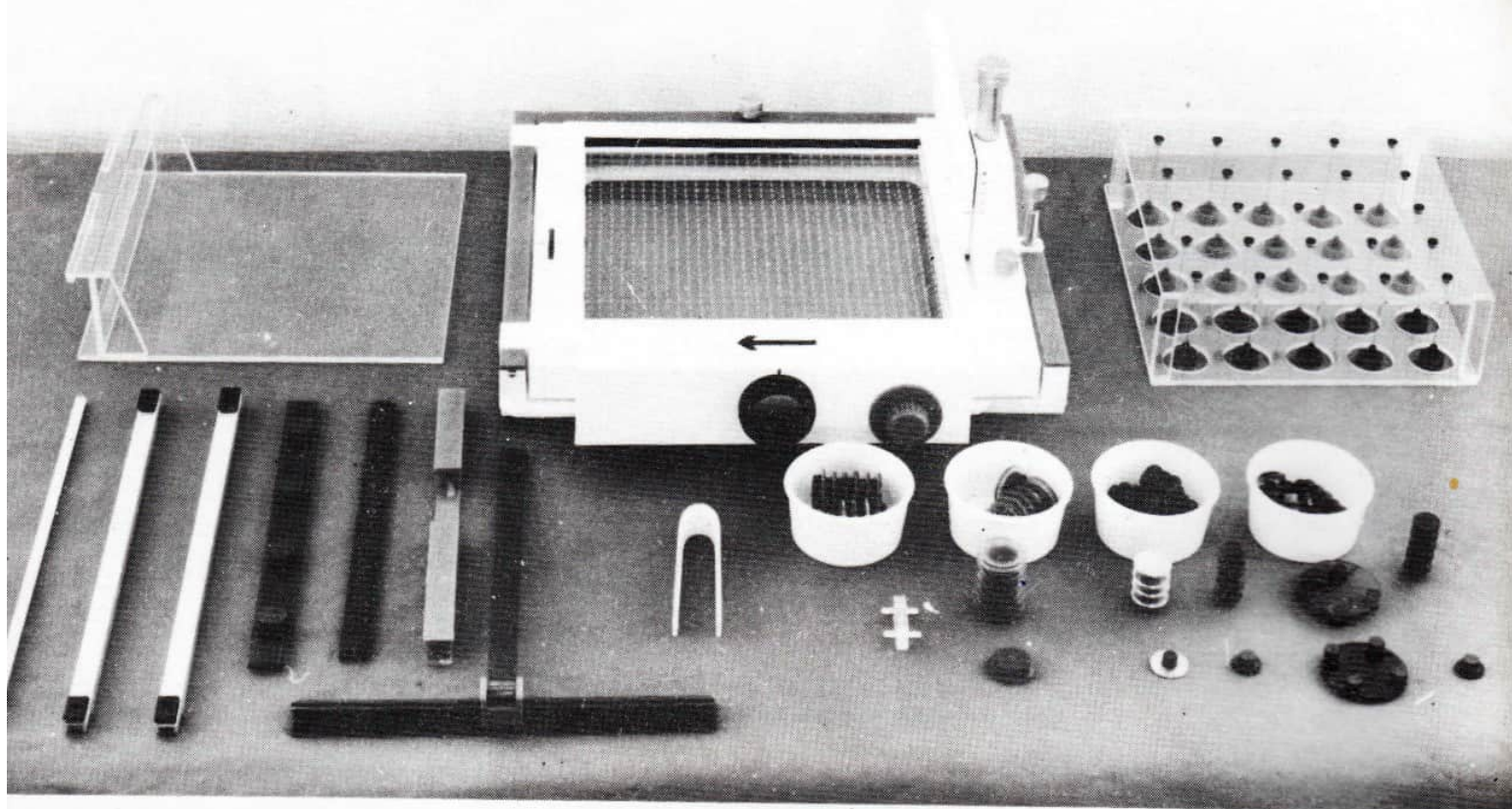
Volk und Wissen
Volkseigener Verlag
Berlin
ISSN 0004-6310
Preis 0,60 M
Jahrgang 1990

2

A S

Astronomie in der Schule





Inhalt

- Das aktuelle Thema**
26 *M. Schukowski*: Fach Astronomie – ja oder nein?
Astronomie
29 *U. Bleyer*: Die 3-K-Hintergrundstrahlung
Raumfahrt
31 *P. Bork*: Diskussion in der UdSSR über die Entwicklung der bemannten Raumfahrt
33 *H. Oberth 1894–1990*
Unterricht
34 *H. Bienioschek*; *D. Frisch*: Reaktivierung im Astronomieunterricht
38 *H.-J. Wilke*: Der projizierbare Luftkissentisch und sein Einsatz im Astronomieunterricht
Beobachtung
42 *H. J. Nitschmann*: Komet Austin
42 *K. Lindner*: Die «Dämmerungsfinsternis»
Kurz berichtet
43 Wissenswertes
46 Zeitschriftenschau
46 Rezensionen
Abbildungen
47 Umschlagseiten
48 **Dokumentation (A. Muster)**
Karteikarte
K. Lindner: Scheinbare Bewegung und Sichtbarkeit der Planeten
Redaktionsschluß: 15. 2. 1990

Из содержания

- 26 *М. Шуковский*: Астрономия учебным предметом – да или нет?
29 *У. Блейер*: Реликтное излучение при 3°K
31 *П. Борк*: Развитие космонавтики в СССР
34 *Х. Билюшек/Д. Фриш*: Возобновление знаний в уроках астрономии
38 *Х.-Й. Вилке*: Проецирующийся воздушно-подушечный стол и его использование в уроках астрономии

From the Contents

- 26 *M. Schukowski*: Astronomy as a Subject of Instruction – yes or no?
29 *U. Bleyer*: The 3°K Relict Radiation
31 *P. Bork*: The Development of Manned Space Flight in the USSR
34 *H. Bienioschek/D. Frisch*: Brushing up Knowledges in Astronomy Instruction
38 *H.-J. Wilke*: The Reflectable Air-Cushion Table and its Application in Astronomy Instruction

En résumé

- 29 *U. Bleyer*: Le rayonnement de 3 Kelvin
31 *P. Bork*: Le développement de l'aviation interplanétaire des cosmonautes en U.R.S.S.
34 *H. Bienioschek/D. Frisch*: La récapitulation dans l'enseignement astronomique
38 *H.-J. Wilke*: Un nouvel instrument et son emploi dans l'enseignement astronomique

Del contenido

- 29 *U. Bleyer*: La radiación de 3 Kelvin
31 *P. Bork*: En cuanto al desarrollo de las vueltas espaciales con tripulaciones en la URSS
34 *H. Bienioschek/D. Frisch*: Reactivar los conocimientos en la enseñanza de astronomía
38 *H.-J. Wilke*: La almohada de aire como mesa proyector; su uso en la enseñanza de astronomía

AS

Heft 2

27. Jahrgang 1990

Herausgeber: Verlag Volk und Wissen
Volkseigener Verlag Berlin,
Krausenstraße 50, Postfach 1213,
Berlin, DDR-1086, Telefon 2 03 43 0,
Postscheckkonto: Berlin 7199-57-1326 26

Anschrift der Redaktion:
Friedrich-List-Straße 8, Postfach 440,
Bautzen (Sachsen), 8600, Telefon 4 25 85

Redaktionskollegium: Oberstudienrat
Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur),
Studienrat Dr. paed. Klaus Lindner (stellv.
Chefredakteur), Dr. sc. nat. Ulrich Bleyer,
Dr. rer. nat. Hans-Erich Fröhlich, Dr. sc. phil.
Fritz Gehlhar, Prof. Dr. sc. phil. Nina Hager,
Prof. Dr. sc. nat. Dieter B. Herrmann, Dr. paed.
Eckhard Kersten, Oberlehrer Volker Kluge,
Studienrat 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)

**Presse- und Informationsdienst der
Regierung der Deutschen Demokratischen
Republik**

Gesamtherstellung: Nowa Doba, Druckerei
der Domowina, Bautzen
AN (EDV 427)
III-4-9-H.230-90-5,4

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

Fach Astronomie – ja oder nein?

Manfred Schukowski

Vorbemerkung der Redaktion

Im Zusammenhang mit der beabsichtigten Bildungsreform, die Veränderungen in unserem Schulwesen erwarten läßt, wandten sich zahlreiche Leser, u. a. Herr Rolf Bahler, Herr Klaus Henkel und Herr Bernd Hüttner, an die Redaktion und warfen vor allem folgende Fragen auf:

- Wird der Astronomieunterricht ein Bestandteil der zehnklassigen Oberschule unseres Landes bleiben oder wird es künftig astronomische Bildung in verschiedenen Klassenstufen und Fächern geben bzw. bleibt die Vermittlung von Wissen über Astronomie und Raumfahrt nur der Abiturstufe vorbehalten?
- Wird das gegenwärtige System des fakultativen Unterrichts in der jetzigen Form einschließlich des Kurses «Astronomie und Raumfahrt» beibehalten? Wenn nicht, welche Möglichkeiten haben in Zukunft interessierte Jugendliche in der Schule, sich auf fakultativer Basis astronomische Kenntnisse anzueignen?

Die Redaktion beabsichtigt, zu den aufgeworfenen Fragen einen Gedankenaustausch zu führen. Betrachten Sie bitte die nachfolgenden Beiträge als ein erstes Diskussionsangebot.

Ich lege meinen Ausführungen die Auffassung zugrunde, daß naturwissenschaftlicher Schulunterricht an der Schwelle ins 21. Jahrhundert notwendig einer «kosmischen Komponente» bedarf. Einsichten der Schüler über die Welt um uns herum können nicht mit der Erde enden. Humanistische Bildung schließt in meinem Verständnis elementares Wissen über den Sternhimmel, über die Welt im Großen, ihre Struktur, ihre Entwicklung, das Wachsen astronomischer Kenntnisse im Laufe der Menschheitsgeschichte ein.

Was die Schüler seit früher Kindheit und in ihrer bisherigen Jugend über die Planeten, den Mond und die Sonne, über Sterne und Galaxien, über den Urknall und die Schwarzen Löcher gesehen, gehört und gelesen haben, ruft nach Systematisierung und Verallgemeinerung. «Die Astronomie erweitert des Menschen Blick und erhebt ihn über engherzige, lokale Ansichten und Auffassungen ... Das Handeln des Mannes wird freier, wenn «das Haus sich dehnt», und die Winzigkeit der Ansichten verschwindet, wenn die Räume wachsen», schrieb Adolph Diesterweg, dessen 200. Geburtstag wir in diesem Jahr begehen, und er wies damit auf die ethischen Werte astronomischer Beobachtungen und der Gewinnung von Kenntnissen über die Objekte im Kosmos und die wirkenden Gesetze hin /1/.

Verneint man die Notwendigkeit astronomischer Bestandteile im naturwissenschaftlichen Unterricht, so fiel die Allgemeinbildung auf einen vordiesterwegischen Stand zurück.

Wenn also bei einer Bildungsreform meines Erachtens nicht in Frage stehen kann, ob es weiterhin astronomische Elemente im naturwissenschaftlichen Schulunterricht geben sollte, so ist anderer-

seits berechtigt zu fragen, wann, wie, in welchem Umfang und durch wen Astronomie in der Schule unterrichtet werden sollte.

Wann sollten astronomische Kenntnisse vermittelt werden?

Seit drei Jahrzehnten wird das Fach Astronomie in der Abschlußklasse der zehnklassigen Oberschule behandelt. Das hat sich unbestritten bewährt, weil die Schüler über wesentliche physikalische u. a. Kenntnisse verfügen (z. B. elementares Wissen aus der geometrischen Optik, Grundwissen über Wärme und Energie, Wissen über mechanische Bewegungen, die Gravitation und das Gravitationsgesetz). Damit ist eine wichtige Bedingung gegeben, den Astronomieunterricht mit einem Minimum an Zeit auf einem dem Alter der Schüler und der Zielsetzung der obligatorischen Schulbildung entsprechenden Niveau erteilen und ein Optimum an Erkenntniszuwachs, an Weltsicht im eigentlichen Sinne des Wortes vermitteln zu können. Ich plädiere deshalb für einen Astronomieunterricht, der weiterhin in Klasse 10 (eventuell schon in Klasse 9) erteilt werden sollte. Darüber wird zu sprechen sein.¹

Eine andere Frage ist, ob der Unterricht bis in die letzten Schuljahre hinein weiterhin so «astronomisch steril» bleiben sollte wie bisher. Es ist doch eine Tatsache, daß elementare Naturerscheinungen (z. B. wechselnde Sonnenhöhe, Jahreszeiten, Mondphasen, Finsternisse, Bewegung der «Wandelsterne» oder täglicher und jährlicher Wechsel der Sternbilder) in früheren Schuljahren von den Schülern kaum systematisch beobachtet und noch weniger in ihrem Wesen verstanden werden. Mir scheint das ein deutlicher Hinweis darauf, den seiner astronomischen Bestandteile weitgehend beraubten Heimatkundeunterricht in dieser Hinsicht anzureichern, damit diese Seite eines elementaren Naturverständnisses in Einheit mit emotionaler Erlebnisfähigkeit nicht bis ans Ende der Schulzeit verschlossen bleibt.

Die Überwindung der bisherigen astronomischen Enthaltsamkeit in der Unter- und Mittelstufe wäre ein zweiter diskussionswürdiger Problemkreis, der gemeinsam mit Unterstufen-, Geographie- und Physik-

¹ Für den Astronomieunterricht an der künftigen mindestens vierjährigen Abiturstufe bedarf es weiterführender Überlegungen, wie sie z. B. von Volker Kluge, Torgelow, zur Diskussion gestellt wurden.

lehrern geführt werden sollte. Der Gedankenaustausch hierzu ist umso dringlicher, als in Zukunft mehr Schüler als bisher nach der 8. Klasse abgehen werden.

Wenn ich in diesem Kontext für einen vom Umfang her schlichten, vom Inhalt angemessen anspruchsvollen obligatorischen Astronomieunterricht am Ende der Schulzeit plädiere, dann schließe ich ein, daß Überlegungen zum fakultativen Astronomieunterricht für interessierte Schüler unter der Leitung entsprechend gebildeter und begeisterter Lehrer mehr als je zuvor ihre Berechtigung haben. Allerdings müssen sie aus den Wünschen und Bedürfnissen von Schülern und Lehrern erwachsen und dürfen in *keinem einzigen* Fall mehr administrativ verordnet werden. Das wäre ein dritter Diskussionsbereich.

Und ein vierter schließt sich an: Vielseitigkeit und Wert der Freizeitangebote für Kinder und Jugendliche stehen durchaus auf der Habenseite bisheriger Bildungsleistungen. Die außerunterrichtliche astronomische Arbeit mit Kindern und Jugendlichen unter den Bedingungen verstärkter Hinwendung zu jedem Schüler bleibt eine Bildungsaufgabe, ja sie gewinnt nach meiner Auffassung wieder an Wert. Wir verfügen an Schulen, in Freizeitzentren, an Sternwarten und in Planetarien über viele gute Erfahrungen, haben jedoch andererseits auch noch manche «weiße Stelle». Es lohnt, darüber Erfahrungen auszutauschen, mehr als bisher auch in AS (eine Zeitschrift, die unbedingt erhalten bleiben sollte!).

Doch ich will zum obligatorischen Teil astronomischer Bildung zurückkehren.

Wie sollten astronomische Stoffe unterrichtet werden?

Wir haben beste Erfahrungen mit einem selbständigen Fach Astronomie gewonnen, das von speziell vorbereiteten und an diesem Unterricht interessierten Lehrern unterrichtet wird. Daß solcher Unterricht optimal ist, haben Schulmänner und Wissenschaftler schon vor einhundert Jahren erkannt: «Der Unterricht in der mathematischen Geographie und Astronomie wird heutzutage an den höheren Schulen auf drei verschiedenen Stufen getrieben: im Anschluß an Geographie oder Mathematik oder Physik in Sexta, Obertertia und in Prima, wobei gelegentlich in einzelnen andern Stunden dies oder jenes besprochen wird; auch in der Volksschule soll das hauptsächlichste aus der allgemeinen Weltkunde, Gestalt und Bewegung der Erde, Entstehung des Tages und der Jahreszeiten gegeben werden, und Gewöhnung

zu aufmerksamer Beobachtung und Erziehung zu sinniger Betrachtung der Natur soll erstrebt werden ... Daß die Kenntnis der einfachsten Verhältnisse der mathematischen Geographie und Astronomie, der Planeten, Mondbahn etc. in elementarer Weise nicht sehr verbreitet ist, davon kann man sich oft überzeugen und deshalb wäre wohl ein selbständiger Unterricht in dieser Wissenschaft wünschenswert, ja notwendig» /2/. Realisiert haben wir diese Forderung in unserer Schule 1959. Bei allen berechtigten Einschränkungen sehe ich den bisherigen Astronomieunterricht ebenfalls auf der Habenseite unseres Schulunterrichts.

Nun werden wieder Stimmen laut, die sagen: Elemente astronomischer Bildung – ja. Aber aufgeteilt und eingeordnet der Physik, Geographie und Mathematik. Es ist – nicht nur durch die oben zitierte Auffassung *Schwalbes* und *Meyers* – belegt, daß solcher auf mehrere Schuljahre, Fächer und Lehrer verstreute Astronomieunterricht nicht in dem Maße von Schülern zu einem Gesamtbild vom Kosmos, seinen Erscheinungen, Gesetzmäßigkeiten und Entwicklungen integriert wird, wie bei einer zusammenhängenden Darstellung in einem Schuljahr und durch einen Lehrer.

Nur am Rande sei eingeworfen, daß die Aufgliederung astronomischer Bildungsinhalte auf mehrere Fächer mindestens zwei wesentliche Konsequenzen hat:

1. Andere Inhalte dieser Fächer müssen gekürzt oder gestrichen werden, um astronomische Stoffe an ihre Stelle zu setzen. Welche Physik-, Geographie- oder Mathematiklehrer aber wollen das? Soll also die Astronomie sozusagen auf verdeckte Weise und durch die Hintertür aus der Schule ausgeschlossen werden?

2. Sollen astronomische Stoffe in die Lehrpläne der genannten Fächer übernommen werden, müssen alle Physik-, Geographie- und Mathematiklehrer dazu fachlich und methodisch vorbereitet werden. Alle Universitäten und Hochschulen, die diese Lehrer ausbilden (in der DDR z. Z. 14!), müssen fachliche, beobachterische und methodische astronomische Kenntnisse vermitteln.

Beide Konsequenzen führen auf Probleme, die in absehbarer Zeit nicht in der notwendigen Qualität zu lösen sind. In der Folge kann eine Senkung des Niveaus im astronomischen Wissen der Schüler, in ihrer Weltsicht nicht ausbleiben.

Wie nun aber, wenn die astronomischen Stoffe nicht mehreren, sondern nur einem Fach – der Physik – übertragen werden?: Dann bleiben die genannten Konsequenzen und spitzen sich für dieses Fach zu: Alle Physiklehrer brauchen eine solide

Ausbildung¹ für dies «Stoffgebiet» von 20 bis 30 Stunden (mit weniger Stunden geht es wohl kaum). Andere Stoffe streichen, oder eine Wochenstunde Physik mehr? Wenn letzteres, dann haben wir uns im Kreis gedreht: Warum dann nicht einen einstündigen selbständigen Lehrgang Astronomie, der von relativ wenigen, gut vorbereiteten, innerlich darauf eingestellten Lehrern effektiv und mit hoher Wirkung realisiert wird?

Welchen Umfang sollte der obligatorische Astronomieunterricht haben?

Wenn ich mich hier für einen weiterhin einstündigen obligatorischen Astronomieunterricht während eines Schuljahres ausspreche, werden mir nicht alle Fachkollegen Beifall zollen. Auch ich weiß, was man alles mit Nutzen für die Schüler machen kann. Aber ich gehe mit dem Blick auf die Gesamtheit der Unterrichtsfächer und -anforderungen davon aus, was ein Absolvent der zehnklassigen Schule notwendig an allgemeinen Kenntnissen über die Welt außerhalb der Erde, in die unser Planet eingebettet ist, wissen sollte, um als humanistisch gebildeter Mensch im 21. Jahrhundert zu bestehen. Das schließt in meinem Verständnis Grundzüge von Kenntnissen über den Kosmos einschließlich emotionaler und ethischer Empfindsamkeit für das räumlich und zeitlich Unvorstellbare im Zustand, im Werden und Vergehen der Welten ein.

Wir sollten lernen, bescheiden bei der Anmeldung von Ansprüchen unterrichtlicher Art an die Schüler zu sein. (Wir Astronomielehrer haben diese Bescheidenheit eigentlich immer geübt.) Aber gibt es nicht Pädagogen und andere, die bei Gelegenheit der Änderung der Stundentafel für sich möglichst viel herauszuschlagen versuchen, ohne Rücksicht auf die Gesamtheit des Bildungsanliegens? Ich kann mich manchmal des Eindrucks nicht erwehren, daß bei solchem Gerangel die kleinste und jüngste Schwester in der Familie der Unterrichtsfächer ins Aus gedrückt, geopfert werden soll – zum Schaden letztlich der Schüler.

Ich muß ein Versäumnis nachholen: Über den Umfang des Unterrichts sprechen, heißt Klarheit über seine Ziele und Inhalte zu haben. Die Ziele des derzeitigen Astronomieunterrichts – eines Faches, dessen Schwerpunkt auf der Vermittlung von Wissen liegt – halte ich vom Prinzip her auch in Zukunft für

tragfähig, wenn man sie von voreiligen weltanschaulichen, ideologischen und politischen Schlüssen und erzieherischer Einseitigkeit befreit und gleichzeitig die gefühlsmäßigen und sittlichen Potenzen der Beschäftigung mit Astronomie besser nutzt. Die Verbindung von Beobachtung mit theoretischem Unterricht kann beispielhaft sein, wenn die beobachterisch-emotionale Seite überall realisiert und möglichst verstärkt wird.

Über die stofflichen Inhalte dieses Unterrichts braucht meines Erachtens auch nicht groß diskutiert zu werden, wenn wir davon ausgehen, daß der Lehrplan in Zukunft keine Zwangsjacke, sondern ein Rahmen ist, den der Lehrer zum Erreichen der Unterrichtsziele unter seinen konkreten Bedingungen optimal auszufüllen bestrebt sein sollte. Tiefe, Umfang und Akzentuierung der unterrichtlichen Behandlung liegen in diesem Sinne dann in der Hand der Lehrer. Der Lehrplan – ein Rahmen mit Spielraum für die Individualitäten von Lehrern und Schülern!

Diskutieren kann man darüber, ob der obligatorische Astronomieunterricht einstündig in Klasse 10 (oder 9), oder eventuell auch zweistündig während des ersten Schulhalbjahres der Klasse 10 unterrichtet werden kann.

Durch wen sollte Astronomie unterrichtet werden?

Diese Frage habe ich im Laufe meiner Ausführungen eigentlich schon beantwortet. Ich will es noch einmal explizit sagen: Im Prinzip braucht jede Schule ihren Astronomielehrer, der in diesem Fach langjährig tätig ist (denn der hohe Vorbereitungsaufwand «amortisiert» sich erst nach Jahren), der dies Fach gerne unterrichtet, der eine spezielle Ausbildung besitzt oder sich systematisch weiterbildet.

Die Ausbildung von Astronomielehrern im Direktstudium an der Friedrich-Schiller-Universität sollte beibehalten werden. Der Erwerb der Lehrbefähigung Astronomie nach externer Vorbereitung an ausgewählten Universitäten und Hochschulen bleibt auch künftig notwendig.

Die Weiterbildung von Astronomielehrern in den Bezirken, an Sternwarten und Planetarien hat Hervorragendes geleistet. Dies Potential brauchen wir auch in Zukunft, vielleicht noch differenzierter auf Vorbildung, Erfahrungen und Wünsche der Astronomielehrer zugeschnitten.

Mir sei gestattet, diese Ausführungen im Jahr der besonderen Besinnung auf Diesterweg mit seinen Worten zu schließen: «Wahrlich, in der Unruhe und

¹ Physiklehrer werden in der DDR gegenwärtig an 13 Universitäten und Hochschulen ausgebildet.

dem Streite der Gegenwart fühlt der aus diesen Konflikten heraus zu ihr (der Astronomie. M. Sch.) hintretende Mensch recht innig und tief ihre besänftigende, veredelnde Kraft. In ihr herrscht keine Feindschaft und kein Haß. Sie entwurzelt diese heranzfressenden Dämonen. In voller Wahrheit, sie ist eine herrliche, erhabene, weil erhebende Wissenschaft. Wie kann es auch anders sein, da ihre Gesetze und Regeln nicht auf Menschenmachen, sondern auf den Baumeister der Welt zurückweisen! Darum sollte sie keinem, auch nicht einem Menschen vorenthalten bleiben.»

Literatur:

- 1/ Adolph Diesterweg: **Lehrbuch der mathematischen Geographie und populären Himmelskunde**. Vorrede. Berlin 1840. In: *Diesterwegs populäre Himmelskunde und mathematische Geographie*. 22. Auflage, Hamburg 1914, S. 3.
- 2/ M. M. Meyer/B. Schwalbe: **Vorwort zur 11. Auflage von Diesterwegs populärer Himmelskunde und mathematischer Geographie**. Berlin 1889. A. a. O. S. XII.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. sc. **Manfred Schukowski**, Helmsinkier Straße 79, Rostock 23, DDR-2520
Vorsitzender des Wissenschaftlichen Rates «Methodik des Astronomieunterrichts» der APW

Zum oben erörterten Thema wendeten sich weitere Leser an die Redaktion mit Zuschriften, von denen wir nachfolgend Auszüge veröffentlichen.

Bernd Hüttner, Geilsdorf 9901

Meiner Ansicht nach ist das bis zur Wende praktizierte zentralistische System in der Volksbildung mit seiner verfehlten Bildungskonzeption in hohem Grade mitschuldig an der tiefen politisch-moralischen Krise in unserem Land! Deshalb gilt es nun, die dringend notwendige Reform unseres Bildungswesens zu beschleunigen. Es kommt darauf an, einen humanistischen Inhalt der neuen Bildungskonzeption mit einem hohen Anspruch an das zu erreichende Leistungsniveau sinnvoll zu verbinden. Alles

Hemmende verdient keinen Platz mehr an der Schule. Aber das Positive gilt es zu erhalten und noch weiter zu verbessern! Dazu zähle ich auch den 1959 bei uns eingeführten Astronomieunterricht. Deshalb verdient meiner Meinung nach das Fach Astronomie auch in einer erneuerten Schule unbedingt einen festen Platz.

Klaus Henkel, Dorndorf 6202

Selbstverständlich soll der Astronomieunterricht auch künftig Bestandteil unseres Bildungswesens sein. Ich denke, er kann und soll mit seinen spezifischen Möglichkeiten einen Beitrag zur Bildung und Erziehung junger Menschen leisten. Junger Menschen, die willens und befähigt sind, eine wahrhaft humanistische Gesellschaft zu gestalten. Oft treffe ich eine engstirnige Kurz- und Kleinsichtigkeit auf das unmittelbar Überblickbare an. Wenn nun aber im Astronomieunterricht die Schönheit der Natur auch in den Weiten des Weltalls erlebbar gemacht wird, wenn sich das Wunderbare in der Gesetzmäßigkeit ihres Existierens dem Schüler erschließen läßt, so muß sich doch sein geistiger Horizont weiten (nicht nur in metrischer Hinsicht). Ich denke, wir sollten dabei noch mehr von der Beobachtung ausgehen, sowohl von den schulastronomischen Beobachtungen als auch von Ergebnissen wissenschaftlicher Beobachtungstätigkeit.

Liebe Leser!

Bitte teilen auch Sie zur aufgeworfenen Problematik der Redaktion Ihre Standpunkte und Vorschläge mit. Auch unsere Leser in der Bundesrepublik Deutschland, in Österreich und in der Schweiz werden gebeten, zu einem Fach Astronomie in der allgemeinbildenden Schule ihre Meinung kundzutun.

Die 3-K-Hintergrundstrahlung

Ulrich Bleyer

Die große Errungenschaft der astronomischen Forschung unseres Jahrhunderts liegt im Nachweis, daß alle kosmischen Objekte einer Entwicklung unterliegen, eine Geschichte haben. Die Verknüpfung der Rotverschiebung der Galaxien mit der oft als *Hubble-Flucht* bezeichneten und erstmals von A. Friedmann aus der *Einsteinschen* Theorie abgeleiteten

Expansion des kosmischen Raumes führte zu der allgemein akzeptierten Ansicht über eine universelle Expansion der Metagalaxis oder gar des ganzen Kosmos. Damit hat auch der Kosmos seine Geschichte, die wir um so weiter zurück verfolgen können, wie wir Objekte mit immer größeren Rotverschiebungen beobachten können. Aber dabei sind

wir an strahlende Objekte, gleich in welchem Wellenlängenbereich, gebunden. Die Quasare, inzwischen mit Rotverschiebungen um ≈ 4 gefunden, sind die frühesten der uns bekannten Kinder des Kosmos. Wollen wir seine Geschichte weiter aufklären, so müssen wir nach Spuren früherer Entwicklungsphasen suchen. Sie müssen Art und Verteilung der Materie im damaligen Kosmos erkennen lassen und dürfen durch spätere Entwicklung möglichst wenig entstellt sein.

Relikt der heißen Frühphase

Das Standardmodell der Kosmologie beschreibt die kosmische Entwicklung aus einer durch Strahlung dominierten Frühphase heraus, wo sich im Zuge der mit der Expansion einhergehenden Abkühlung die heutigen Materieformen herauskristallisiert haben. Die Wechselwirkung der Strahlung mit den Elektronen und Protonen des Urplasmas (Thomson-Streuung) hat einerseits verhindert, daß sich die Strahlung frei ausbreiten konnte; der Kosmos war undurchsichtig. Andererseits waren Temperatur und Strahlungsdichte so hoch, daß die Protonen die Elektronen nicht einfangen und mit ihnen Wasserstoffatome bilden konnten. Erst als eine Temperatur von etwa 4 500 K unterschritten wurde, fanden sich die Elementarteilchen des Plasmas zu Atomen zusammen, wir nennen das die Rekombination. Die nun auch im Kleinen neutralen Atome ließen die Strahlung passieren, sie entkoppelte; der Kosmos wurde durchsichtig. Mit der weiteren Expansion und Abkühlung hat sich auch die Strahlungstemperatur verringert. Diese Temperatur ist definiert als die Temperatur der Wände eines geschlossenen Gefäßes, in dem sich Wärmestrahlung befindet, die durch die Schwingungen der Elektronen der Gefäßwand erzeugt wird. Ein solcher sogenannter «Schwarzer Strahler» zeigt ein markantes Spektrum (das ist die Energieverteilung in Abhängigkeit von der Wellenlänge), das *Plancksche Spektrum*. Dieses Spektrum bleibt bei Veränderungen der Temperatur erhalten, wird aber mit zunehmender Abkühlung zu längeren Wellenlängen verschoben.

Die Existenz einer den Kosmos erfüllenden «Hintergrundstrahlung» wurde bereits in den vierziger Jahren von *Gamov* und *Alpher* prophezeit. Dies wie spätere Vorhersagen (1964) durch *Novikov* und *Doroshkevitsch* in der UdSSR und *Peebles* in den USA wurden erst beachtet, als die durch *Penzias* und *Wilson* (1965) zufällig entdeckte Hintergrundstrahlung erklärt werden mußte. *Penzias* und *Wilson* hatten mit der Holmdel-Antenne der Bell-Laboratories an der Satellitenkommunikation gearbeitet. Bei dem Versuch, den Rausch-Hintergrund zu bestimmen, fan-

den sie ein aus allen Richtungen gleich einfallendes Signal. Erst der Kontakt zu den Astrophysikern machte klar, um welche fundamentale Entdeckung es sich handelte: «*Das Echo des Urknalls*», wie die Hintergrundstrahlung spektakulär genannt wurde. An der Geschichte dieser Entdeckung zeigt sich wieder einmal der enge Zusammenhang von Theorie und Experiment, den *Einstein* in die Worte faßte: «*Nur die Theorie kann sagen, was eigentlich gemessen wird*». Bemerkenswert ist noch, daß *Novikov* und *Doroshkevitsch* bereits die Holmdel-Antenne wegen ihrer Parameter für die Suche nach der Hintergrundstrahlung empfohlen hatten. Aber dieser Hinweis gelangte erst viel später in die USA.

Sehr schnell wurde herausgefunden, daß die Hintergrundstrahlung einer *Planckschen* Strahlungskurve genügt und eine Äquivalenttemperatur von 2.73 ± 0.04 K hat. Damit besitzt sie eine Rotverschiebung von $z \approx 1\,500$, also weit über derjenigen der fernsten bekannten Quasare. Es handelt sich also wirklich um ein Relikt der heißen Frühphase, denn die Rotverschiebung ist ein Maß für die verfllossene kosmische Zeit. Von den Strahlungen, die heute den Kosmos durchsetzen, ist die Hintergrundstrahlung die intensivste. Die Zahl der 3-K-Photonen beträgt ca. 400 pro cm^3 . Dagegen entspricht eine mittlere Dichte der baryonischen Materie von 10^{-30} g/cm^3 etwa einem Proton und einem Elektron pro Kubikmeter.

Die Isotropie der Hintergrundstrahlung

Homogenität und Isotropie des Kosmos, also Gleichverteilung der Materie unabhängig von Ort und Richtung, sind eine Grundannahme der *Friedmannschen* Modelle (kosmologisches Prinzip). Aber nur wenn wir heute über Entfernungen von einigen hundert Megaparsec mitteln, läßt sich eine annähernde Gleichverteilung der Materie erkennen. Anders die Hintergrundstrahlung: Sie ist so hochgradig isotrop, daß man davon ausgehen kann, daß der Kosmos bereits zur Zeit der Rekombination homogen und isotrop war. Dabei muß man noch den kinematischen Effekt beachten, der durch die Bewegung der Antenne mit der Erde relativ zur Hintergrundstrahlung entsteht. In Bewegungsrichtung erscheint die Strahlung um nur wenige Millikelvin wärmer. Berücksichtigt man die Bewegung des Sonnensystems innerhalb der Milchstraße und deren Bewegung innerhalb der lokalen Gruppe, so bewegt sich die lokale Gruppe mit etwa 600 km/s relativ zu dem Koordinatensystem, in dem die Hintergrundtemperatur keine Richtungsabhängigkeit zeigt. Außer dieser kinematisch bedingten Anisotropie wurden keine Abweichungen von der Isotropie der 3-K-Strahlung festge-

stellt. Die Genauigkeit liegt derzeit bei relativen Schwankungen der Strahlungstemperatur von $\delta T/T \leq 10^{-4}$, wobei T die Temperatur und δT die Temperaturschwankungen bedeutet.

Diese hochgradige Isotropie der Hintergrundstrahlung ist ein großes Problem für die kosmologischen Modelle. Zunächst muß man erklären, wie aus entgegengesetzten Richtungen kommende Strahlung so gleichartig ausfallen kann, da die Quellgebiete ursprünglich nicht kausal zusammenhängen konnten. Dieses sogenannte «Horizontproblem» wird im Rahmen der Inflationsmodelle gelöst. Viel schwieriger ist aber die Erklärung der Galaxienentstehung. Zu ihrer Entwicklung sind Abweichungen von der Gleichverteilung der Materie notwendig, die sich bei einem einfachen Modell in Temperaturschwankungen der Hintergrundstrahlung von $\delta T/T \sim 10^{-3}$ zeigen müßten. Da dies der Beobachtung widerspricht, sind komplizierte Szenarien zur Strukturbildung im Kosmos in Arbeit. Das Problem liegt darin, daß die Zeit für eine Galaxienentwicklung ausschließlich nach

der Rekombination von Protonen und Elektronen zu kurz ist. Um Schwankungen der Materiedichte schon früher möglich zu machen und dennoch die Isotropie der Hintergrundstrahlung zu erhalten, werden die Dichtefluktuationen Materieformen zugeordnet, die nicht mit der elektromagnetischen Strahlung wechselwirken (z. B. Neutrinos mit Ruhemasse u. ä.). Dichtefluktuationen dieser schwach wechselwirkenden Materie können sich schon vor der Rekombination ausbilden und gestatten längere Entwicklungszeiten für Galaxien, ohne daß dies aus der Hintergrundstrahlung zu erkennen ist. Die Existenz solcher Materieformen ist aber noch nicht endgültig nachgewiesen. Da Galaxien sehr wohl existieren, liefert die Hintergrundstrahlung nicht nur eine der wesentlichsten Beobachtungsstützen der Expansionsmodelle des Kosmos, sondern gleichzeitig eines ihrer grundsätzlichsten ungelösten Probleme.

Anschrift des Verfassers: Dr. sc. nat. Ulrich Bleyer, Einstein-Laboratorium für Theoretische Physik der AdW der DDR, Rosa-Luxemburg-Straße 17 a, Potsdam-Babelsberg, DDR-1590

Diskussion in der UdSSR über die Entwicklung der bemannten Raumfahrt

Peter Bork

AS berichtete im Heft 1/1990 über Diskussionen in der UdSSR zur Entwicklung der Raumfahrt. Mit dem folgenden Artikel, der sich mit sowjetischen Auffassungen über die bemannte Raumfahrt befaßt, setzen wir die Berichterstattung fort.

Für die USA hat 1986 eine Krise in der Raumfahrtentwicklung begonnen, wie sie, und das ist ganz beispielhaft für den völlig anderen Charakter der mit der Diskussion in der UdSSR verbundenen Probleme, bisher in der sowjetischen Raumfahrt niemals aufgetreten ist. Damals kam es nicht nur zur Explosion der CHALLENGER, sondern in der Folge auch zu wesentlichen Verzögerungen in der Entwicklung neuer Trägerraketen der Typen Titan, Delta und Atlas. Teure Raumfahrkörper, wie zum Beispiel eine Jupitersonde und ein Weltraumobservatorium, mußten konserviert und eingelagert werden.

Dabei hätte sich die Challenger-Katastrophe gar nicht als ein verzögernder Rückschlag für die US-Raumfahrt herausstellen müssen, wenn nicht Anfang der siebziger Jahre ein Raumfahrtprogramm beschlossen worden wäre, in dem als Trägermittel nur das Space Shuttle vorgesehen war. Diese Entscheidung wurde schon Mitte der siebziger Jahre von der UdSSR als unannehmbar für eigene Entwicklungen erkannt und man setzte auf den Bau einer Raumfähre zusätzlich zum SALJUT- und MIR-Pro-

gramm mit den Trägerraketen SOJUS für den Transport der Besatzungen und der erforderlichen Dienstlast zu den bemannten Raumstationen. 1976 begann das BURAN-Programm. Mit wahrscheinlichen Kosten von 15 Milliarden Rubeln blieb es billiger, als das US-amerikanische Shuttle-Projekt. Jedoch reicht jetzt die Kraft nicht, um es auch schneller zu einer hohen Wirkung zu bringen. Die nächsten BURAN-Flüge sollen wahrscheinlich erst 1991 mit einem neuen Modell stattfinden, das über eine Koppungseinrichtung für MIR- und SOJUS-Stationen verfügt und vor allem Rettungsaufgaben übernehmen soll. Es wurden vier Fälle bekannt, bei denen es nur dem besonderen Mut, dem außerordentlichen Können der Kosmonauten und der Mitarbeiter in den Bodenstationen, aber auch dem Zufall überlassen blieb, die Raumfahrer zur Erde zurückzubringen. Unfälle und Notfälle haben sich in der US-Raumfahrt ebenso ereignet, sind auch nicht vollständig auszuschließen und machen das Vorhandensein von Rettungsmodulen und Rettungssystemen erforderlich, die zweckmäßigerweise auf der Basis der Raumfähre entwickelt werden können.

Der tiefere Grund für die Kritik in der UdSSR am BURAN-Programm sind die im Vergleich zur Raumfahrt auf der Basis nicht wiederverwendbarer Rake-

ten sehr hohen Kosten. Der Kosmonaut *Konstantin Feoktistow* meint, daß in den dreißig Jahren der bemannten sowjetischen Raumfahrt von den Gagarinischen WOSTOKs bis zur Station MIR ungefähr 6 Milliarden Rubel ausgegeben wurden. Jedoch ist die Effektivität der Nutzung orbitaler Stationen noch sehr gering.

Zur Effektivität der Station MIR

Eine besondere Rolle in der Diskussion um die Zukunft der sowjetischen Raumfahrt spielt die Station MIR. In den drei Jahren ihrer Existenz sind 9 Tonnen Forschungsapparaturen in insgesamt 5000 Einschaltungen zum Einsatz gekommen. Neu an der Station waren das Orientierungssystem auf der Basis elektrischer Kreiselstabilisatoren, das orientierungsaktive automatische Kopplungssystem mit anderen Raumschiffen sowie die neue Reaktivierungsanlage für Bordsauerstoff, die die ständig heranzubringenden Filter überflüssig machte. Insgesamt wurde in den drei Jahren gegenüber früheren Entwicklungen die in den Orbit zu transportierende Fracht um 24 Tonnen reduziert, was der Forschung zugute kam.

Die Kosten für die Schaffung und den Betrieb des seit Februar 1986 arbeitenden Komplexes MIR beliefen sich bis Mai 1989 auf 1,471 Milliarden Rubel.

Jährlich werden 70 Millionen Rubel, also 1 % des Jahresbudgets der sowjetischen Raumfahrt, für rein wissenschaftliche Aufgaben ausgegeben. Dennoch ist der Rückstand in der orbitalgestützten astrophysikalischen Forschung, zum Beispiel im Infrarot-, Ultraviolett-, Röntgen- oder Gamma-Bereich nicht so groß, wie vielfach angenommen wird. Erinnerung sei an das internationale astrophysikalische Observatorium auf der Station MIR. Das ist ein äußerst kompliziertes Teleskop, welches eine außergewöhnlich feinfühlig Handhabung erfordert, verbunden mit einer sehr präzisen Steuerung der Raumstation. Wissenschaftler verbinden mit der Station MIR große Hoffnungen. Auf dieser Station ließen sich zahlreiche Aufgaben lösen, wesentlich mehr als gegenwärtig vorgesehen sind. Dazu müßte man aber zusammen mit den Nutzern eine strategische Konzeption haben (Moskowskije Nowosti v. 13. 8. 1989).

Die Diskussion um die weitere Entwicklung der bemannten Raumfahrt in der UdSSR wird auch im Hinblick auf den weiteren Ausbau der Spitzenposition der UdSSR in der bemannten Raumfahrt geführt. Westliche Autoren schätzen das so ein: *«Alles in allem zeigt sich, daß die Sowjetunion ein erfolgreiches, gut abgestimmtes Programm für bemannte Raumstationen entwickelt hat, wenn auch die Technik im Vergleich zum Westen keineswegs besonders fortschrittlich ist. Im Rahmen dieses Pro-*

gramms haben sich ständig Menschen im All aufgehalten und die Probleme komplizierter Raumflugunternehmen gemeistert. Der Umfang des Fracht- und Kosmonautenverkehrs zwischen MIR und der Erde ist eindrucksvoll. Die technischen Komponenten des Systems sind immer leistungsfähiger geworden; sie sind zuverlässig, werden in Serie hergestellt und haben sich als passende Bausteine für immer ehrgeizigere Aufgaben bewährt» (Spektrum der Wissenschaft, 1989, April).

In der UdSSR wird auch darüber diskutiert, daß die Verbindung von Forschung und kommerziell nutzbarem Einsatz der Orbitalstationen eine neue Entwicklungsrichtung erforderlich macht, bei der die jetzige Station MIR nur noch bedingt Verwendung finden kann. Es geht vor allem um mehr Platz an Bord und um eine wesentliche Erhöhung des Energieangebotes. Ein großer Teil der vorzunehmenden Arbeiten ist zu automatisieren, um die Besatzungen von belastenden Routinevorgängen zu befreien. So konnten zum Beispiel die Bedürfnisse der Volkswirtschaft an Aufklärungsbildern nur zu 40 % befriedigt werden. Deshalb wird sich auch auf einem der neuen Module eine fernbedienbare Videospektralanlage befinden, die einen jährlichen Nutzen von 1,1 Mrd. Rubel bringen soll. Es gibt einen Vorschlag, eine mehrhunderttonnige Weltraumstation mit 500 kW Energieangebot zu bauen und ihre Montage sowie ständige Versorgung auf der Umlaufbahn sowohl mit SOJUS-Transportern wie vor allem auch mit BURAN-Raumgleitern sicherzustellen. Die letzten Jahre zeigten, daß Kosmonauten bis zu einem Jahr auf der Umlaufbahn leben und effektiv arbeiten können. Die Versorgung ist ausreichend zuverlässig und die Nachbetankung kann als gelöst angesehen werden. Gegenwärtig entstehen konkrete Gebiete für eine ökonomisch vorteilhafte kosmische Produktion. Dazu gehören insbesondere die Züchtung von Halbleiterkristallen für die mikroelektronische Industrie und die Herstellung hochreiner medizinischer Präparate. Während der letzten drei Jahre waren die Besatzungen mit der Komplettierung der Station und dem Transport weiterer Ausrüstungen beschäftigt. Viele Geräte sind unreif, die Hälfte der wissenschaftlichen Ausrüstung arbeitet nicht. Viel Zeit wenden die Besatzungen für Wartungs- und Reparaturarbeiten auf.

Mediziner fanden heraus, daß Aufenthalte über zwei Monate bis ca. sechs Monaten an Bord orbitaler Raumstationen am günstigsten sind. Längere Aufenthalte werden künftig wohl nur noch zu biologischen Forschungszwecken stattfinden. Die Zahl der Spezialisten auf der Umlaufbahn wird zunehmen, der Komfort an Bord der Stationen wird höher werden. Die Belastung der Kosmonauten muß auf die für

Anfang dieses Jahres verstarb im Alter von 94 Jahren der deutsche Raumfahrtpionier Hermann Oberth. Durch seine frühen und grundlegenden Arbeiten zur Raketen- und Raumflugtechnik gehört er zu den Mitbegründern der modernen Raumfahrt. Oberths Suche nach einer praktischen Lösung des Antriebsproblems führte ihn zum Rückstoßprinzip als dem für die Raumfahrt einzig möglichen physikalischen Wirkprinzip und zur Entwicklung der Flüssigkeitsrakete.

Hermann Oberth war bis in das hohe Alter als Gutachter und Berater in Fragen der Raumfahrt tätig. Gleichzeitig beschäftigte er sich mit teilweise phantastisch anmutenden Projekten.

In der 1922 erschienenen Schrift «Die Rakete zu den Planetenräumen», worin Oberth aus damaliger Sicht die Raketentechnik und Weltraumfahrt erörtert, nennt er für die öffentliche Aufklärung über die Raumfahrt folgende Prämissen: Raumfahrt ist moralisch vertretbar, ökonomisch unabdingbar und kulturell sinnvoll. Oberth setzte sich auch mit der Frage auseinander, ob Raumfahrt der Menschheit Segen oder Verderben bringen wird und gelangte zu dem Schluß, daß Wissenschaft und Technik weder gut noch böse sind; es kommt allein auf den Zweck an, für den sie Verwendung finden.

Leidenschaftlich trat Oberth dafür ein, daß die Wissenschaft und Technik vom Raumflug, denen er einen Großteil seines Schaffens widmete, dazu beitragen sollten, daß sich die Menschen dieser Erde besser verstehen und ihre Zukunft sinnvoller gestalten. Das Wirken von Hermann Oberth behält einen bleibenden hervorragenden Platz in der Raumfahrtsgeschichte. Im Hermann-Oberth-Museum in Feucht (Bayern) kann jeder Besucher Einblick in das vielseitige Schaffen dieses Raumfahrtpioniers nehmen.

Redaktion der Zeitschrift
«Astronomie in der Schule»



Hermann Oberth
1894–1990

Bild aus ASTRONAUTIK 26 (1989) 4. Sepia-Zeichnung von R. Warnecke.

zulässig erachtete Norm gesenkt werden. Die mit der Rückkehr zur Erde noch immer verbundenen Risiken sind einzuschränken. Die weitaus meisten Probleme bei der Rückkehr waren bisher mit Ausfällen oder Programmstörungen der Bordcomputer verbunden.

Zur neuen Strategie der bemannten Raumfahrt

1989 hat die UdSSR mit der Realisierung ihrer neuen Strategie der bemannten Raumfahrt begonnen, die in ihren Grundzügen auf dem I. Kongreß der Volksdeputierten festgelegt worden war. Vorrangig zählen dazu:

- Der beschleunigte Endausbau von MIR-1 durch weitere drei Module (technologischer, technischer und optischer) zur Gesamtmasse von 148 Mg (im Januar 1990 63 Mg) mit einem Gesamtwert von 300 Mio Rubel. Im April 1990 startet der technische Modul QUANT-3. Die Gesamtfunktionsfähigkeit wird 1993 erreicht sein;
- Vorbereitung von Programmen und Besatzungen, denen eine Aufenthaltsdauer von 6 Monaten bei 2 bis 4 Arbeitsstunden pro Tag (!) zugrunde liegt und die eine ausreichende Reproduktion des Arbeitsvermögens der Kosmonauten an Bord gewährleisten;
- Übergang zur kommerziellen Vermarktung von Experimenten und der Mitnahme von Forschungskosmonauten oder Experimentiertechnik (wie jetzt zum Beispiel Frankreichs und der USA). Vorgesehen sind Starts französischer, englischer, österreichischer und westdeutscher Kosmonauten sowie je eines sowjetischen und eines japanischen Journalisten;
- weitere Erhöhung der Frachtkapazität der Versorgungsschiffe (Progress M) und Einbeziehung des Orbitalgleiters BURAN in die Forschungsprogramme (wobei jeder Start von BURAN Kosten von 60 bis 80 Mio Rubel verursacht bei 2 Mio Rubel für die Progress-Schiffe);
- Forcierung der Untersuchungen zu den gefährlichen Momenten für eine Großraumstation auf dem Orbit einschließlich der Vervollkommnung aller Mittel für die Notevakuierung von Kosmonauten;
- Fortsetzung der Versuche zum Langzeitaufenthalt im All.

Die Erreichung dieser Ziele wird durch die volkswirtschaftliche Situation in der UdSSR stark behindert.

Den Konstruktionsbüros und Herstellerwerken fehlt nicht nur Geld. Auch die Kooperation und Qualität der Zulieferungen innerhalb der UdSSR werden immer schlechter, und die Raumfahrtindustrie ist mit umfangreichen Programmen für den Versorgungsbedarf der Bevölkerung belastet. Die lange Verzögerung von QUANT-2 (Modul D) ist ein beredtes Beispiel für diese Situation.

Beachtlich sind die Aktivitäten der Besatzung *Wik-torenko/Serebrow* (September 1989 bis Februar 1990). Sie hat fünf Ausstiege unternommen, dabei einen neuen Rekord für die Entfernung von der Ausstiegs Luke aufgestellt (35 Meter) und das neue Einmann-Freifluggerät erprobt.

Offener wird jetzt in der UdSSR über die Pläne informiert. Dabei würde zweifelsohne noch deutlicher gesprochen werden, wenn sich nicht immer wieder vermeidbare Rückschläge einstellen würden. Darüber wird nur sehr verhalten berichtet, weil die Hoffnung besteht, diese Situation bald zu überwinden. Nach Auffassung des Autors fehlt es in der Raumfahrt der UdSSR an realistischen Konzepten für die Projektleitung und Qualitätssicherung. Noch immer sind unmaßgebliche staatliche Stellen mit zu großen Kompetenzen für eine Vorgabe in Raumfahrt Dingen ausgestattet. Diese Stellung haben sie sich nach dem Tode von *S. P. Koroljow* endgültig erobert und seitdem nicht wieder aus der Hand gegeben. Es ist aber ein wesentlicher Schritt nach vorn, daß bereits am 5. September 1989 der nächste Start der Kosmonauten *A. Solowjow* und *A. Balandin* in Richtung MIR-1 für den 1.1. Februar 1990 angekündigt wurde.

Anschrift des Verfassers: *Dr. Peter Bork, Gesellschaft für Welt-raumforschung und Raumfahrt, Simon-Dach-Straße 13, Berlin, DDR-1034*

Reaktivierung im Astronomieunterricht

Horst Bienioschek; Dieter Frisch

Die von den Schülern im Astronomieunterricht anzueignenden Inhalte und die Stellung des Astronomielehrgangs innerhalb aller Unterrichtsfächer machen die fachübergreifende Koordinierung und die Reaktivierung des Wissens der Schüler notwendig und möglich. **Fachkoordinierung und Reaktivierung** stehen in unserem Fach in enger Wechselbeziehung, weil die zu reaktivierenden Inhalte von den Schülern vielfach außerhalb des Astronomieunterrichts angeeignet wurden.

Reaktivierung dient (im Gegensatz zu anderen Formen der Wiederholung) auch im Astronomieun-

terricht der unmittelbaren Vorbereitung auf die Arbeit am neuen Stoff. Die Schüler werden gezielt darauf vorbereitet, Neues mit Bekanntem in Beziehung zu setzen. Sie stellen Wissen aus ihrem Langzeitgedächtnis so bereit, daß es effektiv erweitert, vertieft und auf neue astronomische Sachverhalte übertragen werden kann.

Durch die **Reaktivierung von Sach- und Methodenwissen** werden notwendige Voraussetzungen dafür geschaffen, daß die Schüler am nachfolgenden Astronomieunterricht aktiv, schöpferisch und methodenbewußt mitwirken und daß sie die für die

Aneignung der astronomischen Kenntnisse erforderlichen Schülertätigkeiten ausführen können. Die Bezugnahme auf Bekanntes, spontan oder durch didaktische Maßnahmen Reaktiviertes, läßt die Schüler im Astronomieunterricht neue Anforderungen erkennen, macht Widerspruchserleben zwischen Wissen und Nichtwissen möglich, läßt Motive für das Weiterlernen entstehen.

Planung der Reaktivierung

Hospitationen im Astronomieunterricht zeigen, daß der Reaktivierung bereits bei der Planung des Unterrichts durch den Lehrer mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden muß. Oft erfolgt die Reaktivierung situativ, ohne längerfristige Vorbereitungsmöglichkeiten für die Schüler. In diesen Fällen werden Erwartungshaltungen der Lehrer zur Qualität des von den Schülern als Vorleistung für den Astronomieunterricht erworbenen Wissens vielfach enttäuscht. Daraus entsteht häufig die falsche Konsequenz, auf mögliche Reaktivierungen zu verzichten und diese durch Neubehandlungen des Stoffes zu ersetzen. Das aber führt letztlich zu Stoff-Zeit-Problemen im Astronomieunterricht und zu unangebrachtem Entlassen der Schüler aus ihrer Eigenverantwortung für das Lernen und den persönlichen sowie kollektiven Lernfortschritt.

Aus der geschilderten Problemsicht soll deutlich werden, daß es zur erfolgreichen Bewältigung der mit dem Astronomielehrplan gesetzten Ziele der Persönlichkeitsentwicklung notwendig ist, daß der Lehrer bei der Vorbereitung seines Unterrichts verstärkt überlegt:

- Was soll reaktiviert werden?
- Wann muß reaktiviert werden?
- Wie soll reaktiviert werden?

Die ersten beiden Fragen betreffen Inhalt und Zeitpunkt der Reaktivierung im Astronomielehrgang. Dafür gibt der Lehrplan Rahmenbedingungen vor, die in den Unterrichtshilfen weiter untersetzt sind. Die dritte Frage, die methodische Gestaltung der Reaktivierung betreffend, ist Angelegenheit der schöpferischen Arbeit des Lehrers in Abhängigkeit von der konkreten Unterrichtssituation in der jeweiligen Klasse.

Inhaltliche Schwerpunkte der Reaktivierung beziehen sich sowohl auf das von den Schülern angeeignete Sachwissen als auch auf das Methodenwissen. Aus dem Bereich des **Sachwissens** sind es solche Schwerpunkte:

Rotation der Erde und Umlauf der Erde	Geographie Kl. 7
Erdgeschichtliche Entwicklung, Geosphäre als natürliche Umwelt, Einfluß der Gesellschaft auf die Geosphäre	Geographie Kl. 10
Wissenschaft in der Renaissance, Entstehung eines neuen Weltbildes, Rolle von Copernicus und anderen Wissenschaftlern	Geschichte Kl. 6
Entstehung des Lebens, Entwicklung der Organismen, Evolutionsfaktoren	Biologie Kl. 10
Gravitation, Gravitationsgesetz	Physik Kl. 10
Schwerpunkte aus dem Bereich des Methodenwissens , das von den Schülern außerhalb des Astronomieunterrichts angeeignet wurde, sind u. a.:	
Beobachten von Objekten, Vorgängen und Erscheinungen	Heimatkunde, Biologie u. a. Fächer
Erklären von Vorgängen, Interpretieren von Gleichungen und Diagrammen	Physik
Berechnen von Größen	Mathematik, Physik
Texterschließen und sprachliches Darstellen	Muttersprache

Im Astronomieunterricht ist es sinnvoll, Methodenwissen im Zusammenhang mit dem Ausführen der entsprechenden Tätigkeiten, also am konkreten Inhalt, und nicht losgelöst vom Tätigkeitsvollzug selbst zu reaktivieren. (vgl. Diskussionsbeitrag von B. Raabe auf dem IX. Pädagogischen Kongreß)

Reaktivieren im Astronomieunterricht bezieht sich jedoch nicht ausschließlich auf Inhalte, die in anderen Fächern von den Schülern angeeignet wurden. Es ist auch notwendig, im eigenen Fach erworbenes Wissen im Astronomieunterricht von den Schülern reaktivieren zu lassen. Wenn z. B. am Ende des Astronomielehrgangs Beispiele für den durch die Radioastronomie bewirkten Erkenntnisfortschritt erörtert werden, sollten – um den Einfluß des technischen Fortschritts auf die Erkenntnisentwicklung über den Kosmos umfassend zu belegen – Beispiele für die Folgen der Anwendung von Fernrohr, Fotografie und Raumfahrt für die Wissenschaftsentwicklung reaktiviert werden.

Inhaltliches Niveau der Reaktivierung

Für die effektive Unterrichtsgestaltung sowie für die Erweiterung und Vertiefung angeeigneten Wissens ist das **inhaltliche Niveau** der Reaktivierung bedeutsam. Die nachfolgende Übersicht macht deutlich, auf welchem Niveau Kenntnisse über die Gravitation aus dem Physikunterricht für die Aneignung ausgewählter astronomischen Wissens durch die Schüler reaktiviert werden sollten, um die neuen Inhalte auf Bekanntes zurückführen zu können.

Astronomieunterricht (Auswahl)	Zu reaktivierendes Wissen aus dem Physikunterricht	Aufgabe
Erklärung des Umlaufs der Erde um die Sonne	Gravitationskraft als Radialkraft bei der Bahnbewegung von Mond und Planeten	1.
Fallbeschleunigung auf dem Mond	Gewichtskraft als Gravitationskraft zwischen Erde und Körper, Gravitationsgesetz als Gleichung, Erklärung der Abhängigkeit der Fallbeschleunigung vom Abstand zur Erde	2., 4.
Gezeiten	Erscheinung der Gravitation, Gravitationskraft	3.
Sternkosmologie	Erscheinung der Gravitation, Gravitationskraft, Interpretation der Gleichung für das Gravitationsgesetz	4., 5.

In der Tabelle kommt zum Ausdruck, daß es nicht immer notwendig ist, bei Rückführung astronomischer Sachverhalte auf die Gravitation das Gravitationsgesetz als Gleichung zu reaktivieren. Eine Besinnung des Lehrers bei der Planung seines Unterrichts auf das notwendige – nicht übersteigerte – inhaltliche Niveau der Reaktivierung erschließt Zeitreserven für den Astronomieunterricht durch richtige Schwerpunktsetzung und rechtzeitige Orientierung der Schüler auf das zu wiederholende Wissen.

Das **differenzierte inhaltliche Niveau** wird an folgenden **Aufgaben** deutlich, die zur Reaktivierung des Wissens über die Gravitation als Hausaufgaben oder zur Lösung in der Unterrichtsstunde gestellt werden können.

1. Erklären Sie, warum sich ein Planet auf einer kreisähnlichen Bahn um die Sonne und nicht von der Sonne weg bewegt! Bedenken Sie dabei, wodurch Bewegungen auf einer gekrümmten Bahn zustande kommen (z. B. Kurvenfahrt, Hammerwerfen)!

2. Wir leben auf dem Grunde eines «Luftozeans», der Atmosphäre.

a) Warum reicht die Atmosphäre der Erde bis in viele Kilometer Höhe?

b) Was würde mit der Atmosphäre geschehen, wenn die Masse der Erde (die Gravitationskraft) geändert würde? (Warum sind derartige Befürchtungen nicht nötig?)

c) Warum ist die Dichte der Luft in Erdnähe größer als in hohen Atmosphärenschichten? /

3. Von welchen physikalischen Größen hängt die Gravitationskraft ab, die durch Wechselwirkung zweier Körper entsteht?

Vergleichen Sie die an der Erde durch Wechselwirkung mit der Sonne angreifende mit der an der Sonne durch Wechselwirkung mit der Erde angreifenden Gravitationskraft! Begründen Sie Ihre Aussage!

4. Erläutern Sie mit Hilfe der Gleichung für das Gravitationsgesetz, daß die Anziehungskraft auf einen Körper in Erdnähe

a) von der Masse dieses Körpers und

b) vom Abstand dieses Körpers zur Erde abhängig ist! Wovon ist diese Anziehungskraft noch abhängig?

5. Interpretieren Sie das Diagramm! (Bild 1) Warum ist der Graph keine Gerade?

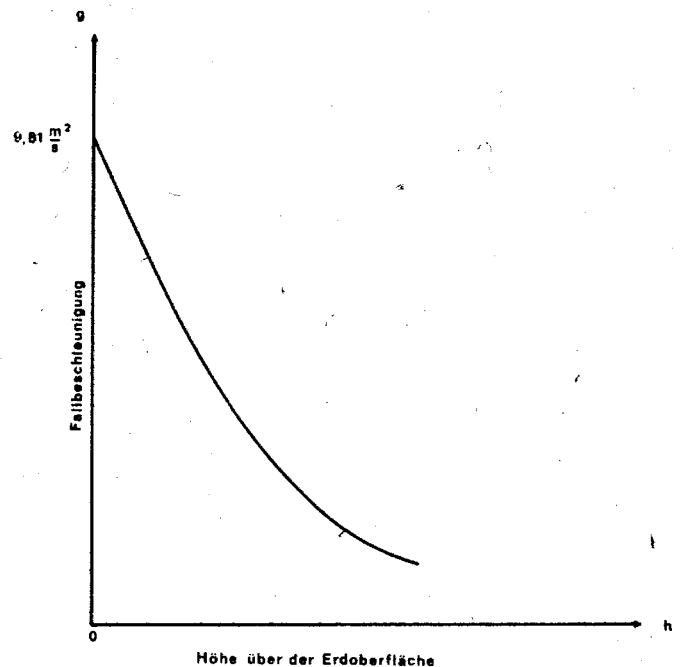


Bild 1

Reaktivierung des Grundlegenden

In der Stoffeinheit *Aufgaben und Forschungsmethoden der Astronomie* sollen die Schüler den Aufbau des Linsenfernrohres beschreiben und seine Wirkungsweise erklären. Im Physikunterricht der Klasse 6 werden bei der Behandlung des astronomischen Fernrohres dazu entsprechende Vorleistungen erbracht. Der Reaktivierungsauftrag im Astronomieunterricht sollte aber nicht primär auf das astronomische Fernrohr, sondern auf damit im Zusammenhang stehende, **grundlegende** und durch Schülertätigkeiten **fest angeeignete Inhalte** zielen. In der Regel können – zumindest nach einem längeren Zeitraum, wie es hier der Fall ist – nur diese Inhalte von den Schülern reaktiviert werden. Dazu gehören:

- Der Strahlenverlauf an Linsen,
- die mit dem Strahlenverlauf erklärable Bildentstehung an Sammellinsen,
- die Brennweite einer Sammellinse.

Stellt der Reaktivierungsauftrag dagegen das Fernrohr als Gerätekomplex in den Mittelpunkt, werden die Schüler zumeist überfordert, weil sie kaum in der Lage sind, das dazu erworbene und nur wenig gefestigte Wissen zu reproduzieren. Reaktivieren wird in diesem Falle durch Neuaneignen auf geringem Niveau ersetzt, z. B. durch Abzeichnen des Aufbaus des Fernrohres aus dem Lehrbuch und Abschreiben eines Textes zur Wirkungsweise, wobei den Schülern die **grundlegenden physikalischen Zusammenhänge** häufig nicht bewußt werden. In Abhängigkeit vom methodischen Weg, den der Lehrer

im Astronomieunterricht zur Behandlung des Linsenfernrohrs plant, könnte die reaktivierende Aufgabenstellung beispielsweise lauten:

1. Benennen Sie die im Bild 2 auf Seite 37 schematisch dargestellten 4 Glaskörper, und zeichnen Sie den weiteren Verlauf der Lichtstrahlen ein!
2. Erläutern Sie den Begriff Brennweite!

Damit stehen nicht die von den Astronomen verwendete Instrumente, sondern zur Beschreibung des Aufbaus, zur Erklärung der Wirkungsweise sowie zur Einschätzung der Leistungsfähigkeit eines Linsenfernrohres notwendige Inhalte im Zentrum der Reaktivierung. Auch außerhalb des Physikunterrichts erworbene Kenntnisse über optische Geräte – z. B. Erfahrungen im Umgang mit Lupen – können den Schülern das Übertragen wesentlicher physikalischer Inhalte in den operativ arbeitenden Teil des Gedächtnisses sowie entsprechende Assoziationen zu früher Kennengelerntem erleichtern.

Mit den **wiedergewonnenen Grundkenntnissen** aus der geometrischen Optik ist es den Schülern möglich, den Aneignungsprozeß im Astronomieunterricht methodenbewußt und schöpferisch zu vollziehen sowie Einzelkenntnisse bei der Anwendung auf das Linsenfernrohr selbständig zu synthetisieren. Damit kann die Erkenntnisfreude der Schüler gefördert werden; Beziehungen zwischen den Unterrichtsfächern werden für sie erlebbar.

Ein ähnliches Herangehen an die Gestaltung der Reaktivierung ist in der Stoffeinheit *Mond* möglich. Die Schüler sollen die Entstehung der Mondphasen sowie der Sonnen- und Mondfinsternisse erklären. Diese Erscheinung lernten sie im Physikunterricht der Klasse 6 bei der Anwendung ihrer Kenntnisse über selbstleuchtende und beleuchtete Körper kennen. Erfahrungen beim Beobachten des Mondes oder beim Erleben einer Finsternis bestimmen hier im besonderen Maße die Verfügbarkeit früher ver-

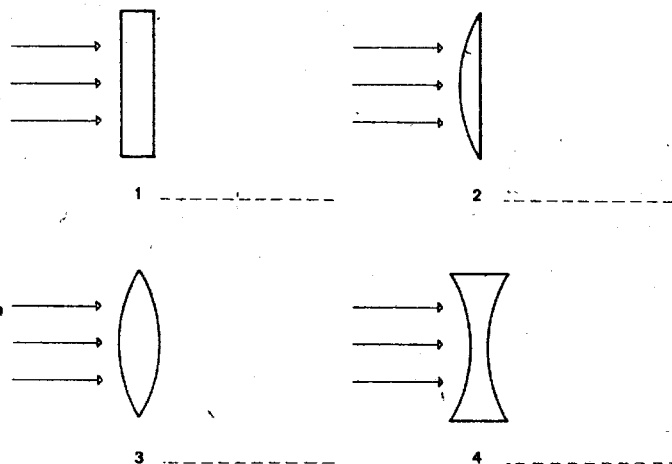


Bild 2

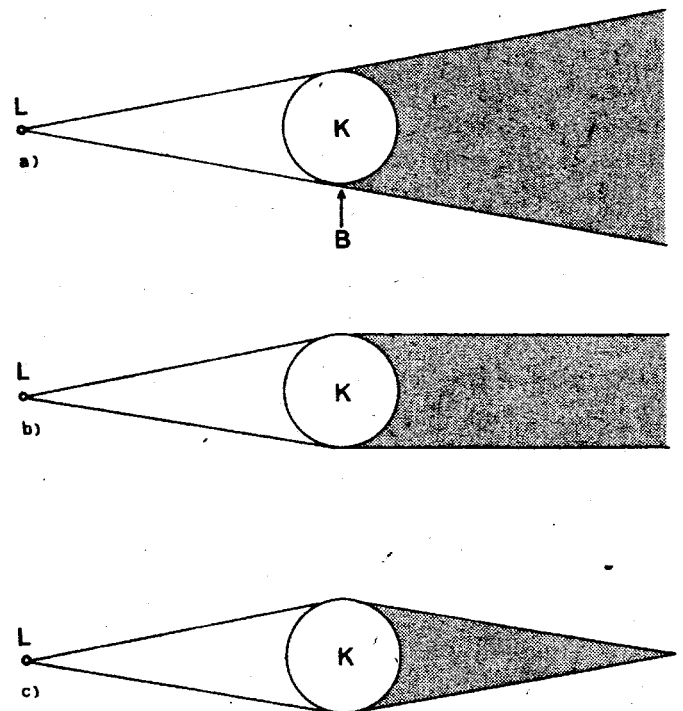


Bild 3

mittelter Kenntnisse mit. Dennoch kann im allgemeinen nicht davon ausgegangen werden, daß alle Schüler das erforderliche Wissen über Phasen und Finsternisse des Mondes bereits fest angeeignet haben und es im Astronomieunterricht nur noch des Reaktivierens bedarf.

Der Reaktivierungsauftrag sollte sich hier ebenfalls auf grundlegende Inhalte beziehen, wie z. B.

- die geradlinige Ausbreitung des Lichtes,
- die Schattenbildung,
- das Entstehen von Kern- und Halbschatten, bei deren Behandlung im Physikunterricht die Schüler beobachteten, konstruierten und experimentierten.



- Dazu können folgende Aufgaben gestellt werden:
1. Entscheiden Sie, welcher Schatten unter dem Körper entsteht! (Lichtquelle punktförmig) Begründen Sie ihre Antwort! Welche Körpergestalt nimmt ein Beobachter (Standort B) in einem völlig abgedunkelten Raum wahr?
 2. Konstruieren Sie die Schatten, die durch zwei punktförmige Lichtquellen hinter dem Körper entstehen!

Den Schülern wird es anhand dieser Aufgaben leichter fallen, durch Überlegungen und Nachdenken Kenntnisse aus der geometrischen Optik zu reaktivieren. Das Suchen nach Bekanntem im Gedächtnis wird stets dann effektiv sein, wenn die Schüler durch das Niveau der Aufgabenstellung herausgefordert werden und gleichzeitig Möglichkeiten zu deren Lösung erkennen. Erkenntnisfähigkeit ist in hohem Maße an Leistungen des Gedächtnisses gebunden. Erst das Reproduzieren notwendiger Gedächtnisinhalte versetzt die Schüler in die Lage, im jeweiligen Aneignungsprozeß aktiv zu sein und ihr Wissen zu vervollkommen.

Durch das Lösen von Aufgaben oder auch durch andere Formen der **selbständigen Schülerarbeit** (z. B. Lesen von Textstellen) mit nachfolgender Auswertung können die Schüler in reaktivierenden Unterrichtsphasen zum neuen Stoff hingeführt werden.

Jedoch sind auch weitere **methodische Grundformen** zur Reaktivierung des Wissens der Schüler im Astronomieunterricht geeignet. Auch **reaktivierende Darbietungen** des Lehrers oder der Schüler zielen auf ein Ausgangsniveau, das allen Schülern ein erfolgreiches Weiterlernen ermöglicht. Als Hausaufgaben vorbereitete Schülervorträge fördern die Mitverantwortung der Schüler für den Aneignungsfortschritt. **Unterrichtsgespräche** – mit bewußter Einbeziehung leistungsschwacher Schüler – ermöglichen dem Astronomielehrer, einen raschen Einblick in die Ausgangssituation zu erhalten sowie differenzierte Hinweise und Hilfen so zu erteilen, daß alle Schüler im Astronomieunterricht erfolgreich voranschreiten können.

Anschrift der Verfasser: *OL Dr. Horst Bienioschek, Ministerium für Bildung der DDR, Unter den Linden 69/73, Berlin, DDR-1068.*
OL Dieter Frisch, 5. Oberschule «M. Thesen», Teterower Ring 87, Berlin, DDR-1144

Der projizierbare Luftkissentisch und sein Einsatz im Astronomieunterricht

Hans-Joachim Wilke

In den zurückliegenden 4 Jahren wurden alle unsere Oberschulen mit einem neuen, leistungsfähigen Unterrichtsmittel, dem projizierbaren Luftkissentisch (SKUS-Nr. 27 06 43) ausgestattet (siehe 2. Umschlagseite, oberes Bild) /1/. Er ist verbindliches Unterrichtsmittel für den Physikunterricht in den Klassen 6 bis 12 und damit Bestandteil aller Unterrichtsmittelsammlungen für Physik. Das vielfältig einsetzbare Gerät verbessert die experimentellen Möglichkeiten im Physikunterricht erheblich. Teilweise trifft das aber auch für den Unterricht in den Fächern Astronomie, Chemie und Biologie zu.

Vorzüge des Luftkissentisches

1. Das wesentlichste Merkmal des Luftkissentisches ist die Erschließung des Luftkissenprinzips für experimentelle Zwecke. Zwischen der ebenen Experimentierfläche und den sich bewegenden Körpern wird ein dünnes Luftpolster erzeugt. Auf diesem Polster «schweben» alle Körper mit einer hinreichend planen Grundfläche. Stößt man sie an, so bewegen sie sich mit gleichbleibender Geschwindigkeit. Dadurch sind die Körper hervorragend für die Durchführung von Modellexperimenten mit Mikroobjekten (Atomen, Molekülen, Ionen) aber auch mit

kosmischen Objekten wie Satelliten und Planeten geeignet, da letztere Betrag und Richtung ihrer Bewegung nur ändern, wenn sie sich in Gravitationsfeldern befinden.

2. Um Kräfte in Feldern simulieren zu können, werden als Schwebekörper kleine Magnete benutzt. Das «Gravitations»feld wird durch einen größeren Magneten erzeugt. Je nach der Stärke und der Lage dieses Magneten können die erforderlichen Bedingungen geschaffen werden, die zur gewünschten Bewegung der Schwebekörper führen.

3. Der Luftkissentisch ist durchsichtig. Dadurch können die Vorzüge des Polylux (großer Lichtstrom, ausgedehnte Schreibfläche) zur lichtstarken Projektion der Bewegungsvorgänge ausgenutzt werden. Die durchsichtigen und farbigen Zubehöerteile führen zu optimalen Beobachtungsbedingungen für die Schüler. Dazu tragen besonders die durch die Projektion erreichte Vergrößerung und das lichtstarke Projektionsbild, das kein Verdunkeln des Raumes erfordert, bei.

4. Durch geeignete Anordnung der felderzeugenden Teile ist es möglich, analoge Verhältnisse bezüglich der Feldstärke zu schaffen, wie sie bei Himmelskörpern auftreten. Dadurch sind die experimentellen Demonstrationen Trickfilmen und Computersimulationen in der Hinsicht überlegen, daß die

Kräfte tatsächlich auftreten und die Bewegungen der Körper entsprechend den wirkenden physikalischen Gesetzen ablaufen.

Als weitere Vorteile gegenüber einem Trickfilm sind die beliebig lange Beobachtbarkeit, die beliebige Wiederholbarkeit und die Möglichkeit der Variation der experimentellen Bedingungen zu nennen. Weiterhin sind jederzeit Eingriffe in die Anordnung oder den Vorgang möglich, und die Bewegungen können zu beliebiger Zeit durch Unterbrechen des Luftstromes «angehalten» werden.

Aufbau und Wirkungsweise des Luftkissentisches

Der Luftkissentisch besteht aus einem großen flachen Gefäß aus durchsichtigem Plast. Es ist allseitig geschlossen und entspricht in seiner Grundfläche den Abmessungen der Schreibfläche des Polylux, auf den das Gerät aufgelegt wird. Durch eine seitliche Öffnung erfolgt die Luftzufuhr mittels eines dicken, flexiblen Plastschlauches. Die Luft gelangt zunächst in eine Druckkammer, verteilt sich von dort aus im ganzen Luftkissentisch und strömt schließlich aus 1 089 Bohrungen in der Deckplatte des Gerätes aus.

Als Zubehör zum Luftkissentisch gehören u. a. kleine Schwebekörper mit planer Grundfläche. Sie bestehen aus kreisförmigen farbigen Plastscheiben, die durchsichtig sind, und die einen oder mehrere Magnete tragen. Legt man sie auf den Luftkissentisch, so entsteht zwischen Tisch und Körper ein dünnes Luftpolster, auf dem der Körper schwebt. Damit spielt die Luft die Rolle eines «Schmiermittels». Ihre geringe Viskosität bedingt, daß sich der Körper nahezu reibungsfrei bewegt. Seine Bewegung läßt sich über Wege von mehreren Metern verfolgen, ohne daß sich dabei die Geschwindigkeit merklich verringert. Auf diese Weise sind günstige Bedingungen für die Beobachtung von Bewegungen modellmäßig nachgebildeter Himmelskörper gegeben. Das Raster des Bohrungssystems, das mitprojiziert wird, wirkt sich in keiner Weise störend aus. Damit sind sogar wichtige Orientierungen hinsichtlich allmählicher Änderungen bestimmter Bahnparameter möglich. Bei genügender Sorgfalt können noch zusätzliche Markierungen auf der Luftkissenfläche (z. B. mit Faserstift) vorgenommen werden.

Hinweise zur Arbeit mit dem Luftkissentisch

Man setzt den Luftkissentisch so auf die Schreibfläche des Polylux auf, daß der Pfeil auf der Druckkam-

mer in die Richtung der Projektionsfläche zeigt. Eine grobe horizontale Ausrichtung des Luftkissentisches erfolgt dann zunächst mittels der Stellschrauben und der Libellen. Zur genauen Horizontaleinstellung wird ein Schwebekörper in die Mitte der Experimentierfläche gebracht, wobei man bei eingeschaltetem Gebläse so lange vorsichtig an den Stellschrauben dreht, bis der Schwebekörper seine Lage von selbst kaum noch ändert. Dazu wird die Luftaustrittsöffnung des Gebläses mittels des Luftschlauches mit der Öffnung im Luftkissentisch verbunden. Zum Befestigen des Schlauchendes muß man jeweils eine geeignete Lage suchen, in der der Schlauch aufgesteckt werden kann. Das ist dann gegeben, wenn die Striche auf den Schlauchenden und auf den Schlauchanschlüssen der Geräte übereinstimmen. Durch nachfolgendes leichtes Drehen nach links oder rechts wird er dann befestigt. Das Gebläse wird eingeschaltet und seine Leistung jeweils so weit vergrößert, daß der Schwebekörper sicher abhebt.

Zum Zubehör des Luftkissentisches gehört eine 120seitige Bedienanleitung im A 4-Format /2/. In ihr sind alle Zubehörteile und die prinzipiellen Einsatzmöglichkeiten beschrieben, und es werden Hinweise zum Aufbau und zur Durchführung von ca. 50 Experimenten gegeben. Jede Beschreibung gliedert sich in die Zusammenstellung der benötigten Geräte, die Kennzeichnung der jeweils vorgenommenen Modellierung, Hinweise zum experimentellen Aufbau und zum Experiment sowie die Formulierung der experimentellen Ergebnisse und deren Deutung. Zu jeder experimentellen Beschreibung gehört mindestens eine farbige Abbildung, die das jeweilige Projektionsbild zeigt. Sie läßt damit auch die Anordnung der Experimentierteile auf dem Luftkissentisch erkennen.

Im folgenden werden in kurzer Form einige Experimente beschrieben, die den Einsatz des Luftkissentisches sowohl im obligatorischen Astronomieunterricht als auch im fakultativen Kurs nach Rahmenprogramm «Astronomie und Raumfahrt» kennzeichnen.

Experimente mit dem Luftkissentisch

Der Luftkissentisch wird auf den Polylux gelegt und mit dem Gebläse verbunden. Man stellt den Luftstrom so stark ein, daß zwei aufeinandergelegte orangefarbene Schwebekörper sicher abheben und richtet den Tisch horizontal aus.

Zur Modellierung der Kräfte zwischen natürlichen Himmelskörpern, bzw. zwischen einem natürlichen Himmelskörper und einem Raumflugkörper finden die Anziehungskräfte zwischen Magneten Anwendung. Dabei wird das Zentralgestirn durch einen möglichst kräftigen Keramik- oder Elektromagneten

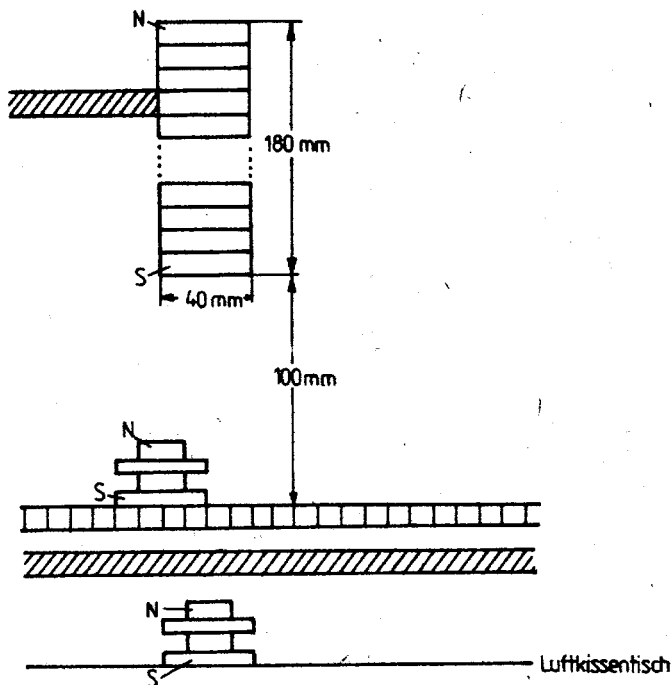


Bild 1: Leistungsfähige Modellierung des Zentralgestirns durch zusätzliche magnetische Schwebekörper unter dem Luftkissentisch

nachgebildet, der sich im Gravitationsfeld bewegende Körper durch einen Schwebekörper mit einem keramischen Magnet. Damit die Kraft wie im Bereich eines Zentralgestirns etwa mit dem Quadrat des Abstandes abnimmt, muß der felderzeugende Magnet möglichst lang sein. Im Falle keramischer Magnete erreicht man das durch Aufeinanderlegen von vielen Magneten, im Falle der Elektromagneten durch einen langen Eisenkern. Soll das modellierte Gravitationsfeld durch keramische Magnete erzeugt werden, so wird am Luftkissentisch die Haltevorrichtung mittels der beiden Schrauben befestigt und daran die Piacrylplatte eingehängt. In die Mitte der Piacrylplatte bringt man möglichst kräftige aufeinandergestellte zylinderförmige ringförmige Keramikmagnete mit einem Durchmesser von 25 mm bis 40 mm, die bis dicht unter das Objektiv des Polylux reichen sollen (s. 2. Umschlagseite, unteres Bild).

Der Abstand, den der unterste Magnet von der Luftkissenfläche haben soll, richtet sich nach der Stärke der Magnete. Er soll mindestens 8 cm betragen. Dazu wird die Haltevorrichtung auf die höchste Stellung geschraubt, und es wird unter die Magnete z. B. noch ein Zylinder etwa gleichen Durchmessers wie die Magnete z. B. aus Holz, Plast, Stearin o. ä. untergelegt. Dieser zusammengesetzte Magnet bewirkt in erster Linie die Kräfte in größerer Entfernung. Um auch im zentralen Bereich des Luftkissentisches eine entsprechende Zunahme der Kraft bei Annäherung des Schwebekörpers zu erhalten, empfiehlt es sich, senkrecht unter den großen Magneten auf die Schreibfläche des Polylux (unter den Luftkissentisch!) einen orangefarbenen Schwebekörper oder zwei aufeinandergelegte zu bringen (Bild 1).

Den gleichen Effekt erzielt man, wenn man die Säule von Keramikmagneten auf 4 bis 8 Schwebekörper setzt, da letztere eine wesentlich geringere Kraft auf den sich bewegendem Körper ausüben (Bild 2) oder wenn man gemäß Bild 3 ringförmige und zylinderförmige Schwebekörper – alle in gleicher Weise gepolt – kombiniert (Bild 3). In jedem Falle empfiehlt es sich, die Piacrylplatte gegenüber der Befestigungsstelle zu stützen, damit sie nicht überlastet wird. Es ist jedoch auch eine Befestigung des Zylinders aus keramischen Magneten mit einer Rohrklemme an einem Stativ möglich.

Soll das Feld von einem Elektromagneten erzeugt werden, so werden zwei I-Kerne des Aufbausatzes zur Elektrizitätslehre aneinander befestigt. Das erfolgt mit einem M-8-Gewindestift, den man sich z. B. durch Absägen des Gewindeteils einer M-8-Maschinenschraube herstellen kann. Die beiden übereinandergeschraubten I-Kerne werden sicher z. B. mit einer Rohrklemme an einem stabilen Stativ befestigt, so daß sich ihr oberes Ende wenige Zentimeter direkt unter den Objektiv des Polylux befindet und der Abstand zwischen Luftkissenfläche und unterem Ende ca. 8 cm beträgt. Etwa 10 cm über der Luftkissenfläche bringt man eine Helmholtzspule an. Sie wird durch Lösen der Rändelmutter vom Induktionsgerät abgenommen und z. B. auf Holzklötze aufgelegt (s. 3. Umschlagseite, oberes Bild). Man verbindet sie mit den Gleichspannungsbuchsen des Stromversorgungsgerätes für Niederspannung bei Stufe 6, was einer Stromstärke von etwa 5 A entspricht. Die Polung muß dabei so gewählt werden, daß der Schwebekörper auf der Luftkissenfläche angezogen wird. Es ist auch die Verwendung einer Spule aus dem Aufbausatz Elektrizitätslehre mit 750 Windungen möglich, wobei die Qualität der Projektion allerdings geringer ist (s. 3. Umschlagseite, unteres Bild).

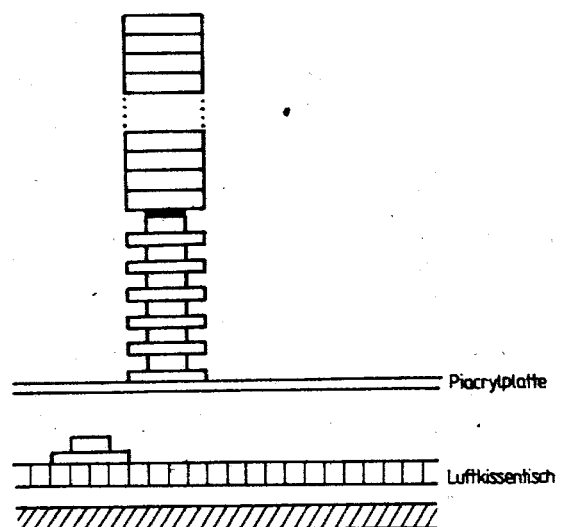


Bild 2: Leistungsfähige Modellierung des Zentralgestirns durch zusätzliche magnetische Schwebekörper über dem Luftkissentisch

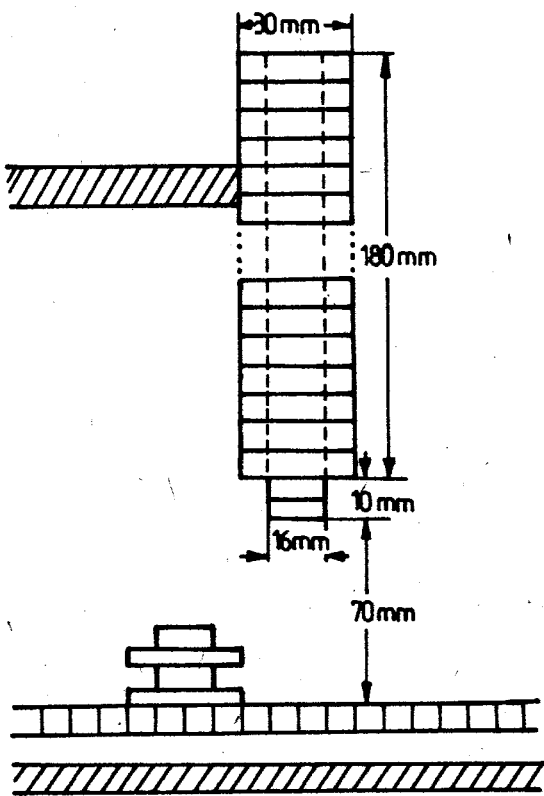


Bild 3: Leistungsfähige Modellierung des Zentralgestirns durch eine Kombination aus Ring- und Zylindermagneten

Schließlich kann auch eine zylinderförmige Eisenstange von etwa 2,5 cm Durchmesser zweilagig mit isoliertem Kupferdraht von ca. 1 mm Durchmesser umwickelt werden (Bild 4).

In allen Fällen stört der felderzeugende Magnet die Projektion durch den Polylux nicht. Er erscheint

in der Mitte der Projektion als dunkler Fleck. Ist die obere, dem Objektiv des Schreibprojektors zugewandte Fläche des Magneten spiegelnd glatt, so tritt in der Projektion ein heller Fleck auf.

Mit den beschriebenen Anordnungen ist u. a. die Durchführung der folgenden Modelleexperimente möglich.

Bewegung von natürlichen Himmelskörpern bzw. Raumflugkörpern im Gravitationsfeld

Der Schwebekörper wird in eine Ecke des Luftkissentisches gebracht und losgelassen. Er bewegt sich anfangs langsam, dann mit immer

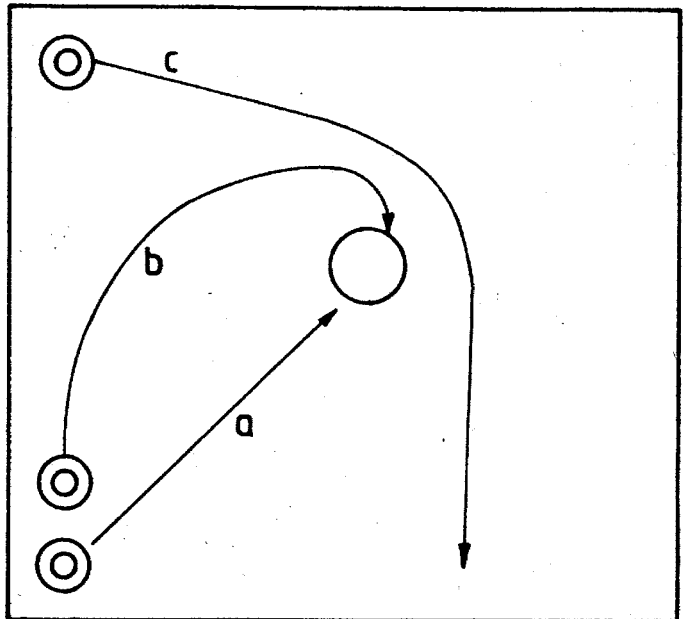


Bild 5: Modellierte Bahnen von Himmelskörpern und Satelliten
a) fallende Rakete
b) Meteor
c) Komet

stärker zunehmender Geschwindigkeit auf den Magneten zu (Bild 5a). Der Schwebekörper wird von einer Ecke aus parallel zu einer Seite des Luftkissentisches in Bewegung versetzt, wobei der Luftstrom am Gebläse so schwach eingestellt wird, daß seine Bewegung etwas behindert wird. Er bewegt sich in einer kurzen Spiralbahn zum Magneten (Bild 5b). Der Schwebekörper wird mit größerem Luftstrom in gleicher Weise gestartet, so daß er sich dicht am Magneten vorbeibewegt. In der Nähe des Magneten verändert der Schwebekörper seine Richtung (Bild 5c).

Das Zentralgestirn übt auf den Körper anziehende Kräfte aus.

Je nach Betrag und Richtung der Anfangsgeschwindigkeit treten verschiedene Bahnkurven auf. Der erste Fall tritt z. B. beim Herabfallen einer senkrecht aufgestiegenen Rakete auf, der zweite bei einem Meteor und der dritte bei einem Kometen.

Hinweis: Für diese Experimente ist es zweckmäßig, den Abstand zwischen dem großen Magneten und der Luftkissenfläche etwas geringer als oben angegeben zu wählen.

Planetenbewegung

Der Schwebekörper wird von einer Ecke aus in Bewegung versetzt, so daß er sich mit etwas größerer Geschwindigkeit als oben beschrieben parallel zu einer Seite des Luftkissentisches bewegt. Nachfolgend umkreist er den Magneten in Bahnen mit immer geringerem Durchmesser. Die Planeten und Satelliten bewegen sich in kreisähnlichen Bahnen um die Sonne bzw. die Erde.

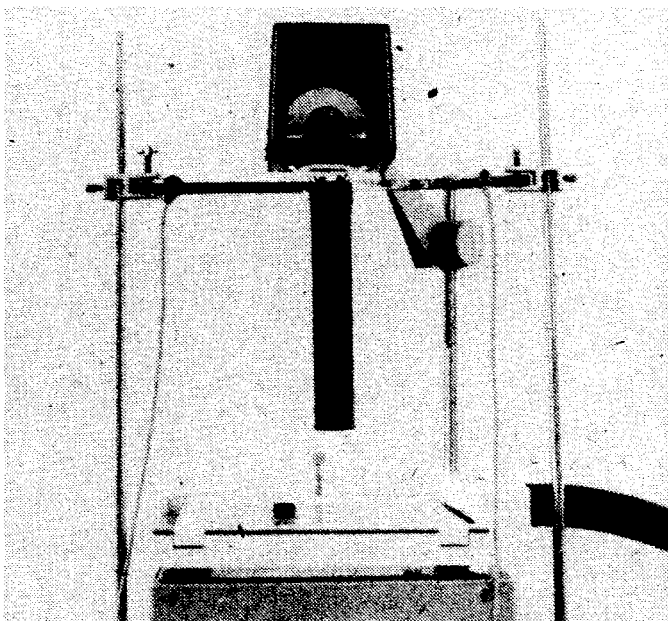


Bild 4

Hinweis: Für dieses Experiment ist der Abstand zwischen Luftkissen-tisch und Magneten möglichst groß zu wählen, so daß sich der Durch-messer der Bahn nur geringfügig verringert.

Keplersche Gesetze

Der Schwebekörper wird in gleicher Weise wie oben beschrieben in Bewegung versetzt und bezüglich seiner Bahnkurve, Momentange-schwindigkeit und Umlaufzeit beobachtet. Es treten kreisähnliche Bahnen auf.

In der Nähe des Magneten ändert sich die Richtung der Bewegung besonders stark. Bei Annäherung an den Magneten nimmt der Betrag der Geschwindigkeit zu, bei zunehmendem Abstand ab. Je geringer der Durchmesser der kreisähnlichen Bahn ist, um so kleiner ist auch die Umlaufzeit.

Hinweis: Infolge der begrenzten Abmessungen der Luftkissenfläche muß bei allen Experimenten ein günstiger Kompromiß zwischen der Geschwindigkeit des Schwebekörpers und dem Abstand des Magneten gesucht werden. Prinzipiell ist mit einem möglichst starken Magnetfeld zu arbeiten und der Abstand Magnet - Luftkissenfläche möglichst groß zu halten. Dadurch wird die Beziehung $F \sim \frac{1}{r^2}$, die dem Gravitationsgesetz entspricht, am besten angenähert. Je größer der Abstand ist, um so besser sind Kreis- bzw. Ellipsenbahnen ausgeprägt. Das Magnetfeld muß jedoch auf der Luftkissenfläche noch stark genug sein.

Die Experimente erfordern neben einer guten Justierung etwas Übung beim Starten des Schwebekörpers. Sie zeigen jedoch die angestrebten Ergebnisse in einer sehr überzeugenden Weise.

Ein wesentlicher Vorteil besteht in der Möglichkeit, die Parameter zu verändern und die Schüler in die Planung und Durchführung der Expe-riente einzubeziehen. Dadurch wird es möglich, bewußt Veränderun-gen vorzunehmen oder Prognosen zu überprüfen.

Bei all diesen Experimenten ist es unbedingt erforderlich, auf deren Modellcharakter einzugehen. Es besteht vor allem in der Verwendung magnetischer Felder. Nur dadurch ist es möglich, hinreichend große Kräfte zur Erzielung gleichartiger Bahnformen wie bei den Gravita-tionskräften bereitzustellen.

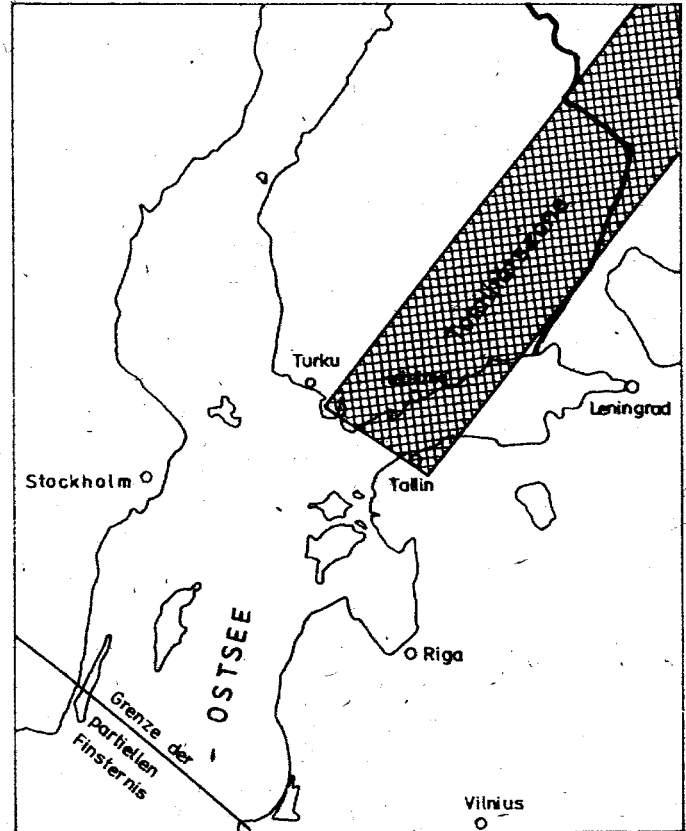
Literatur

- 1/1 Wilke, Hans-Joachim: Luftkissentisch, Unterrichtsmittel-Infor-mation. Physik in der Schule, Berlin 22 (1984) Heft 11.
- 1/2 Klemm, Viktor; Wilke, Hans-Joachim: Physikalische Experi-mente auf dem Luftkissentisch. Artia Prag 1984.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. sc. Hans-Joachim Wilke, Päd-agogische Hochschule «K. F. W. Wander», Wissenschaftsbe-reich «Methodik des Physikunterrichts», Wigarstraße 17, Dres-den, DDR-8060

Die «Dämmerungsfinsternis» am 22. 7. 1990

In der astronomischen Schuljahresübersicht (AS 1989, Heft 3) wurde eine bei uns unbeobachtbare totale Sonnenfinsternis, die sich in den frühen Morgenstunden des 22. 7. 1990 ereignet, bereits erwähnt. Der Kernschatten des Mondes überstreicht an jenem Tage gegen 3^h50^{min} MEZ die Erdatmosphäre über dem Norden der DDR; etwa 2 min spä-ter erreicht er im Finnischen Meerbusen die Erde. Die Totalitätszone verläuft dann durch Finnland und die nördliche Sowjetunion (Karelien, Halbinsel Kola, Barentssee, Nowaja Semlja und Taimyr) zum Pazifi-schen Ozean.



Die Atmosphäre über der DDR wird zu einem Zeitpunkt verfinstert, zu dem die Sonne für Beobachter in Rostock noch 8° unter dem Hor-izont steht. Es herrscht also noch *nautische Dämmerung*, die vom Mondschattenkegel merklich beeinflußt werden dürfte. Die Ansichten von Fachleuten über Art und Ausmaß der zu erwartenden Dämme-rungsanomalien gehen allerdings auseinander. Wer nördlich von Ber-lin Urlaub macht, der sollte am 22. 7. (obwohl es sich um einen Sonn-tag handelt) früh aufstehen; an Berichten über besondere Dämme-rungserscheinungen sind wir sehr interessiert.

Auch die finnische Hauptstadt Helsinki liegt in der Totalitätszone. Die Sonne wird dort im Nordosten fast total verfinstert aufgehen. Wenig später beginnt bereits die Totalität. Sie dauert nur 82 Sekunden, und die Sonne befindet sich während dieser Zeit lediglich 1° über dem Horizont. Die Wahrscheinlichkeit, daß horizontnahe Bewölkung oder Dunst die Sonne verdecken, ist also sehr hoch. Auch weiter nördlich, an der finnisch-sowjetischen Grenze, ist die Situation nur wenig güns-tiger (Dauer der Totalität 90 Sekunden, Sonnenhöhe während der Totalität nur 5°). Anschließend verläuft die Totalitätszone in der So-wjetunion über militärisches Sperrgebiet.

Wir werden uns also dieses Mal noch auf die Beobachtung der Däm-merungserscheinungen beschränken müssen. Aber in den kommen-der Jahren werden sich mehrere in Deutschland partielle Sonnenfin-sterne ereignen: am Nachmittag des 21. 5. 1993, in den Abendstun-den des 10. 5. 1994 und am Nachmittag des 12. 10. 1996. Höhepunkt des Finsternisgeschehens wird die totale Sonnenfinsternis am Mittag des 11. 8. 1999 sein, deren Totalitätszone unter anderem über Stutt-gart, Augsburg und München verlaufen wird.

~Klaus Lindner

B

Beobachtung

Komet Austin

Mit hoher Wahrscheinlichkeit steht uns für das kommende Frühjahr eine bemerkenswerte Kometenerscheinung ins Haus. Der von dem neuseeländischen Amateurastronomen Austin am 6. Dezember des vergangenen Jahres entdeckte Komet (1989 c 1) erreicht nach den ersten vorläufigen Bahndaten am 10. April mit einem Sonnenabstand von 52,3 Millionen km sein Perihel. Seine Entfernung von der Erde beträgt zu dieser Zeit mit rund 148 Millionen km nahezu eine Astronomi-sche Einheit und die zu erwartende Helligkeit wird mit 1^m (!) angege-ben. Am 26. Mai, dem Tag der größten Erdnähe, wird sein Abstand zu uns nur 35,9 Millionen km betragen (Entfernung von der Sonne wieder 175 Millionen km), die Helligkeit aber wieder auf etwa 3^m zurückgegan-gen sein. Der Komet steht dann fast genau im Himmelsäquator im Sternbild Adler und ist fast die ganze für Beobachtungen verfügbare Nacht sichtbar. Von Mitte April bis Ende Mai durchläuft der Komet die Sternbilder Widder, Fische, Andromeda, Pegasus, Delfin, Adler und Schütze. Es ist nicht auszuschließen, daß sich der Komet Austin zu einer spektakulären Erscheinung mausern wird und vielleicht die Ent-täuschung mit Halley vergessen läßt. «Astronomie in der Schule» wird in Heft 3-1990 erste Ergebnisse veröffentlichen.

Hans Joachim Nitschmann

Sternwarte Görlitz erhielt Planetarium

Zehn Uhr morgens. Der 427 Meter hohe Basaltkegel der Landeskronen hoch über Görlitz ist im Nebel dieses Januartages kaum auszumachen. Da steigt unüberhörbar eine Schulklassen 8- bis 9-jähriger im Vorort Biesnitz, der Grenzstadt zur polnischen Republik, aus der Straßebahn, Ziel der Jungen und Mädchen und ihres Lehrers ist das neu eröffnete Planetarium der *Einstein*-Sternwarte. Kaum fünfzehn Minuten vergehen, bis sie im gutgeheizten Himmelsdom die Sonne auf- und untergehen sehen, durch die sonore Stimme Lehrer Lampes und die Lichtpunkte am künstlichen Firmament in eine faszinierende Welt entführt werden.

Seit dem 1. September 1989 ist an hiesiger Sternwarte ein ZKP-1, übrigens das 38. Kleinplanetarium der DDR, in Betrieb. Mit jenem ersten September verknüpfen sich gleich drei runde Jubiläen: 30 Jahre Schulastronomie im Lande, *Günter Lampes* dreißigstes Dienstjahr als Sternwartenleiter und das dreißigjährige Bestehen der Warte als Schul- und Volkssternwarte. Bereits seit 1947 gibt es in Görlitz ein kleines Observatorium. Auf dem Turm des alten Gymnasiums im Stadtzentrum entstand nach dem Krieg eine der ersten sächsischen FDJ-Sternwarten. Dort begann, als 1959 der Astronomieunterricht völlig unvorbereitet eingeführt wurde, auch Oberlehrer *Lampes* Tätigkeit als Schulsternwartenleiter (bis 1982 im Einmannbetrieb) mit nicht viel mehr als einem alten *Heyde*-Refraktor von 1898. Als sich Jahre später die Holzdecken des Turmes bedrohlich zu senken begannen, stimmten die Stadtväter einer Alternativlösung für den Standort des Observatoriums zu. Von 1968 bis 1971 entstand in 8904 Görlitz-Biesnitz, an der Sternwarte 1, auf einem städtischen 3000- m^2 -Grundstück der Beobachtungsturm für das neu erworbene 40-cm-Spiegelteleskop mit Vortragsraum, Dunkelkammer und sanitären Einrichtungen. 1969 stimmte die Stadtverordnetenversammlung kurzfristig dem Kauf eines Kleinplanetariums zu, das im gleichen Jahr auch eintraf. Doch damit begann eine Odyssee. 18 Jahre lang war kein Baumaterial zu bekommen und wurde gar vertraglich vereinbarter Zement auf andere Baustellen gelenkt. Unerwartete Hilfe brachte 1981 erst ein Brief des Chefs des Hallenser Raumflugplanetariums *Karl Kockel* an den Oberbürgermeister. *Kockel*, dessen Planetariumskuppel-Projekt in Görlitz Verwendung fand, stieß den Stein an, der dann 1986 richtig ins Rollen kam. Bis August 1989 dauerten die längst fälligen baulichen Veränderungen. Die wenigen Wochen bis zu seiner wohlverdienten Pensionierung kann der engagierte Liberalkemokrat *Ol. Günter Lampe* nun doch noch ein nahezu vollendetes Observatorium leiten, das sich im Republikmaßstab nicht verstecken muß: Kleinplanetarium ZKP-1 (auch Sonnensystem- und Jupitersystemprojektor von Zeiss!) mit 60 Plätzen, 4-m-Kuppel u. a. mit Spiegel 400/2000, 3-m-Kuppel u. a. mit Spiegel 150/2250, zwei weitere Beobachtungshäuser mit kleineren Refraktoren.



Die vier Kollegen um *Günter Lampe* haben jede Menge zu tun. Denn 10 Arbeitsgemeinschaften der Klassenstufen 7 bis 12 mit über 100 Schülern gilt es zu betreuen. 49 zehnte Klassen führen hier ihre Schülerbeobachtungsabende durch. Außer sonntags ist jeden Tag öffentlicher Beobachtungsabend für Einheimische und Gäste. Natürlich gibt es auch eine Fachgruppe des Kulturbundes und URANIA-Veranstaltungen.

Bleibe nur zu wünschen, daß die Bezeichnung «*Einstein*»-Sternwarte vielleicht einmal heimatverbundener durch «*Scultetus*»-Sternwarte ersetzt wird. Denn *Bartholomäus Scultetus* (1540–1614), der Astronom, Lehrer *Tycho de Brahes* und Kalenderreformer, wurde vor 450 Jahren in Görlitz geboren und bekleidete viele Jahre lang das Amt des Bürgermeisters der alten Neißestad.

Jürgen Helfricht

41. IAF-Kongreß in der DDR

Wie der Präsident der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR und Vizepräsident der IAF (International Astronautical Federation) Prof. Dr. sc. techn. *Ralf Joachim* informierte, findet der 41. Internationale Astronautische Kongreß der IAF vom 6. bis 13. Oktober 1990 in Dresden statt. Gastgebende Gesellschaft ist die GWR in Zusammenarbeit mit dem Institut für Kosmosforschung der Akademie der Wissenschaften der DDR. Es sind zahlreiche Plenarvorträge, Vorträge in Arbeitsgruppen und wissenschaftlich-technische Exkursionen (z. B. in die Sternwarte Bautzen) vorgesehen. Außerdem findet am Konferenzort eine internationale Raumfahrtausstellung statt. Ein breites kulturelles Rahmenprogramm, z. B. der Besuch der Semperoper, wird den Kongreßteilnehmern zusätzliche Erlebnisse schaffen. Auskünfte über Möglichkeiten und Bedingungen für die Teilnahme an dieser Tagung erteilt das Organisationsbüro des 41. IAF-Kongresses, Rudower Chaussee 5, Berlin, DDR-1199.

Redaktion

Mondgestein liefert neue Informationen

Die von der Besatzung des amerikanischen Raumschiffs *Apollo 15* zur Erde beförderten Mondgesteinsproben sind immer noch Gegenstand eingehender Untersuchungen. Eine Planetologin vom Harvard-Smithsonian-Zentrum für Astrophysik (Cambridge, Massachusetts) untersuchte Dünnschliffe lunarer Brekzien. Das sind unter starker Hitzeeinwirkung zusammengeschmolzene unterschiedliche Gesteine. In diesen Proben fanden sich nicht nur gewöhnlicher Feldspat, Olivin und Spinell, sondern auch Kristalle von Magnesium-Cordierit, welches nur selten in einer starken Metamorphose ausgesetzt gewesen irischen Gesteinen vorkommt.

Diese Kombination von Mineralen konnte nur unter der Einwirkung eines ungeheuren Drucks zustandekommen, wie er in einer Tiefe von nicht weniger als 50 km unter der Mondoberfläche herrscht. Dabei wurden die Gesteinsproben auf eben dieser Oberfläche gefunden, 10 km oberhalb der Grenze zwischen Mondkruste und Mondmantel, in dem sie auf natürliche Weise hätten entstehen können.

Die Wissenschaftlerin vertritt die Meinung, daß uns der Fund eine neue Botschaft von gigantischen Naturkatastrophen liefert. Wahrscheinlich handelt es sich um Zusammenstöße mit Riesenmeteoriten, bei denen so viel Wärme freigesetzt wurde, daß es in der Mondkruste zur Bildung dieser auf der Erde so seltenen Minerale kommen konnte. Smithsonian Institution Research Report 1989, 57 aus Zemlja i vse-lennaja 5/1989, 62. Übersetzer: Dr. sc. *Siegfried Michalk*.



Ein Schaufenster zum Weltraum

Im Spätsommer 1989 wurde im Magdeburger Haus der Lehrer eine Bild- und Modellausstellung der URANIA, Sektion Astrowissenschaften/Raumfahrt zur Mond- und Marsforschung gezeigt. Schätzungsweise 40 000 Zuschauer sahen die zahlreichen Bilder und Grafiken zur Weltraumforschung, die auf einer Fläche von 40 m² ausgestellt waren. Der größte Teil der Ausstellung befaßte sich mit der Vorstellung der Marstopographie und der Raumfahrtprojekte zur Erforschung des roten Planeten und unseres Mondes. Da dies ausnahmslos internationale kooperative Vorhaben sind, kann man sie auch als Teil eines umfangreichen Alternativprogramms zu SDI sehen. Neben einem 1 : 100 Modell der sowjetischen Trägerrakete «Energija», gab die Ausstellung vor allem die Chance, «Space Art» (d. h. Kosmosmalerei) von Uwe Seidenfaden vorzustellen. Dabei handelt es sich um die Möglichkeit, den jeweiligen astronomischen Erkenntnisstand mit künstlerischen Mitteln zu verdeutlichen. Besonderer Dank gilt auch dem Institut für Kosmosforschung der AdW der DDR, Herrn Dr. Richard Wäsch, der für diesen Zweck aktuelle Phobos-Bilder zur Verfügung stellte.

Uwe Seidenfaden

Sternmassen-Obergrenze korrigieren!

Die Theorie des Sternaufbaus besagt bekanntlich, daß Sterne mit einer Masse von mehr als 60 Sonnenmassen instabil sind; sie werden durch den Strahlungsdruck der in ihrem Inneren freigesetzten Energie auseinandergeblasen. Dennoch wurden seit 1975 auch Sterne mit Massen weit jenseits dieser Grenze beobachtet (vgl. Die Sterne 56 (1980), 119.) Die Diskrepanz zwischen Theorie und Beobachtung blieb ungeklärt.

Neuere Beobachtungen zeigen nun, daß Sterne mit extrem großen Massen (über 120 Sonnenmassen waren gemessen worden) in Wirklichkeit enge Mehrfachsterne sind. In einem Falle entpuppte sich ein scheinbarer Einzelstern als kompakte Gruppe von sechs Sternen, deren Einzelmassen jeweils deutlich unter der theoretischen Grenze von 60 Sonnenmassen liegen. Daraus ergeben sich Konsequenzen für unseren Astronomieunterricht: Lehrplan und Lehrbuch geben die Obergrenze der Sternmassen mit 100 bzw. 120 Sonnenmassen an. Diese Werte sind offenbar zu groß; sie müssen auf 60 Sonnenmassen reduziert werden.

Klaus Lindner

Dankeschön

Anläßlich meines 65. Geburtstages gingen mir von Kollegiumsmitgliedern, Korrespondenten, Lesern und Freunden zahlreiche Glückwünsche zu, für die ich mich auf diesem Wege herzlich bedanke.

Helmut Bernhard



Planetarien

Unterrichtsplanetarium Gotha

Im Herbst 1989 wurde das Planetarium der Gothaer Theodor-Neubauer-Oberschule nach fast dreijähriger Bauzeit eingeweiht. Dieses Unterrichtsplanetarium ist im Bezirk Erfurt das zweite seiner Art.

Der Fixsternprojektor und eine Reihe von Zusatzprojektoren wurden von dem Lehrer Horst Hildebrand aus Nordhausen entwickelt und gebaut. Er beschrieb die Erstanfertigung seines Planetariumsgerätes in AS Heft 2/1989. Mittels eines kugelähnlichen Globus von 85 cm Durchmesser werden über 800 Sterne nach dem Prinzip der Lochkamera an die 4,60 m große Kuppel projiziert. Die im Unterrichtsraum freihängende Kuppel aus 8 glasfaserverstärkten Polyesterharz-Halbkugelsegmenten konstruierte und baute der Fachberater für den Astronomieunterricht im Kreis Gotha.

Das Unterrichtsplanetarium wird in diesem Schuljahr von allen zehnten Klassen der 48 Oberschulen des Kreises Gotha genutzt. Die Schüler kommen zusammen mit ihren Astronomielehrern an vier Nachmittagen der Woche zu den Vorführungen. In einem einstündigen Vortrag wird der aktuelle Sternhimmel erläutert. Namen von Sternen und Sternbildern mit dazugehörigen Sagen werden erklärt. Die Ursachen von Bewegungsvorgängen erkennen die Schüler an Bewegungsmodellen. Es werden auch Hinweise zu den obligatorischen Beobachtungsaufgaben gegeben, ohne damit die Schülerbeobachtungen ersetzen zu wollen. Durch Einblendung von Gradnetz-Schattenlinien können zur Festigung und Wiederholung Koordinaten von Sternen bestimmt werden. Mit einer Betrachtung des Sternhimmels und seiner scheinbaren Bewegung über dem Nordpol der Erde, am Äquator und von der Südhalbkugel der Erde aus schließt der Vortrag.



Lehrer und Schüler sind erstaunt, wie mit relativ einfachen Mitteln eine so gute Veranschaulichung der Vorgänge am Sternhimmel möglich ist.

Da der Besuch des Planetariums auf Klassenbasis erfolgt, durchschnittlich zwischen 20 und 25 Jungen und Mädchen, ist während der Vorführung ein Gespräch in Form von Fragen und Antworten möglich. In einigen Fällen erfolgte im Anschluß an die Vorführung eine zehnmündige schriftliche Kurzkontrolle über den Inhalt der Vorführung. Die erreichten Ergebnisse waren überwiegend recht gut.

Für 1990 ist eine gemeinsame Beratung der Fachkommissionen Astronomie und Unterstufe des Kreises vorgesehen. Es soll ein Plan entwickelt werden, wie mit Hilfe des Planetariums bereits Schüler der Unterstufe in Grundkenntnissen der Astronomie ab Schuljahr 1990/91 eingeführt werden können.

Erhard Weidner

Lehrplangerechter Astronomieunterricht im Planetarium

Das Stadtgebiet von Frankfurt (Oder) ist territorial nicht sehr groß. Dadurch ist die Schulsternwarte, die ihr Domizil im ehemaligen «Alten Wasserturm» der Stadt hat, für alle Schüler unserer 24. Oberschule verhältnismäßig gut erreichbar. Im Juni 1978 wurde die Einrichtung – Sternwarte und Planetarium – eröffnet.

Von Anfang an war unser Ziel, allen 10. Klassen der Stadt im Planetarium eine anschauliche **Unterstützung zum Lehrplanthema «Orientierung am Sternhimmel»** zu vermitteln. In den ersten Jahren ließ sich das aber nur über den relativ langen Zeitraum von bis zu vier Monaten erreichen, so daß für die meisten Schüler zwischen der Erarbeitung des Stoffes im Klassenraum und der Veranschaulichung im Planetarium eine beträchtliche Zeitspanne verging.

Für etwa zwei Drittel aller 10. Klassen des Stadtkreises wird seit dem Schuljahr 1983/84 die erste oder zweite Astronomiestunde im Planetarium gehalten. Damit beabsichtigen wir, die Schüler für den gesamten Jahresstoff des Faches Astronomie zu motivieren.

Eine Besonderheit unseres Planetariums ist die Begrenzung der Besucherzahl auf 30 im Gegensatz zu allgemein üblichen 60 bis 80. Sie ist auf Sicherheitsgründe zurückzuführen, denn das Planetarium befindet sich in der ehemaligen Wasserbehälteretage in einer Höhe von 16 m. Es liegt auf der Hand, daß im Rahmen des relativ kleinen Kreises eines Klassenkollektivs Raum für vielfältige didaktisch-methodische Varianten der Unterrichtsgestaltung bleibt.

Die Zahl der 10. Klassen, die unsere Einrichtung besuchen, beträgt konstant seit einigen Jahren etwa 150; Lehrer und Fachberater der angrenzenden Kreise wünschen ebenfalls geplante Besuche. Diese **Organisationsform** ist nach unseren Erfahrungen für alle Beteiligten am effektivsten, berücksichtigt die besonderen Bedingungen des Unterrichts und kann selbstverständlich im Einzelfall jederzeit an die Erfordernisse einer Klasse angepaßt werden.

Tatsache ist, daß im Zuge der Entwicklung in unserem Land (es gibt gegenwärtig etwa 40 Planetarien) sich die Anzahl derjenigen Schüler ständig verringert, die noch nie Gelegenheit hatten, ein Planetarium kennenzulernen. Planetariumsbesucher aus unserer Stadt sind neben den 10. Klassen Kinder der Unterstufe, die in der 4. Klasse zu uns kommen. Veranstaltungs-Nachmittage für alle Altersgruppen werden nach schriftlicher Anmeldung durchgeführt. Schließlich besuchen uns aber auch schon in begrenzter Anzahl Kinder der ältesten Gruppe der Kindergärten. Bekanntlich ist ja bereits in den Vorschuleinrichtungen laut Bildungsplan das Thema «Sonne, Mond und Sterne» zu behandeln. Durch die Praxis der Durchlaufplanung und der offenen Besuchsmöglichkeiten müßte es somit keine Schüler unserer 10. Klassen in Frankfurt (Oder) mehr geben, die vor Beginn des Astronomieunterrichts noch nie in einem Planetarium waren.

Zur Unterrichtsgestaltung im Planetarium

Durch den Einsatz eines neuen Projektors (ZKP 2) mit zusätzlichem Sonnensystem-, Jupiter-, Sternschnuppen-, Satelliten- und Sternbildfigurenprojektor im Januar 1983 wurden die didaktisch-methodischen Möglichkeiten der Unterrichtsgestaltung bedeutend erweitert. Diese Gestaltung ist nach unserer Erfahrung vor allem abhängig

- vom Entwicklungsstand des jeweiligen Klassenkollektivs und seiner Aufgeschlossenheit dem Fach gegenüber
- vom Besuchszeitpunkt (Frühstunden oder später Nachmittag)
- vom fachlichen Niveau des begleitenden Lehrers und seiner Berufserfahrung.

Einige dieser Möglichkeiten sollen im folgenden aufgezeigt werden.

Jede Klasse kommt mit bestimmten **Vorkenntnissen** zu uns. Unser Anliegen ist es, diese Vorkenntnisse in den Unterrichtsablauf einfließen zu lassen. Dazu ergeht in Abstimmung mit dem begleitenden Lehrer die Aufforderung an die Schüler, auf Fragen zu reagieren und in den meist abgedunkelten Planetariumsraum hinein sofort zu antworten. Das erfolgt teilweise spontan und anonym, teilweise auch durch namentliches Ansprechen seitens des begleitenden Lehrers. Allgemein wird dieses Vorgehen von Schülern akzeptiert. Andere hätten aber gern dem zeitweiligen Einbeziehen in ein Unterrichtsgespräch oder einem überwiegend emotional gestalteten Vortrag den Vorrang gegeben.

Die am weitesten entwickelte, aber erst in relativ wenigen Fällen praktizierte Form der Unterrichtsarbeit im Planetarium unserer Einrichtung ist die, bei der der Fachlehrer den Unterricht selbst durchführt. Die vielfältigen Veranschaulichungsmöglichkeiten mit dem Planetarium sollten allen Astronomielehrern von ihrer Ausbildung her bekannt sein. Bedenkt man, daß diese Stunden von einem fachwissenschaftlich und pädagogisch sehr erfahrenen Kollegen im Planetarium unter Nutzung der Zusatzprojektoren und weiterer Unterrichtsmittel (Karten, Tellurium usw.) gestaltet wurden, dann leuchtet ein, daß diese Unterrichtsform wohl die effektivste Variante darstellt. Der Lehrer kennt doch seine Schüler am besten, weiß Schwerpunkte, bezogen auf die bisherige Stoffvermittlung, zu setzen, kann leistungsschwächeren Schülern sinnvolle Hilfeleistung geben und eine Leistungskontrolle rationell gestalten. Er wird aktive Mitarbeit und positive Antworten werden; er kann an die Stunde im Planetarium, wenn es sich anbietet, im weiteren Unterricht anknüpfen und sicher ganz besonders enge Verbindungen zu den schulastronomischen Beobachtungen herstellen.

Aus organisatorischen Gründen unterrichtet der Verfasser vor allem die 10. Klassen der an unserer Bezirksstadt angrenzenden Kreise. Hierbei handelt es sich, wie oben bereits erwähnt, häufig um Erstbesucher eines Planetariums. Deshalb wird zunächst bei voller Helligkeit des Raumes eine kurze Information über die Funktionsweise des Projektors gegeben.

Daß beim **Aufsuchen der Sternbilder** vom Großen Wagen als bekanntestem Sternbild nicht nur in der Natur, sondern auch im Planetarium ausgegangen wird, dürfte wohl der allgemein übliche methodische Weg sein. Meist erklärt sich nach Aufforderung ein bzw. erklären sich mehrere Schüler bereit, die aufgefundene Position des Großen Wagens mit dem Lichtpfeil an der Kuppel zu zeigen. Hierbei ist es von Vorteil, den zunächst wegen der emotionalen Wirkung voll strahlenden Sternhimmel (dank der technischen «Überhöhung» sind ja 5 000 bis 6 000 Lichtpunkte sichtbar) durch die Raumbelichtung so aufzuhellen, daß wie bei einsetzender Dämmerung an der Planetariumskuppel nur relativ wenig helle Lichtpunkte sichtbar sind. Dem Schüler, der von seinem Platz den Großen Wagen gefunden hatte, muß selbstverständlich genügend Zeit gegeben werden, das Sternbild vom neuen Standort in Pult- bzw. Projektornähe wieder neu ins «Visier» zu bekommen.

Bekanntlich bereitet den Schülern das Verstehen der Bewegungsabläufe der Himmelskörper immer wieder Schwierigkeiten. Dem alten pädagogischen Grundsatz «Vom Bekannten zum Entfernten» folgend, geht deshalb der Autor grundsätzlich vom **täglichen scheinbaren Sonnenlauf** aus. Dabei wird deutlich gemacht, daß diese scheinbare tägliche Bewegung sich von der «östlichen» in die «westliche» Richtung vollzieht.

Man sollte auch mit dem **Sonnenaufgang «im Osten»** nicht zu großzügig sein und den Schülern – was ja im Planetarium leicht möglich ist – den jahreszeitlichen Wechsel der Auf- und Untergangshimmelsrichtungen der Sonne nachdrücklich in Erinnerung bringen. Es geht doch dabei um die ständig ablaufenden kleinen, uns zunächst nicht immer bewußt werdenden Veränderungen in der Natur, die u. a. mit dem wahren Umlauf der Erde um die Sonne zusammenhängen. Schließlich wird auch auf diesem Wege wieder Verständnis für die veränderten Positionen der Sternbilder und ihre Sichtbarkeit im Sommer und Winter geweckt. Das ist um so leichter möglich, je besser sich Planetariumsprojektor, Tellurium und Sonnensystemprojektor in ihrem unterrichtlichen Einsatz ergänzen.

Beim Demonstrieren der **wahren und scheinbaren Bewegungen der Planeten** kommt man im Planetarium ohne die Erläuterung der scheinbaren Jahresbahn der Sonne, der Ekliptik, nicht aus. Viele erfahrene Astronomielehrer veranschaulichen im Klassenraum diese Bahn mit Hilfe des Telluriums. Damit und mit einem Zeigestock als Leitstrahl Erde – Sonne läßt sich zunächst auch im aufgehellten Planetariumsraum ohne großen Zeitaufwand der Lauf der Sonne durch die Tierkreissternbilder demonstrieren. Anschließend wird der Sternhimmel mit Himmelsäquator, Ekliptik und Sternbildfigur, z. B. Löwe, eingeblendet. Die Sonne beginnt nun ihre Wanderung durch den Löwen. Wird es zu einem Zusammenstoß mit Regulus kommen?

Die Schüler verweisen selbst auf die unterschiedlich weiten Entfernungen beider Himmelskörper, es wird an den Begriff «scheinbare Himmelskugel» erinnert. Der Schnittpunkt von Himmelsäquator und Ekliptik (Herbstpunkt), auf den die Sonne zuwandert, erinnert daran, daß erst etwa ein halbes Jahr später das Sternbild Löwe in den Abendstunden sichtbar ist.

Ähnlich leicht verständlich lassen sich im Zusammenwirken von Sonnensystem- und Planetariumsprojektor die Planetenschleifen demonstrieren, lassen sich unter Einsatz des Sonnensystemprojektors die Namen der Planeten in der Reihenfolge ihres Abstandes von der Sonne gut einprägen (Mein Vater erklärt mir jeden Sonntag unsere neun Planeten!), lassen sich viele andere Fakten, Abläufe und Erscheinungen anschaulich darstellen.

Abschließend sei festgestellt: Differenziertes Arbeiten mit Unterschieden zwischen den einzelnen Klassen und Schulen ist im Planetarium wie in jedem anderen Unterricht möglich. Erfolgreichere Unterrichtsarbeit im Planetarium erfordert aber Abstimmung mit dem jeweiligen Fachlehrer und gut durchdachtes methodisches Vorgehen, eingeschlossen den sinnvollen Wechsel von Aufhellung und Abdunklung des Kuppelraumes.

Willi Geiseler

Z Zeitschriftenschau

Ohne Angabe eines Verfassers: Die Kosmodrome der UdSSR.

In: Astronautik 26 (1989) 3. D-2870 Delmenhorst.

Interessante Einzelheiten über die drei sowjetischen Startkomplexe sind Heft 3-1989 der gleichen Zeitschrift zu entnehmen. Ältestes Kosmodrom ist die Startbasis Kapustin Jar, rund 150 km südlich von Wolgograd und unmittelbar an der Wolga gelegen. Hier wurden schon von 1946 an Raketenversuche durchgeführt und von 1948 an unter der Leitung des legendären Raumfahrtkonstruktors Sergej Koroljow ballistische- und Höhenforschungsraketen gestartet. Kapustin Jar ist die Ausgangsbasis zahlreicher Interkosmos-Raumflugkörper sowie kommerzieller Satellitenstarts.

Durch den Start von «Sputnik 1.» am 4. Oktober 1957, von «Wostok 1.» mit Juri Gagarin sowie danach aller bemannter Raumfahrtunternehmen am bekanntesten ist das Kosmodrom Baikonur, das rund 200 km östlich des Aral-Sees gelegen ist und mit dessen Bau erst im Jahre 1955 begonnen wurde. Baikonur ist der Startkomplex für Trägerraketen der Typen «Kosmos», «Zyklon», «Wostok», «Sojus», «Proton» und «Energija». Auch Start und automatische Landung der Raumfähre «Buran» fanden hier statt, wie auch die Starts der Raumsonden zu Mond, Venus, Mars und zum Kometen Halley. Baikonur ist für den Start von Raumflugkörpern mit Bahnneigungen von 48 bis 81 Grad ausgelegt.

Im Jahre 1960 wurde mit Plesezk der dritte Weltraumbahnhof in Betrieb genommen, der rund 200 km südlich von Archangelsk liegt. Von hier aus starten hauptsächlich Raumflugkörper in polnahe Umlaufbahnen, vor allem solche der Serien «Kosmos», «Molnja» «Meteor» und andere. Interessant ist, daß auf dem Kosmodrom Plesezk sehr reger Betrieb herrscht und fast 60 Prozent aller Nutzlasten von hier aus auf die Reise gehen.

G. D. Roth: Besuch auf dem Observatorium Wendelstein.

In: Sterne und Weltraum 29 (1989) 1. D-8000 München.

In einem informativen Beitrag wird das Observatorium auf dem Wendelstein ausführlich vorgestellt. Vielen unserer Leser wird noch der Begriff «Sonnenobservatorium Wendelstein» unter Prof. Dr. Rolf Müller in Erinnerung sein. Tatsächlich war der Berggipfel durch die seinerzeit hervorragenden atmosphärischen Bedingungen für die Sonnenforschung ein geradezu idealer Standort, denn noch im Jahre 1958 gab es 121 Tage, die eine Koronabeobachtung ermöglichten. Leider haben sich inzwischen auch dort die Beobachtungsbedingungen derart verschlechtert, daß die Sonnenforschung aus dem Beobachtungsprogramm gestrichen werden muß. Nachdem auf dem Berggipfel aber bereits ab 1950 auch Stellarastronomie betrieben wurde, die keine so extrem hohen Anforderungen an die Durchsichtigkeit der Luft

stellt, wurde am 29. September 1989 in einem neuen Kuppelgebäude ein 800 mm-Ritchey-Chrétin-Teleskop seiner Bestimmung übergeben. Das bedeutendste Fokalinstrument dieses Teleskops ist ein Vierkanal-Photometer. Mit dem Instrument wäre es möglich, das Licht einer in 4 000 km Entfernung befindlichen Kerze nachzuweisen. Hauptarbeitsgebiet des neuen Observatoriums ist die Beobachtung von Veränderlichen Sternen. Bau und Ausstattung erforderten einen Kostenaufwand von 4 Millionen DM.

I. Semjonow: Kosten der russischen Raumfahrt offengelegt.

In: Zenit 16 (1989) 11. 3512 NL Utrecht.

Der sowjetische Raumfahrt-Hauptkonstrukteur Juri Semjonow gibt in dem Beitrag die finanziellen Aufwendungen für die Raumstation «Mir» bekannt. Danach hat «Mir» seit der im Jahre 1976 erfolgten Konzipierung bis zum Start einen Kostenaufwand von 1,7 Milliarden Rubel erfordert. Eine weitere halbe Milliarde Rubel wird für die Modernisierung der Raumstation veranschlagt. Das Modul «Quant» kostete einschließlich der wissenschaftlichen Ausrüstung 270 Millionen Rubel. Ministerpräsident Ryschkow machte in einer Rede vor dem Volksdeputiertenkongreß in Moskau einige Zahlenangaben über die Kosten der Weltraumforschung in der UdSSR. Danach entfielen 1988 auf die zivile Forschung 1,7 Milliarden Rubel, auf die militärische Forschung 3,9 Milliarden Rubel und auf Entwicklung und Bau der Raumfähre «Buran» 1,3 Milliarden Rubel. Wie Ryschkow betonte, werde durch die Einbeziehung des Weltraumes die Verteidigungsmacht des Landes verdoppelt.

Hans Joachim Nitschmann

R Rezensionen

Schklowski, I. S.: Geburt und Tod der Sterne.

368 Seiten, 131 Abbildungen, Verlag MIR Moskau; URANIA-Verlag Leipzig/Jena/Berlin 1988, 16,- Mark.

Diese Übersetzung aus dem Russischen erörtert eingehend und vielseitig Probleme der Sternentstehung und Sternentwicklung. Das Buch, welches 1984 in der UdSSR erschien, geht vor allem auf gegenwärtige Vorstellungen der Sternbildung und der Endphasen der Sterne ein. Der Autor, in der Fachwelt als hervorragender Astrophysiker bekannt, beschäftigt sich in der Schrift hauptsächlich mit physikalischen Fragen belegt durch zahlreiche Formeln des Werdegangs der Sterne und mit Arbeitsmethoden zur Erkenntnisgewinnung über die Sternevolution.

Das Studium des Buches stellt an den Leser hohe Ansprüche, insbesondere an sein physikalisches Wissen. Astronomielehrern wird die Anschaffung des Titels empfohlen, weil sie darin eine exakte fachliche Darstellung eines wichtigen Arbeitsgebietes der modernen astronomischen Forschung finden, was auch im Schulunterricht einen beachtlichen Platz hat.

An einigen Stellen schlichen sich wahrscheinlich Übersetzungsfehler ein. So wird an mehreren Stellen von «schwarzen Wolken» geschrieben. Im Deutschen ist dafür der Fachausdruck «Dunkelwolke» gebräuchlich. Das Zentrum eines planetarischen Nebels wird hier auch nicht «Kern» sondern «Zentralstern» genannt. Schade, daß die zahlreichen aussagekräftigen Abbildungen nur in schwarz/weiß vorliegen. Bei einer Reihe von Bildern wäre farbige Gestaltung wünschenswert, weil diese dann auch als wirksame Anschauungsmittel im Unterricht Verwendung finden könnten.

Da das Buch vergriffen ist, sollte baldigst eine Nachauflage erscheinen.
Helmut Bernhard

Elsässer, H. (Einführung) u. a.: Lexikon der Astronomie

(Erster Band A – Mirzan).

448 Seiten, 88 farbige und etwa 850 einfarbige Bilder und Tabellen, Verlag Herder Freiburg/Basel/Wien 1990. Ermäßigter Subskriptionspreis 148,- DM, Gesamtpreis des Werkes 296,- DM, Bandpreis nach Erscheinen von Band 2 ab Sommer 1990: 175,- DM.

Über 150 international anerkannte Fachwissenschaftler behandeln in etwa 5 000 Artikeln Gebiete der klassischen und modernen Astronomie. Ferner wird die Entwicklung der Beobachtungstechnik vom Altertum bis zur Gegenwart dargestellt, wobei der Einsatz der Raumfahrtstechnik in der astronomischen Forschung ausführlich erörtert wird. Es werden auch Begriffe aus der Umweltforschung angeführt, welche in die astronomische Terminologie Eingang fanden, belegt u. a. durch den Artikel «Lichtverschmutzung». Außerdem führt das Lexikon zahlreiche Forschungsstätten der Astronomie an. In 400 biographischen Artikeln wird das Wirken bedeutender Astronomen in Vergangenheit und Gegenwart beschrieben, worunter solche Namen wie *Hawking* und *Hoffmeister* zu finden sind. Hervorgehoben seien die auf 120 farbigen Seiten aufgenommenen sieben enzyklopädischen Beiträge, wozu Themen wie «Astronomie und Raumfahrt» und «Big Bang» gehören. Der Amateurastronom findet Artikel über sämtliche Sternbilder und über wichtige Beobachtungsobjekte. Die über 20 000 Verweise zwischen den Artikeln erleichtern die Arbeit mit dem Werk.

Mit dieser Neuerscheinung liegt ein Standardwerk der Astronomie vor, welches allgemeinverständlich, unterstützt durch Abbildungen von hoher Qualität, jeden Leser mit kurzer Zugriffszeit über alle interessierenden Fragen der Weltraumforschung informiert. Deshalb wird mit großem Interesse auch das Erscheinen des zweiten Bandes erwartet.

Der Kauf dieses unentbehrlichen Nachschlagewerkes wird, trotz des hohen Preises, Astronomielehrern, Amateurastronomen und Sternfreunden wärmstens empfohlen.

Helmut Bernhard



Umschlagseiten

Titelbild – Beobachtungskuppel des britischen 4,2-m-William-Herschel-Teleskops im spanischen Observatorium auf der Kanarischen Insel La Palma.

Das Observatorium auf La Palma, «El Observatorio del Roque de los Muchachos», setzt einen hohen Grad internationaler Zusammenarbeit voraus. Als Entgelt für die Bereitstellung der Infrastruktur (Straßen, Unterkünfte, Strom- und Wasserversorgung) erhält Spanien 20 % der zur Verfügung stehenden Beobachtungszeit aller Fernrohre zu seiner Verfügung. Das größte gegenwärtig betriebene Fernrohr ist das britisch-niederländische 2,5-Meter-Newton-Teleskop, das früher in Herstmonceux stand. Es wurde völlig umgerüstet und mit einem hochwertigen neuen Primärspiegel versehen, bevor es nach La Palma umgesetzt wurde. Zur Zeit wird jedoch ein noch größeres Fernrohr gebaut, das britisch-niederländische 4,2-Meter-Herschel-Teleskop, das drittgrößte optische Einspiegelteleskop der Welt. Nur der 6-Meter-Spiegel in der UdSSR und der 5,1-Meter-Spiegel von Mount Palomar in den USA sind größer.

Seit den ersten Planungen für La Palma betreiben die Niederlande und Großbritannien sowohl das Newton- als auch das Herschelteleskop gemeinsam. Auf La Palma gibt es auch noch ein neues 1-Meter-Teleskop. In diesem Fall beteiligt sich außer Großbritannien und den Niederlanden auch noch Irland am Betrieb des Fernrohrs. Die internationale Konzentration von Gedankengut und technischen Hilfsquellen trägt wesentlich zum Erfolg der Pläne auf La Palma bei. Das Königliche Observatorium zu Greenwich hat unmittelbar Anteil an einem weiteren Fernrohr auf La Palma. In Zusammenarbeit mit der Universitätssternwarte Kopenhagen in Dänemark und dem San-Fernando-Observatorium in Spanien betreibt es den Automatischen Carlsberg-Meridiankreis. Dieses Instrument ist in der Lage, pro Nacht 700 Positionen von Sternen, die den Meridian passieren, genau zu vermessen.

Am Los-Muchachos-Observatorium auf La Palma sind auch zwei schwedische Fernrohre in Betrieb. Das eine hat eine Objektöffnung von 0,6 m und wird hauptsächlich für Astrophotometrie verwendet, das andere ist ein Sonnenfernrohr. Die vier skandinavischen Staaten Schweden, Dänemark, Norwegen und Finnland kooperieren bei der Konzeption und Konstruktion eines 2,5-Meter-Teleskops. Auf einer anderen Kanarischen Insel, Tenerife, befindet sich auch ein hervorragendes spanisches Observatorium. Die Astronomen aus der BRD betreiben dort drei Sonnenfernrohre.

Die Astronomen benutzen die Fernrohre auf La Palma, um unter anderem die Entwicklung des Universums selbst zu erforschen. Für den Wissenschaftler des zwanzigsten Jahrhunderts ist dies ein Laboratorium zum Studium von *Einsteins* Allgemeiner Relativitätstheorie sowie der Physik der Elementarteilchen. Technologie und Gedankengut der Physik haben sich im Laufe der Zeit gewaltig verändert. Aber das Mo-

tiv der Astronomen, den Himmel zu beobachten, ist genau wie vor Jahrhunderten die wissenschaftliche Neugier.

John Alexander, Greenwich

Übersetzer: *Dr. sc. Siegfried Michalk*

Foto: Royal Greenwich Observatory (6761).

2. Umschlagseite – Oben: Luftkissentisch mit Zubehörteilen. Unten: Anordnen einer Säule zylinderförmiger Keramikmagnete als Modell des Zentralgestirns auf der Placrylplatte über dem Luftkissentisch. Lesen Sie dazu den Beitrag «Der projizierbare Luftkissentisch und sein Einsatz im Astronomieunterricht» auf Seite 38 ff.
Foto: Archiv Hans-Joachim Wilke

3. Umschlagseite – Modellierung des Gravitationsfeldes mit einer Helmholtzspule mit Eisenkern (oben). Modellierung des Gravitationsfeldes mit einem zweilagig mit Kupferdraht umwickelten Eisenzylinder (unten). Lesen Sie dazu den Beitrag «Der projizierbare Luftkissentisch und sein Einsatz im Astronomieunterricht» auf Seite 38 ff.
Foto: Archiv Hans-Joachim Wilke

4. Umschlagseite – Der Große Cygnusbogen. Mit einem Feldstecher 10x50 bei günstigsten Beobachtungsbedingungen visuell gerade noch wahrnehmbar, ist der Überrest einer Supernovaexplosion, die sich vor etwa 25 000 Jahren ereignete. Die Gaswolke breitet sich mit einer Geschwindigkeit von 115 Kilometern in der Sekunde (scheinbar 0,06 Bogensekunden im Jahr) weiter aus und hat heute am Himmel einen scheinbaren Durchmesser von rund 3 Grad. Ihre Entfernung wird mit 2 500 Lichtjahren, der wahre Durchmesser mit 130 Lichtjahren angegeben. Links oben im Bild eine Satellitenspur. Schmidt-Kamera 200/240/356, Rotfilter hell (Nr. 901), ORWO NP 27, Entwicklungszeit 6 min in MH 28 (1+4). Aufgenommen am 14. 8. 1968 von 22^h00^{min} bis 24^h00^{min} MESZ in der Sternwarte Sohland (Oberlausitz).

Aufnahme: *Wolfram Fischer*

Bilderkklärung für Titelseite Heft 6/1989

Die Abbildung zeigt 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^h35^{min} bis 1^h35^{min} MESZ.

Foto: *Wolfram Fischer*

- 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**

Unterricht

Kersten, Eckhard

Gesellschaftlicher Aufbruch und Astronomieunterricht
Astronomie in der Schule, Berlin 27 (1990) 1, 2-5; 1 Lit.

Als Anregung zur Diskussion unter Astronomielehrern und pädagogischen Wissenschaftlern werden Positionen dargestellt, welchen spezifischen Beitrag der AU zur Bildung und Erziehung der Schüler in einer erneuerten Schule leisten kann.

Astrologie

Hamel, Jürgen

Astrologie – Kennzeichen einer neuen Modernität?
Astronomie in der Schule, Berlin 27 (1990) 1, 5-7; 2 Abb.,

Der Autor drückt seine Besorgnis über die zunehmenden Veröffentlichungen von Horoskopern und anderen astrologischen Texten in unseren Medien aus. Er weist auf die Gefährlichkeit dieser Entwicklung und unsere Verantwortung dafür hin.

Fachwissenschaft · Planetensystem

Reichstein, Manfred

Vulkane, Flüsse und Cañons auf Mars
Astronomie in der Schule, Berlin 27 (1990) 1, 8-10; 2 Abb.

Es werden die durch Vulkanismus und fließendes Wasser entstandenen Oberflächenformen auf dem Mars beschrieben; ebenso die möglichen Zusammenhänge zwischen frühen Marsvulkanismus und der Entstehung von Wasser.

Raumfahrt

Bork, Peter

Zur Diskussion in der UdSSR über die Entwicklung der Raumfahrt
Astronomie in der Schule, Berlin 27 (1990) 1, 10-16

Der Artikel enthält eine Vielzahl von Fakten, die helfen können, die Entwicklung der sowjetischen Raumfahrt um AU realistischer als bisher darzustellen.

Methodik AU

Lindner, Klaus

Die Motivation – auch Sache der Schüler
Astronomie in der Schule, Berlin 27 (1990) 1, 17-19

Anliegen des Beitrages ist es, durch stärkeres Einbeziehen der Vorkenntnisse der Schüler und entsprechende Beauftragungen von Schülergruppen die Motivation mehr und mehr vom Lehrer zu den Schülern zu verlagern und damit aktivitätsorientiertes Motivieren zu befördern.

Unterricht

Schukowski, Manfred

Fach Astronomie – ja oder nein?
Astronomie in der Schule, Berlin 27 (1990) 2, 26-29; 2 Lit.

Der Verfasser setzt sich mit Möglichkeiten der astronomischen Bildung in der Oberschule auseinander und gelangt zu dem Schluß, daß der Astronomieunterricht die besten Voraussetzungen besitzt, um den Schülern systematisch dauerhaftes Wissen zu vermitteln.

Fachwissenschaft · Kosmologie

Bleyer, Ulrich

Die 3-K-Hintergrundstrahlung
Astronomie in der Schule, Berlin 27 (1990) 2, 29-31.

Ausgehend von ihrer Entdeckungsgeschichte wird die 3-K-Hintergrundstrahlung ausführlich charakterisiert. Abschließend wird auf die großen Probleme für die kosmologischen Modelle hingewiesen, die sich durch die hochgradige Isotropie der Hintergrundstrahlung ergeben.

Raumfahrt

Bork, Peter

Diskussion in der UdSSR über die Entwicklung der bemannten Raumfahrt
Astronomie in der Schule, Berlin 27 (1990) 2, 31-34.

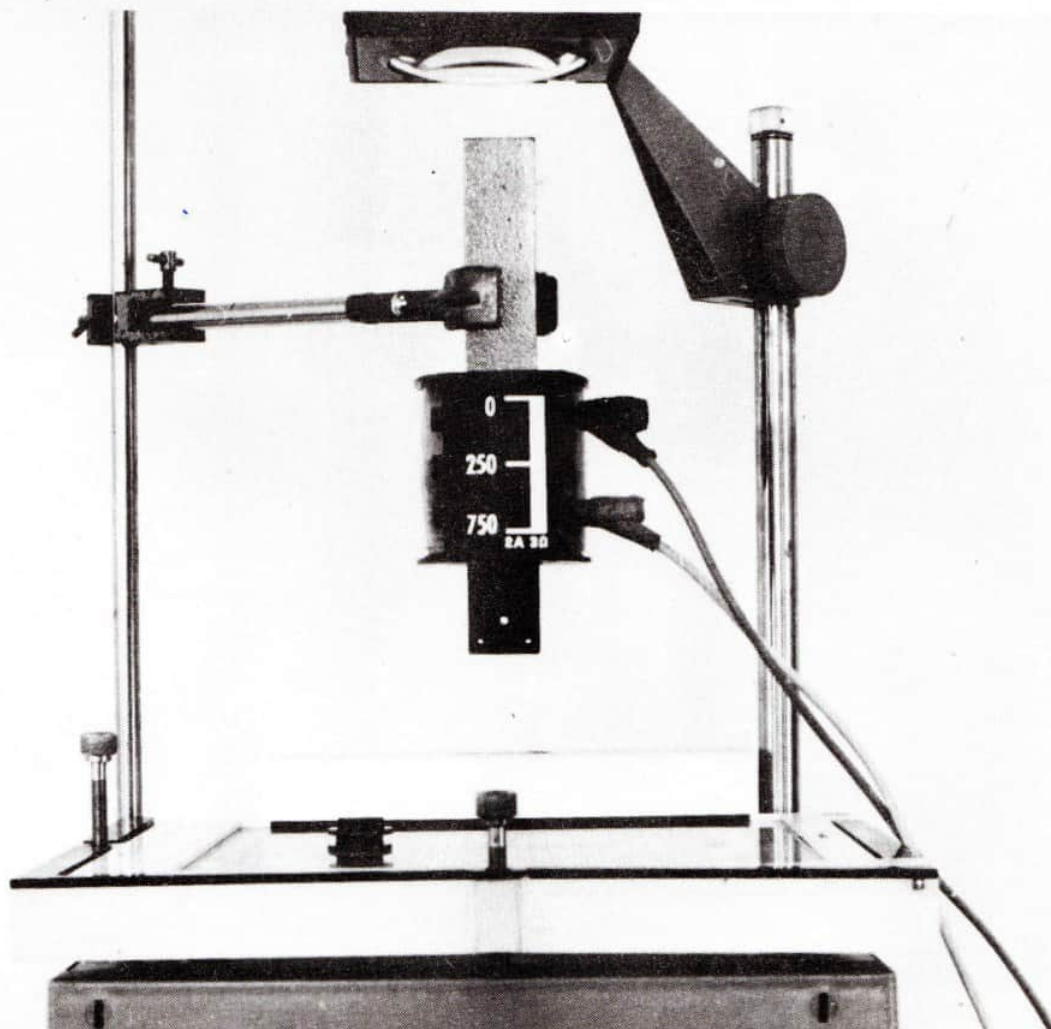
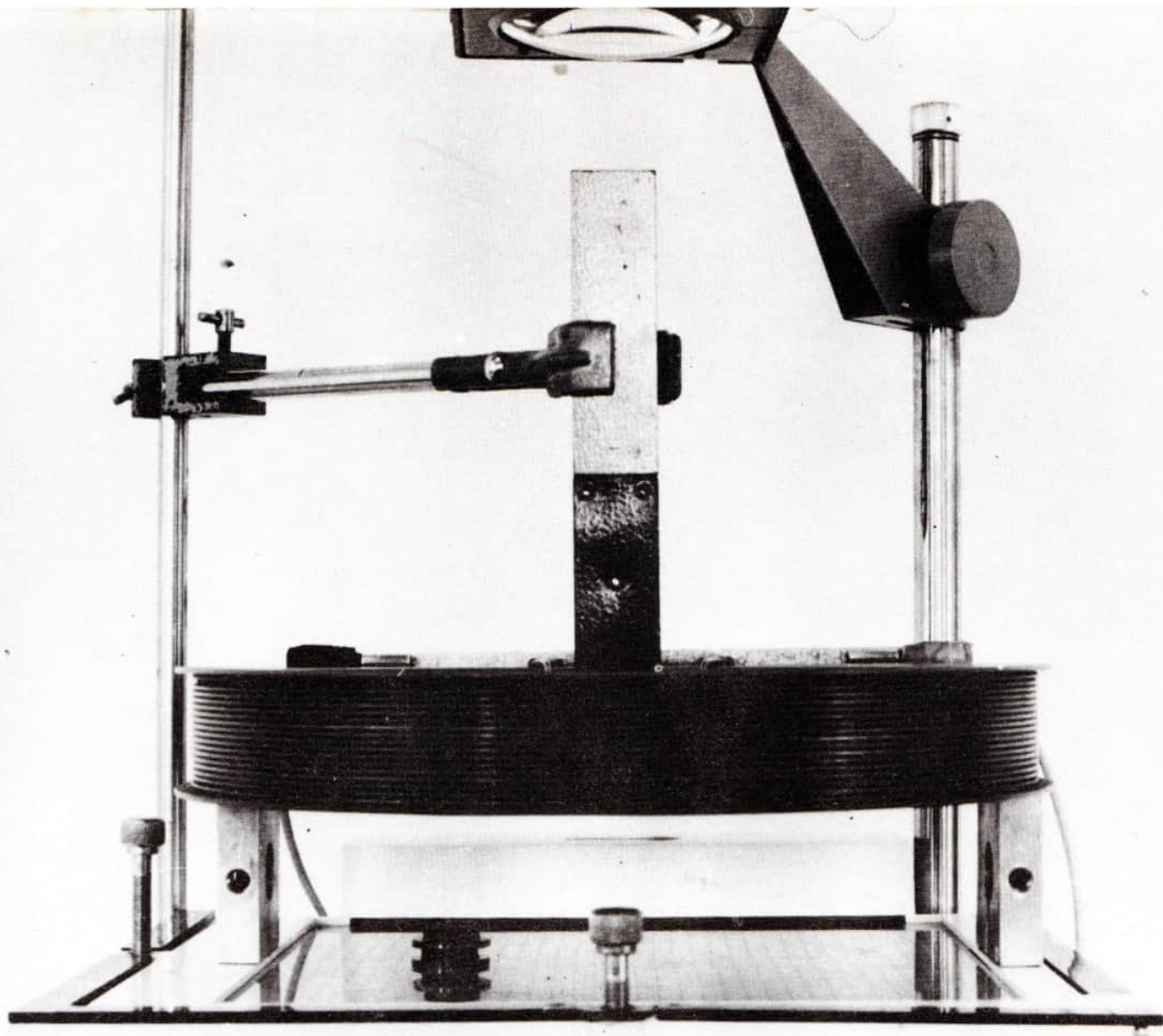
Im Vergleich zu den USA unterzieht der Autor die Entwicklung der sowjetischen Raumfahrt einer kritischen Betrachtung. Er nennt dabei auch die Höhe des Jahresbudgets der sowjetischen Raumfahrt und Kosten einzelner Raumfahrtprojekte.

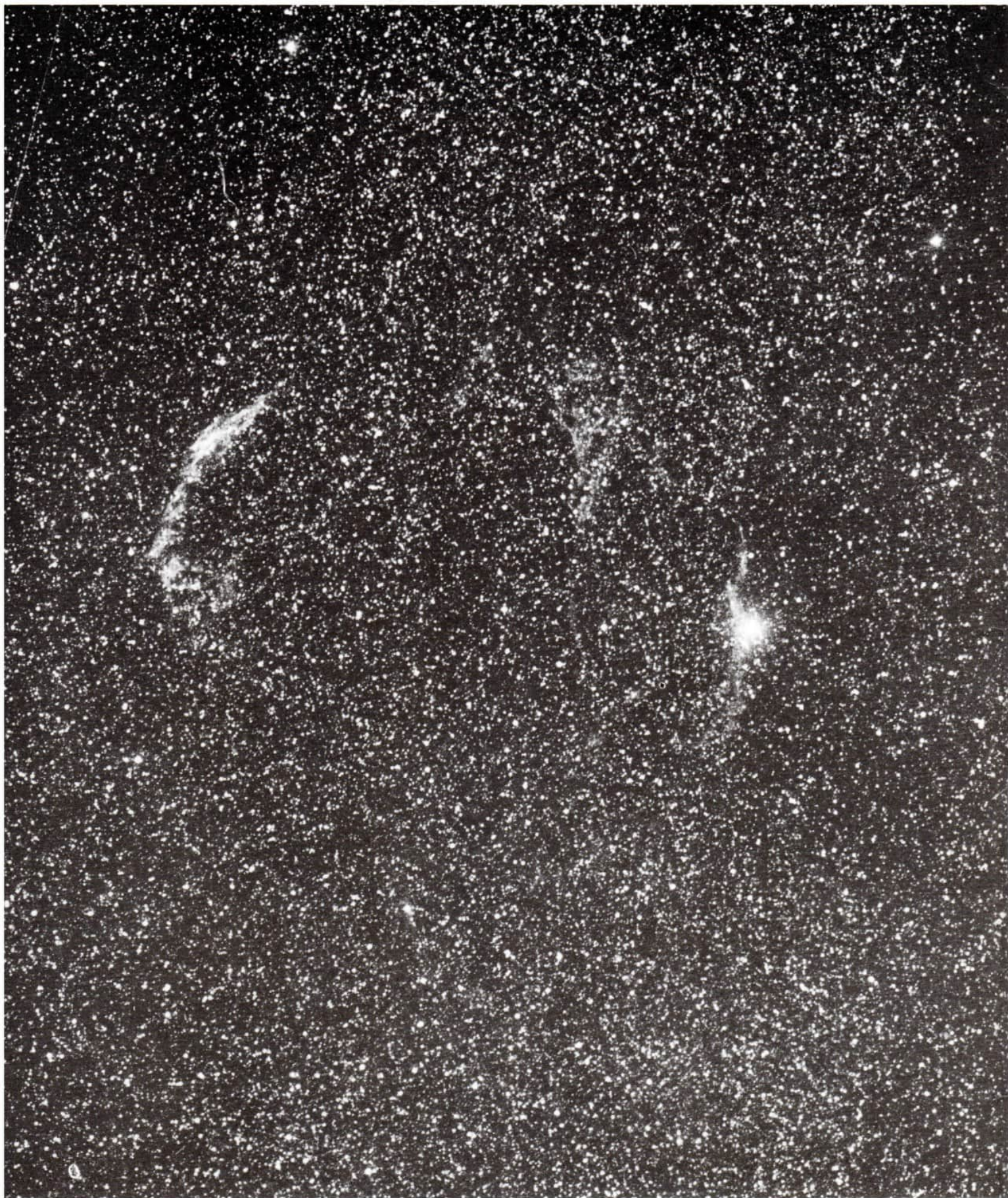
Methodik AU

Bienioschek, Horst/Frisch, Dieter

Reaktivierung im Astronomieunterricht
Astronomie in der Schule, Berlin 27 (1990) 2, 34-38; 4 Abb.

Anhand mehrerer Beispiele (Gravitation, Aufgaben und Forschungsmethoden, Mond) wird dargelegt, welche Vorkenntnisse der Schüler wann und wie reaktiviert werden können.





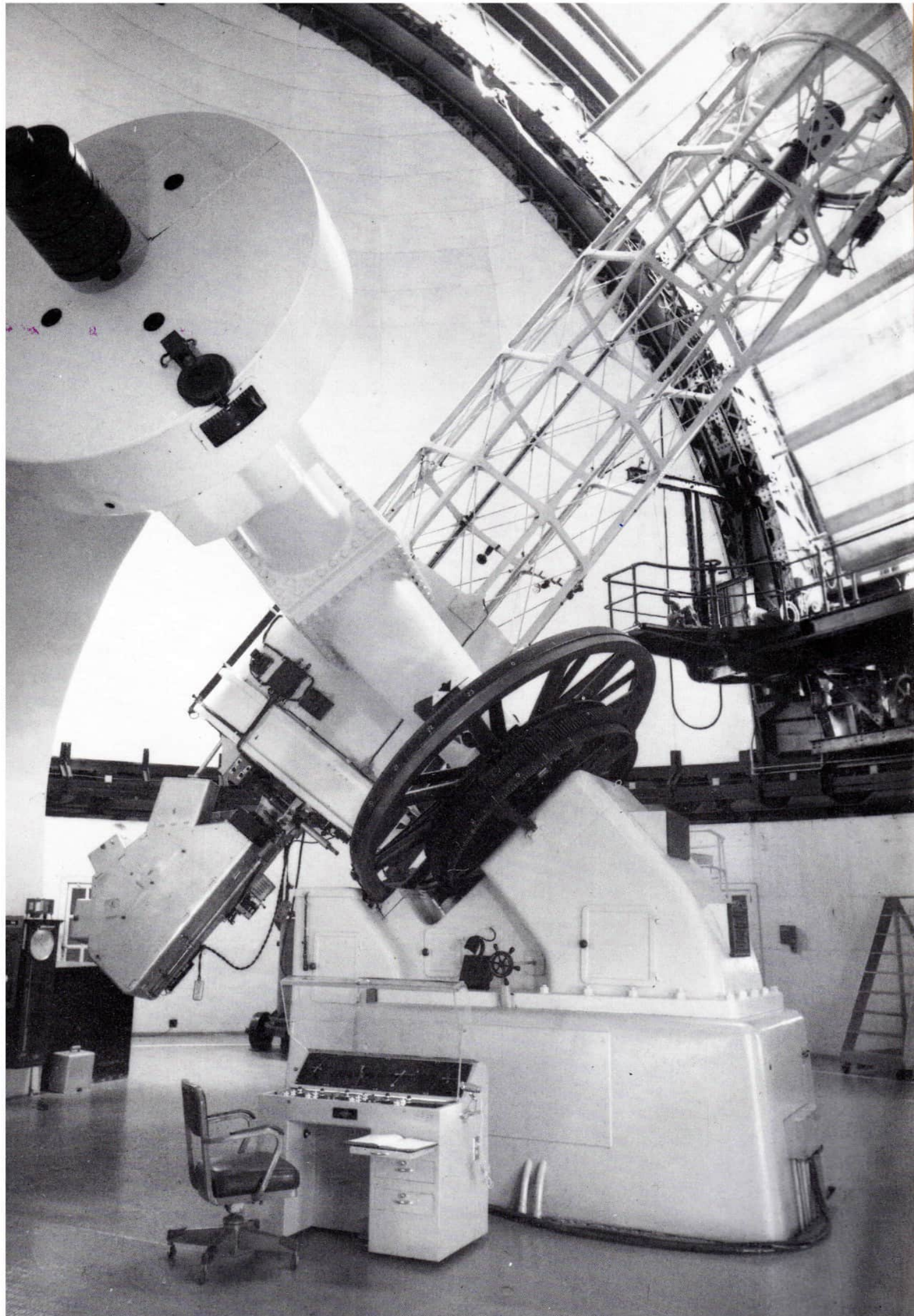
Volk und Wissen
Volkseigener Verlag
Berlin
ISSN 0004-6310
Preis 0,60 M
Jahrgang 1990

3

AS

Astronomie in der Schule





Inhalt

- Astronomie**
50 *H.-E. Fröhlich*: Die Galaxis
Unterricht
55 *E. P. Lewitan*: Humanistische Erziehung im Astronomieunterricht
59 *Diskussion*: Fach Astronomie – ja oder nein?
61 *K. Lindner*: Astronomische Daten für das Schuljahr 1990/91
63 *E.-M. Marx*: Jubiläen in Astronomie und Raumfahrt im Schuljahr 1990/91
64 *D. Rippert*: Computerprogramme für den Astronomieunterricht
66 *E. Nowatzki*: Tätigkeitsorientierte Arbeit im Wahlkurs «Raumfahrt»
Kurz berichtet
67 Wissenswertes
71 Zeitschriftenschau
71 Rezensionen
Abbildungen
72 Umschlagseiten
Karteikarte
K.-H. Bücke; *K. Lindner*: Astronomischer Kalender für das Schuljahr 1990/91
Redaktionsschluß: 23. 4. 1990

Из содержания

- 50 *Х.-Э. Фрöhlich*: Обзор галактики и Местной группы галактик
55 *Е. П. Левитан*: Гуманитарное воспитание при преподавании астрономии
59 *Дискуссия*: Астрономия как учебный предмет – да или нет?
61 *К. Линднер*: Астрономические данные для 1990/1991го учебного года
63 *Э.-М. Маркс*: Годовщины по астрономии и космонавтике в 1990/1991ом учебном году
64 *Д. Рипперт*: Счётные программы для преподавания астрономии

From the Contents

- 50 *H.-E. Fröhlich*: A Survey of the Galaxy and the Local Group of Galaxies
55 *E. P. Lewitan*: Humanistic Education in Astronomy Instruction
59 *Discussion*: Astronomy as a Subject of Instruction – Yes or no?
61 *K. Lindner*: Astronomical Dates for the 1990/1991st School Year
63 *E.-M. Marx*: Anniversaries in Astronomy and Space Flight within the 1990/1991st School Year
64 *D. Rippert*: Computer Software for Astronomy Instruction

En résumé

- 50 *H.-E. Fröhlich*: Aperçu de la galaxie
55 *E. P. Lewitan*: Education classique dans l'enseignement astronomique
59 *Diskussion*: L'astronomie à l'école – oui ou non?
61 *K. Lindner*: Dates astronomiques de l'année scolaire 1990/91
63 *E.-M. Marx*: Jubilés de l'astronomie et de l'aviation interplanétaire pendant l'année scolaire 1990/91
64 *D. Rippert*: L'ordinateur dans l'enseignement astronomique

Del contenido

- 50 *H.-E. Fröhlich*: Vista general de la galaxia y el sistema de galaxia local
55 *E. P. Lewitan*: Educación humanista en la enseñanza de astronomía
59 *Diskussion*: La asignatura de astronomía – sí o no?
61 *K. Lindner*: Fechas astronómicas del año escolar de 1990/91
63 *E.-M. Marx*: Aniversarios en la astronomía y las vueltas espaciales en el año escolar de 1990/91
64 *D. Rippert*: Programas de computadoras para la enseñanza de astronomía

AS

Heft 3

27. Jahrgang 1990

Herausgeber: Verlag Volk und Wissen
Volkseigener Verlag Berlin,
Krausenstraße 50, Postfach 1213,
Berlin, DDR-1086, Telefon 2 03 43 0,
Postscheckkonto: Berlin 7199-57-1326 26

Anschrift der Redaktion:

Friedrich-List-Straße 8, Postfach 440,
Bautzen (Sachsen), 8600, Telefon 4 25 85

Redaktionskollegium:

Oberstudienrat
Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur),
Studienrat Dr. paed. Klaus Lindner (stellv.
Chefredakteur), Dr. sc. nat. Ulrich Bleyer,
Dr. rer. nat. Hans-Erich Fröhlich, Dr. sc. phil.
Fritz Gehlhar, Prof. Dr. sc. phil. Nina Hager,
Prof. Dr. sc. nat. Dieter B. Herrmann, Dr. paed.
Eckhard Kersten, Oberlehrer Volker Kluge,
Studienrat 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)

**Registriernummer 1488 beim Presse- und
Informationsdienst der Regierung der
Deutschen Demokratischen Republik**

Gesamtherstellung: Nowa Doba, Druckerei
der Domowina, Bautzen
AN (EDV 427)
III-4-9-H.517-90-5,4

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

Die Galaxis

Hans-Erich Fröhlich

Vorbemerkung der Redaktion

Der Unterricht vermittelt den Schülern einen Überblick über die Struktur der Galaxis, welcher auch unser Sonnensystem angehört. Infolge der Entwicklung ständig verbesserter Arbeitsmethoden und -mittel konnten in den letzten Jahrzehnten neue Informationsmöglichkeiten für die Erkundung des Milchstraßensystems erschlossen werden. «Astronomie in der Schule» will in einigen Beiträgen Einblick in den gegenwärtigen Erkenntnisstand bei der Erforschung der Galaxis geben.

Galaktische «Verschmutzung»

Das Milchstraßensystem ist unsere galaktische Heimat im Kosmos. Die Einsicht in seine wahre Natur ist alt. Bereits *Demokrit* (470–380 v. Chr.), der Schöpfer der Atomlehre, meinte ganz richtig, es handle sich bei der Milchstraße um das Leuchten vieler weit entfernter Sterne. Die «offizielle» Mythologie sah dies anders, amüsanter: Danach wäre das Herakles-Knäblein an allem schuld. Zeus habe, so der Götterkatsch, seinen illegitimen Sproß einfach nächtens seiner schlummernden Gemahlin an die Brust gelegt. Der Kleine hatte wohl einen gar zu kräftigen Zug. Hera jedenfalls, unsanft geweckt, muß den Balg, was verständlich, erobert von sich gestoßen haben. Dabei nun seien einige Tropfen göttlicher Milch an den Himmel gespritzt.

Die wissenschaftliche Erforschung der Milchstraße begann mit *Galilei* (1564–1642). Ein Blick durch sein «Guckrohr» bestätigte sofort des *Demokrit* Vermutung. Es sollten allerdings noch fast 3 1/2 Jahrhunderte ins Land gehen, bevor erste globale Ansichten unserer heimatlichen Welteninsel erhältlich wurden. Grund für diese «Verzögerung»: der interstellare Staub. Seinetwegen ist es unmöglich, die Galaxis mit optischen Mitteln von innen heraus zu erkunden. Daß es zwischen den Sternen Wolken geballten Staubes gibt, ist nichts Neues. Die scheinbaren «Sternleeren» im schimmernden Band der Milchstraße sind unübersehbar. Erst um 1930 wurde man auch der generellen «Verschmutzung» außerhalb lokalisierbarer Dunkelwolken gewahr. Bei uns ist mit durchschnittlich 0.8 mag/kpc visueller Extinktion zu rechnen! Der Staub ist ernstzunehmen. Letztlich mußte die optische Erkundung des galaktischen Systems daran scheitern, daß die Sichtweite in der Ebene auf ca. 2 kpc (6 000 ly) beschränkt ist. Licht vom galaktischen Zentrum beispielsweise wird um mehr als 30 mag (!) geschwächt. Von einer Billion Photonen gelingt es einem, den Staubvorhang vor dem Herzen der Galaxis zu durchdringen! Die Lage

wäre hoffnungslos, hinge die Extinktion nicht von der Wellenlänge ab: je längerwellig, desto weniger gravierend. Schon im Infraroten und erst recht im Radiofrequenzbereich ist das Milchstraßensystem de facto durchsichtig. Unsere Kenntnisse über die globale Architektur des Systems stammen aus diesen Quellen. Die langen Wellen werden aber erst seit kurzem technisch beherrscht. Die 21-cm-Linie des atomaren galaktischen Wasserstoffs ist 1951 entdeckt worden, als die Dezimeterwellentechnik – eine Kriegsentwicklung – auch zivil verfügbar wurde.

Das heißt nun nicht, die Licht-Astronomie habe uns rein gar nichts über die Galaxis lehren können. Zum einen ist die Sonnenumgebung mit der zugehörigen Spiralstruktur optisch durchaus zugänglich, zum anderen lassen sich aus der Anordnung von Kugelsternhaufen, sofern diese nicht gerade im «Dreck» stecken, sehr wohl Rückschlüsse auf die Größe des Systems ziehen, auf die Lage des galaktischen Zentrums beispielsweise (*Shapley* 1918). Und ist es nicht bemerkenswert, wenn sich im kinematischen Verhalten naher Sterne (Eigenbewegungen und Radialgeschwindigkeiten) die Richtung zum galaktischen Zentrum zu erkennen gibt, zu jenen Gefilden, in die einen Blick zu werfen uns mit den Augen verwehrt ist?

Und noch etwas ist wichtig. Die Milchstraßenforscher profitieren selbstverständlich von Erkenntnissen über benachbarte Spiralnebel, beispielsweise den Andromedanebel. So grundsätzlich anders als die Galaxis wird er – so unser Gefühl – nicht sein.

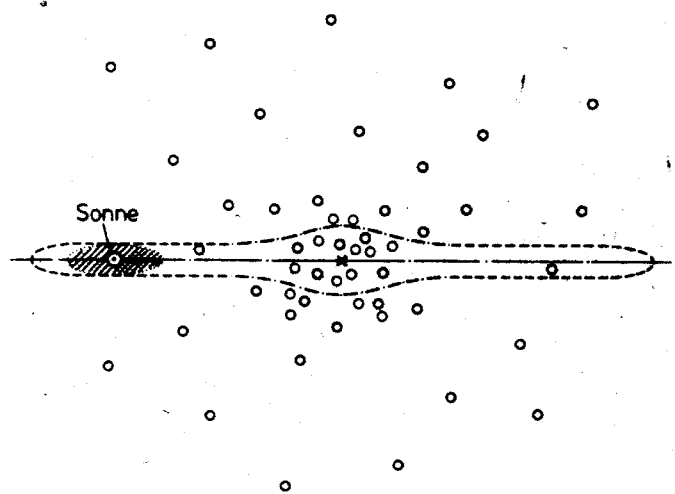


Bild 1: Schematischer Anblick des Milchstraßensystems von der Kante. Der von der Sonne aus einsehbare Bereich ist gestrichelt. Kugelsternhaufen (o) umgeben die galaktische Scheibe.

Ein Überblick

Zunächst sei das heutige Bild des Systems Milchstraße in Umrissen skizziert (s. Seite 50, Bild 1).

Wir haben es mit einer gigantischen Sternenscheibe zu tun – bestehend aus vielleicht 100 Milliarden Sonnen. Der Durchmesser des Ganzen: rund 50 kpc (entspreche einer Flugzeit von 50 Md. Jahren für Voyager!). Die Scheibendicke ist gering – nur wenige Prozent ihres Durchmessers. Wir selbst sind Provinzler. Was sich in Zentrumsnähe abspielt, ficht uns nicht an. 8 bis 10 kpc trennen uns von der galaktischen Zentrale.

Die Scheibe rotiert – am Ort der Sonne mit etwa 220 km/s. Die Fliehkraft hält der zum Zentrum gerichteten Anziehungskraft die Waage. Für einen Umlauf («galaktisches Jahr») benötigt die Sonne 250 Mio Jahre. Als wir das letzte Mal «hier» waren, schrieb man das Karbon! Ähnlich wie im Planetensystem ist die Rotation differentiell, die Scheibe also nicht «starr». Sterne, die dem Zentrum näher sind, haben eine höhere Winkelgeschwindigkeit, sie ziehen an uns vorüber, zentrumsfernere bleiben zurück.

Im übrigen unterscheidet sich die differentielle Rotation der galaktischen Scheibe sehr wohl von derjenigen im Planetensystem. In diesem dominiert eine Zentralmasse, die Sonne, in jener fehlt eine vergleichbar gewichtige Massenansammlung. Die Folge davon: Die Bahn«ellipse» eines Sterns ist nicht raumfest, die große Achse rotiert (Periheldrehung!). Es sind in erster Näherung Rosettenbahnen, die die Sterne durchlaufen.

Nicht jede Galaxie folgt – und das sei hier eingefügt – im Bewegungsverhalten ihrer Sterne dem Beispiel des Milchstraßensystems, nur die Scheiben- (Spiral-) Galaxien. Elliptische Sternsysteme, wie die winzigen Begleiter des Andromedanebels, rotieren kaum – selbst wenn sie stark abgeplattet sind! Dafür verfügen die Sterne über hinreichend große Pekuliargeschwindigkeiten (im Gegensatz zu den Sternen einer Galaxienscheibe), um den Gravitationskollaps des Systems zu verhindern. Diese Systeme sind «druckunterstützt». Denken Sie an die Sonne, die ja auch nicht in sich zusammenbräche, hörte sie zu rotieren auf. Der einzige, aber gravierende Unterschied: Die einzelnen Gasteilchen fliegen zwar mit hohen Geschwindigkeiten in x-beliebige Richtungen, ändern aber ständig durch Stöße mit anderen Gasparkeln im Sonnenkörper ihre Flugrichtung. Sternsysteme sind hingegen weitgehend «stoßfrei». Sterne kollidieren nicht.

Zur Scheibe gesellt sich eine zentrale «Verdickung» (Zentralkörper oder «Bauch»), bestehend

aus alten, metallreichen Sternen, sowie ein galaktischer Halo. Letzterem gehören die Kugelsternhaufen an, kleinere Sternansammlungen (s. Bild 4. Umschlagseite). Der Halo als ganzes rotiert – wenn überhaupt – wesentlich langsamer als die Scheibe.

Die gravitative Anziehung durch Sterne, Gas und Staub reicht nun bei weitem nicht aus, die hohe Umlaufgeschwindigkeit an der galaktischen Peripherie zu erklären. Die Fliehkräfte müßten eigentlich das System sprengen. Nun, da dies wenig plausibel ist, muß es so etwas wie eine «dunkle» Korona geben, in die das gesamte Milchstraßensystem eingebettet ist. Was an Stoff zu sehen ist, kann mitnichten alles sein. Der Stoff, aus dem diese Korona geschneidert ist, verrät sich allein durch die Schwerewirkung. Die Substanz ist bis dato ein Naturgeheimnis. Aussagen über die Gesamtmasse der Galaxis ist mit Vorsicht zu begegnen. Während früher 150 Md. Sonnenmassen veranschlagt wurden, legt das Rotationsverhalten jetzt einen zehnmal (!) höheren Wert nahe. Die Galaxis bestünde demnach fast ausschließlich aus jenem obskuren «Zeug». Sterne, Gas und Staub, sie sind nur Zugabe!

Das Alter der Galaxis dürfte dem der Kugelsternhaufen entsprechen – rund 10 Md. Jahre.

Dieses Bild soll jetzt verfeinert werden. Dazu sei zunächst darauf eingegangen, was optische Beobachtungen über die Sonnennachbarschaft lehren. Bemerkungen zum Bewegungsverhalten benachbarter Sterne schließen sich an. Kinematische und chemische Unterschiede legen die Zugehörigkeit der Sterne zu verschiedenen Sternfamilien (Populationen) nahe. Die Radioastronomie erschließt uns erstmals das ganze Sternsystem, incl. des galaktischen Zentrums, des Herzens der Galaxis. Ganz zum Schluß sei noch auf einige spezielle Fragen eingegangen: die Bestimmung des Zentrumsabstandes, die Natur der «dunklen» Korona, das Entstehen einer Spiralstruktur und Vorstellungen über die Herkunft der Galaxis.

Das «lokale» Sternsystem

Gemeint ist der optisch überschaubare Teil der galaktischen Scheibe, diejenigen Haloobjekte eingeschlossen, die gerade in unserer Nähe sind. Ein Problem ist die schier unermeßliche Anzahl von Sternen. Seit den Tagen *W. Herschels* (1738–1822), des Vaters der Stellarstatistik, beschränkt man sich deshalb auf Stichproben in sog. Eichfeldern. Natürlich wäre es vermessen, von jedem Stern in einem solchen Feld die Entfernung wissen zu wollen. Das wird auch nicht verlangt. Uns geht es ja nur um den Stern-

dichteverlauf in der galaktischen Scheibe und darum, wie die Sternmischung beschaffen ist.

Zu diesem Zwecke wird einfach die Anzahl der pro Größenklassenintervall sichtbaren Sterne gezählt. Alle Sterne nun über einen Kamm zu scheren, hieße allerdings Wissen verschenken. Eine gewisse Selektion nach Farbe, nach Spektraltyp etc. ist einfach angebracht. Die scheinbare Helligkeit allein sagt ja herzlich wenig über die Sternentfernung aus. Stern ist nicht gleich Stern. Man vergegenwärtige sich: Ein junger massereicher Stern verschleudert in einer Sekunde die Tagesproduktion der Sonne an Energie! Und dabei ist die Sonne noch überdurchschnittlich hell.

Daß die Leuchtkraftfunktion außerordentlich breit ist, muß bereits Herschel geahnt haben, gilt er doch als Entdecker der physischen Doppelsterne. Obwohl bei einem solchen System beide Komponenten gleichweit von uns entfernt sind, sind sie meist unterschiedlich hell.

Daß *Herschels* stellarstatistischen Arbeiten, die unterstellten, alle Sterne wären (absolut) gleich hell, zu einem falschen Milchstraßenbild führen mußten, lag allerdings nicht daran, vielmehr an der Nichtberücksichtigung der Staubextinktion. *Herschels* Welteninsel räumt dem Menschen wiederum einen zentralen Platz ein. Das ist nicht verwunderlich. Jeder, der schon einmal im Nebel umhergeirrt ist, unterliegt der gleichen Täuschung.

Je strenger die Sterne nach bestimmten Kriterien ausgesucht werden, desto schärfer schälen sich i. allg. die Konturen der Dichteverteilung dieser Sterne heraus (Bild 2). So z. B. könnte man sich auf Hauptreihensterne mit Spektraltypen zwischen B8 und A0 beschränken. Sie hätten alle nahezu die gleiche absolute Helligkeit. (Heißere Sterne als B8 sind

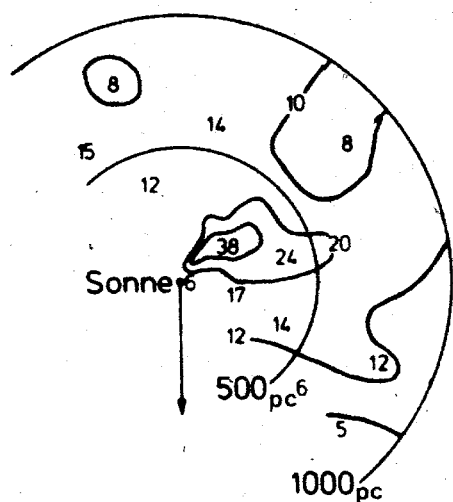


Bild 2: Die Dichteverteilung von Sternen der Spektraltypen B8 bis A0 in der galaktischen Ebene bis zu einem Abstand von 1.000 pc. Die Zahlen geben die Sterndichte in Einheiten von 10^{-5} Sternen pc^{-3} . Die Richtung zum galaktischen Zentrum ist durch einen Pfeil gekennzeichnet.

zu selten, als daß sie für statistischen Erhebungen in Frage kämen.) Nach erfolgter Extinktionskorrektur – diese ergibt sich aus der staubbedingten Verrötung des Sternenlichts – wäre ihre scheinbare Helligkeit ein Maß für ihre Entfernung.

Stellarstatistik – mathematisch eine «nicht-korrekte» Aufgabe

Formal mathematisch führt die Aufgabe, die Sterndichteverteilung in der Sonnenumgebung aus Zählungen zu ermitteln, auf ein inverses Problem, die Lösung einer Integralgleichung, wobei die gesuchte Funktion unter dem Integral steht. Um den Verlauf der Sterndichte längs des Sehstrahls zu bekommen, sind die Beobachtungsdaten – das Anwachsen der Sternanzahlen mit zunehmender scheinbarer Größe – (mathematisch gesprochen) zu «entfalten». Allein wegen der erwähnten enormen Breite der Leuchtkraftfunktion, die ebenfalls im Integral steht, ist dies numerisch höchst problematisch (von der staubbedingten Lichtschwächung ganz zu schweigen). So errechnete Sterndichteverteilungen sind daher wenig vertrauenswürdig. Anschaulich ist dies klar: Selbst ein ausgeprägter Sternklumpen in einer homogenen Sternverteilung, er ginge in der Projektion einfach unter, ihn aus irgendwelchen Zählungen rekonstruieren zu wollen, ist nahezu unmöglich. Die stellarstatistischen Mammutunternehmungen der Jahrhundertwende, verknüpft mit solch klingvollen Namen wie *H. v. Seeliger* (1849–1924) und *K. Schwarzschild* (1873–1916), sind – man muß es wohl so sagen – an diesem rein mathematischen Problem gescheitert. Das Ziel war nicht zu erreichen, einige «Abfallprodukte» dieser Untersuchungen sollten allerdings noch von sich reden machen.

Ein vielversprechender Ansatz

In neuerer Zeit wird versucht, die numerisch instabile «Entfaltung» der Integralgleichung der Stellarstatistik dadurch zu umgehen, daß man sich ein möglichst simples Modell des Sterndichteverlaufs, spezifiziert durch wenige Parameter, vorgibt und die Parameter solange variiert, bis das Modell – abgesehen von statistischen Schwankungen – die Zählungen zufriedenstellend wiedergibt. Dahinter steht die keineswegs unbegründete Hoffnung, wir wüßten, wie ein Spiral«nebel» im groben aussieht. Egal wie man dazu stehen mag, die Ergebnisse sind überzeugend. Es spricht z. B. nichts dagegen, daß die Sterndichte senkrecht zur galaktischen Ebene ähnlich exponentiell abfällt, wie das in anderen Spiralgalaxien der Fall ist. «Feinheiten», wie z. B. Sternwolken,

gehen bei einem derartigen Vorgehen natürlich unter. Was an Aussagen übrigbleibt, die Werte für die Parameter, ist aber dafür hieb- und stichfest.

Die Sonnenumgebung in Zahlen

Kommen wir zu einigen Ergebnissen: Die Stern-dichte in unmittelbarer Sonnenumgebung (≤ 20 pc) beläuft sich auf 0.10 bis 0.15 Sterne/pc³. «Breitgeschmiert» wären das zwei Wasserstoffatome/cm³!

Die Leuchtkräfte variieren – und das ist ja das Problem – außerordentlich (Bild 3). Am häufigsten sind Sterne mit einer absoluten Helligkeit von $M_V \cong +14^m$. Die sind 5000mal lichtschwächer als unser Zentralgestirn! Der schwächste Stern, BD + 4°40448B, bringt es sogar nur auf eine absolute visuelle Helligkeit von 18.57ster Größe. Nur der Nähe verdankt er seine Berühmtheit.

Was lehrt die Statistik weiter? $\frac{3}{4}$ aller Sterne sind späte Hauptreihensterne der Spektraltypen K und M, also rote Zwerge. Nur jeder 100ste Stern ist ein Riese! Dafür ist jeder 10te bereits «ausgebrannt», ein Weißer Zwerg. 4 % aller nahen Sterne sind überhaupt nur «vorübergehend» hier. Sie zählen zum galaktischen Halo. Wegen ihres niedrigen Gehalts an schweren Elementen «Metallgehalt» in der Atmo-

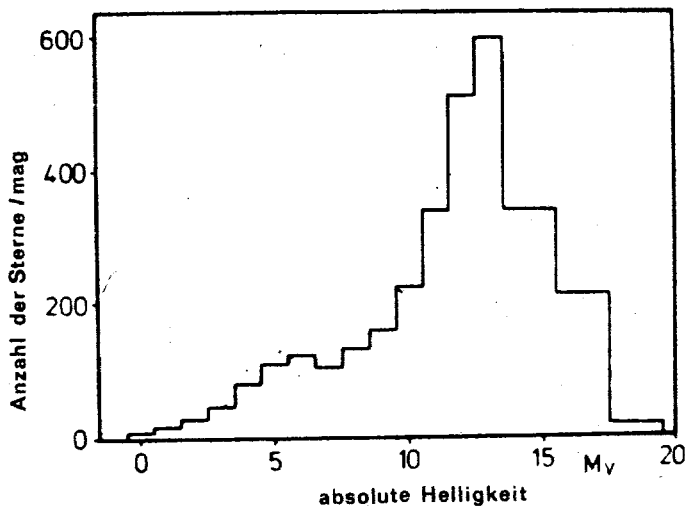


Bild 3: Die Leuchtkraftfunktion sonnennaher Sterne (< 20 pc). Aufgetragen über der absoluten Helligkeit ist die Anzahl der Sterne pro Größenklasse. Am schwachen Ende ist die Leuchtkraftfunktion sicherlich noch unvollständig.

sphäre befinden sie sich im HRD links von der Hauptreihe und damit unterhalb. Daher die Bezeichnung Unterzwerge. **Was auch noch interessieren dürfte:** 60 % aller Sterne gehören Doppel- oder Mehrfachsystemen an. Einzelsterne bilden eine Minderheit.

Übrigens hält sich die Sonne nicht genau in der galaktischen Ebene auf, vielmehr ein Dutzend Parsek

nördlich davon. Wichtig ist weiterhin, daß die Konzentration der Sterne zur galaktischen Ebene typabhängig ist: Die Schichtdicke der jungen OB-Sterne beträgt nur 200 pc, die der alten GK-Riesen aber 1.2 kpc! Sterne werden offenbar in unmittelbarer Nähe der galaktischen Ebene aus Gas und Staub geboren, entfernen sich aber (statistisch gesehen) mit zunehmendem Alter allmählich von ihrem Geburtsort. Was veranlaßt sie dazu, wodurch erhöht sich ihre Geschwindigkeitskomponente in z-Richtung (senkrecht zur Ebene)? Im Kapitel Kinematik wird darüber Auskunft erteilt.

In Richtung auf den Schützen (galaktisches Zentrum) nimmt die Stern-dichte exponentiell zu – aller vier Kiloparsek etwa um den Faktor 10.

Zwischen Sternzählungen und den bestangepaßten Modellen verbleibt ein statistisch signifikanter Rest. Sternwolken scheint es wirklich zu geben! Inwiefern sie in ihrer Anordnung einer Spiralstruktur folgen, was vermutet wird, ist allerdings offen.

Die lokale Spiralstruktur

Apropos «Spiralstruktur». Es hat zwar nichts mit Stellarstatistik zu tun, da aber das Stichwort gefallen ist, sei die Frage erlaubt, inwiefern optische Beobachtungen zumindest Stücke von Spiralarmen in der Nachbarschaft der Sonne erkennen lassen. Dazu muß man wissen, daß Spiralarme sich keineswegs durch besonders hohe Stern-dichte auszeichnen. Die dunkel erscheinenden Zwischenarmgebiete, die auf Bildern von Spiralnebeln auszumachen sind, sie sind überhaupt nicht «leer», sie enthalten aber bloß normale, also leuchtschwache Sterne. Die hell sich abzeichnenden Arme werden durch wenige, aber dafür ausgesprochen verschwenderisch strahlende Sterne und Emissionsnebel «markiert». Diese Gebilde sind ausgesprochen jung. Nach ihnen ist, sucht man galaktische Spiralarme, Ausschau zu halten. Diese jugendlichen Objekte (OB-Sterne, extrem junge Sternhaufen, Delta-Cephei-Veränderliche, Emissionsnebel = HII-Gebiete, ...) sind allerdings zu selten, als daß sich mit ihnen Statistik betreiben ließe. Nichtsdestotrotz, die zusammenhängenden Strukturen, die sie bilden, sind reell. Bild 4 zeigt die Lage der jüngsten Mitglieder der Scheibe in der galaktischen Ebene. Danach sind drei Spiralarmsegmente sichtbar. Wir selbst halten uns an der Innenkante des sog. Orionarms auf. Zwischen uns und dem galaktischen Zentrum erstreckt sich der Sagittariusarm, außerhalb des Sonnenkreises der Perseusarm. Auf die eigentlichen Spiralarmindikatoren, molekulares und neutrales Wasserstoffgas, kommen wir noch zu sprechen, im Kapitel «Radio»milch-

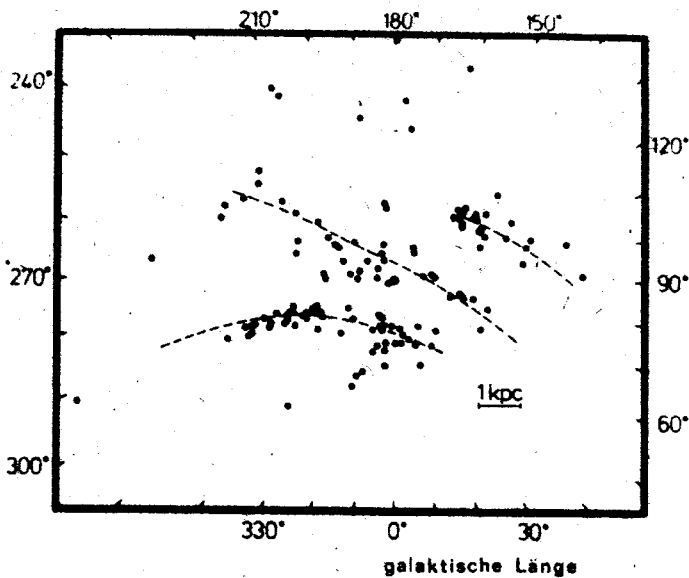


Bild 4: Die «lokale» Spiralstruktur. Eingezeichnet sind die Orte junger Sternhaufen in der galaktischen Scheibe. Wir (☉) befinden uns an der Innenkante des sogenannten Orionarms.

straße. Dort wird uns allerdings eine bittere Pille verabreicht werden: Die sichtbaren Armbruchstücke passen nämlich nur schlecht zum Radiobild, das wir uns von der Galaxis machen.

Aus dem Gas sind die optisch sichtbaren Spiralarmindikatoren erst kürzlich hervorgegangen. Bereits in wenigen Dutzend Millionen Jahre werden diese dann schon etwas «ergrauten» Sterne und Sternhaufen in ihren Positionen keinerlei Spiralstruktur mehr erkennen lassen. Der Grund: Durch die Individualbewegungen wird das Muster binnen kurzen bis zur Unkenntlichkeit «verschmiert».

Der Halo

Da sich die meisten Halomitglieder (Kugelsternhaufen sowie Feldsterne vom Typ RR Lyrae und Unterzwerge) weit außerhalb der lichtschluckenden «Dreckschicht» aufhalten, werden sie i. allg. durch galaktischen Staub wenig behelligt.

Mitglieder der Halopopulationen sind nicht nur die «Greise» im Sternsystem – ihr Alter: mindestens 10 Md. Jahre –, sie unterscheiden sich auch sonst von den eigentlichen Scheibenbewohnern: chemisch (sie sind ausgesprochen «metallarm»), kinematisch (sie nehmen nicht an der Rotation der Scheibe teil) und durch ihre Konzentration zum galaktischen Zentrum. Der Halo ähnelt im Aufbau wie auch in der Kinematik einer elliptischen Galaxie!

Die Zunahme der Dichte zum Massezentrum der Galaxis illustriert jede Sternkarte. Man schaue sie sich nur einmal genau an: Kugelsternhaufen häufen sich im Sternbild Schütze! Genau dies hat *Shapley* (1885–1972) kurz nach dem ersten Weltkrieg veranlaßt, dort das Zentrum des Milchstraßensystems zu vermuten.

Die auf die galaktische Ebene projizierte Verteilung galaktischer Kugelsternhaufen zeigt Bild 5. Die Dichtezunahme zum galaktischen Zentrum ist unübersehbar.

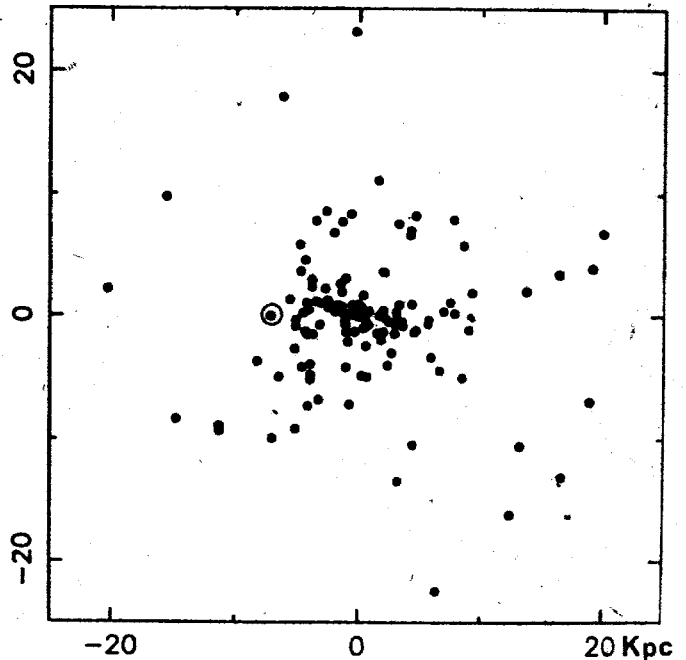


Bild 5: Verteilung galaktischer Kugelsternhaufen, projiziert auf die galaktische Ebene. Das Zentrum des Systems der galaktischen Kugelsternhaufen ist nicht ganz 10 kpc von uns (☉) entfernt.

Der Halo als Ganzes rotiert höchstens langsam (dafür verfügen seine Mitglieder über entsprechend hohe Individualgeschwindigkeiten). Unterzwerge, wenn sie auf ihrem Weg die Scheibe kreuzen, haben daher meist eine hohe Relativgeschwindigkeit gegenüber der Scheibe. Daran sind sie, abgesehen von ihrem niedrigen Metallgehalt (Lage im HRD), erkenntlich. Sie heißen «Schnellläufer», was Unfug ist – sie bleiben ja zurück. Die Scheibe dreht sich mit über 200 km/s unter dem Halo hindurch.

Anschrift des Verfassers: Dr. *Hans-Erich Fröhlich*, Zentralinstitut für Astrophysik, Rosa-Luxemburg-Str. 17a, Babelsberg, 1591.

Humanistische Erziehung im Astronomieunterricht

E. P. Lewitan

Vorbemerkung der Redaktion

Der folgende Beitrag, der in der Zeit der Umgestaltung des Schulwesens in der UdSSR geschrieben wurde, ging der Redaktion bereits im Jahre 1983 zu. Aufgrund der damaligen schulpolitischen Orientierung zur Erziehung mußte das Redaktionskollegium von der Veröffentlichung Abstand nehmen. Im Rahmen der Erneuerung des Bildungswesens in unserem Lande sind viele Gedankengänge Lewitans auch für uns brennend und aktuell.

Die Redaktion entschuldigt sich beim Verfasser für das späte Erscheinen des Manuskriptes.

Der Grundgedanke dieses Aufsatzes besteht darin, nicht die physikalisch-mathematische Komponente des Astronomieunterrichts wesentlich zu verstärken, was man in den letzten Jahren vor allem anstrebte, sondern seine humanistische Komponente darzustellen, d. h., den Astronomieunterricht auf die Probleme des Menschen in seiner Umwelt auszurichten. Eine solche Umstellung ist gegenwärtig für viele Wissenschaften charakteristisch. In dieser Tendenz läßt sich ein Wesenszug des sich gegenwärtig vollziehenden Integrationsprozesses der Natur- und Geisteswissenschaften erkennen. Wie bereits *Karl Marx* voraussagt, führt dieser Prozeß dazu, daß in Zukunft jede Wissenschaft zur Wissenschaft vom Menschen wird.

Wir stehen an der Schwelle des Jahres 2000. Nicht nur Phantasten versuchen, vorauszusagen, was das 21. Jahrhundert den Menschen wohl bringen mag, wie globale Probleme gelöst werden können und müssen, wie sich Wissenschaft und Technik, Kunst und Bildung entwickeln mögen. Wissenschaftler nehmen an, daß globale Probleme im Zuge der sozialen Umgestaltung der Gesellschaft bewältigt werden, deren Ziel die Verwirklichung der humanistischen Ideale der Menschen ist. Einen wichtigen Platz hat dabei die Bildung und Erziehung der Jugend. Die Erhöhung der Effektivität und die Verbesserung der Qualität des Bildungs- und Erziehungsprozesses ist untrennbar mit der Vervollkommnung der Bildungsinhalte verbunden, wozu vor allem die Auswahl der Allgemeinbildung und damit zusammenhängende Einzelfragen gehören. Es muß auch geprüft werden, ob die gegenwärtige Stundentafel beibehalten werden kann.

Natürlich sind Astronomen, Amateurastronomen, Sternfreunde und naturverbundene Menschen daran interessiert, daß Astronomie in den Schulen als selbständiges Unterrichtsfach bleibt. Diese Haltung erklärt sich aus der Liebe zur Fachwissenschaft, zur Natur und auch aus der jahrhundertealten Tradition der Pädagogik. Früher zählte die Astrono-

mie (neben Geometrie, Grammatik, Arithmetik, Musik u. a. m.) als unabdingbarer Bestandteil sowohl zu den «sieben freien Künsten» als auch (neben Arithmetik, Geometrie und Musik) zu dem berühmten «Vier-Mächte-Bund» (Quadrivium).

Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung antwortete der griechische Philosoph *Anaxagoras* auf die Frage, «weshalb es besser sei, geboren zu werden als nicht geboren zu werden» mit den Worten «um den Himmel und den Bau des Universums zu betrachten». Jahrhunderte später sagte der Römer *Marc Aurel*: «Wer nicht weiß, was die Welt ist, in der er lebt, weiß nicht, wo er sich befindet ...». Später setzten sich *Francois Rabelais* und *Thomas Morus*, *Jan Amos Comenius* und *John Locke*, *Jean-Jacques Rousseau*, *Michail Lomonossow* und *Adolph Diesterweg* für die astronomische Bildung der Jugend ein. Von *Lomonossow* stammt der bedeutsame Ausspruch: «Die Schönheit, Bedeutsamkeit, Unermeßlichkeit und Größe der Astronomie gibt nicht nur dem Weisen ein erhabenes Gefühl und erregt ihren Forscherdrang, regt nicht nur die Geister der gebildeten Bürger an, die sich an den Wissenschaften erfreuen, sondern setzt auch den ungebildeten Pöbel in Erstaunen.»

Seit den 30er Jahren wird Astronomie an den allgemeinbildenden Schulen und an den polytechnischen Lehranstalten in der Sowjetunion gelehrt. Leider wird nur in wenigen Ländern Astronomie als selbständiges Lehrfach unterrichtet. Deshalb sollten die positiven Erfahrungen über den Astronomieunterricht in der UdSSR, in Frankreich und in der DDR popularisiert werden. In der BRD wuchs z. B. in den letzten Jahren das Interesse für die astronomische Bildung der Jugend sehr stark. Es kommt jedoch nicht so sehr nur auf gute Traditionen an, sondern auf die Möglichkeiten, über die der Astronomieunterricht verfügt, wenn er wissenschaftlich begründet und wohl durchdacht erteilt wird.

«Klassische» und «nichtklassische» Aufgaben

In der Methodik des Astronomieunterrichts gibt es dreierlei Aufgaben. So besteht kein Zweifel darüber, daß der Astronomieunterricht die Schüler befähigt, viele beobachtbare Erscheinungen zu verstehen und zu erklären, daß er das Wirken des «kosmischen

Laboratoriums» nachweist und bei den Schülern Vorstellungen vom astronomischen Weltbild vermittelt. Darunter versteht der Verfasser die klassischen Aufgaben des Astronomieunterrichts. Daneben gibt es mindestens drei nichtklassische Aufgaben. Erstens kann das Fach zur Wiederbelebung des Lerninteresses der Schüler beitragen. Pädagogen und Psychologen sind besorgt, daß bei vielen älteren Schülern das Interesse der Schüler am Lernen merklich nachläßt. Diese Tatsache erschwert die Realisierung der Ziele der Oberschulbildung in unserem Lande wesentlich. Der Drang zum Lernen, zur Aneignung von Wissen muß aber in der Schule ausgeprägt werden. Zahlreiche Lehrer verlieren eine dem Psychologen wohlbekanntes Tatsache aus dem Auge: das Interesse der Schüler an einem Gegenstand ist eines der wichtigsten Motive, welches sie zum Lernen anregt. Die Praxis des Astronomieunterrichts zeigt, an der Astronomie sind in der Regel sogar die schwierigsten Schüler interessiert, was offenbar kein Zufall ist. Sollte man deshalb nicht versuchen, den Astronomieunterricht auch zu einer bestimmten Umordnung der Lernarbeit der Schüler zu verwenden, zur Aneignung einer positiven Lerneinstellung?

Die zweite Aufgabe hängt mit Herausbildung eines «modernen» schöpferischen Denkens zusammen. Seine Aktualität bedarf wohl auch eines Beweises. Das für die Astronomie charakteristische «kosmische» Denken weist einige Besonderheiten des schöpferischen Denkens auf. Diejenigen, welche sich mit Astronomie befassen, müssen mit gewaltigen Maßstäben im Denken umgehen, müssen eine Vielzahl von Beobachtungsdaten analysieren sowie das vieldeutige Wesen von Erscheinungen aufdecken, die nur auf den ersten Blick «einfach» und «eindeutend» zu sein scheinen. Lange Zeit nahm man an, das schöpferische Denken gehöre ins Reich der Heuristik, Intuitionen, Erleuchtung usw. Neuerdings findet aber der Gedanke von der Steuerung der Prozesse des schöpferischen und erfinderischen Denkens, von ihrer Algorithmisierung immer mehr Anhänger. Dabei gelangte z. B. der bekannte Astrophysiker *F. Zwicky* in der Mitte unseres Jahrhunderts zu großen Erfolgen. Er arbeitete lange Zeit an den größten Observatorien der USA und befaßte sich mit Problemen der extragalaktischen Astronomie und der Physik der Supernovae. *Zwicky* entwickelte die Methode von der «morphologischen Analyse», von zu unterscheidenden Gegenständen und Systemen und wandte sie erfolgreich an, nicht nur in der astronomischen Forschung, sondern auch in der Raketechnik. Ihm wurden dafür 50 Patente bestätigt.

Die dritte nichtklassische Aufgabe des Astrono-

mieunterrichts besteht in der Erziehung der Schüler zu einer aktiven Lebenshaltung. Die moderne Pädagogik betrachtet den Grad ihrer Herausbildung als wichtigstes Ergebnisparameter der Erziehungsarbeit an der Schule. Um diese Aufgabe zu lösen, muß nach Meinung des Verfassers der Astronomieunterricht humanisiert werden.

Was heißt «Humanisierung» des Astronomieunterrichts?

Den Astronomieunterricht humanisieren heißt, ihn mit den wichtigsten allgemeinmenschlichen Problemen zu verbinden, mit denen sich die astronomische Wissenschaft in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft beschäftigt. In Jahrtausenden hat die Astronomie ein umfangreiches Wissen über das Weltall und über die Methoden seiner Erforschung angehäuft, gleichzeitig trug sie aber auch zur emotional-ganzheitlichen Einstellung des Menschen zur Welt bei. Heute tritt der kosmologische Ursprung der Ästhetik und vielleicht auch der Psychologie immer deutlicher zutage. Ebenso gibt es eine tiefgründige Verbundenheit von Mikro- und Makrokosmos. Das Erkennen der Grundzüge des Aufbaus und der Entwicklung vom Weltall, seines Wesens bilden Voraussetzungen für das Verständnis, warum das Weltall so ist, wie wir es vorgefunden haben, und in welcher Weise seine Eigenschaften mit der Tatsache zusammenhängen, daß es Leben im Kosmos gibt. Leider spiegeln sich diese tiefgründigen wissenschaftlichen und humanistischen Probleme im Astronomieunterricht nur oberflächlich wider. Wir schelten oft den Pragmatismus der Schüler, die vor allem für eine gute Zensur lernen. Wie selten finden wir jedoch Zeit und Anlaß, um den seelischen Drang der Schüler emporzuheben, ihre Gedanken zu den Fragen der Ewigkeit und der Herrlichkeit des Weltgebäudes, zum Sinn des Bestehens und Entwicklung der Wissenschaft, des Menschen der Menschheit hinzuwenden!

Seit *Copernicus* löst sich die Menschheit allmählich von der Vorstellung, sie nehme einen zentralen Platz im Sonnensystem, in der Galaxis, im Universum ein. Dabei zeigt die Entwicklung der Wissenschaft, daß das Leben und damit die Vernunft eine Erscheinung nicht nur im Sonnensystem und wahrscheinlich in der Galaxis und im Universum ist. Durch eine Vielzahl von Banden ist das Leben mit dem Weltall verbunden. Es ist wahrscheinlich, daß der Mensch nicht nur ein Sohn der Sonne ist, sondern ein Sohn der Galaxis und des Universums. Deshalb sollte nicht nur das System Mensch-Sonnensystem im Unterricht erörtert werden. Es ist an-

Zeit, im Astronomieunterricht auch auf das System Mensch-Universum einzugehen. Dabei kommt es zu einer großen Verallgemeinerung des Begriffs «Lebensraum des Menschen», was letztlich auch weltanschauliche Bedeutung besitzt.

Bei einem solchen Vorgehen im Astronomieunterricht muß man auch auf das Problem von Ökologie und Raumfahrt eingehen.

Das menschliche Prinzip ist aber auch eine Widerspiegelung des grundlegenden Zusammenhangs, der zwischen Mikro- und Makrokosmos besteht. Es geht also um den Versuch, die Frage zu beantworten, warum es uns in der Welt gibt. Im Weltall gibt es sicher zahllose «kleine Inseln des Lebens». Deshalb sollte der Astronomieunterricht die Schüler mit den modernsten Auffassungen über die Möglichkeit der Entstehung von Leben und Vernunft im Weltall bekanntmachen. Der «gesunde Menschenverstand» erwartet ständig die Kontaktaufnahme mit Vertretern von außerirdischen Zivilisationen. Ist das vergeblich? Was wäre, wenn in der Galaxis tatsächlich nur eine geringe Anzahl von Zivilisationen existierte, die in absehbarer Zeit nicht in der Lage wären, einander zu entdecken? Hat dann das Leben unserer einsamen Menschheit einen Sinn? Hat die Wissenschaft einen Sinn, wenn ihre Ergebnisse für die Vernichtung der gesamten menschlichen Zivilisation genutzt werden können?

Der Astronomielehrer sollte der Erörterung solcher Fragen nicht ausweichen. Im Gegenteil, den Schülern sollte klargemacht werden, daß die Astronomie der Menschheit das eigene Schicksal anvertraut. Dank der Errungenschaften dieser Wissenschaft erkennen wir, daß das Universum der Menschheit nicht droht. In der Perspektive kann die Menschheit sicher den Weltraum, seine unversiegbaren Vorräte an Materie und Energie für ihre ständige Entwicklung nutzen. Vor allem aber müssen sich die Erdbewohner vor der Selbstvernichtung bewahren und die im 20. Jahrhundert entstandenen Probleme lösen. In diesem Sinne hilft der Astronomieunterricht den Schülern zu verstehen, daß der Wert der Existenz jedes einzelnen Individuums einem Wert höherer Ordnung unterworfen ist, der Existenz der Menschheit. Eine solche Betrachtungsweise des Problems vom Sinn des Lebens gestattet es, die Erkenntnisse über das Universum mit dem zutiefst menschlichen Sinn des Ringens für den Frieden, für die Erhaltung der Umwelt, für die Vereinigung der Errungenschaften der wissenschaftlich-technischen Revolution mit den Vorzügen des gesellschaftlichen Fortschritts zu verbinden. Wichtig ist, daß junge Menschen so früh wie möglich ihren Anteil an der Lösung globaler Probleme, ihre persön-

liche Mitverantwortung für Gegenwart und Zukunft ihrer Heimat und der gesamten Menschheit erkennen.

Der deutsche Philosoph *Immanuel Kant* schrieb: «Zwei Dinge sind es, die die Seele mit immer neuer und größerer Bewunderung und Ehrfurcht erfüllen, je öfter und nachhaltiger wir darüber nachdenken, der gestirnte Himmel über mir und das moralische Gesetz in mir!» Nicht zufällig werden das erhebende ästhetische Gefühl und eine ethische Kategorie, die Moral, nebeneinander gestellt. Die alten Griechen z. B. betrachteten das Universum als ästhetisches und ethisches Ideal. Die Entstehung solcher ästhetischer Kategorien wie «Schönheit», «Harmonie», «Ordnung», «Symmetrie» und solcher Kategorien der Ethik, wie «das Gute», «Gerechtigkeit», ist verbunden mit der Vorstellung vom Mikrokosmos, der die Struktur des unergründlichen Universums im kleinen widerspiegelt und des Universums als etwas Menschenähnliches und Beseeltes. Auch heute leugnen wir die Rolle ethischer und ästhetischer Ideale nicht. Wir sind davon überzeugt, daß die Schöpfer- und Produktionstätigkeit des Menschen auch nach den Gesetzen des Schönen verläuft. Da die Kosmisierung verschiedener Sphären der menschlichen Tätigkeit in Wissenschaft, Technik und Produktion, in verschiedenen Kunstgattungen und sogar die Art und Weise des Denkens der Menschen immer mehr durchdringt, muß der Astronomieunterricht die moralische und ethische Erziehung der Jugend fördern.

Muß man im Astronomieunterricht unbedingt philosophieren?

In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts erfreute sich in Rußland das Lehrbuch «Anfangsgründe der Kosmographie» (*Obodowski*) einer großen Popularität. Im Vorwort heißt es, daß der Mensch mit Hilfe der Astronomie «wahre Demut lernt und ... seine Würde erkennt, indem er gleichsam die Harmonie rotierender Welten in sich aufnimmt, wird er von unbegreiflichem Jubel ergriffen und erkennt überall die Allmacht und die Gnade Gottes ... Die Kosmographie ist, wie überhaupt, so auch bei der Erziehung eines der zuverlässigsten Mittel, religiöse Gefühle zu wecken.»

Bei Betrachtungen zur Geschichte der Astronomie ist auch auf weltanschauliche Motive einzugehen, die oft zu Kontroversen über neue und grundlegende Erkenntnisse in der Astronomie führten. In der letzten Zeit wuchs das Interesse für verschiedene Formen des Aberglaubens, für Astrologie, für die okkul-

ten Wissenschaften; ein bloße Beschreibung des Weltgebäudes führt daher noch zu keinem erzieherischem Ergebnis.

Die humanistische Erziehung im Astronomieunterricht muß deshalb auch auf den Gedanken der Materialität, Entwicklung und Erkennbarkeit in der Natur eingehen, der nicht nur von der Astronomie wissenschaftlich belegt werden kann. Harmonie und Zweckmäßigkeit, die im Universum herrschen, können und müssen von ihrer mystischen Hülle befreit werden. Zweckmäßigkeit in der Natur ist nach *Lenin* in Wirklichkeit nichts anderes, als die Einheit der Welt, die Harmonie von Ursache und Wirkung, überhaupt der wechselseitige Zusammenhang, in dem sich alles in der Natur befindet und wirkt.

Schlußbemerkungen

Humanistische Erziehung im Astronomieunterricht ist ein aktuelles Problem für seinen Inhalt und für seine Methodik. Er ist nicht ein Schritt zurück, eine Rückkehr zum deskriptiven faktologischen Astronomieunterricht, der im besten Fall das empirische Denken herausbildet. Es geht vielmehr um die weitere Vervollkommnung des Astronomieunterrichts, um die Herausbildung eines harmonischen Weltgefühls bei den Schülern. Die weitere mathematische Durchdringung des Astronomieunterrichts und die Anwendung moderner Unterrichtsmittel gestatten es, eine Überlastung der Schüler zu vermeiden und Zeit für die humanistische Erziehung zu finden. Wenn das Fach den Schülern nicht nur die Dialektik der Vorgänge im Weltall eröffnet, sondern auch die dialektischen Beziehungen in einem so komplizierten soziokosmischen System, wie es das System Mensch-Universum darstellt, dann wird der Astronomieunterricht an die Nahtstelle zwischen Natur- und Geisteswissenschaft rücken. Das erlaubt, den Astronomieunterricht auf interdisziplinärer Grundlage effektiver zu gestalten und die Astronomie zu einem Lehrfach zu machen, das die mathematisch-physikalische Bildung und das wissenschaftliche Weltbild der Schüler zu einem gewissen Abschluß bringt.

Anschrift des Verfassers: *Dr. E. P. Lewitan*, UdSSR-117049, Moskau, Maronowskij per. 26, k. 315

Liebe Leser!

Ihnen ist inzwischen sicher bekannt, daß die Presseorgane unseres Landes stark subventioniert waren, so auch unsere Zeitschrift. Die Erlöse deckten schon seit vielen Jahren nicht mehr die Kosten für Papier, Satz und Druck. Mit dem Wegfall der Subventionen sehen wir uns deshalb gezwungen, mit Wirkung vom 1. Juli 1990 den Preis für das Einzelheft von «Astronomie in der Schule» auf 2,50 DM zu erhöhen; im Abonnement zweimonatlich (1 Heft) auf 2,20 DM. Sie sparen also im Abonnement 12 % gegenüber dem Einzelheft.

Wir werden uns bemühen, Ihnen für ihre Arbeit vielseitige fachwissenschaftliche und didaktisch-methodische Angebote zu unterbreiten und uns noch stärker Ihrer Probleme anzunehmen. Schreiben Sie uns, welche Fragen nach Ihrer Meinung in der Zeitschrift zu kurz kommen, aber auch, was Sie für überflüssig halten.

Es gibt bei uns auch Überlegungen zu einer monatlichen Erscheinungsweise mit größerem Umfang und einer verbesserten Aufmachung (farbiges Titelbild, mehrfarbige Beilagen) ab Januar 1991. Eine bessere Ausstattung würde allerdings eine nochmalige Preisveränderung erforderlich machen. Bitte teilen Sie uns Ihre Meinung auch dazu mit.

Neubestellungen oder Abbestellungen können spätestens am 10.12., 10.3., 10.6. und 10.9. jedes Jahres für das folgende Quartal bei der Deutschen Post erfolgen.

Wir hoffen sehr, Sie auch weiterhin zu unseren Lesern zählen zu können.

Ihr Chefredakteur
Dr. Helmut Bernhard

Wir veröffentlichen Ihre Anzeigen!

Zum Zwecke der Werbung für den Verkauf von Erzeugnissen, z. B. astronomischer Literatur, Optik, Fernrohre und Lichtbildreihen, besteht ab sofort die Möglichkeit, kurzfristig Annoncen in unserem Journal zu veröffentlichen.

Interessenten erhalten bei der Redaktion jederzeit nähere Auskünfte über damit verbundene Bedingungen. Schreiben Sie an die Redaktion von «Astronomie in der Schule», Postfach 440, Bautzen, 8600.

Fach Astronomie – ja oder nein?

Diskussion

Auf Grund des Beitrages zum oben genannten Thema im Heft 2/1990 erreichten die Redaktion viele Zuschriften, die wir aus Platzgründen nur teilweise und nicht in vollem Wortlaut veröffentlichen können. Die meisten Einsender plädieren für den Fortbestand des Faches Astronomie! Nachfolgend publizieren wir Auszüge aus einigen der vorliegenden Leserzuschriften.

Dr. Hans-Erich Fröhlich, Potsdam, 1500

Als Astronom möchte ich folgendes zu bedenken geben: Die eine Wochenstunde Astronomie zählt m. E. zu den wenigen, wo es um weit mehr geht als um Wissen – um eine Weltsicht, die durchaus zum Handeln in der Welt ermutigen kann, weil sie den Menschen befreit. Astronomische Grundlagen ließen sich sicherlich auch in anderen Fächern vermitteln. Auch das Erlebnis Astronomie?

Die Erkundung des Kosmos, der Blick in die Tiefen von Raum und Zeit, ist nach wie vor die intellektuelle Herausforderung unserer Tage, vergleichbar m. E. noch mit der Chaosforschung. Ich spreche hier nicht pro domo, für den Physiker etwa, für den das frühe, heiße Universum die einzigartige Chance bietet, seine unifizierten Theorien in situ zu testen. Nein, für jeden gebildeten Menschen heißt, sich mit Astronomie zu befassen, Vorurteile und Denkgewohnheiten abzuwerfen, die in Alltagserfahrung wurzeln. Das ist Anliegen jedes Humanisten! *Goethe* hat dies sehr wohl gespürt und unübertrefflich zu formulieren gewußt, was für einen Einschnitt z. B. die Kopernikanische «Wende» im Lebensgefühl ganzer Generationen bewirkt hat: «Doch unter allen Entdeckungen und Überzeugungen möchte nichts eine größere Wirkung auf den menschlichen Geist hervorgebracht haben, als die Lehre des Kopernikus... 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; kein Wunder, daß man dies alles nicht wollte fahren lassen, daß man sich auf alle Weise einer solchen Lehre entgegensetzte, die denjenigen, der sie annahm zu einer bisher unbekanntem, ja ungeahnten Denkfreiheit und Großheit der Gesinnung berechtigte und aufforderte.»

Was hätte wohl *Goethe* gesagt angesichts der grandiosen astronomischen Entdeckungen unseres Jahrhunderts?

Am Astronomieunterricht ist sicherlich noch einiges zu verbessern, zur Disposition stellen darf man ihn nicht!

Oberstudienrat Ilse Krösche, Berlin, 1193

Seit Jahren erhärtet sich bei mir die Erkenntnis, daß das Fach Astronomie dem größten Teil unserer Jugendlichen Spaß macht. Interessiert diskutieren sie den Einfluß der Sonne für das Leben auf unserer Erde, Fragen außerirdischer Zivilisationen, die Entstehung der Planeten und Entwicklungsprozesse in der Metagalaxis. Für viele junge Menschen sind Beobachtungen der Mondoberfläche, der Sonnenflecken und der Jupitermonde – auch in der Großstadt – ein bleibendes emotionales Erlebnis.

Im Fach Astronomie geben wir den Schülern Einblick in die Vielfalt des Weltalls, in die Entstehung und Entwicklung des Kosmos, zeigen, daß der Mensch immer besser die Gesetzmäßigkeiten des Kosmos erkennt und dabei Gesetze der Physik anwendet. So rundet der Astronomieunterricht die Allgemeinbildung der Jugendlichen ab, festigt und erweitert ihre wissenschaftliche Weltsicht und leistet einen Beitrag zur Achtung und zum Schutz unseres Planeten, der Lebensgrundlage für die gesamte Menschheit ist. Diese Aufgaben lassen sich nur verwirklichen, wenn Astronomie in einem geschlossenen Lehrgang als gesondertes Fach erteilt wird.

Studienrat Klaus-Schmidt, Herzberg, 7930

Der Astronomieunterricht hat sich in den vergangenen 30 Jahren als spezifischer und von keinem anderen Fach zu leistender Beitrag für eine fundierte Allgemeinbildung bewährt. Daran ändert sich auch dann nichts, wenn man landesweit bei realistischer Einschätzung auf Niveauunterschiede in der Gestaltung dieses Unterrichts stößt, die personen- aber nicht sachabhängig bedingt sind, weil Unterschiede in der Qualifikation der Astronomielehrer und damit in der Unterrichtsgestaltung bestehen.

Elementares Wissen über das Weltall und historisches Wachstum astronomischer Erkenntnisse gehören zum Weltbild eines Menschen im 21. Jahrhundert. Diese Bildung kann wirkungsvoll und persönlichkeitsbildend nur in einem systematischen und geschlossenen Lehrgang vermittelt werden.

Deshalb sollte der Astronomieunterricht als eine echte Errungenschaft unserer Schule auch zukünftig erhalten bleiben.

Eberhard Nowatzki, Oschersleben, 3230

Gespräche mit Schülern und Eltern von drei 10. Klassen führten zu dem Ergebnis, Astronomie als Unterrichtsfach unbedingt zu erhalten. Einige interessierte Schüler wünschten sogar die Erweiterung des Faches auf zwei Wochenstunden. Hauptargument für die Beibehaltung des Astronomieunterrichts ist das große Interesse der Jugendlichen für astronomische Fragen. Insbesondere machen den Schülern wirkungsvolle schulastronomische Beobachtungen Spaß. Ein zukünftiger Rahmenplan für das Fach sollte stärker zwischen reproduzierbarem und Informationswissen unterscheiden. Ferner sollten die zu verlangenden Begriffe und Zahlen reduziert werden. Es müßte auch darüber befunden werden, was man in einem Einstundenfach an Leistungen wirklich kontrollieren kann.

Dietmar Buchholz, Gunsleben 3231

Ich bin für die weitere Eigenständigkeit des Faches Astronomie. Dafür sprechen langjährige Erfahrungen, die bekunden, daß das Interesse der Schüler an astronomischen und astronautischen Sachverhalten stets groß ist, wobei die Altersstufe letztlich nicht die entscheidende Rolle spielt. Aus Gründen einzubeziehender Kenntnisse auch aus anderen Fächern ist es jedoch wohl ratsam, Astronomie als eigenständiges Unterrichtsfach in Klasse 10 zu belassen. Inwieweit Astronomie als selbständiges Fach in die Organisation des Unterrichts in die Erweiterten Oberschulen einzubeziehen ist, bedarf noch einer Klärung. Ich kann mir durchaus vorstellen, das Fach Astronomie mit hohem Anspruchsniveau in der Klasse 12 zu unterrichten.

Für mich ist es unvorstellbar, den Schülern ein umfassendes Weltbild ohne astronomisch-astronautische Bildung vermitteln zu wollen. Falls das Fach Astronomie einem administrativen Rotstift zum Opfer fallen sollte, empfände ich das nicht nur als eine Tragik, sondern auch als Rückschritt in unserer Bildungskonzeption, gleich wie diese einmal beschaffen sein soll.

Studienrat Helmut Kühnhold, Hettstedt, 4270

Gesellschaftliche Umbrüche, wie wir sie gegenwärtig erleben, sind immer damit verbunden, daß die

vorlaufende gesellschaftliche Entwicklung in Frage gestellt wird. Dies trifft auch auf die Bildung zu.

Es wäre aber nicht zu verantworten, die positiven Ergebnisse, die im Bildungswesen zweifellos nachweisbar sind, zu negieren. Zu den Fortschritten jener 40 Jahre gehört auch, daß 1959 das Unterrichtsfach Astronomie eingeführt wurde. Natürlich müssen in der Schulastronomie neue Akzente gesetzt werden. Die Existenzberechtigung dieses Faches in Frage zu stellen, ist jedoch in keinem Falle gerechtfertigt. Die Aufteilung auf andere Fächer wäre doch keine bessere Lösung! Kann man sich etwa vorstellen, daß man vergleichbare Naturwissenschaften (z. B. Chemie) auf andere Disziplinen aufteilt?

Oberlehrer Rolf Bahler, Neetzow, 2141

Die Naturwissenschaft Astronomie gehört unverzichtbar in eine moderne Schule. Dafür sprechen vor allem bildungshumanistische Gründe und die Bedeutung der Raumfahrt. Außerdem besitzen Astronomie und Raumfahrt einen hohen populärwissenschaftlichen Stellenwert. Es sollte zu den ethischen Werten eines Bürgers unseres Landes gehören, Grundwissen über den Bau der Welt zu besitzen. An unseren Schulen bestehen beachtliche materielle Bedingungen für astronomische Unterweisungen und Beobachtungen.

Wichtige Elemente der anschaulichen Astronomie sollten intensiver als bisher im Heimatkundeunterricht behandelt werden. Damit wird gesichert, daß Schulabgänger der Klasse 8 und unterer Klassen elementare astronomische Vorstellungen besitzen. Aus erkenntnistheoretischer Sicht sollte es bei einem zusammenhängenden Astronomielehrgang in Klasse 10 bleiben. Der Astronomieunterricht in der Abiturstufe sollte inhaltlich doch erheblich über den Zielen der zehnklassigen Oberschule liegen und stärker philosophisch angelegt sein. Der fakultativen Beschäftigung mit der Astronomie sollte ein breiter Raum gegeben werden, eventuell schon ab Klasse 8 und vor allem dort, wo gute Voraussetzungen bestehen, z. B. Sternwarten und Planetarien. Eine Zuweisung von astronomischen Stoffkomplexen zu den Fächern Geographie, Physik und Mathematik kann keine brauchbaren Ergebnisse zeitigen. Astronomie als Wissenschaft gehört in den Schulen in eine Hand. Auch einzelne Disziplinen des Deutschunterrichts werden z. B. nicht von verschiedenen Lehrern erteilt.

Der Lehrplan Astronomie ist von weltanschaulichen, ideologischen und politischen Schlüssen und auch erzieherischen Einseitigkeiten zu entlasten.

Für die Erziehung sollten mehr die gefühlsmäßigen und sittlichen Potenzen des astronomischen Gegenstandes genutzt werden. Dem Staunen der Schüler ist mehr Raum zu geben. Der Lehrplan sollte ein echter Rahmenplan sein, der jedem Lehrer viel Raum zur kreativen Gestaltung läßt.

Der Astronomieunterricht kann nach meiner Überzeugung durchaus etwas sein, was wir in eine gesamtdeutsche Schule mit einbringen können.

Nachbemerkung der Redaktion

In der Zwischenzeit entschied das Ministerium für Bildung, daß im Schuljahr 1990/91 Astronomieunterricht in den 10. Klassen der OS und auch in den 10. Klassen der EOS erteilt wird.

Es bleibt zu hoffen, daß nach Konstituierung der einzelnen Länder sich auch dort das Fach Astronomie weiterhin in der Stundentafel für die Schulen befindet.

Astronomische Daten für das Schuljahr 1990/91

Klaus Lindner

Auch für das kommende Schuljahr möchten wir mit dem folgenden Beitrag wieder Material zur Planung schulastronomischer Beobachtungen anbieten. Eine kalendarische Übersicht über die wichtigsten astronomischen Ereignisse in diesem Zeitraum findet sich auf der Karteikartenbeilage zu diesem Heft. Alle nicht eingeklammerten Zeitangaben sind Mitteleuropäische Zeit (MEZ), **Zeitangaben in Klammern bedeuten Sommerzeit**. Die Daten sind für Berlin berechnet, können jedoch in guter Näherung für alle Beobachtungsorte in Deutschland verwendet werden.

Planeten

Jährliche Bewegung der Erde

Die Bahnbewegung der Erde wird 1990/91 durch folgende Daten charakterisiert:

Herbstanfang	23. 9. 1990	7 ^h 55 ^{min} (8 ^h 55 ^{min})
Wintersanfang	22. 12. 1990	4 ^h 07 ^{min}
Erde in Sonnennähe	3. 1. 1991	
Frühlingsanfang	21. 3. 1991	4 ^h 02 ^{min}
Sommersanfang	21. 6. 1991	22 ^h 19 ^{min} (23 ^h 19 ^{min})
Erde in Sonnenferne	6. 7. 1991	

Die Dauer der einzelnen Jahreszeiten beträgt (in Tagen):

Herbst	89,842
Winter	88,996
Frühling	92,762
Sommer	93,645

Die Sommerzeit (MESZ) gilt bis 30. 9. 1990 und voraussichtlich ab 31. 3. 1991.

Sichtbarkeit der Planeten

Merkur

kann 1990/91 dreimal mit dem bloßen Auge bzw. mit einem Fernglas beobachtet werden:

1. Morgensichtbarkeit am Osthimmel

18. 9. 1990 bis 10. 10. 1990; größte westliche Elongation (18°) am 24. 9. 1990. An diesem Tage geht Merkur um 4^h10^{min} (5^h10^{min}) auf. Im Sichtbarkeitszeitraum steigt die scheinbare Helligkeit des Planeten von +0,9 auf -1,1 Größenklassen.

2. Morgensichtbarkeit am Südosthimmel

1. 1. 1991 bis 25. 1. 1991; größte westliche Elongation (24°) am 14. 1. 1991. An diesem Tage geht Merkur um 6^h34^{min} auf. Im Laufe der Sichtbarkeitsperiode steigt die scheinbare Helligkeit des Planeten von +0,9 auf -0,1 Größenklassen.

3. Abendsichtbarkeit am Westhimmel

13. 3. 1991 bis 6. 4. 1991; größte östliche Elongation (19°) am 27. 3. 1991. An diesem Tage geht Merkur um 20^h23^{min} unter. Seine scheinbare Helligkeit ist am Beginn des Sichtbarkeitszeitraumes mit -1,3 Größenklassen am größten, sie fällt bis Anfang April auf +1,6 Größenklassen.

Venus

ist zunächst Morgen«stern» und kann bis in die zweite Oktoberdekade in der Dämmerung vor Sonnenaufgang beobachtet werden. Am 1. 11. 1990 kommt sie in obere Konjunktion zur Sonne, und erst eine Woche vor Weihnachten wird sie abends tief im Südwesten wieder sichtbar. Von da an entwickelt sich der helle Planet rasch zum beherrschenden Gestirn am Abendhimmel. Venus durchläuft die größte östliche Elongation (45°) am 13. 6. 1991 und geht in dieser Zeit erst nach Mitternacht MESZ unter. Die scheinbare Helligkeit erreicht im Juli -4,2 Größenklassen; Ende Juli wird Venus in der Abenddämmerung unsichtbar.

In der zweiten Junihälfte 1991 überholt Venus im Sternbild Krebs die Planeten Mars und Jupiter. Die geringsten Abstände zu diesen beiden Planeten betragen 0,2° und 1,2°, sie werden am 23. 6. bzw. am 18. 6. erreicht. Die drei Planeten bieten dann über längere Zeit am abendlichen Westhimmel einen eindrucksvollen Anblick; die betreffende Himmelsgegend geht gegen 23^h (24^h) unter.

Mars

ist während des ganzen Schuljahres 1990/91 sicht-

bar. Am 20. 11. 1990 durchläuft er den Punkt seiner Bahn, in dem der Abstand von der Erde ein Minimum wird (77 565 000 km), 7 Tage später befindet sich der rote Planet in Opposition zur Sonne. (Die große zeitliche Differenz zwischen Erdnähe und Oppositionstag ist durch die beträchtliche Exzentrizität der Marsbahn bedingt.) Zwischen dem 20. 10. 1990 und dem 1. 1. 1991 ist Mars im Sternbild Stier rückläufig. Wir können ihn in den Monaten September 1990 bis Februar 1991 dreimal an Aldebaran vorbeiziehen sehen. Mars und Aldebaran ähneln sich in der Farbe ihres Lichtes sehr, deshalb sollten im Zweifelsfalle die scheinbaren Helligkeiten zur Unterscheidung herangezogen werden: Von September bis Anfang März ist Mars heller, von da an ist er lichtschwächer als Aldebaran.

Jupiter

geht zum Schuljahresbeginn um $1^{\text{h}}54^{\text{min}}$ ($2^{\text{h}}54^{\text{min}}$) auf. In den Folgemonaten wird er immer zeitiger am Osthimmel sichtbar, und zwischen dem 30. 11. 1990 und dem 30. 3. 1991 befindet er sich im Sternbild Krebs auf rückläufigem Kurs. Am 29. 1. 1991 kommt Jupiter in Opposition zur Sonne. Anschließend bleibt er bis in den Juli 1991 hinein ein auffälliges Objekt am Abendhimmel, auffällig nicht zuletzt durch die nahen Vorübergänge der Planeten Venus und Mars:

Datum	Abstand Jupiter-Venus	Abstand Jupiter-Mars
6. 6. 1991	9,3°	6,3°
16. 6. 1991	1,3°	2,5°
23. 6. 1991	4,2°	0,2°
26. 6. 1991	5,4°	0,6°

Saturn

ist auch 1990/91 wegen seiner geringen Höhe kein lohnendes Beobachtungsobjekt. Vom Schuljahresbeginn bis Ende Dezember 1990 finden wir ihn abends tief im Südwesten, ab Ende Februar ist er morgens tief im Südosten zu sehen.

Uranus und Neptun

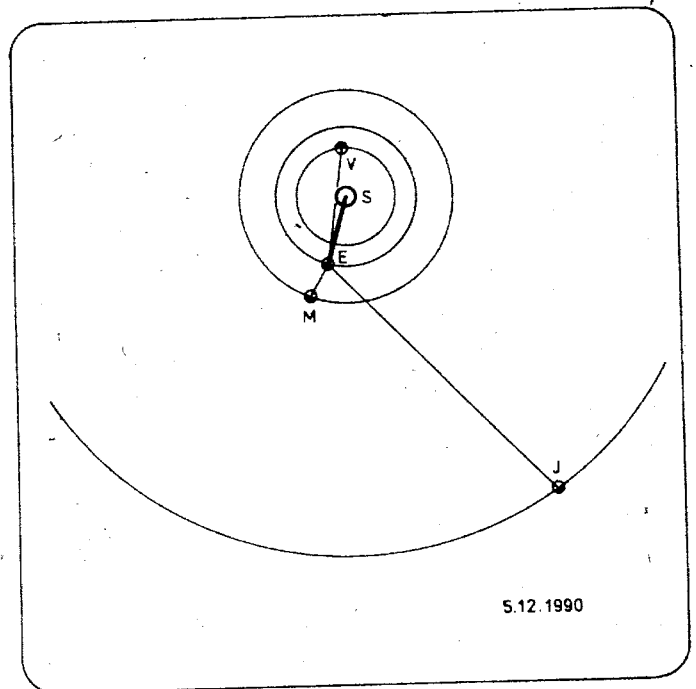
befinden sich im Sternbild Schütze, *Pluto* beschreibt nördlich des Sternbildes Waage eine sehr kleine Bahnschleife. Sein Abstand von der Sonne ist noch immer geringer als der des Neptun.

Heliozentrische Planetenstellungen im Dezember 1990

Die Abbildung zeigt den Anblick, den der innere Bereich des Sonnensystems am 5. 12. 1990 aus großer Entfernung senkrecht auf die Ebene der Ekliptik bieten würde. Sie enthält die Positionen der Planeten Venus, Erde, Mars und Jupiter (Merkur ist weggelassen) sowie die Blickrichtungen von der Erde zu den Planeten und zur Sonne. Das Bild kann auf eine

Folie übertragen werden; um dies zu erleichtern, wurden die Planetenbahnen vereinfacht als konzentrische Kreise dargestellt. Auf der Folie müssen ihre Radien 15, 21, 32 und 108 mm betragen. Die Winkel haben folgende Absolutbeträge: Winkel SEV 8°, Winkel SEM 157°, Winkel SEJ 119°.

Mit dieser Folie ist die Möglichkeit gegeben, an Hand der für Dezember 1990 aktuellen Daten im Unterricht die Sichtbarkeitsbedingungen für die Planeten Venus, Mars und Jupiter herzuleiten: Von der Erde aus befindet sich Venus links von der Sonne, wegen des geringen Winkelabstandes bleibt sie unsichtbar. Mars, Erde und Sonne bilden fast eine Gerade, das bedeutet, daß Mars die ganze Nacht hindurch zu beobachten ist. (Da die Marsbahn in



Heliozentrische Planetenstellungen am 5. 12. 1990.
Vörlage für eine Folie (Maßstab 1:3)

Wirklichkeit deutlich von der Kreisform abweicht, ergeben sich bei diesem Planeten größere Differenzen zwischen der tatsächlichen Position und der vereinfachten Darstellung.) Jupiter befindet sich in großem Winkelabstand (119°) rechts von der Sonne, demzufolge ist er in der zweiten Nachthälfte und in den Morgenstunden sichtbar.

Finsternisse

Im Schuljahr 1990/91 finden keine in Deutschland sichtbaren Finsternisse statt. (Drei Halbschattenfinsternisse des Mondes bleiben hier unerwähnt, da sie keine merkliche Verfinsterung des Erdtrabanten be-

wirken. Eine ringförmige Sonnenfinsternis am 16. 1. 1991 und eine totale Sonnenfinsternis am 11. 7. 1991 berühren Europa nicht.)

Sternbedeckungen durch den Mond

Auch in diesem Schuljahr bedeckt der Mond mehrmals die Plejaden, allerdings nicht mehr vollständig. Durch die allmähliche Verschiebung der Mondbahn vor dem Hintergrund des Sternhimmels wird nur noch die Südhälfte des Sternhaufens beim Mondvorübergang verdeckt. Das geschieht am 7. 10. 1990 ab 19^h, am 29. 12. 1990 ab 4^h30^{min} und am 21. 2. 1991 vom Dunkelwerden bis gegen 21^h.

Der Hauptstern Antares im Sternbild Skorpion wird am 4. 4. 1991 gegen 3^h10^{min} (4^h10^{min}) bis gegen 4^h25^{min} (5^h25^{min}) vom Mond bedeckt.

Sonnenaktivität

Voraussichtlich erreicht die Sonnenaktivität im Verlaufe des Schuljahres 1990/91 ihr Maximum. Es könnte das höchste Aktivitätsmaximum seit 300 Jahren werden.

Anschrift des Verfassers: StR Dr. Klaus Lindner, EOS «Karl Marx», Erfurter Str. 9, Leipzig, DDR-7022.

Jubiläen in Astronomie und Raumfahrt im Schuljahr 1990/91

Eva-Maria Marx

Die folgenden Angaben zu Jubiläen von bedeutenden Persönlichkeiten und wichtigen Ereignissen aus der Geschichte von Astronomie und Raumfahrt sollen sowohl den obligatorischen Astronomieunterricht als auch fakultative Kurse und Arbeitsgemeinschaften bereichern und ergänzen. Die kurzen Textinformationen dienen als Anregung für eine vertiefende Beschäftigung durch interessierte Lehrer oder Schüler. Daher sind die Literaturhinweise auch so gehalten, daß sie sich auf in der Regel in Bibliotheken vorhandene Bücher beziehen und selbständige weiterführende Studien ermöglichen. Als Basis für die Gliederung diente der Lehrplan Astronomie von 1987; in den Zwischenüberschriften wird die entsprechende Stoffeinheit angegeben, in der auf das Jubiläum eingegangen werden kann.

1.1. Aufgaben und Forschungsmethoden der Astronomie

30. November 1990: 150. Todestag von *Joseph Johann von Littrow* (1781–1840). Astronom und Wissenschaftspopularisator, der nacheinander verschiedene Sternwarten leitete und zuletzt als Professor für Astronomie und Direktor der Sternwarte in Wien tätig war. Die von ihm verfaßten Lehrbücher über Mathematik und Astronomie gehörten zu den besten der damaligen Zeit. Berühmt wurde er aber durch sein populärwissenschaftliches Werk «Wunder des Himmels», welches bis 1939 immerhin zehn Auflagen erlebte.

(Lit.: Herrmann, D. B.: *Geschichte der modernen Astronomie*. Berlin 1984, S. 188.)

2.3. Mond

29. August 1991: 175. Todestag von *Johann Hieronymus Schroeter* (1745–1816). Einer der bekannte-

sten Astronomen seiner Zeit, der mit vielen bedeutenden Wissenschaftlern Kontakt hatte, u. a. stand er mit der Familie *Herschel*, mit *Olbers*, *Zach* und *Bessel* in Verbindung, der bei ihm als Assistent gearbeitet hatte. Berühmt wurde er durch seine Privatsternwarte in Lilienthal, von der aus er Planeten- und besonders großangelegte Mondbeobachtungen durchführte. Seine Arbeiten umfassen fast ausschließlich die topographische Astronomie, speziell die Topographie des Mondes.

(Lit.: Herrmann, D. B.: *Johann Hieronymus Schroeter im Urteil seiner Zeit*. In: *Die Sterne*, Heft 7/8, Leipzig 1965, S. 136.)

2.4. Raumfahrt

12. April 1991: 30. Jahrestag des ersten bemannten Raumfluges durch *Juri Gagarin* (12. April 1961). Ihm gelang es als ersten Menschen in der Geschichte der Raumfahrt, mit «Wostok 1» die Erde zu umkreisen. Damit wurde eine neue Phase der Erforschung des Weltraumes eingeleitet. Die Internationale Luftfahrtföderation (FAI) erklärte den 12. April zum Internationalen Tag der Luft- und Raumfahrt.

10. Jahrestag des ersten Space-Shuttle-Starts (12. April 1981). Bei diesem Raumtransportsystem ist erstmals der bemannte, nutzlasttragende Orbiter – der eigentliche Shuttle – wiederverwendbar. Der Raumgleiter «Colombia» blieb bei seinem ersten Missionsflug zwei Tage in der Umlaufbahn.

19. April 1991: 20. Jahrestag des Starts von «Sa-

lut 1» (19. April 1971). Mit diesem Raumstationsmodul wurde eine neue Generation von Stationen für den Langzeitbetrieb entwickelt, die nicht nur der Erprobung von Rendezvous- und Kopplungsmanövern dienen, sondern in Verbindung mit «Sojus»- und «Progress»-Raumschiffen zu Forschungsstationen im erdnahen Raum wurden.

(Lit.: Mielke, H.: transpress Lexikon **Raumfahrt – Weltraumforschung**. Berlin 1986, S. 157, 466, 416.)

3.1. Die Sonne

8. Oktober 1990: 50. Todestag von *Robert Emden* (1862–1940). Er studierte Mathematik und Physik; später wurde er Professor für Meteorologie und Luftschiffahrt an der Technischen Hochschule München und Honorarprofessor für Astrophysik an der dortigen Universität. Sein Hauptarbeitsgebiet war die Thermodynamik, was sich auch in seinem wegweisenden Buch «Gaskugeln» (1907) niederschlug, in dem er die thermodynamischen Gasgesetze auf das Sonneninnere anwandte und die Sterne als Gaskugeln behandelte. Darauf aufbauend schuf *Eddington* später die Grundlagen der noch heute gültigen Theorie des Sternaufbaus.

(Lit.: Herrmann, D. B.: **Entdecker des Himmels**. Leipzig–Jena–Berlin 1982, S. 156.)

3.2. Sterne

13. April 1991: 50. Todestag von *Annie Jump Cannon* (1863–1941). Sie gehörte zu den ersten weiblichen Wissenschaftlern, die auf dem Gebiet der damals noch jungen Astrophysik Hervorragendes leisteten. Nach dem Studium der Mathematik und Physik mit anschließender Spezialisierung auf Astronomie nahm sie eine Tätigkeit am Harvard-Observatorium in Cambridge (Mass.) auf. Sie führte

umfangreiche fotografisch-fotometrische Untersuchungen durch und vollendete im wesentlichen die noch heute gebräuchliche Harvardklassifikation der Sternspektren. Sie entdeckte außerdem fünf Novae und über 300 veränderliche Sterne.

11. Mai 1991: 75. Todestag von *Karl Schwarzschild* (1873–1916). Einer der bedeutendsten und vielseitigsten Astronomen der neueren Zeit. Seine Arbeiten beziehen sich auf fast alle Gebiete der Astronomie; die wichtigsten sind seine fotometrischen Untersuchungen, die «Göttinger Aktinometrie», stellarstatische Arbeiten, Untersuchungen über die Eigenbewegungen der Sterne (Ellipsoidhypothese) und seine Arbeiten zum Krümmungsmaß des Raumes (Schwarzschildradius). Ihm gelang die Lösung der von *Einstein* nur näherungsweise bestimmten Bewegungs- und Feldgleichungen. Er arbeitete in Wien, Göttingen und zuletzt in Potsdam als Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums.

(Lit.: Herrmann, D. B.: **Entdecker des Himmels**. Leipzig–Jena–Berlin 1982, S. 154, 156, 172.)

Chronologische Ordnung der Jubiläen

8. Oktober 1990	50. Todestag von <i>R. Emden</i>
30. November 1990	150. Todestag von <i>J. J. Littrow</i>
12. April 1991	30. Jahrestag des ersten bemannten Raumfluges durch <i>J. Gagarin</i>
	10. Jahrestag des ersten Space-Shuttle-Starts
13. April 1991	50. Todestag von <i>A. J. Cannon</i>
19. April 1991	20. Jahrestag des Starts von «Salut 1»
11. Mai 1991	75. Todestag von <i>K. Schwarzschild</i>
29. August	175. Todestag von <i>J. H. Schroeter</i>

Anschrift des Verfassers: **Diplomlehrer Eva-Maria Marx, Archenhold-Sternwarte, Berlin-Treptow, DDR-1193**

Computerprogramme für den Astronomieunterricht

Detlef Rippert

Die Ausstattung von Polytechnischen Oberschulen in unserem Kreis Finsterwalde mit Kleincomputern des Typs KC 85/3 hat mich auf den Gedanken gebracht, entsprechende Software für Astronomie zu entwickeln. Meiner Meinung nach stellen Computer heute auch für die Schulen ein unverzichtbares Hilfsmittel zur ergebnis- und zielorientierten und rationel-

len Gestaltung des Unterrichts, der AG-Tätigkeit usw. dar. Durch eine entsprechende Software können die Erkenntnisfindung wesentlich unterstützt, Beobachtungen rationell vorbereitet und auch die aufwendige Arbeit mit den verschiedensten Nachschlagewerken wenigstens teilweise umgangen werden. Als Ergebnis dieser Überlegungen entstand

eine Reihe von Programmen, von denen ich zwei etwas näher darstellen möchte:

1. Programm «SICHTBAR»

Es ermöglicht die Situation von Planetenkonstellationen für jedes beliebige Datum für Venus, Mars, Jupiter und Saturn. Vom Nutzer müssen lediglich das Datum sowie die heliozentrische Länge des betreffenden Planeten eingegeben werden. Auf dem Schirm erscheinen die Sonne sowie die Bahnen der Erde und des gewählten Planeten (Bahnen in entsprechendem Maßstab). Durch Linien werden die Planetenörter für das Datum dargestellt. Der Nutzer hat nun die Möglichkeit, für weitere Daten in der gleichen Darstellung die Konstellationen darstellen zu lassen oder wieder zum Menü zurückzukehren.

Die erste Variante erlaubt, die unterschiedlichen Bahngeschwindigkeiten der Planeten zu simulieren (3. Keplersches Gesetz) bzw. die Veränderung über einen längeren Zeitraum zu verfolgen.

Als Auswertung bietet sich an, die Möglichkeiten der Beobachtung für diesen Planeten und das entsprechende Datum zu diskutieren.

Als kleinen Extraservice bietet das Programm jeweils für den betreffenden Tag die Auf- und Untergangszeiten der Sonne, wobei jedoch Abweichungen von einigen Minuten gegenüber dem Sternkalender auftreten können. Nach Betätigung der ENTER-Taste erscheint die Frage, ob die weitere Informationen gewünscht werden. Wird sie mit -N- beantwortet, geht das Programm zum nächsten Teil über, bei -J- erscheinen in Form von Textseiten zum jeweiligen Planeten wichtige Aussagen.

2. Programm «VOYAGER»

Zu Beginn wird die Trägerrakete, eine TITAN-CENTAUR, dargestellt (linke Seite des Schirms). Auf der rechten Seite erfolgt die Ausgabe einiger wichtiger Daten zu diesem Typ (Höhe, Startmasse, Schubkraft, Einsatzzeitraum). Nach Betätigung der Taste «J» entsteht auf der linken Seite eine Abbildung der Voyager-Sonde (vereinfacht), rechts wird dieser Flugkörper kurz beschrieben.

Der zweite Programmteil ermöglicht die Darstellung der Planetenkonstellationen von Erde, Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun. Hier erfolgt ebenfalls eine Teilung des Bildschirms. Links entsteht das (vereinfachte) Bild unseres Sonnensystems. Durch Kreuze werden die Positionen für den Starttag (20. 8. 1977) angegeben. Nach Betätigung der -ENTER-Taste wird rechts die Anordnung der genann-

ten Planeten für die Jupiter-Passage am 9. 7. 1979 dargestellt.

Nach Betätigung der -ENTER-Taste wird der Bildschirm gelöscht. Jetzt entsteht links das Bild vom 9. 7. 1979, rechts wird die Konstellation für die Saturn-Passage (26. 8. 1981) dargestellt. Dieser Wechsel (rechtes Bild nach links, neues Bild rechts) wird bis zum Vorbeiflug am Neptun (24. 8. 1989) fortgesetzt.

Im dritten Programmteil wird das Sonnensystem wiederum schematisch (ohne Merkur-, Venus- und Marsbahn) dargestellt. Da jetzt der gesamte Schirm genutzt werden kann, ist die Abbildung entsprechend größer. Nach Einblendung eines kurzen Textes (z. B. «Start erfolgte am ...» oder «Vorbeiflug am Jupiter am ...») wird nach Betätigung der -ENTER-Taste die Position des betreffenden Planeten für dieses Datum markiert. Der annähernde Flugverlauf wird durch Setzen von Einzelpunkten markiert. Dieser Programmteil läuft analog bis zur Neptun-Passage weiter ab.

Die weiteren Programme möchte ich nur kurz erwähnen. Das Programm «OBJEKTE» eignet sich zur Vorbereitung und Durchführung von Beobachtungen, das Programm «PLANETEN» dient der rationalen Behandlung dieser Thematik.

Ich bin der Meinung, daß einmal erarbeitete Programme möglichst rasch Verbreitung finden sollten, um unnötige Doppelentwicklungen zu vermeiden. Die Nutzung aller Programme ist aus meiner Sicht so einfach, daß sie keinerlei Kenntnis auf dem Gebiet der Informatik voraussetzen. Jedes Programm kann, soweit erforderlich, erweitert, aktualisiert bzw. den örtlichen Gegebenheiten angepaßt werden (geographische Lage des Beobachtungsortes). Alle Programme sind sowohl zur Nutzung in Farbe als auch in schwarz/weiß geeignet.

Abschließend möchte ich die Gelegenheit nutzen, allen interessierten Kollegen ein Überspielen der Programme anzubieten. Zu diesem Zweck müßten Sie mir an die untenstehende Adresse eine Kassette von möglichst guter Qualität (Chromdioxid o. ä.) sowie die Kosten für das Zurückschicken (eventuell in Form von Briefmarken) zusenden.

Anschrift des Verfassers: **Detlef Rippert, Dorfstraße 74, Trebbus, DDR-7971**

Handreichung zur Arbeit mit dem Lehrplan Astronomie

Im Juni erscheint zum oben genannten Thema ein Informationsblatt des Ministeriums für Bildung, welches alle Schulen erhalten. Das Material will Rat geben, wie nach dem Lehrplan Astronomie unter neuen schulischen und gesellschaftlichen Bedingungen gearbeitet werden kann.

Tätigkeitsorientierte Arbeit im Wahlkurs

«Raumfahrt»

Eberhard Nowatzki

Zum Rahmenprogramm gehört erstmals ein Wahlkurs, der sich nur mit Problemen der Raumfahrt beschäftigt. Die Diskussion in der Fachzeitschrift zeigte, daß ein Teil der Kollegen bezüglich der Realisierbarkeit dieses Wahlkurses skeptisch ist. Bereits im Schuljahr 1986/87 hatte ich die Möglichkeit mit einer Schülergruppe nach einem Entwurf dieses Wahlkurses nach folgendem Plan zu arbeiten:

1. Entwicklung der Raumfahrt: 8 Std.
2. Physikalische und technische Grundlagen der Raumfahrt: 12 Std.
3. Satelliten und Sonden als Raumflugkörper: 14 Std.
4. Nutzen der Raumfahrt: 16 Std.

Da eine Wissenschaft auch immer untrennbar mit ihrer Geschichte verbunden ist, sollte der Behandlung der Entwicklung der Raumfahrt aus meiner Sicht unbedingt genügend Zeit eingeräumt werden, was aber jetzt auch im neuen Grundkurs geschehen kann.

Aus der Vielzahl der von mir vorgeschlagenen Themen für Dokumentationen konnte sich bei der ersten Zusammenkunft jeder Schüler ein Thema auswählen, das seinen speziellen Interessen und Neigungen entgegenkam. Da fast alle Themen den Abschnitten 3. und 4. zugeordnet waren, hatten die Schüler ausreichend Zeit, Literatur auszuwerten, Material zu sammeln und die Niederschrift anzufertigen. Die anfängliche Last wandelte sich bei den Schülern recht bald in Lust. Alle Themen (z. B. «Aktivitäten der USA zur Militarisierung des Weltraums», «Sigmund Jähn und seine Experimente an Bord von Salut 6», «Die Erforschung des Planeten Venus durch Raumsonden der UdSSR», «Der Nutzen der Raumfahrt für die Astronomie», «Die Fernerkundung der Erde/Möglichkeiten zur Demonstration der Multispektraltechnik») regten die Schüler an, sich intensiv mit einem Thema auseinanderzusetzen. So konnten 10 Zusammenkünfte (von 25) durch die Schüler besonders aktiv gestaltet werden. Dem Lehrer blieb kaum eine Zusammenfassung, eher eine Ergänzung durch Bildmaterial.

Das Anfertigen von Dokumentationen und das Vortragen vor den anderen Kursteilnehmern stellt eine erzieherisch wirksame Schülertätigkeit dar. Darüber hinaus wurden weitere Formen genutzt, um die Zusammenkünfte interessant zu gestalten.

Um das Kollektiv zu festigen, die Schüler kommen in der Regel ja aus mehreren Klassen, ist die Gestal-

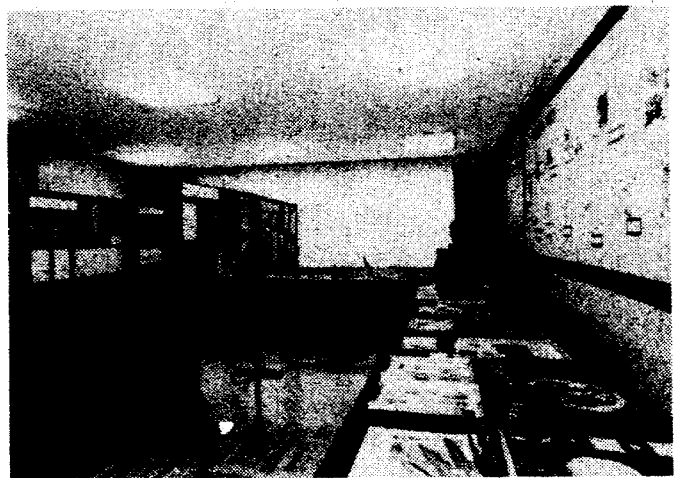
tung einer Ausstellung zur Geschichte der Raumfahrt empfehlenswert. Eine Ausstellung, wie ich sie im vergangenen Schuljahr im Grundkurs anlässlich des 30. Jahrestages des Starts von Sputnik 1 mit den Schülern gestaltete (siehe Foto), läßt sich in ähnlicher Weise in jedem Jahr realisieren. Dabei sind die meisten Ausstellungsmaterialien wieder verwendbar; die Hauptarbeit richtet sich auf die Aktualisierung und die Gestaltung von speziellen Themen. So stellen für das Jahr 1988 der 10. Jahrestag des Raumfluges von *Sigmund Jähn* und im Jahr 1989 die internationale Raumfahrt-Kooperation (Schwerpunkt: Zusammenarbeit DDR-UdSSR auf dem Gebiet der Kosmosforschung) willkommene Anlässe dar.

Durch langfristige Aufgabenstellungen werden die Schüler angeregt, selbständige Zeitungsausschnitte zur Raumfahrt zu sammeln und thematisch zu ordnen. Damit befähigen sie sich selbst, zu vielen Themen Beispiele zu nennen und zu erläutern.

Im fakultativen Unterricht spielte weiterhin die Arbeit mit Lexika und Wissensspeichern eine große Rolle.

Die intensive Nutzung des Taschenrechners im zweiten Abschnitt erleichterte nicht nur die Arbeit, sie machte den Schülern auch viel Spaß. Durch vielfältige Übungen werden die Schüler auch sicherer im Umgang mit dem Rechner.

Zur Demonstration der Multispektraltechnik im Abschnitt zum Nutzen der Raumfahrt wurde ein Schüler aktiv, der sich am Schülerwettbewerb der GWR beteiligt hatte. Er fotografierte nacheinander ein Objekt



Ausstellung «30 Jahre Raumfahrt» in der Aula der Wilhelm-Pieck-Oberschule Oschersleben



Konferenz über die Popularisierung der Astronomie

(Landschaft) mit Schwarz-Weiß-Film NP 20 und mit verschiedenen Farbfiltern (gelb, blau und rot). Die entwickelten Negative wurden gerahmt und mit Farbfiltern gleichzeitig mit drei Bildwerfern auf eine Leinwand projiziert. Mit etwas Fingerspitzengefühl ist dabei eine deckungsgleiche Abbildung möglich. Bei einem Wechsel der Farbfilter bei den drei Projektoren lassen sich verschiedene Farbsynthesebilder erzeugen, bei denen unterschiedliche Details stärker hervortreten. Auch ohne Infrarotfilm ließen sich auf diese Weise geringe Unterschiede der Bilder nachweisen. Die Schüler sind zwar nicht in der Lage, selbständig Interpretationen von Farbsynthesebildern vorzunehmen, verstehen nach dieser Demonstration aber wesentlich besser die vorgestellten Beispiele aus der Literatur.

Abweichend von der vom Programm angegebenen Reihenfolge habe ich den Nutzen der Raumfahrt für die astronomische Forschung zum Abschluß des Lehrgangs behandelt, da die Thematik zusammenfassenden Charakter trägt. Ausgehend von den schon vorhandenen Kenntnissen über Ergebnisse der Erforschung mit Mond- und Planetensonden, wurde hier verdeutlicht, welche Probleme der Astronomie bereits mit Hilfe der Raumfahrt gelöst wurden und welche offenen Fragen immer noch bestehen. In diesem Zusammenhang möchte ich noch erwähnen, daß wir auch im Wahlkurs Raumfahrt alle Möglichkeiten unserer Schulsternwarte genutzt haben, um astronomische Objekte (besonders Sonne, Mond, Planeten) regelmäßig zu beobachten.

Schließlich sei noch erwähnt, daß zu einigen Themen auch Mitschnitte von Schulfunksendungen zu Problemen der Raumfahrt vollständig bzw. in Ausschnitten genutzt wurden, z. B.:

- Er bahnte den Weg ins All – *Juri Gagarin*
- Verwirklichte Träume – Porträt des Raumschiffkonstruktors *S. P. Koroljow*
- Der rote Planet: Marsforschung gestern – heute – morgen.

Die Arbeit mit meinen Schülern hat mir gezeigt, daß es möglich ist, sich ein ganzes Jahr intensiv mit der Raumfahrt zu beschäftigen und dabei das Interesse der Schüler wachzuhalten und zu fördern.

Anschrift des Verfassers: **Eberhard Nowatzki, Wilhelm-Pleck-Oberschule, W.-Pleck-Straße 33, Oschersleben, DDR-3230**

Eine interessante Tagung unter dem Titel *Astronomieunterricht und Popularisierung der Astronomie* veranstalteten im Herbst 1989 die Slowakische Astronomische Gesellschaft, die Tschechoslowakische Astronomische Gesellschaft, die Mathematisch-physikalische Fakultät der Komenius-Universität von Bratislava und die Abteilung Astronomie im Park der Kultur und Erholung von Bratislava. Es war die 6. gesamtstaatliche Konferenz dieser Art in der ČSFR. Neben einheimischen Professoren und Astronomielehrern waren auch ausländische Gäste anwesend, so z. B. Professor *Kononowitsch* von der Moskauer Universität, Universitätsprofessor *Dr. H. Haupt* von der Grazer Universität, *Dr. Włodarczyk* von der Universität Krakau, *Dr. Lindner* vom Kulturbund der DDR.

Viele interessante Aspekte des Unterrichts der Astronomie und deren Popularisierung wurden behandelt und kritisch betrachtet. So beklagte *Dr. Šolc* von der Karlsuniversität in Prag in seinem Referat das geringe Interesse der Jugend für die Astronomie. Die Probleme sieht er in drei Bereichen:

- die Vermittlung der Astronomie in den verschiedensten Medien ist zwar mengenmäßig gut, verläuft aber ohne besondere Zielsetzung.
- Es fehlt der Jugend sehr an eigener Erfahrung. Die Beschaffung von Beobachtungsmitteln für Amateure ist äußerst schwierig. Es besteht somit wenig Möglichkeit, die Amateure anzuregen.
- Obwohl Lehrer im Unterricht ihr Bestes geben (allerdings nur die begeisterten – Anmerkung des Verfassers), wird, durch die schwache Vertretung der Astronomie und Astrophysik in den Lehrplänen aller Schultypen, ihrem Bestreben eine deutliche Grenze gesetzt.

Ähnliche Probleme haben die Vertreter der Komenius-Universität vorgetragen. Sie bilden Studenten aus, die in der Öffentlichkeit oft als Sonderlinge, als Sterndeuter oder als Wettermacher angesehen werden. Planstellen sind für diese Absolventen oft nicht vorhanden; die Planung und die Wirklichkeit klaffen weit auseinander. Die Professoren werden bei der Gestaltung der Lehrpläne nicht befragt; es fehlt an internationaler Zusammenarbeit; mit dem westlichen Ausland wurde diese gar nicht ermöglicht.

Einige Referenten sprachen über die interdisziplinären Beziehungen der Astronomie, stellten aber fest, daß es dadurch auch nicht besser um sie in der breiten Öffentlichkeit bestellt ist. Wieder andere referierten über Lehrbücher und Lehrpläne, stellten Vergleiche an, untersuchten Leistungen von Schülern verschiedener Schultypen und präsentierten Untersuchungsergebnisse von Leistungen dieser Schüler. Die Ergebnisse waren für die Schüler nicht gerade schmeichelhaft. Es wurden auch Schülerarbeiten im Fach Astronomie analysiert. Es wurde bemängelt, daß sich Schüler an solche Arbeiten, meist aus ökonomischen Gründen, nur selten heranwagen. Die wenigen Schüler sind solche, die in der Astronomie noch eine Romantik vermuten. Eine gewisse Rolle für die Beliebtheit der Astronomie ist auch der Lehrer-Schüler-Beziehung beizumessen.

Der wohl bekannteste Popularisator der Astronomie in der ČSFR, *Dr. Jiří Grygar*, behandelte das interessante Gebiet der Vermittlung astronomischer Kenntnisse in den Medien, wobei er unter Medien nicht nur Funk, Film und Fernsehen, sondern auch das Schrifttum verstanden wissen wollte. Seine Erkenntnisse waren sehr aufschlußreich. Mit einer gewissen Portion Ironie sprach er von astronomisch langen Zeiten, bis Veröffentlichungen und Bücher erschienen. Bei Übersetzungen waren diese Zeiten noch viel länger, besonders schwer tat man sich mit Übersetzungen westlicher Autoren. Hier macht sich auch das Problem der Rezensionen bemerkbar. Ein großes Problem sieht *Dr. Grygar* auch im Fehlen von Wissenschafts- und Fachjournalisten.

In einigen Referaten, besonders aber bei Diskussionen, wurde die Rolle der Volkssternwarten und Planetarien im Unterrichtsprozeß angesprochen. Dies war aber ein besonders heikles Thema, das mit der Struktur und Bedeutung der Volkssternwarten und Planetarien als staatliche kulturelle Einrichtungen eng zusammenhängt. Diese Institutionen hatten bisher nur ideologischen Interessen zu dienen.

Man kann sagen, wie auch Professor *Haupt* aus Graz feststellte, daß diese Tagung insgesamt ein gelungenes Unternehmen war. Sie hat vieles aufgedeckt und auch einige Lösungen vorgezeichnet. Eines aber, meines Erachtens das Wichtigste, hat sie unterlassen. Sie hat nicht nach den Ursachen des aufgedeckten Zustandes gefragt. Denn, solange sich die Leute in der Mangelgesellschaft mit den Problemen des täglichen Lebens herumschlagen müssen, werden sie kaum Ver-

ständnis für die astronomische Bildung aufbringen. Andererseits neigen die Menschen in der Überflußgesellschaft auch lieber zum übermäßigen Konsum als zur Bildung, doch sind da die Ursachen bekannt.

Zum Schluß seien noch ein paar Gedanken und Anregungen ausländischer Teilnehmer dargelegt. So sagte Professor *Kononowitsch* aus Moskau, daß die astronomische Bildung in der UdSSR ein großes Problem sei. Zwar ist das Fach Astronomie in der allgemeinbildenden Schule obligatorisch und gewinne die Astronomie in letzter Zeit an Autorität im gesellschaftlichen Leben. Es wird aber vielerorts schlecht unterrichtet, was mit der schlechten Ausbildung der Astronomielehrer zusammenhängt.

Die polnischen Kollegen klagten darüber, daß für Astronomiekurse für Physiklehrer seitens der Schulen wenig Interesse besteht. Dr. *Lindner* aus Leipzig stellte fest, daß der obligatorische Unterricht des Faches Astronomie sich in der DDR als vorteilhaft erwies. Wenn auch nicht durchweg optimal, kann im Unterricht Astrophysik und Kosmologie auf der Basis des modernen Wissensstandes behandelt werden. Daß dieses Geschehen auf großes Interesse stößt, findet seinen Niederschlag u. a. auch im fakultativen Unterricht.

Professor Dr. *Haupt* aus Graz legte die Gliederung des Astronomieunterrichts in Österreich dar. An den Universitäten werden die Studenten gut ausgebildet, nur sind es oft mehr, als im Fach untergebracht werden können. Deshalb wechseln viele in andere Gebiete. In höheren Schulen wird in allen Klassen Astronomie im Rahmen des Physikunterrichts vermittelt. Wenngleich Astronomie also nicht mehr als nur ein Anhängsel ist, kann trotzdem die Situation als gut bezeichnet werden. Sehr schlecht ist die Lage in den Pflichtschulen. Wenn nicht gerade der Lehrer ein begeisterter Amateur ist, wird nichts vermittelt. Darum versucht man jetzt über die URANIA und die Amateurverbände in diese Schulen einzusteigen. Ein verbessertes Niveau haben die URANIA und die Amateurverbände bei der allgemeinen Volksbildung und den Volkshochschulen erreicht.

Abgeschlossen wurde die Tagung durch den Besuch des im Bau befindlichen Observatoriums der Komenius-Universität in den Kleinen Karpaten und einen geselligen Abend in Modra, unweit des Observatoriums.

Mathias Schmögner

Älteste Schulsternwarte des Bezirkes Potsdam arbeitet wieder

Mehr als zehn Jahre lag die Sternwarte der Bruno-H.-Bürgel-Oberschule in Potsdam-Babelsberg im Dornröschenschlaf. Es fehlte nicht nur ein geeigneter Mann, mit der Zeit waren auch größere Mängel am Bauzustand eingetreten.

Im Jahre 1986 ging der Fachberater der Stadt Potsdam mit dem Auftrag an diese Schule, die Sternwarte wiederzubeleben. Dazu war mehr zu tun als nur Staub und Rost zu beseitigen. *Fritz Metschies* tat das mit vollem Einsatz und gab dazu seine ihm liebgeordnete Freizeitfunktion im Sport auf.

Nach einer Instandsetzung des Kuppeldaches sichern jetzt ein verbesserter Kuppelantrieb, eine neue Elektroinstallation, ein zweiter Refraktor und Zusatzgeräte verbesserte Beobachtungsbedingungen. Ein völlig neu gestalteter Aufgang trägt zur Schaffung einer «Sternwartenatmosphäre» bei. Sehr anschaulich wird dort über ausgewählte Themen informiert, z. B.

- Potsdam - Stadt der wissenschaftlichen und populären Astronomie
- Entwicklung der Beobachtungstechnik
- Topographie der Planetenoberflächen
- Entwicklung der Raumfahrt.

Im kleinen Vortragsraum, der zur Vorbereitung auf Beobachtungen sowie für den fakultativen Kurs und außerunterrichtlichen Veranstaltungen genutzt wird, findet man eine Darstellung zur Entwicklung der Spektralanalyse. Künftig sollen dort auch Experimentieranordnungen die Wirkprinzipien astrophysikalischer Meßverfahren demonstrieren.

Bemerkenswert ist, daß Studienrat *Fritz Metschies* bereits für Schüler der Unterstufe Besuche in der Sternwarte anbietet und damit den Heimatkundeunterricht und die Hortarbeit unterstützt. So hat er diese Einrichtung durch ideenreiche, unermüdete Arbeit nicht nur wiederbelebt, sondern ihr ein besonderes Profil gegeben, das dem Namen *Bürgel* gerecht wird. Wirksame Unterstützung erhielt er dabei durch die Abteilung Bildung des Rates der Stadt Potsdam und die Leitung der Schule, und tatkräftige Hilfe gab besonders der Patentbetrieb, das RAW Potsdam.

Die Wiedereröffnung der Schulsternwarte fand im Rahmen einer Festwoche anlässlich des 40. Todestages *B. H. Bürgels* statt. Damals,

im September 1948, hatte der Elternbeirat der XII. Schule den Antrag auf Verleihung des Namens dieses im wahrsten Sinne volkstümlichen Astronomen und Schriftstellers gestellt, und 1950 war mit dem Abschluß der Wiederaufbauarbeiten an der noch in den letzten Kriegswochen stark beschädigten Schule auch eine 5-m-Kuppel betriebsfertig. Erstes Fernrohr war ein Refraktor 115/1500 aus *Bürgels* Nachlaß. Damit begann *Bürgels* Wunschtraum nach einer umfassenden astronomischen Volksbildung Wirklichkeit zu werden.

Wir wünschen dieser ersten Schulsternwarte im Bezirk Potsdam eine weiterhin erfolgreiche Tätigkeit.

Hans Greiser

Kopplung von Schülertätigkeiten mit dem Betrachten von Bildmaterial

Lepik formulierte in /1/, daß der Einsatz von Lichtbildern sich nicht sofort im Ergebnis des Unterrichts widerspiegelt, daß er jedoch langfristig dem Lernenden festere Kenntnisse sichern hilft. Auch warnte er vor dem bloßen Wahrnehmen von Bildeindrücken, bei dem das Denken vernachlässigt wird. Dem Astronomielehrer steht ein umfangreiches Bildmaterial zur Verfügung, welches in /2/ für den effektiven Unterrichtseinsatz in übersichtlicher Form aufgelistet wurde.

In meiner Hospitationstätigkeit als Fachberater stellte ich fest, daß viele Kollegen dieses Bildmaterial nur in Verbindung mit dem Lehrervortrag einsetzen, so daß hier keine optimale geistige Aktivität der Schüler erreicht wird. Ein großer Teil der Schüler nimmt diese Bilder dann doch nur - bloß - wahr.

Ich möchte deshalb erprobte Möglichkeiten aufzeigen, wie die Schüler durch den Lichtbildereinsatz in Verbindung mit gezielten Aufgabenstellungen zu geistiger Aktivität geführt werden können. Da das zur Verfügung stehende Bildmaterial sehr umfangreich ist, werde ich mich nur auf ausgewählte Bilder der Dia-Reihen R 1135 und R 1136, die mit Sicherheit an jeder Schule vorhanden sind, beziehen. Der Bildereinsatz ist dabei in allen didaktischen Funktionen möglich.

Bezeichnung des Bildes	Einsatz in didaktischer-Funktion	Aufgabenstellung und methodische Hinweise
R 1135/1 Planetensystem im Überblick	Arbeit am neuen Stoff oder Festigung, Kontrolle	- Nennen Sie die Namen der Planeten! - Beschreiben Sie den Aufbau unseres Sonnensystems!
R 1135/2 Planeten Größenverhältnisse	Arbeit am neuen Stoff	- eignet sich gut für die Erarbeitung der Einteilung in erd- und jupiterartige Planeten Nach dem Betrachten wird die Frage gestellt: Kann man die Planeten nach ihren Eigenschaften in bestimmte Gruppen einteilen? Die Untersuchung der Richtigkeit der nach dem Betrachten des Dias getroffenen Aussage erfolgt dann mit Hilfe der Tabelle im Lehrbuch (S. 34 Physikalische Eigenschaften der Planeten)
R 1135/5 Mond und Erde Größenvergleich	Arbeit am neuen Stoff	- erleichtert das Einprägen des Größenverhältnisses von Erde und Mond Die Schüler erhalten die Aufgabe: Schätzen Sie, wievielmal paßt der Monddurchmesser in den Erddurchmesser hinein!

Bezeichnung des Bildes	Einsatz in didaktischer Funktion	Aufgabenstellung und methodische Hinweise	Bezeichnung des Bildes	Einsatz in didaktischer Funktion	Aufgabenstellung und methodische Hinweise
		Aus dem Tafelwerk werden die absoluten Zahlenwerte abgelesen. Das Verhältnis wird dann mit dem Taschenrechner berechnet.	R 1136/5 Schichten der Sonne und Aktivitäten	Festigung oder Arbeit am neuen Stoff oder Kontrolle	– Beschreiben Sie den Aufbau der Sonne und erläutern Sie die Erscheinungen der Sonnenaktivität!
R 1135/17 Apollo 15 vor den Hadleybergen R 1135/18 Merkur Polgebiet R 1135/22 Oberfläche des Mars sowie eine Tagaufnahme an der Erdoberfläche	Arbeit am neuen Stoff	– Die Dias werden mit dem Hinweis, daß es sich jeweils um Tagaufnahmen handelt, gezeigt. Die Schüler werden auf den Himmels hintergrund hingewiesen und sollen Unterschiede feststellen. Die Auswertung erfolgt im Unterrichtsgespräch. Diese Aufgabe ist etwas anspruchsvoller. Die Schüler können durch die Auswertung dieses Bildmaterials zu der Erkenntnis kommen, daß der Mond keine Atmosphäre besitzt.	R 1136/6 Sonnenpektrum	Arbeit am neuen Stoff oder Festigung	– Nach der Beobachtung eines echten Sonnenspektrums wird das Dia gezeigt. Die Schüler erhalten die Aufgabe, im Lehrbuch zu erarbeiten, warum diese Linien entstehen und was man daraus ableiten kann. – Wie heißt das Spektrum? Welche Angaben kann man einem solchen Spektrum entnehmen?
R 1135/15 Mond und DDR Größenvergleich	Arbeit am neuen Stoff	– trägt besser zum Verständnis der Größenordnungen der Strukturelemente der Mondoberfläche bei, wenn die Schüler als vorbereitende Hausaufgabe erhalten, sich über die Flächen und mittleren Durchmesser der genannten Stadtgebiete sowie ihren Entfernungen zueinander im Atlas zu informieren. Mit diesen Kenntnissen können sie die Größenordnungen der Kraterdurchmesser selbst abschätzen.	R 1136/10 Sternparallaxen	Festigung	– Erläutern Sie die Methode zur Entfernungsbestimmung der Sterne!
			R 1136/11 Sternspuraufnahme	Festigung oder Kontrolle	– Wie könnte diese Aufnahme entstanden sein? – Warum haben die Sterne verschiedene Farben? (Eignet sich auch gut im Zusammenhang mit der Auswertung der Beobachtungsaufgabe 9/LB, S. 92/)
			R 1136/13 Veränderlicher Stern	Arbeit am neuen Stoff	– Interpretieren Sie das Diagramm! Welche Beziehung besteht zu den Fotos?
			R 1136/17 HRD als Zustandsdiagramm	Festigung	– Welche Aussagen kann man diesem Bild entnehmen? Wenden Sie Ihr Wissen über das HRD an!
R 1135/24 Marsmonde R 1135/27 Saturn mit Monden	Arbeit am neuen Stoff oder Festigung	– Erarbeitung des Begriffes «Satellit» Die Schüler bekommen die Bilder gezeigt und mitgeteilt, daß diese Objekte ebenso wie der Erdmond als Satelliten bezeichnet werden. Nun erhalten die Schüler den Auftrag, den Begriff Satellit zu definieren. – Festigung: Zeigen eines Dias in Verbindung mit der Frage, um welche Objekte es sich handelt.	R 1136/21 Entstehung eines Planetensystems	Arbeit am neuen Stoff oder (Festigung)	– Erklären Sie die Entstehung der erdartigen Planeten! Die Schüler erarbeiten sich dies im Lehrbuch und können dabei das Dia betrachten.
			R 1136/24 Entwicklungswege zweier Sterne	Arbeit am neuen Stoff oder Festigung	– Setzen Sie sich mit der Aussage auseinander: Die Entwicklung eines Sterns hängt von seiner Masse ab. oder Beschreiben Sie den Einfluß der Masse auf die Sternentwicklung!
R 1136/1 Sonne mit Flecken	Arbeit am neuen Stoff	– Rotiert die Sonne? – Wie kann die Rotationsperiode der Sonne bestimmt werden?	R 1136/28	Arbeit am neuen Stoff oder Festigung	– Beschreiben Sie den Aufbau des Milchstraßensystems! (Methodisches Vorgehen bei 1136/21)

/1/ Leppik, Peep: Zur Effektivität von Lichtbildern im Astronomieunterricht. AS 2/89.

/2/ Gräfe, Luise: Zuordnung von Lichtbildern zu den Stoffeinheiten des Lehrplanes. AS 6/88, 1/89.

Peter Rieger

Blick auf den Büchermarkt

Den nachfolgenden Hinweisen auf astronomische Literatur liegen die Angaben des Börsenblattes für den Deutschen Buchhandel, Sonderausgabe Internationale Leipziger Buchmesse 1990, zugrunde. Darin sind die Angebote aus DDR-Verlagen enthalten. Es ist zu wünschen und bleibt zu erwarten, daß bis zum Erscheinen unserer Mitteilung in AS auch Angebote von Büchern zu astronomischen Themen aus Verlagen der BRD und des Auslandes vorliegen.

1. Neuerscheinungen

J. RANFT: Bausteine des Universums. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften Berlin. Etwa 168 S., 160 Abb., etwa 10 Tab.; etwa 32,-M/etwa 42,-DM. Best.-Nr. 571 836 6.

Populärer Überblick über den neuesten Stand der Elementarteilchenphysik. Der Bogen reicht von unserer Erfahrungswelt und der damit verbundenen klassischen Physik bis zu den heutigen Fragen der Entwicklung unseres Universums.

Ahnerts Kalender für Sternfreunde 1991. VEB Johann Ambrosius Barth, Leipzig. Etwa 190 S., 63 Abb.; 5,70 M/11,90 DM. Best.-Nr. 793 879 2.

Kleines astronomisches Jahrbuch.

W. GÖTZ: Die offenen Sternhaufen unserer Galaxis. VEB Johann Ambrosius Barth, Leipzig. Etwa 300 S., 143 Abb., 82 Tab.; 44,-M/54,-DM. Best.-Nr. 793 826 2.

Ziele des Buches sind der Überblick über den Stand der Erforschung offener galaktischer Sternhaufen, ihre Bedeutung für die Erforschung der Milchstraße, geschichtliche Entwicklungswege sowie Forschungsschwerpunkte.

K. MARQUART: Raumfahrt – wozu und wohin? Verlag für Lehrmittel Pössneck. Ein Quartett mit 36 Spielkarten, 40 S. Textheft; 2,40 M/2,70 DM. Best.-Nr. 334 948 0.

2. Nachauflagen:

R. RIEKHER: Fernrohre und ihre Meister. VEB Verlag Technik Berlin. 2., stark bearb. Aufl.; etwa 480 S., 400 Bilder, 15 Tafeln; erscheint III/90; etwa 56,-M/etwa 74,-DM. Best.-Nr. 554 203 0.

Eine rätselhafte Aufnahme

UFO oder Feuerkugel? Oder was sonst? Diese Himmelsaufnahme vom Februar 1990 übersandte uns unser Leser Heinz Walther aus Dresden. Wer findet die Lösung? Für die richtige Antwort stellt die Redaktion als Preis ein Jahresfreiabonnement für «Astronomie in der Schule» bereit. Bei mehreren richtigen Einsendungen entscheidet das Los. Einsendeschluß ist der **15. Juli 1990** (Datum des Poststempels). Die richtige Antwort und der Name des Gewinners werden im Heft 5/1990 veröffentlicht.



C. HOFFMEISTER/G. RICHTER/W. WENZEL: Verändliche Sterne. VEB Johann Ambrosius Barth, Leipzig. 3., überarb. Aufl.; etwa 340 S., 170 Abb., 64 Tab.; 56,-M/67,-DM. Best.-Nr. 793 885 6.

J. N. JEFREMOV: In die Tiefen des Weltalls. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig, Leipzig/BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig. 3., erw. u. bearb. Aufl.; 240 S.; etwa 69 Abb.; Kleine Naturwiss. Bibl., Bd. 51; erscheint vorauss. IV/90; 14,80 M/12,80 DM. Best.-Nr. 666 567 3.

W. N. KOMAROW: Neue unterhaltsame Astronomie. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig, Leipzig/BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig. 5., bearb. Aufl.; etwa 224 S., 24 Abb.; Kleine Naturwiss. Bibl., Bd. 37; 12,-M/DM. Best.-Nr. 666 568 1.

H. WUSSING: Isaac Newton. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig, Leipzig/BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig. 4. Aufl.; 134 S. 12 Abb.; Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner, Bd. 27; 134 S., 12 Abb.; ersch. vorauss. III/90; 6,90 M/8,60 DM. Best.-Nr. 665 834 2.

K. LINDNER: ASTROFÜHRER. Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin. 2. Aufl.; 196 S., 27 Farbfotos, 46 SW-Fotos, 83 Farbzeichn., 8 Karten, 1 drehbare Sternkarte; 18,-M/27,85 DM. Best.-Nr. 654 070 7.
Eine Anleitung zur Beobachtung von Himmelserscheinungen.

D. B. HERRMANN: Entdecker des Himmels. Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin. 4., überarb. Aufl.; 230 S., 31 Farbfotos, 55 SW-Fotos, 35 zweifarb., 20 vierfarb. Zeichn.; 16,80 M/DM. Best.-Nr. 654 398 3.

Astronomiegeschichte von den Anfängen der Himmelskunde bei den alten Kulturvölkern bis zu heutigen Vorstellungen vom Entwicklungskosmos.

D. B. HERRMANN: Von Sternen und Feuerrädern. Verlag Junge Welt Berlin. 4. Aufl.; 10,50 M/DM. Best.-Nr. 683 366 5.

3. Vorrätige Bücher

R. WAHSNER (Hrsg.): Gravitation und Kosmos. Akademie-Verlag Berlin. 32,-M/DM. Best.-Nr. 763 754 3.

Beiträge zu Problemen der Allgemeinen Gravitationstheorie.

T. ROATSCH (Hrsg.): Data of the Planetary System. Akademie-Verlag Berlin. 18,-M/24,-DM. Best.-Nr. 763 774 6.

Erdmond. Vorderseite/Rückseite. VEB Herrmann Haack Geographisch-Kartographische Anstalt Gotha. 4. Aufl.; Format 110 cm × 66 cm, gefalzt 12 cm × 22 cm, Maßstab 1:12 000 000; Beiheft 76 S.; 9,80 M/14,60 DM. Best.-Nr. 598 177 0.

Mars. Westliche und östliche Hemisphäre. VEB Herrmann Haack Geographisch-Kartographische Anstalt Gotha. 2. Aufl.; Format 110 cm × 66 cm, gefalzt 12 cm × 22 cm, Maßstab 1:23 500 000; Beiheft 40 S.; 9,80 M/14,60 DM. Best.-Nr. 966 249 4.

Nördlicher und südlicher Sternhimmel. VEB Herrmann Haack Geographisch-Kartographische Anstalt Gotha/GKP Prag. Format 74 cm × 87 cm, gefalzt 24 cm × 22 cm; Beiheft 64 S.; 14,80 M. Best.-Nr. 598 251 1.

Nur ab Verlag: Gerollt; 19,20 M. Best.-Nr. 599 251 7.

MANFRED SCHUKOWSKI

Hilmar W. Duerbeck; Waltraut C. Seitter: **Carl Wirtz, die extragalaktischen Nebel und der Sonnenapex.**

In: Die Sterne 66 (1990) 1.

Im ersten Aufsatz einer Beitragsfolge zur Geschichte der Kosmologie von *Herschel* bis *Einstein* erörtern die Verfasser die bedeutenden Leistungen von *Carl Wilhelm Wirtz* (1874–1939), einem Mitbegründer der beobachtenden Kosmologie. *Wirtz*, der sich auch sehr kritisch mit den gesellschaftlichen Verhältnissen seiner Zeit auseinandersetzte und deshalb in seiner Berufskarriere Nachteile hatte, wirkte von 1902 bis 1916 an der Sternwarte in Straßburg im Elsaß. Hier beobachtete er vor allem Himmelskörper des Sonnensystems sowie Veränderliche. Außerdem war er an der statistischen Erfassung von etwa 1 500 Nebelörtern beteiligt, deren Positionen zunächst visuell und später photographisch bestimmt wurden. Diese Arbeiten waren wichtiger Ausgangspunkt für die Bestimmung von Eigenbewegungen der Nebel. *Wirtz* interessierte besonders Nebelparallaxen und Apexbestimmungen aus den Eigenbewegungen der Nebel. Die wahre Natur dieser Objekte war damals noch nicht bekannt. In Auswertung ermittelter Nebelörter gelangte er zu dem Schluß, daß die Bewegung der meisten Nebel eine vorherrschende Richtung aufweist. Angeregt durch diese Ergebnisse, widmete er sich um 1920 den Radialgeschwindigkeiten dieser Objekte und kam zu der Erkenntnis, daß die beobachteten Nebel keinem einheitlichen System angehören können, weil sie sich nicht nur von dem Beobachter unseres Sternsystems, sondern auch voneinander entfernen. Damit deutete *Wirtz* die Möglichkeit einer Expansion des Weltalls an. Diese Überlegungen erhärtete um 1930 *Hubble* mittels 150 untersuchter Spiralnebel.

Mit seinen Arbeiten über Radialbewegungen von Spiralnebeln und Kugelsternhaufen (1922) trug *Wirtz* bedeutend zum Verständnis der Rotverschiebung in der Kosmologie bei, wobei auch Beziehungen zwischen den Entfernungen und den Radialgeschwindigkeiten dieser Objekte angesprochen werden. Sicher stützte sich *Wirtz* hier auch auf Arbeiten von *Shapley*, der bereits 1919 einen Zusammenhang zwischen scheinbarer Helligkeit und Rotverschiebung bei diesen Objekten sah.

Durch diese und andere Leistungen gehört *Carl Wirtz* zu den Pionieren der modernen Kosmologie.

A. N. Witt; R. E. Schild: **Das Licht der Dunkelwolken.**

In: Sterne und Weltraum 29 (1990) 2.

Die Verfasser beschäftigen sich mit einigen physikalischen Bedingungen in Dunkelwolken des interstellaren Raums. Staub in diesen Wolken streut und schwächt das Licht weit entfernter Sterne, so daß sternarme oder sternleere Gebiete vorgetäuscht werden.

Nur ein kleiner Teil des Lichtes wird dabei absorbiert. Der größere Teil wird jedoch in eine andere Richtung wieder ausgestrahlt, wobei die ursprüngliche Wellenlänge erhalten bleibt. Durch diesen Vorgang zeigen Dunkelwolken eine schwache Flächenhelligkeit, die am Wolkenrand größer als in der Wolkenmitte ist. *Struve* (1937) erklärte diese Erscheinung mit einem Streuprozeß, der das Sternlicht in seine ursprüngliche Richtung, vorwiegend nach vorn, wirft.

Die Autoren ziehen aus der qualitativen Analyse von Daten eines Farbbildes einer kleinen Dunkelwolke im Sternbild Cassiopeia den Schluß, daß die Streuwerte und die Größe der Staubteilchen in dieser Wolke mit denen in bekannten Staubmodellen nicht übereinstimmen, die von einem wesentlich kleineren Durchmesser der Teilchen ausgehen und dadurch auch eine niedrigere Albedo besitzen. Es wird angenommen, daß das Anwachsen der Staubteilchen durch die Entwicklung von Eismänteln und durch Gerinnung kleinerer Teilchen ausgelöst wird. Für das Wachstum der Teilchen bestehen auch deshalb günstige Bedingungen, weil die Dichte der Wolke zur Mitte infolge der Eigengravitationen ihrer Masse wächst. Da fast in allen Wolken Gleichgewicht zwischen Gasdruck und Eigengravitation besteht, haben diese Gebilde eine lange Lebensdauer. Die Temperatur läßt sich aus der Dichteverteilung in der Wolke berechnen. Sie hat einen Wert von 11 Kelvin, der kennzeichnend für kalte Molekülwolken in der Galaxis ist.

Bundesministerium für Forschung und Technologie: **Raumfahrt wird wichtig für die Erde.**

In: Astronautik 26 (1989) 4. Organ der Hermann-Oberth-Gesellschaft e. V., Bremen.

Der Artikel ist aus einem Bericht des oben genannten Ministeriums im BMFT-Journal 4/1989 entnommen. Er geht auf die Raumfahrtzusammenarbeit in Westeuropa und auf den Anteil der Bundesrepublik ein. Seit 25 Jahren existiert die Europäische Weltraumorganisation ESA, die heute neben den USA und der UdSSR die dritte Weltraummacht ist. In diesem Gremium hat neben Frankreich die BRD eine führende Rolle. Sie gibt jährlich für die ESA-Programme 8 Milliarden DM aus. Dafür erhalten die deutsche Wissenschaft und Industrie bedeutende Entwicklungsaufträge besonders auf dem Gebiet der Hochtechnologien. Bei vielen Vorhaben, z. B. beim SPACELAB oder bei der Entwicklung der ARIANE-4-Trägerrakete waren deutsche Firmen Hauptauftragnehmer.

Bei Forschungen unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit hat die BRD eine Weltraumspitzenposition. Auch auf dem Gebiet der bemannten Raumfahrt leistet sie Pionierarbeit. So gehörten deutsche Wissenschaftsastronauten zu den Ersten, die mit SPACELAB in das All flogen. Die ESA-Astronauten werden in Köln, im Europäischen Astronautenzentrum, ausgebildet. Auch auf die internationale Weltraumkooperation nimmt die BRD bedeutenden Einfluß. Hier geht es vor allem um die Zusammenarbeit mit den USA bei der Errichtung und Nutzung einer bemannten Weltraumstation. Auch mit der UdSSR bahnen sich in der Raumfahrt Kooperationsbeziehungen an.

Die Bundesrepublik hat die Bedeutung der Raumfahrt für Forschung und Technik, Industrie und Wirtschaft erkannt und dafür die finanziellen Ausgaben wesentlich erhöht, wobei die Raumfahrt keine Dominanz über andere wichtige Bereiche hat. So wurden 1989 für die Raumfahrt 1,3 Milliarden DM ausgegeben, das entspricht 2 % der Gesamtausgaben für Forschung und Entwicklung im Bundeshaushalt und etwa 0,05 % des Bruttosozialproduktes.

Helmut Bernhard



Rezensionen

Siegfried Marx; Werner Pfau: **Himmelsfotografie mit Schmidt-Teleskopen.**

1. Auflage 1990, URANIA-Verlag Leipzig-Jena-Berlin; 168 Seiten, 43 Reproduktionen fotografischer Platten, Bestell-Nr.: 6542198, 36,00 Mark.

Viele Berufsastronomen und Amateure fotografieren mit Schmidt-Teleskopen. Der Name *Bernhard Schmidt* ist wohl allen Astronomen geläufig. Nun liegt ein neues Buch über die Technik und die Ergebnisse der Schmidt-Astrofotografie vor.

Die Darstellung astronomischer Objekte in Wort und Bild nimmt den größten Raum darin ein. Die geschickte Text-Bild-Kombination auf je einer Doppelseite macht das Lesen und Aufnehmen leicht. Wir finden Bilder von Sternfeldern, Nebeln, Galaxien, Galaxienhaufen, aber auch von Sternspuren und Kometen. Sie beweisen, daß die Schmidt-Teleskope einen vorläufigen Höhepunkt im astronomischen Gerätebau darstellen. Der interessierte Astronom findet detaillierte Angaben zu den einzelnen Aufnahmen.

Aber auch der Bau astronomischer Teleskope, und natürlich die eingehende Beschreibung des Schmidt-Teleskops, seiner Idee, seiner Fertigung und seiner Nutzung, sind in dem Buch enthalten. Das Leben und Wirken von *Bernhard Schmidt* wird dargestellt. Dieser Bericht gewinnt sehr durch die einzige Publikation *Schmidts* über sein optisches System: «Ein lichtstarkes komafreies Spiegelsystem». Die Erläuterungen werden durch aussagekräftige Zeichnungen und Daten, vor allem über die Herstellung der Korrektionsplatten, untermauert. Besonders interessant ist eine Übersicht über Schmidt-Teleskope ab 60 cm Öffnung. Auch Amateurastronomen finden wichtige Hinweise für ihre Tätigkeit.

Dieses Buch gehört zu den besten Publikationen seiner Art. Den Autoren gebührt Dank.

Wolfgang Knobel

Volker Kasten: Faszinierende Astronomie.

Kosmos-Gesellschaft der Naturfreunde Francksche Verlagshandlung
D-7000 Stuttgart, 1988, 264 Seiten, 48 Schwarzweiß-Grafiken, 40
Schwarzweiß-Fotos auf 16 Tafeln. ISBN 3-440-05893-X, 36,- DM.

Das Buch wendet sich an Anfänger in der Sternkunde und hat einen weitgespannten inhaltlichen Bogen. Zunächst wird auf den Sternhimmel und seine Beobachtungsmöglichkeiten eingegangen. Dann widmet sich der Autor den Bewegungen der Gestirne und den Gesetzen der Himmelsmechanik. Anschließend werden die Himmelskörper des Sonnensystems beschrieben, wobei auch neue Erkenntnisse, die mit Hilfe der Raumfahrt gewonnen wurden, soweit sie bei Abfassung des Buches bekannt waren, einbezogen sind und Streifzüge in die Geschichte der Astronomie stattfinden. Es fällt auf, daß dieses Kapitel keinen Abschnitt über die Entstehung des Sonnensystems enthält. Das nachfolgende Kapitel enthält eine Einführung in die Astrophysik, wobei die Sternevolution relativ kurz behandelt wird. Dann beschäftigt sich der Autor mit dem Milchstraßensystem und der Welt der Galaxien. Schließlich werden kosmologische Fragen erörtert, wobei auf die Geometrie, die Expansion und die Entwicklung des Weltalls seit dem Urknall eingegangen wird.

Leider wird das Buch seinem Untertitel «Vom Sonnensystem bis an den Rand des Weltalls» nicht in vollem Maße gerecht. Etwa 160 Seiten befassen sich mit dem Sonnensystem und nur ca. 100 Seiten widmen sich der galaktischen und extragalaktischen Astronomie, die wichtige Gebiete der modernen Kosmosforschung sind. Hier hätte sich der Rezensent eine ausführlichere Betrachtung gewünscht.

Der Verfasser versteht es, die Wissenschaft unterhaltsam und verständlich darzustellen. Anerkennung verdient die methodische Gestaltung der Schrift. Zahlreiche zum Teil originelle Skizzen, z. B. vom Aufbau des Weltalls oder des raum-zeitlichen Kosmos, tragen zum Verständnis des Textes bei. Zahlreiche Zwischenüberschriften sowie Erläuterungstexte am rechten Rand einzelner Buchseiten erleichtern den Lesern den Zugriff zu den vielseitigen Inhalten.

Helmut Bernhard

Sternkalender, Erscheinungen am Sternhimmel Ostern 1990 bis 1991, mit naturwissenschaftlichen und literarischen Beiträgen.

Philosophisch-Anthosophischer Verlag Goetheanum Dornach/Schweiz, 1989. 96 Seiten mit zahlreichen, teils farbigen Abbildungen, 24,- DM.

Das von der Mathematisch-Astronomischen Sektion am Goetheanum von Suso Vetter herausgegebene Bändchen, das durch hervorragende drucktechnische Wiedergabe von Text und Abbildungen, klare Gliederung und große Übersichtlichkeit besticht, stellt durch seinen jahübergreifenden Inhalt eine ungewohnte Besonderheit auf unserem Gebiet dar. Das jeweils durch Zwischentexte zu den «Aufgaben der Künste am Ende des Jahrhunderts» aufgelockerte Kalendarium mit den astronomischen Jahresübersichten genügt allen Ansprüchen, die der beobachtende Schul- oder Amateurastronom an ein kleines astronomisches Jahrbuch stellt. Besonders hervorgehoben und graphisch exakt dargestellt sind die Schleifenbewegungen der Planeten, der Mondlauf 1990/91 sowie die geozentrischen und heliozentrischen Bahnen der Planeten. An den jahrzehntelangen Umgang mit unserem «Ahnert» gewöhnt, muß man sich in das vorliegende Büchlein zunächst etwas hineinlesen, lernt aber schnell die reiche Fülle wertvoller Informationen schätzen.

Hans Joachim Nitschmann



Titelseite – In der Nähe von Victoria, Britisch-Kolumbien (Kanada), befindet sich das Staatliche Astrophysikalische Observatorium des Nationalen Forschungszentrums Kanadas. Unser Bild zeigt die große Kuppel des Observatoriums.
Aufnahme: DAO

2. Umschlagseite – Als das 1,85-m-Spiegelteleskop des Staatlichen Astrophysikalischen Observatoriums Kanadas im Mai 1918 die ersten Bilder lieferte, war es das größte der Welt. Während der ersten Betriebsjahre untersuchten die Astronomen vor allem die Bewegungen der Fixsterne und erbrachten damit einen wesentlichen Beitrag für das heutige Wissen über Strukturen und Mechanik unseres Milchstraßensystems. Gegenwärtig liefern drei Teleskope mit Zusatzausrüstungen Informationen über die physikalische und chemische Beschaffenheit der Sterne und weit von uns entfernter Galaxien.
Aufnahme: DAO

3. Umschlagseite – Das Milchstraßensternbild Schwan (Cygnus) ist, neben unzähligen Sternen, reich an leuchtenden und nichtleuchtenden Nebelmassen und vielen Sternhaufen. Aufnahmen im roten Licht (H-alpha-Linie), gewonnen mit lichtstarken Optiken, lassen die Wasserstoffemissionsgebiete deutlich hervortreten. Links neben Gamma Cygni, geteilt durch eine gewaltige Dunkelwolke, leuchtet der Nebelkomplex IC 1318. Wenig über Gamma Cygnis der offene Sternhaufen NGC 6910. Ein Stück rechts davon der Haufen IC 1311. Der helle Nebel in der rechten oberen Bildhälfte ist IC 1318, unten der offene Haufen M 29. Am rechten Bildrand unten ist der Supernovaüberrest NGC 6888, eine gigantische Gasblase mit einem scheinbaren Durchmesser von 18 Bogenminuten, sichtbar. Dieses Objekt ist etwa 3 000 Lichtjahre von uns entfernt. Aufgenommen mit einer Schmidt-Kamera 200/240/356 unter Verwendung eines hellen Rotfilters (Nr. 901) auf ORWO NP 27 am 16.9.1988 von 1^h28^m bis 3^h28^m MESZ an der Volks- und Schulsternwarte Sohland/Spree. Entwicklung 6 min in MH 28 (1+4).

Aufnahme: Wolfram Fischer

4. Umschlagseite – Neben dem Kugelsternhaufen M 13 im Sternbild Herkules ist M 3 (NGC 5272) im Sternbild Jagdhunde (Canes venatici) für größere Instrumente etwa ab 100 mm Öffnung der wohl eindrucksvollste Kugelsternhaufen am nördlichen Sternhimmel. Im Schulfernrohr erscheint er, wie M 13, als kleiner, runder Nebelfleck. M 3 befindet sich in der Position 13^h39^m9^s+28°4' (1950.0), unmittelbar an der Grenze zu den Sternbildern Bootes und Coma Berenices. Für die Entfernung gibt es einander widersprechende Angaben, die von 31 000 bis zu 40 000 Lichtjahren reichen. Die Helligkeit liegt bei +7^m2 (M 13 ist 6^m8 hell). Der scheinbare Durchmesser beträgt 18,6 Bogenminuten (M 13 23,2 Bogenminuten). Der wahre Durchmesser dürfte etwa 110 Lichtjahre betragen, die Gesamtmasse wird auf 245 000 Sonnenmassen geschätzt. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 50.
Aufnahme: Archiv Sternwarte Bautzen

– Hier ausschneiden –

An die Redaktion ASTRONOMIE IN DER SCHULE, Postfach 440, Bautzen, 8600

Bestellung

Hiermit bestelle ich zum nächstmöglichen Termin die Zeitschrift ASTRONOMIE IN DER SCHULE.
Der Bezugspreis beträgt im Abonnement (zweimonatlich ein Heft) 2,20 DM.

Name, Vorname

Straße, Hausnummer

Ort, Postleitzahl

Datum und Unterschrift



CEPT 66



AS

Wepken

Volk und Wissen
Verlag GmbH
Berlin
ISSN 0004-6310
Preis 2,50 DM

Astronomie in der Schule

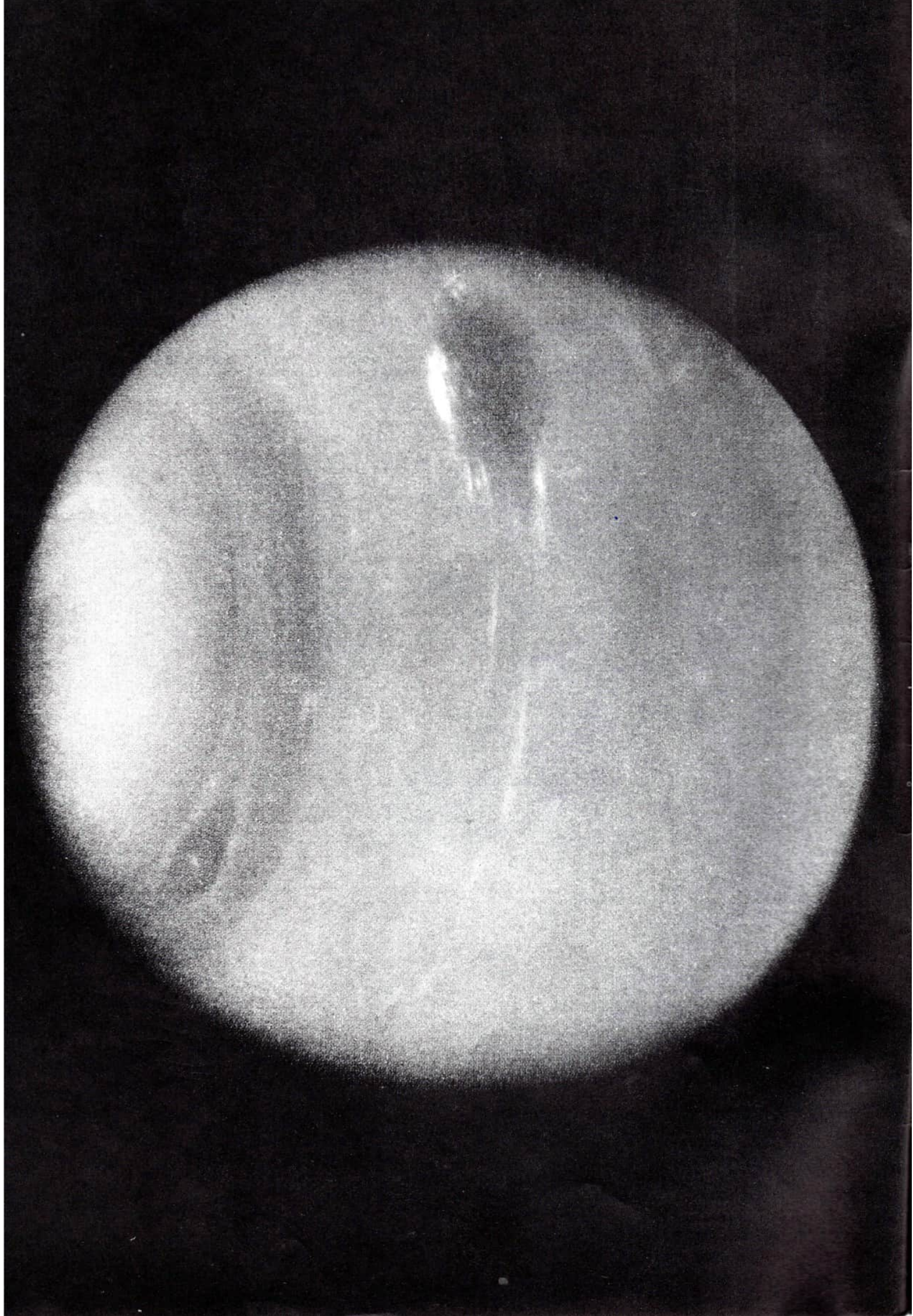


- Himmelskundliche Ideen
A. Diesterwegs
- Astronomische Bildung
an den Schulen
der Bundesrepublik
Deutschland
- Zur Zukunft des
Astronomieunterrichts
- Schüler beobachten,
messen und rechnen
- Beobachtungen als
Hausaufgabe
- Ringplanet Neptun
und seine Satelliten

"Leben im Grenzn!"
A. Diesterweg

4

27. Jahrgang · 1990



Inhalt

Astronomische Bildung

- 74 *M. Schukowski*: Adolph Diesterwegs astronomie-methodische Auffassungen
77 *H. Bienioschek*: Überlegungen zur Weiterentwicklung astronomischer Bildung in unserer Schule
80 *O. Zimmermann*: Zur Lage des Astronomieunterrichts in der Bundesrepublik Deutschland
83 *Aussprache*: Fach Astronomie ja oder nein?

Unterricht

- 85 *H. Bernhard*: Beobachten, messen und rechnen
88 *E. Weidner*: Beobachtungen als Hausaufgabe

Astronomie

- 91 *M. Reichstein*: Ringplanet Neptun und seine Satelliten

Kurz berichtet

- 94 Wissenswertes

- 96 Rezensionen

Abbildungen

- 96 Umschlagseiten

Karteikarte

Leserumfrage

Redaktionsschluß: 21. 6. 1990

From the Contents

- 74 *M. Schukowski*: Adolf Diesterweg's Conception of Astronomy Instruction Methodology
77 *Ch. Bienioschek*: Reflecting on Further Development of Astronomical Education in Our School
80 *O. Zimmermann*: Towards the Situation of Astronomy Instruction in the FRG
85 *H. Bernhard*: Observing, Measuring and Calculating
88 *E. Weidner*: *Observation as Homework*

Из содержания

- 74 *М. Шуковски*: Взгляды Адольфа Диестервега на методику преподавания астрономии
77 *Х. Биниошек*: Рассуждения о дальнейшем развитии астрономического образования в нашей школе
80 *О. Циммерманн*: О месте астрономии в школе ФРГ
85 *Х. Бэрнхард*: Наблюдать, измерять и исчислять
88 *Э. Вейднер*: Наблюдения как домашнее задание

En résumé

- 74 *M. Schukowski*: Adolph Diesterweg et ses conceptions méthodiques de l'astronomie
77 *H. Bienioschek*: Des réflexions concernant développement de l'enseignement astronomique
80 *O. Zimmermann*: La situation de l'enseignement astronomique en R.F.A.
85 *H. Bernhard*: Observer, mesurer et calculer
88 *E. Weidner*: *Observations astronomiques comme un devoir pour les élèves*

Del contenido

- 74 *M. Schukowski*: Los conceptos de Adolfo Diesterweg en cuanto a la metodología en la enseñanza de astronomía
77 *H. Bienioschek*: Ideas en cuanto al desarrollo y al mejoramiento de la formación de astronomía en nuestras escuelas
80 *O. Zimmermann*: La enseñanza de astronomía en la R.F.A.
85 *H. Bernhard*: Observar, medir y calcular
88 *E. Weidner*: Deberes de observación a cumplir en casa



Heft 4

27. Jahrgang 1990

Herausgeber: Volk und Wissen Verlag
GmbH, Berlin,
Lindenstraße 54a, Postfach 1213,
Berlin, DDR-1086, Telefon 2 04 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),
Studienrat Dr. paed. Klaus Lindner (stellv.
Chefredakteur), Dr. sc. nat. Ulrich Bleyer,
Dr. rer. nat. Hans-Erich Fröhlich, Dr. sc. phil.
Fritz Gehlhar, Prof. Dr. sc. phil. Nina Hager,
Prof. Dr. sc. nat. Dieter B. Herrmann, Dr. paed.
Eckhard Kersten, Oberlehrer Volker Kluge,
Studienrat 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, Druckerei
der Domowina, Bautzen
AN (EDV 427)
III-4-9-H.659/90 Liz. 1488

Erscheinungsweise: zweimonatlich, Preis
des Einzelheftes 2,50 DM; im Abonnement
zweimonatlich (1 Heft) 2,50 DM.
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
Ausland wenden Sie sich bitte direkt an
unseren Verlag oder an die Firma
BUCHEXPORT, Leninstraße 16, Leipzig,
DDR-7010.

ISSN 0004-6310

Adolph Diesterwegs astronomie- methodische Auffassungen

Manfred Schukowski

Am 29. Oktober 1790 wurde *Friedrich Adolph Wilhelm Diesterweg* in Siegen geboren. Mit seinen theoretischen und praktischen pädagogischen Leistungen und einer außerordentlichen publizistischen Produktivität hat er nicht nur das deutsche Bildungswesen weit über das 19. Jahrhundert hinaus befruchtet. Wir dürfen berechtigt sagen, daß die Beschäftigung mit dem *Diesterwegschen* Erbe auch am Ausgang des 20. Jahrhunderts nützlich für die Standortbestimmung, für Nach- und Weiterdenken ist.

Wir begehen in diesem Jahr aber nicht nur den 200. Geburtstag *Diesterwegs*. Wir haben außerdem Grund, uns an *Diesterwegs* «**Lehrbuch der mathematischen Geographie und populären Himmelskunde**» zu erinnern, das 1840 – also vor nunmehr 150 Jahren – in seiner ersten Auflage erschien.

Diesterwegs Lehrbucharbeit ist integrierender Bestandteil seines Gesamtchaffens. Sie hatte in seiner Tätigkeit einen festen Platz. *Adolph Diesterweg* verfaßte insgesamt 15 Schulbücher und 9 Anleitungsschriften. Über 44 Lebensjahre befaßte er sich mit diesen Büchern, ihrer Ausarbeitung, der Bearbeitung von Neuauflagen, der Berücksichtigung von Leserhinweisen und wissenschaftlichen Fortschritten sowie weiterführenden eigenen Erkenntnissen und Erfahrungen. Die 24 Schulschriften erschienen zu Lebzeiten *Diesterwegs* in insgesamt 120 Auflagen, die ersten 1820, die letzten 1864/1; S. 201/.

Diesterwegs «Populäre Himmelskunde und astronomische Geographie», wie das Buch seit der 4. Auflage (1852) hieß, ist als Buch für Lehrer und zum Selbstunterricht konzipiert. Es ist sowohl elementares astronomisches Fachbuch als auch Wegweiser für die Gestaltung des Astronomieunterrichts. Der Verfasser kennzeichnete das Anliegen seines Buches wie folgt: «Die vorliegende Schrift ist nicht für Kenner der Astronomie, sondern für die Nichtkenner, für selbsttätig Lernende, besonders aber für solche bestimmt, die eines Leitfadens beim Lehren des allgemein Wissenswürdigen bedürfen.» /2; S. 5/

Zu Lebzeiten *Diesterwegs* erschienen 6 Auflagen (1840, 1844, 1848, 1852, 1855, 1860), die durch ihn von Auflage zu Auflage wesentlich bearbeitet wurden. Die Unterschiede zwischen der ersten und der letzten zu Lebzeiten *Diesterwegs* erschienenen Auflage sind erheblich, was zum einen den wissenschaftlichen Fortschritten zwischen 1849 und 1860 geschuldet ist, was vor allem aber von *Diesterwegs* anhaltendem Interesse am Fach- und Unterrichtsgegenstand zeugt.

Die «Populäre Himmelskunde» erlebte insgesamt 26 Auflagen, die bisher letzte 1941. Bei allen Veränderungen darf man jedoch feststellen, daß die *Diesterwegsche* Konzeption dabei weitgehend erhalten blieb /1; S. 203/.

Dem Buch ist ein Vorwort vorangestellt, das in konzentrierter Form wesentliche pädagogische, didaktische, methodische, ethische, erzieherische, weltanschauliche (im eigentlichen Sinne dieses Wortes) und kosmopolitische Auffassungen *Diesterwegs* wiedergibt. Auf dies Vorwort konzentriere ich die folgenden Ausführungen.

Beginnen wir mit der Feststellung, daß *Diesterweg* den Menschen als Teil der Natur verstand, daß die Beschäftigung mit der Natur sowohl dem Erkenntnisdrang der Menschen entspricht als auch notwendig ist, sich selbst und seine Bestimmung recht zu verstehen. So schrieb er: «In der Natur leben, weben und sind wir, sie ist das den Menschen Umfassende,

Lehrbuch der mathematischen Geographie und populären Himmelskunde.

Sum Schulgebrauch und Selbstunterricht.

von
Dr. F. A. W. Diesterweg,
Director des Seminars für Stadtschulen in Berlin.

Pä 2 143
Pädagogisches Institut
Königsberg Str. 44
Die 41 lithographirten Abbildungen

Berlin, 1840.

Verlag von Theod. Chr. Friedr. Enstlin.

CS T 1 Astron.

durch ihre Hinwegnahme wird seine eigene Existenz aufgehoben, durch sie besteht er. Den Menschen von der Natur losreißen, ist eben so viel, als wenn man das Auge vom Lichte, die Lunge von der Luft absondern und zu einem für sich selbst bestehenden Wesen machen wollte. Den Menschen von der Kenntnis und Erforschung der Natur abhalten, heißt ihm die Quelle der unmittelbaren Wahrheit verstopfen und ihm das Heilmittel gegen jedwede Art von Verschrobenheit und Unnatur entziehen.» /2; S. 5/

Adolph Diesterweg war zutiefst von der charakterbildenden, veredelnden Kraft der Beschäftigung mit der Astronomie überzeugt. Er betonte, daß die bildenden Werte der Beobachtung der Natur und ihrer Bewegungsgesetze weit über das engere Fachanliegen hinausreichen. Er schrieb: Die «Wahrheit, daß in der Natur alles, was wir bereits kennen, nach ganz bestimmten Gesetzen erfolgt, aus welchen dann die feste Überzeugung resultiert, daß auch alles, was wir noch nicht genau kennen, ebenfalls gesetzmäßig geschieht, und daß alle Willkür, alle Zufälligkeit davon ausgeschlossen ist – . . . verleiht dem Betrachter nicht nur erkennend einen hohen Genuß, sondern sie impft ihm auch die Freude an selbsteigener, gesetzmäßiger Gestaltung des Lebens ein . . . Ihm wird durch diese Wahrnehmung alle Planlosigkeit, alle Unordnung und Willkür verleidet, und er fühlt sich von der Überzeugung durchdrungen, daß es ein Verbrechen sei, die Naturgesetze zu übertreten. Dieser Gewinn, der *nebenbei* abfällt . . ., ist von hoher Bedeutung und kann den, der das noch nicht weiß, von der ebenfalls großen und wichtigen pädagogischen Wahrheit überzeugen, daß der wahre Unterricht an und für sich, ohne alles Andere, den Charakter bildet» /ebd., S. 7/.

Und an anderer Stelle der «Vorrede»: «Die Astronomie erweitert des Menschen Blick und erhebt ihn über engherzige, lokale Auffassungen und Ansichten. Daß jeder seine Weltansicht von *seinem* Standpunkte aus *beginnt*, bedarf keiner Entschuldigung, das versteht sich von selbst, es kann und darf nicht anders sein. Wer aber dabei stehen bleibt, wer nie erfährt, wie die Welt auf andern Standpunkten aussieht, sich nicht auf andre Standpunkte zu stellen, sich nicht zu allgemeinen, universalen, dem ganzen Menschengeschlechte gemeinsamen Ansichten zu erheben vermag: der ist recht eigentlich ein an die Scholle gefesselter, bornierter Mensch. Die Astronomie ist das vorzüglichste Mittel, sich zu großartiger Weltanschauung zu erheben. Das Handeln des Mannes wird freier, wenn «das Haus sich dehnt», und die Winzigkeit der Ansichten verschwindet, wenn die Räume wachsen. Um bei sich *recht* daheim zu sein, muß man ein Weltbürger werden, und um das Erden-

leben zu fassen, muß man in die Himmelsräume hineinschreiten und sie umfassen. Ich wüßte auch kein anderes Wissen zu nennen, das den Menschen in gleichem Maße erhebt und beruhigt. Wahrlich, in der Unruhe und dem Streite der Gegenwart fühlt der aus diesen Konflikten heraus zu ihr hintretende Mensch recht innig und tief ihre besänftigende, veredelnde Kraft. In ihr herrscht keine Feindschaft und kein Haß. Sie enturzelt diese heranzfressenden Dämonen. In voller Wahrheit, sie ist eine herrliche, erhabene, weil erhebende Wissenschaft. Wie kann es auch anders sein, da ihre Gesetze und Regeln nicht auf Menschenmachwerk, sondern auf den Baumeister der Welt zurückweisen! Darum sollte sie *keinem*, auch *nicht einem* Menschen vorenthalten werden.» /ebd., S. 3/

Der Verfasser hat diese poetisch-schönen Worte *Diesterwegs* schon immer tief empfunden, weil er, der so sachlich-überzeugend und beweiskräftig zu argumentieren weiß, hier darüber hinaus dem Leser Herz und Gefühl offenlegt. Ich bekenne, daß sich ihr tiefer kosmopolitischer Gehalt mir in jüngster Zeit neu erschlossen hat und daß ich ihre hohe aktuelle Bedeutung im Nachdenken über unsere eigene Zeit wiederentdeckt und neu begriffen habe.

Naturbeobachtung und -erkenntnis sah *Diesterweg* auch als wirksames Mittel gegen den Aberglauben: «Ohne Bildung und Erfahrung durch Natur sind alle Menschen dem Aberglauben untertan; seine Macht ruht auf der Unwissenheit und Dummheit der Menschen.» /ebd., S. 4/ und wenige Absätze später schrieb er: «Vor ihrem (der Natur. M. Sch.) Antlitze besteht kein künstliches Gemächte, und abergläubische Meinungen verschwinden vor ihr, wie Nachteulen vor der Sonne.» /ebd., S. 5/ Wir leben anderthalb Jahrhunderte nach *Diesterweg*. Aber noch immer sind seine Worte aktuell, ja sie scheinen mir in neuem Maße bedenkenswert.

Aus der Erkenntnis vom Werte der Beschäftigung mit der Astronomie folgen bei *Diesterweg* Überlegungen, wie der Unterricht in diesem Teil der Naturlehre zu gestalten sei. Ihnen gelten die folgenden Ausführungen.

Methodische Arbeit war für *Diesterweg* der Kern pädagogisch-schöpferischen Tuns der Astronomie-Lehrer. Der wissenschaftliche Rohstoff – die Ergebnisse der Arbeit der Naturforscher – ist ihnen gegeben. Wie sie ihn formen, um ihn ihren Schülern nahezubringen, *das* ist ihre eigentliche Aufgabe. Er schrieb: «Unsere, der Lehrer, Anstrengung ist mehr auf die Form, als auf den Inhalt gerichtet. Diesen empfangen wir von den Forschern, welche an den Grenzen des menschlichen Wissens arbeiten und das bisher Unbekannte offenbaren; jene aber ist unser freies Werk. Unsere Arbeit besteht wesentlich

darin, daß wir bearbeiten. . . . *In der Methode ruht die Stärke der Schule.*» /ebd., S. 5f.; Hervorhebung M. Sch./ Und an anderer Stelle der «Vorrede» formulierte er: «Da der Inhalt der Astronomie – im wesentlichen – überall derselbe ist, so sucht die populäre Astronomie in der *Methode* ihren Preis. Diese Methode kann glücklicherweise so gewählt werden, daß der Lehrer dadurch imstande ist, die *Methoden*, welche die Astronomen wählen, um zu ihren bewundernswürdigen Resultaten zu gelangen, selbst dem Laien erkennbar zu machen.» /Ebd., S. 12/

Hier taucht ein interessanter Aspekt auf: Methode ist Mittel zum Zweck nicht nur zur Vermittlung fachlicher Resultate, sondern die Lehrer sollten ihren methodischen Weg so wählen, daß ihre Schüler die Spezifik wissenschaftlichen astronomischen Forschens erkennen, die Grundsätze, wie die Astronomen ihre Fragen an die Natur stellen und um Antworten. Das ist vom Astronomieunterricht unserer Schule aufgenommen und weitergeführt worden: «Im Astronomieunterricht . . . lernen sie /die Schüler. M. Sch./ einige Arbeitsmethoden kennen, die in der Astronomie zur Erkenntnisgewinnung angewendet werden.» /4; S. 4/ Die Grundeinsicht darüber, wie Wissen über das zeitlich und räumlich unendlich Entfernte, über kosmische Strukturen, Zustände und Entwicklungen gewonnen werden, sehen wir in diesem Sinne als Teil der Wissensvermittlung über das Weltall.

Dieser wissenschaftsmethodische Gesichtspunkt wird von *Diesterweg* durch einen wissenschaftsgeschichtlichen, kulturhistorischen ergänzt: »Nicht leicht läßt sich ein anderer Zweig des Wissens so *durchsichtig methodisch* behandeln, und bei keinem treten alle die *verschiedenen* Momente einer guten Methodik so deutlich hervor, wie in der mathematischen Geographie und in der Himmelskunde. . . . Sie fällt mit der Natur der Entwicklung des menschlichen Geistes *und* mit der Geschichte der Wissenschaft zusammen. . . . Der Unterricht geht von der Anschauung aus, und die Methode ist die Geschichte der Wissenschaft selbst.» /ebd., S. 10/ Auch diese Auffassung *Diesterwegs* findet sich in den Zielen, Inhalten und in der Methodik unseres heutigen Astronomieunterrichts wieder.

Wir sind hier sozusagen bei *Diesterwegs* astronomiemethodischer Grundlinie angekommen. Dieser Gedanke war ihm so wichtig, daß er auch an anderer Stelle der «Vorrede» formulierte: «Der unterrichtliche Weg der Schule fällt zusammen mit dem Entwicklungsgange des menschlichen Geschlechts» und dann fortfuhr: «Man fängt mit dem äußerlichen Was an, schreitet zum erscheinenden *Wie* fort, dann folgt das eigentliche Nachdenken, man erspäßt das

wahre Wie und das *Warum*, aus dem sichtbaren Äußeren das unsichtbare Innere, und entwickelt zuletzt das Ganze aus den erschlossenen Ursachen und Kräften.» /ebd., S. 9/ Der Erkenntnisweg von der Erscheinung zum Wesen, das Hohelied astronomiemethodischer Arbeit, ist hier in klaren Strichen vorgezeichnet.

Aber auch in anderen Grundsätzen pädagogisch-methodischer Gestaltung stehen wir offenbar im Erbe *Diesterwegs*: Der geistig aktive Schüler, die Selbsttätigkeit der Lernenden, die Wechselwirkung zwischen Beobachten und Nachdenken, Anschaulichkeit, Konzentration auf das Wesentliche – uns vertraute Forderungen – sind keine heutigen Erfindungen, sondern sie gehören bereits zu *Diesterwegs* Auffassungen vom Unterricht über die Natur. Das soll exemplarisch mit *Diesterwegs* Worten in der «Vorrede» belegt werden: *Selbsttätigkeit*: «Ohne Selbsttätigkeit des Lernenden, ohne ein Interesse, das dem Lehrstoff entgegen kommt, bringt er es höchstens zum äußerlichen Wissen, Gehört- und, wenn er ein glückliches Gedächtnis hat, Behaltenhaben, zu einer Art Innehaben und im allerbesten Falle Begreifen, aber darum noch nimmermehr zum *Besitz* und zu *freier Verwendung* des Besitztums. Worüber der Mensch geistig frei soll schalten und walten können, daß muß er, *er selbst*, sich erarbeiten. Dabei bleibt es, wenn es auch bis zu diesem Tage Tausende von denen, welche sich über Unterrichten, Erziehen und Bilden ein Urteil zutrauen oder anmaßen, nicht begreifen.» /ebd., S. 6/ Und: «Ich sage, ein unendlicher Unterschied liegt dazwischen, ob ich doziere: *das ist so, und hier ist der Beweis*; oder ob ich sage und verlange: *denke darüber nach, wie es ist!* Ein Erddiameter liegt zwischen diesen Weisen. . . . Das ist ein altes Lied. Gar mancher hat es singen hören, aber ohne die Melodie zu verstehen.» /Ebenda/ *Beobachtung und geistige Verarbeitung*: «Das erste, was zu tun ist, ist Hinstellung auf freien Horizont, um aufzufassen, was sich begibt. . . . Dann faßt man das Beobachtete in bestimmte Ausdrücke, klare Sätze. Später erst, oft viel später, denkt man darüber nach, ob es so ist, wie es erscheint.» /ebd., S. 9/ «Dem Anschauen schließt sich *vernünftiges Nachdenken* an. Auch das Kind hat nicht bloß Sinne, sondern auch einen denkenden Geist. Es will nicht bloß *sehen*, sondern auch *einsehen*, nicht bloß *wissen*, sondern auch *verstehen*, es soll nicht bloß *beobachten*, d. h. Erfahrungen methodisch sammeln, sondern auch *begreifen*, d. h. die Bedingungen des Daseins eines Dinges und der Art seiner Erscheinung kennen.» /ebd., S. 8/

Weg des Erkennens: «Beginne mit der unmittelbaren Anschauung, nicht mit Modellen und Zeichnungen,

Anknüpfung alles Übrigen an die Anschauung. Erst Kenntnis und Verständnis des Nächsten, dann des Entfernteren! Zuerst unmittelbar sinnliche Auffassung und bewußte Beobachtung, dann Betätigung der Einbildungskraft und der Phantasie. Zuletzt Denken mit dem Verstand oder Begreifen. Nicht als wenn diese Stufen im *strengsten* Sinn von einander geschieden wären; sie bezeichnen nur die Verfahrensweise im allgemeinen; dem sinnlichen Erkennen verknüpft sich unmittelbar die Tätigkeit der Einbildungskraft und des Verstandes.» /ebenda/

Wesentliches: «Die Hauptsätze sind die Elementarsätze, die Grundsätze, aus welchen sich die übrigen ergeben. Diese zu erkennen, von einander zu scheiden, einzeln zu betrachten und dann, ihrem gegenseitigen Verhältnis gemäß, wieder mit einander zu verbinden: darin besteht hauptsächlich das Meisterstück des Lehrers.

Der tüchtige Lehrer bekundet sich deshalb darin, daß er mit dem Schüler die Elemente behandelt und durcharbeitet und dadurch ein unzerstörbares Fundament legt. Der Stümper, der ein sehr reiches Wissen im Kopfe haben kann, unterscheidet das Elementare nicht von dem Weiteren, er lehrt alles durch einander, des Überflüssigen oft viel mehr als des Notwendigen. Der Meister zeigt sich in der Beschränkung. Die Sicherheit des Wissens und des Fortschreitens hängt von der Festigkeit in den Elementen ab.» /Ebenda/

Diese Zusammenstellung methodischer Äußerungen wird kommentarlos wiedergegeben, weil wir *Diesterwegs* Ansichten für sich sprechen lassen wollen. Es ist sicher deutlich geworden, daß es lohnt, sich mit dem zu befassen, was andere lange vor uns gedacht, womit sie sich auseinandergesetzt haben. «Die Gegenwart steht auf den Schultern der Vergangenheit, ist über sie hinausgeschritten» – auch

dieser Satz findet sich in der «Vorrede» /ebd., S. 4/.

In dem Wissen, den Gedankenreichtum *Diesterwegs* aus allein dem Dutzend Druckseiten der «Vorrede» hier nicht ausschöpfen zu können, schließen wir die Ausführungen mit *Diesterwegs* Meinung zum ethischen Wert der Astronomie: «Will man objektive Wahrheit, wo ist deren mehr, als in der Astronomie? Sie wird noch bestehen, wenn von dem, was man häufig der Jugend als «unerschütterliche, ewige Wahrheit» vorträgt, vorsagt oder von ihr nachsprechen läßt, wenig mehr übrig sein wird.

Nachdem *Copernikus* und *Newton* die Astronomie den Kinderschuhen enthoben haben, ist sie ein universales, allgemein menschliches Bildungsmittel; unter den Bildungsmitteln, die man *humaniora* nennt, nimmt sie eine der ersten Stellen ein.» /ebd., S. 6/Vor dem Hintergrund dieser Überzeugung sind seine Forderungen zu verstehen: «Kein Schüler sollte aus der Schule entlassen werden, ohne Anschauung und Kenntnis des Himmels und seiner Wunder gewonnen zu haben» und: «Kein Lehrer sollte dieses Wissens unkundig sein.» /ebd., S. 2/

Möge *Diesterweg* in diesem Jubiläumsjahr nicht nur gefeiert und zitiert, sondern im Nachdenken über Gegenwart und Zukunft des Bildungswesens auch gehörig bedacht und berücksichtigt werden.

Literatur

- /1/ *Binsch, Siegfried: Zur Schulbucharbeit Friedrich Adolph Wilhelm Diesterwegs. Eine Übersicht über die von ihm verfaßten Schulbücher und Anleitungsschriften.* In: Jahrbuch für Erziehungs- und Schulgeschichte. Berlin, 8 (1968), S. 201–237.
- /2/ *Adolph Diesterweg: Vorrede zum «Lehrbuch der mathematischen Geographie und populären Himmelskunde».* In: /3/
- /3/ *Arnold Schwassmann (Hrsg.): Diesterwegs populäre Himmelskunde und mathematische Geographie.* 22. Auflage, Hamburg 1914.
- /4/ *Lehrplan Astronomie Klasse 10.* Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1987

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. sc. paed. *Manfred Schukowski*
Helsinkier Straße 79, Rostock 23, DDR-2520

Überlegungen zur Weiterentwicklung astronomischer Bildung in unserer Schule

Horst Bienioschek

Da viele Astronomie unterrichtende Lehrer heute die Frage nach der Zukunft des Astronomieunterrichts im Kontext mit der Bildungsreform stellen, ist die Argumentation zum pädagogischen Sinn astronomischer Bildung der Jugend in dieser Zeitschrift mehr als rechtens. **Wie weiter mit astronomischer Bildung in der Schule? Bedarf es zur Vermittlung astronomischer Bildung eines speziellen Faches im obligatorischen Unterricht? Wie sollte der mit**

astronomischer Bildung der Schuljugend befaßte Pädagoge handeln? – diese und andere Fragen lassen nicht nur eine Antwort zu, sie fordern gegensätzliche Standpunkt heraus, wie Vergleiche der Ziele und Inhalte des Unterrichts anderer Länder deutlich machen. Einen Standpunkt möchte ich an den Anfang stellen: *Mit dem für unsere Schüler durch den obligatorischen und fakultativen Astronomieunterricht Geschaffenen sollte behutsam umge-*

gangen werden; ein Schnellabriß darf nicht zugelassen werden. Oft ist schnell zerstört, was mühsam errichtet wurde, und was u. U. mit ähnlicher Mühe oder nie wieder – so sehr man es auch für notwendig hält und wünscht – wird errichtbar sein.

Aber wir müssen uns neuen Fragen zur astronomischen Bildung der Schuljugend stellen. Das betrifft die Zielproblematik. Notwendig ist eine kritische Bewertung der für unser Fach mit seiner Einführung vor 30 Jahren gesetzten und fortgeschriebenen Ziele, auch und insbesondere aus der Sicht

- einseitiger ideologischer und politischer Positionierung,
- der Überfrachtung der Schulbildung insgesamt mit Wissenszielen – bei zwangsläufig infolge Zeitmangels entstehenden Abstrichen an Kreativitätsentwicklung und gegenständlichem Tun der Schüler,
- der zu entwickelnden Wahlmöglichkeiten zwecks Gestaltung individueller Bildungswege anstelle eines einzigen zentralistisch institutionalisierten Bildungsgangs, in dem Gedanken der Individualitätsentwicklung doch nur Lippenbekenntnisse blieben.

Ohne Zweifel hat der gestirnte Nachthimmel seit jeher Faszination auf die Menschen ausgeübt. Die geheimnisvollen Bahnen des Mondes und der Planeten, der Glanz der Sterne am Himmelsgewölbe sind auch heute für viele junge Menschen ein nachhaltiges Interessenfeld. Ich meine, daß auf die natürliche Neugier der Schüler an kosmischen Objekten und Prozessen durch astronomische Bildung in der Schule frühzeitig reagiert werden muß.

Welche Inhalte sollten bleibender Bestand astronomischer Schulbildung bleiben?

Da wäre zunächst das kopernikanische Weltbild zu nennen und seine begründete Kennzeichnung als revolutionärer Akt in der Geschichte der Naturwissenschaften. Im Zusammenhang mit der Vermittlung von Fakten über das kopernikanische System sollen die Schüler Belege dafür kennenlernen, daß mit der Aufhebung des Unterschiedes zwischen Himmel und Erde in bezug auf die Gültigkeit der Naturgesetze der Grundstein für die Erforschung des gesamten Kosmos gelegt wurde. Eine wichtige Funktion hat dabei das Gravitationsgesetz, dessen Entdeckung durch *Newton* gleichsam ein Höhepunkt wissenschaftlicher Entwicklung in der Physik war. Am Beispiel der Sonne und der Sterne können die Schüler erkennen, daß Aussagen über diese astronomischen Objekte dadurch möglich sind, daß auf der

Erde geltende Gesetze (z. B. Zusammenhänge von Temperatur und Farbe des Lichts, von chemischer Zusammensetzung der Gase und Art der Spektrallinien des Lichtes, von Helligkeit und Entfernung der Lichtquellen) und angewandte Arbeitsverfahren (z. B. Spektralanalyse, Helligkeitsmessungen) auf «außerirdische» Objekte übertragen werden.

In solchen Zusammenhängen wird den Schülern auch das Zusammenwirken von Beobachtung astronomischer Objekte und theoretischer Forschung offenkundig. Mit dem Kennenlernen des Erkenntnisweges, wie er sich in der Geschichte der Astronomie am Beispiel der Entdeckung der Expansion der Metagalaxis und der 3K-Strahlung sowie deren Deutung vollzogen hat, kann den Schülern an einem konkreten Beispiel Zugang zur Erkenntnisgeschichte der Wissenschaft verschafft werden. Dabei sollte nicht nur über die Erkenntniswege geredet werden, viel mehr geht es um die Beteiligung der Schüler am Nachvollziehen einzelner Erkenntnisakte. Was hierbei in der Schule noch besser geht, sollte überlegt werden. Dazu könnten z. B. in Leistungsklassen der Umgang mit dem *Doppler*-Effekt und mit dem *Hubble*-Gesetz gehören.

Im Astronomieunterricht wird – und das sollte so bleiben – den Schülern an Hand konkreter Beispiele die Erkenntnis vermittelt, daß sich in der Geschichte der Astronomie durch Weiterentwicklung der Beobachtungstechnik und der Forschungsmethoden ein Erkenntnisfortschritt vollzogen hat. Am Beispiel der Raumfahrt kann dargestellt werden, daß durch Untersuchungen außerhalb der Erdatmosphäre in Strahlungsbereichen, die nicht zur Erde gelangen, neue Erkenntnisse über astronomische Objekte (z. B. Röntgensterne, Neutronensterne) möglich geworden sind. Es wird darüber zu befinden sein, welche anderen Inhalte über die Raumfahrt, die bisher insbesondere aus politischer Sicht für unverzichtbar galten, künftig noch Bestandteil astronomischer Bildung sein müssen. Nutzung der Raumfahrt für technologische, biologische, ökologische oder auch militärische Zielstellungen sind aktuelle und Schüler u. U. interessierende Beispiele dafür, daß der Weltraum zum Betätigungsfeld des Menschen geworden ist. Für astronomische Bildung ist dabei m. E. wichtig, daß die mit *Copernicus* eingeleitete Relativierung der Stellung des Menschen im All in unserer Zeit neue Akzente erhält. Mit Hilfe der Raumfahrt gewonnene Einzelerkenntnisse über Planeten und ihre Monde oder über technologische, ökologische oder biologische Prozesse im Weltraum könnten – sofern sie überhaupt notwendig vermittelt müssen – Inhalte der Fächer Astronomie, Geographie, Technik, Biologie oder eines zu schaffenden Faches Umweltbildung sein.

Nicht zuletzt gehört zu den Zielen astronomischer Bildung ein Einblick in evolutionäre Prozesse im Kosmos. Diese müssen mit für Schüler faßlichen Beispielen belegt werden.

Geistige Aktivität der Schüler ist notwendig für die Aneignung astronomischer Bildung

Die Einstellung der Schüler zur Astronomie wirkt motivations- und regulationsbildend für das Lernen im Fachunterricht. Durch das rationale und emotionale Erleben, durch fachliche und pädagogische Souveränität des Lehrers, durch sein Vorbild werden bei den Schülern Wirkungen hervorgebracht. Zu diesen gehören die Bewertung der individuellen Bedeutsamkeit des anzueignenden Stoffes, die Identifikation mit den Leistungsanforderungen im Unterricht, daraus abgeleitete Handlungskonsequenzen, die sich in aktiver Mitarbeit und Gewohnheiten zur selbständigen Kenntnisaaneignung auch außerhalb des Unterrichts zeigen.

Schulastronomische Beobachtungen und deren Einbindung in den Erkenntnisgang der Schüler sowie geistige Tätigkeiten, bei denen die Schüler Naturgesetze zur Erklärung und Voraussage astronomischer Erscheinungen anwenden, sind wesentliche Inhalte astronomischer Bildung, prägen das didaktische Konzept von Astronomieunterricht, fördern die geistige Auseinandersetzung der Schüler mit dem Unterrichtsstoff.

Der Vollzug solch anspruchsvoller geistiger Tätigkeit erfordert häufig die komplexe Beherrschung mehrerer Inhaltskomponenten. Beim Erklären des Umlaufs der Erde um die Sonne im Ergebnis der Beobachtung der scheinbaren Bewegung der Sonne müssen die Schüler ihr Wissen über Kreisbewegung und Radialkraft, Planetenbewegung und *Kepler*-gesetze, Gravitations- und Trägheitsgesetz kombinieren. Gegenwärtig wird dieses Wissen im Physik- und im Astronomieunterricht über mehrere Monate punktuell gelehrt. Es wäre zu prüfen, ob bei dieser Thematik künftig eine engere Verflechtung von Physik- und Astronomieunterricht – z. B. durch Verdichtung in einer Art Epocheunterricht – lernökonomisch sinnvoller und für die geistige Aktivität der Schüler förderlicher wäre.

Besonders wirksam für die geistige Aktivierung und damit für die astronomische Bildung der Schüler sind Voraussagen astronomischer Erscheinungen, die die Schüler selbst beobachten können. Die Nachprüfbarkeit derartiger Voraussagen zeigt den Schülern, daß die Vorgänge am Sternhimmel so verlaufen, wie es im Unterricht gelehrt wird. Die Schüler

vertiefen ihre Einsicht, daß die Erscheinungen am Sternhimmel gesetzmäßig sind und mystische Deutungen nicht erfordern. Wenn die Schüler erleben, daß sie durch Anwendung von Naturgesetzen beim Voraussagen astronomischer Erscheinungen selbst zur Wahrheit gelangen, hat dies positive Auswirkungen auf das Selbstwertgefühl, auf die Bewertung der Leistungsfähigkeit des angeeigneten Wissens, auf die Einstellung zu theoretischen Erkenntnissen der Wissenschaft. Aus diesen Gründen sollten Erklärungen und Voraussagen astronomischer Erscheinungen einen hohen Stellenwert im Konzept astronomischer Bildung behalten. Bei der Gestaltung des Unterrichtsprozesses sollen die Schüler stärker als bisher in die Lage versetzt werden, selbständig Erklärungen und Voraussagen abzuleiten, nicht nur »aufklärerisch« die Wahrheit durch das Wort des Lehrers zu empfangen.

Ein Schwerpunkt ist dabei die Behandlung der Sichtbarkeit der Planeten.

Bei diesem Inhalt besteht die Möglichkeit, die für den Unterrichtszeitraum aktuellen Planetenpositionen heliozentrisch zu skizzieren und von den Schülern in eine geozentrische Darstellung sowie in eine Horizontskizze übertragen zu lassen. Ist das Wissen der Schüler über die Rotation der Erde und deren Erscheinung am Himmel rechtzeitig reaktiviert worden, so können sie Voraussagen machen, wann (Morgenhimmel, Abendhimmel oder während der ganzen Nacht) und wo (Himmelsrichtung) Planeten am Sternhimmel beobachtbar sind. Die Reaktivierung des für die Voraussagen notwendigen Wissens erfolgt zweckmäßig durch Aufgaben, durch die die Schüler z. B. aufgefordert werden, in Horizontskizzen die Richtung der scheinbaren Bewegung einzelner Gestirne einzuzeichnen und Himmelskörper zu markieren, die vor oder nach der Sonne auf- bzw. untergehen. Damit die Schüler ihre eigenen Prognosen über die Sichtbarkeit des Planeten durch Beobachtung des Sternhimmels überprüfen können, müssen die aktuellen und nicht irgendwelche gedachten Planetenpositionen Ausgangspunkt der Behandlung sein.

Schulastronomische Beobachtungen sind unverzichtbar

Das geschilderte Beispiel für das Zusammenwirken theoretischen Wissens der Schüler mit der Beobachtung des Sternhimmels macht deutlich, wie Astronomieunterricht Aktualitäts- und Realitätsbezug erhalten kann. Beobachtungen des Sternhimmels drängen zur Erklärung der astronomischen Erscheinungen,

ermöglichen die Synthese von Erscheinung und Wesen, fordern den Verzicht auf abgehobene Gesetzesdarstellungen im Unterrichtsraum.

Durch Fusion schulastronomischer Beobachtungen und theoretischer Erörterungen im Astronomieunterricht lernen die Schüler, was es in der Astronomie heißt, vom Zeugnis der Sinne auszugehen, aus zugänglichen Teilinformationen über die unerschöpfliche Natur durch Verallgemeinern, Schlußfolgern, Überprüfen von Erscheinungen am Sternhimmel zu deren Wesen, zu den wirkenden Gesetzen vorzudringen. Eigenes Beobachten des Sternhimmels vertieft das Verständnis der Schüler dafür, daß sich die Astronomie als Wissenschaft auf Ergebnisse bei der Beobachtung der Natur gründet. Durch das Beobachten des Sternhimmels werden wesentliche Aspekte des emotionalen Zugangs der Schüler zur Wissenschaft Astronomie freigelegt. Ähnlich wie das Experimentieren im Physik- und Chemieunterricht spricht das eigene Beobachten des Sternhimmels die Schüler emotional an, wenn sie über die Schönheit des Sternhimmels und über die Mannigfaltigkeit der astronomischen Objekte staunen, wenn sie erstmals einen Doppelstern (ggf. mit Komponenten unterschiedlicher Farbe) entdecken oder die von Galilei in seinen Tagebüchern beschriebene Beobachtung der Jupitersatelliten nachvollziehen. Der im Beobachten des Sternhimmels durch die Schüler liegende emotionale und rationale Zugang zur Aneignung astronomischer Inhalte muß für die Persönlich-

keitsentwicklung der Schüler bewußt und zielgerichtet genutzt werden. *Ein eventueller Verzicht auf schulastronomische Beobachtungen oder Einseitigkeiten bei ihrer Gestaltung würde in jedem Fall Reduzierung des Gehalts astronomischer Bildung der Schüler bedeuten.*

In vielen Schulen wird heute darüber beraten, wie bei einem bestimmten Grundkonsens an Gemeinsamkeit zwischen den Schulen jeder einzelnen Schule ein spezifisch inhaltliches Gesicht gegeben werden kann. In diesem Zusammenhang sollte, sofern die Möglichkeiten dafür bestehen, Schülern auch ein erweitertes Angebot an astronomischer Bildung unterbreitet werden. Wenn die Schule künftig Eltern und Schülern mehr als bisher Bildungsangebote zur Wahl stellen muß, dann sollte man bezüglich Astronomie schon jetzt nicht zu zögerlich sein. Dort, wo fakultativ Astronomieunterricht mit Erfolg praktiziert wurde, gibt es nutzbare Erfahrungen auf dem Gebiet der Öffentlichkeitsarbeit und der Werbung von Eltern und Schülern für die Wissenschaft Astronomie. In einem solchen Sinne fortzufahren, wirksame Angebote für astronomische Bildung zu machen, halte ich für die im Bereich Astronomie in den Schulen tätigen Pädagogen für dringend geboten und dies aus Verantwortung gegenüber unseren Kindern.

Anschrift des Verfassers: **Oberlehrer Dr. Horst Bienioschek, Ministerium für Bildung der DDR, Unter den Linden 69/73, Berlin, DDR-1080**

Zur Lage des Astronomieunterrichts in der Bundesrepublik Deutschland

Otto Zimmermann

Vor dem zweiten Weltkriege hatte die Astronomie einen sicheren Platz in den Lehrplänen der deutschen Schulen. Zwar zeigten sich bald nach 1933 in den nationalsozialistischen Lehrplanrevisionen Tendenzen zum Nachteil des Astronomieunterrichts, aber solange noch sphärische Trigonometrie zum Mathematikstoff der Oberstufen Höherer Schulen gehörte, bot sich dem Lehrer die Möglichkeit, im Anschluß daran wenigstens einige Grundlagen des astronomischen Weltbildes zu behandeln.

Nach der Diskreditierung der Geisteswissenschaften unter dem Nationalsozialismus schlug das bildungspolitische Pendel nach dem Kriege in Westdeutschland in die entgegengesetzte Richtung aus; dabei geriet der Bildungswert der Naturwissenschaf-

ten – ganz zu Unrecht – in den Schatten der rehabilitierten Geisteswissenschaften. Als Folge davon fanden sich in der Bundesrepublik Deutschland die Naturwissenschaften in den fünfziger Jahren an den Rand des Spektrums der Unterrichtsfächer abgedrängt. Die Astronomie, die neben den konventionellen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern Biologie, Chemie und Physik mit ihren für jedermann erkennbaren «praktischen Anwendungsmöglichkeiten» ohnehin einen schlechten Stand hatte, wurde im Verlauf dieser Entwicklung in den westdeutschen Bundesländern bis auf wenige Reste aus den Lehrplänen der Schulen verdrängt.

Erst der «Sputnik-Schock» veranlaßte die Bildungspolitiker in den sechziger Jahren zum Umden-

ken und eröffnete damit den Naturwissenschaften neue Chancen im Schulunterricht. Im Zuge dieser Renaissance des naturwissenschaftlichen Unterrichts war es konsequent, daß die ständige Konferenz der Kultusminister der westlichen Bundesländer in der Rahmenvereinbarung zur Reform der Oberstufe 1972 die Möglichkeit schuf, Astronomie als frei wählbares Grundkursfach in den Klassenstufen 12 und 13 der Gymnasien einzuführen.

Die Reaktionen der Kultusverwaltungen auf dieses Angebot waren in den verschiedenen Bundesländern sehr unterschiedlich. Eines der ersten Länder, das eine Lehrplankommission für das Grundkursfach Astronomie einsetzte, war Baden-Württemberg, das auf eine sehr lange Tradition des Astronomieunterrichts in der Zeit vor dem zweiten Weltkrieg zurückblicken konnte. Obwohl auch hier nach dem Kriege Astronomieunterricht in den Lehrplänen kaum mehr vorgesehen war, gab es eine kleine Gruppe von Lehrern, die nicht nur in Arbeitsgemeinschaften mit ihren Schülern praktischen Astronomieunterricht trieben, sondern sich auch schon seit den fünfziger Jahren unablässig für die Wiedervereinigung eines institutionalisierten Astronomieunterrichts einsetzten. Vertreter dieser Gruppe mit ihrer meist langjährigen Unterrichtserfahrung und Fachastronomen mit besonderem pädagogisch-didaktischem Engagement wurden mit der Ausarbeitung eines Lehrplans für den neuen Grundkurs Astronomie beauftragt. Der hervorragenden Zusammenarbeit innerhalb dieser Lehrplankommission ist es zu verdanken, daß Baden-Württemberg als erstes Bundesland einen Lehrplan für den Grundkurs Astronomie in der reformierten Oberstufe der Gymnasien vorlegen konnte, der richtungweisend für andere Länder wurde.

In **Baden-Württemberg** sind für den Grundkurs (GK) Astronomie 2 Wochenstunden über 2 Halbjahre vorgesehen; der Kurs kann in den Jahrgangsstufen 12 oder 13 angeboten werden und wird häufig jahrgangsübergreifend eingerichtet, so daß gleichzeitig Schüler der 12. und der 13. Jahrgangsstufe daran teilnehmen können. Da für ein Abiturprüfungsfach in der Rahmenvereinbarung grundsätzlich mindestens 3 Wochenstunden vorgeschrieben sind, kann Astronomie in Baden-Württemberg nicht in die Abiturprüfung eingebracht werden.

In den verschiedenen Bundesländern wird die Organisation der Astronomie-Kurse sehr verschieden gehandhabt. So hat etwa der Freistaat Bayern 2 Astronomie-Kurse als Lehrplan-Alternative in dem viersemestrigen GK Physik vorgesehen; da hierbei auch die Astronomie (wie die Physik-Grundkurse) mit 3 Wochenstunden unterrichtet wird, besteht die Möglichkeit, Astronomie als Abiturprüfungsfach (zu-

sammen mit Physik) zu wählen. – Demgegenüber hat z. B. das Bundesland **Rheinland-Pfalz** Astronomie unter dem Thema «Physik in Nachbardisziplinen: Astronomie und Astrophysik» in den letzten der 4 Physik-Grundkurse integriert; hier bekommen also alle Teilnehmer am GK Physik im 2. Halbjahr der Jahrgangsstufe 13 pflichtmäßigen Astronomieunterricht.

In den siebziger Jahren war, besonders durch die Mondlandungen, das öffentliche Interesse für die Astronomie stark angewachsen. Deshalb konnte damit gerechnet werden, daß auch der Grundkurs Astronomie bei Schülern und Lehrern gut angenommen werden würde. Ein grundsätzliches Problem bildete jedoch die Tatsache, daß wegen der jahrzehntelangen Unterbrechung der astronomischen Unterrichtstradition nur sehr wenige Lehrer die zur Realisierung des Lehrplans nötigen astronomischen Kenntnisse besaßen. Die Installierung des Grundkurses Astronomie durch die Schulen hing also entscheidend davon ab, daß für die am Astronomieunterricht interessierten und einschlägig vorgebildeten Lehrer – in der überwiegenden Mehrzahl Physiklehrer – Fortbildungsmöglichkeiten geschaffen wurden, die sie mit den Grundlagen der modernen Astronomie vertraut machten.

Ein zusätzliches Problem bildete die **didaktische Verarbeitung des Unterrichtsstoffes**. Da mehr als drei Jahrzehnte lang Astronomie als selbständiges Unterrichtsfach nicht mehr existiert hatte, gab es auch keine moderne didaktische Literatur für dieses Fach. Alle älteren Veröffentlichungen zur Didaktik des Astronomieunterrichts waren jedoch nur noch sehr begrenzt brauchbar, denn in der Zwischenzeit hatte die astronomische Wissenschaft ungeheuer rasche Fortschritte gemacht, mit denen grundlegende Veränderungen des astronomischen Weltbildes verbunden waren. Zwar gab es in der DDR didaktische Literatur zum Astronomieunterricht, aber sie war in der BRD nicht nur schwer zu bekommen, sondern wegen der unterschiedlichen Stoffpläne auch nur in kleinen Teilen für den Grundkurs-Unterricht brauchbar – abgesehen von ihrer oft aufdringlichen ideologischen Überwucherung.

Eine moderne Didaktik des Astronomieunterrichts wurde nicht zuletzt durch die Tatsache gefordert, daß hier – im Gegensatz zu anderen Naturwissenschaften – modernste Forschungsergebnisse Anlaß zu spektakulären Publikationen in den Massenmedien waren und deshalb zwangsläufig auch im Unterricht diskutiert werden mußten.

Der Notwendigkeit, den Lehrern **Fortbildungsmöglichkeiten** in Astronomie zu bieten, wurde in Baden-Württemberg in doppelter Weise Rechnung getragen: durch Fortbildungsveranstaltungen und

durch ein neues Lehrbuch. Dieses Lehrbuch sollte insbesondere dem Lehrer die Möglichkeit geben, sich in die moderne Astronomie einzuarbeiten, und zwar auf einem Niveau, das ihm vom Physikunterricht her geläufig war, und es sollte darüber hinaus den Unterrichtsstoff in didaktisch so gut verarbeiteter Form darbieten, daß diese nicht nur vom Lehrer bei seiner Unterrichtsvorbereitung unmittelbar übernommen werden konnte, sondern daß das Buch sich auch für den Gebrauch durch die Schüler, also zum Schulbuch für den GK Astronomie, eignete. Von 1977 an stand ein solches Lehrbuch zur Verfügung [1]. Eine speziell für den Gebrauch des Schülers im GK Astronomie konzipierte, gekürzte Umarbeitung dieses Werks erscheint in diesen Tagen [2]. – Auch in anderen Bundesländern sind in den vergangenen Jahren Schulbücher für den GK Astronomie erschienen, z. B. [3], [4], [5].

Fortbildungsveranstaltungen für Astronomielehrer finden seit der Oberstufen-Reform in einer Reihe von Bundesländern in vielfältiger Form statt. In Baden-Württemberg sind hier besonders die fünftägigen Fortbildungskurse hervorzuheben, die seit mehr als einem Jahrzehnt im Herbst jedes Jahres in Heidelberg abgehalten werden; praktische Übungen und Vorträge, meist von Dozenten der zahlreichen astronomischen Institute in Heidelberg, sorgen dabei für einen intensiven Kontakt der Teilnehmer mit der astronomischen Wissenschaft. – In diesem Zusammenhang sind auch die – meist eintägigen – Lehrerfortbildungsveranstaltungen zu erwähnen, die einmal im Jahr an die Tagungen der Astronomischen Gesellschaft und meist auch an die Jahrestagung der Vereinigung der Sternfreunde angeschlossen werden.

Alle diese Fortbildungskurse für Astronomielehrer finden nach wie vor sehr großes Interesse. Sie allein reichen jedoch leider für eine fundierte wissenschaftliche Weiterbildung der Physiklehrer nicht aus. Sie können nur Starthilfe sein für ein intensives Selbststudium, das erst die für einen fachlich qualifizierten Unterricht nötige Wissensbasis vermittelt – sofern diese nicht bereits im Studium angelegt wurde.

Der große Andrang der Lehrerschaft zu astronomischen Fortbildungsveranstaltungen spiegelt das Interesse der Schüler an den Astronomiekursen wider. Da benachbarte Gymnasien die Möglichkeit zur Kooperation im Kursangebot der Oberstufe haben, gibt es selbst dort, wo Astronomiekurse nur im Wahlbereich angeboten werden, wie z. B. in Baden-Württemberg, sehr viele Schulorte, an denen die Schüler der Oberstufe Astronomiekurse besuchen können.

Die Ausstattung der Schulen mit **astronomischen Lehrmitteln** und **Beobachtungsinstrumenten** hängt von der Finanzkraft des Schulträgers und

dem Engagement der verantwortlichen Lehrer ab und ist deshalb sehr unterschiedlich. Im Zentrum der Didaktik des Astronomieunterrichts muß stets die eigene Beobachtung der Schüler stehen. Welche instrumentellen Hilfsmittel dazu zur Verfügung stehen, ist dabei eher von zweitrangiger Bedeutung. Der Schüler sollte vielmehr im Unterricht erfahren, wieviele interessante Beobachtungsaufgaben mit dem Fernglas oder dem Fotoapparat angegangen werden können. Ein großer Prozentsatz der Schulen, an denen Astronomiekurse eingerichtet sind, besitzt jedoch Fernrohre; besonders verbreitet sind Teleskope vom Typ Schmidt-Cassegrain, die von den Firmen Celestron und Meade hergestellt und von verschiedenen westdeutschen Firmen vertrieben werden. Einige Gymnasien verfügen über komplette, fest installierte Sternwarten.

Ein grundsätzliches Problem des Astronomieunterrichts in den Schulen der Bundesrepublik darf über der erfolgreichen Einführung der Astronomie-Grundkurse nicht vergessen werden: Das nur sporadische Auftreten astronomischer Themen im Pflichtunterricht der Schulen in der Bundesrepublik hat zur Folge, daß hier bei einem Großteil der Bevölkerung selbst elementare astronomische Kenntnisse fehlen. Die Astronomiekurse in der Oberstufe der Gymnasien bilden dafür keinen Ersatz, denn sie erfassen nur einen sehr kleinen Bruchteil eines Schülerjahrgangs, insbesondere, da es sich um Kurse aus dem Wahlpflicht- oder Wahlbereich handelt. Die mangelhaften astronomischen Grundkenntnisse der Schüler bilden außerdem eine große Belastung für die Astronomie-Grundkurse, denn die knapp bemessene Unterrichtszeit muß zuerst zu einem nicht geringen Teil dazu verwendet werden, einfachste Beobachtungsergebnisse bereitzustellen oder wenigstens zu wiederholen, anstatt darauf aufbauend gleich tiefer in die Astronomie eindringen zu können. Um diesen Mangel zu beheben, bieten manche Schulen astronomische Arbeitsgemeinschaften an; teilweise bildet ihr Besuch sogar die Voraussetzung für die Zulassung zu Astronomie-Grundkursen. Damit wird zwar das Handicap der fehlenden Grundlagen für diese Kurse gemildert, doch die wünschenswerte Breite astronomischer Bildung wird dadurch nicht erreicht. Dies wird erst dann der Fall sein, *wenn auch in der Bundesrepublik wie in vielen Staaten, z. B. auch in der DDR, Astronomie als selbständiges Unterrichtsfach etabliert wird. Möglicherweise kann die bevorstehende Vereinigung der beiden deutschen Staaten – trotz der Kulturhoheit der Länder – hierzu den Anstoß geben.*

Literatur

- [1] Gondolatsch, F.; Groschopf, G.; Zimmermann, O.: **Astronomie I und II**. Ernst Klett Schulbuchverlag, Stuttgart 1979.
- [2] Gondolatsch, F.; Steinacker, S.; Zimmermann, O.: **Astronomie – Grundkurs**. Ernst Klett Schulbuchverlag, Stuttgart 1990.
- [3] Beckmann, D.; Epperlein, B.: **Astronomie**. Manz Verlag, München 1989.
- [4] **Handreichungen für den Physikunterricht am Gymnasium**,

Kollegstufe, Grundkurs Astronomie. Herausgeber: Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung, München 1988.

- [5] Henkel, H. R.: **Astronomie – Eine Einführung für Schulen, Volkshochschulen und zum Selbststudium**. Verlag *Harri Deutsch*; Thun, Frankfurt/M. 1984.

Anschrift des Verfassers: **Dr. Otto Zimmermann, Hans-Thoma-Weg 9, D-7312 Kirchheim-Teck**

Fach Astronomie ja oder nein?

Aussprache

Zu diesem aktuellen Thema liegen bei der Redaktion weitere Zuschriften vor. Aus Platzgründen können wir nur einige und diese nur auszugsweise veröffentlichen. Die Redaktion bittet dafür um Verständnis.

Jürgen Meißgeier, Chemnitz, 9044

Wenn wir zukünftig ein leistungsfähigeres Bildungswesen haben wollen, bedeutet das ja wohl, eine noch bessere Allgemeinbildung und solidere Kenntnisse und sicheres Können in möglichst allen Disziplinen. Ich glaube, es ist heute eine anerkannte Erkenntnis, daß zur Allgemeinbildung eines jungen Menschen auch fundierte Kenntnisse der Astronomie gehören. Wie soll sich sonst ein Weltbild, eine moderne Weltansicht entwickeln? Denken wir auch daran, wie stark unser Fach mit den Disziplinen Physik, Mathematik, Geographie korrespondiert. Hier würden uns für die Allgemeinbildung viele Möglichkeiten entgehen bei einem Fehlen astronomischen Unterrichts! Mit der Entwicklung von Wissenschaft und Technik ist heute schon und mit Sicherheit zukünftig noch viel mehr ein zunehmendes astronomisches **Grundwissen** für jeden notwendig. Das Interesse der Menschen an astronomischen Sachverhalten wird schnell immer größer. Wer, wenn nicht das Fach Astronomie, soll dieses Wissen vermitteln?

Des weiteren sollte in unseren Überlegungen berücksichtigt werden, daß in den vergangenen 30 Jahren mit großen Aufwand durch die Gesellschaft, aber auch durch viele Astronomielehrer, eine ausgezeichnete materielle Ausstattung in unserem Fach erreicht wurde. Hier können wir wirklich etwas vorweisen. Mit dem Fach Astronomie brauchen wir m. E. einen internationalen Vergleich nicht scheuen. Dies sieht in anderen Fächern z. T. ganz anders aus! Dazu möchte ich nachfolgende Überlegungen äußern:

1. Da das Fach unbedingt zur Allgemeinbildung gehört und erhalten bleiben muß, wäre es möglich, so wie bisher zu verfahren, Astronomie in Klasse 10 zu unterrichten. Auch die Möglichkeit, zusätzlich einen

FKR zu besuchen, sollte dabei für alle Schüler erhalten bleiben.

2. Möglich könnte auch sein, daß Astronomie zu einer Fachgruppe gehört, deren Fächer für den Schüler wahlweise obligatorisch sind. Solche Fächer könnten in den Klassen 9 und 10 unterrichtet werden. Dadurch, daß hier gewählt werden kann, wäre es möglich, den Unterricht auf zwei Jahre auszuweiten. Das würde bei der ungefähren Beibehaltung der gegenwärtigen Ziele des Astronomieunterrichts eine tiefgründigere Behandlung bestimmter Schwerpunkte, eine größere Auswahlmöglichkeit für den Lehrer (und die Schüler) und u. a. auch eine stärkere Betonung der astronomischen Beobachtung (!) möglich machen. Des weiteren sollten auch hier die Möglichkeiten zum Besuch eines fakultativen Kurses bzw. einer Arbeitsgemeinschaft bestehen.

3. Eine weitere Variante wäre, Astronomie nur in der Erweiterten Oberschule (Klassen 11/12) zu unterrichten. Für diese Klassenstufen werden in den «Vorschlägen» ja zwei Varianten angeboten [1]. Hier ließe sich meines Erachtens das Fach Astronomie einbauen. In der vorgeschlagenen Variante A könnte Astronomie mindestens in das Angebot des wahlweise obligatorischen Unterrichts aufgenommen werden. In Variante B wäre zu überlegen, eine Eingliederung in den Leistungskurs (der in sich noch variabler gestaltet werden sollte) bzw. auch in den Ergänzungskurs vorzunehmen.

Mit einer Ansiedlung des Faches Astronomie in den Klassen 11/12 würde das zwar bedeuten, daß nicht alle Schüler mehr die Möglichkeit hätten, sich astronomisches Wissen anzueignen. Es muß aber natürlich berücksichtigt werden, daß erstens die Zahl der Schüler, die zum Abitur streben, in den nächsten Jahren sich deutlich erhöhen wird, zweitens die Unterrichtung dieses Faches in der 11/12. Klasse natürlich mit einer deutlichen Niveauerhöhung verbunden wäre und drittens Schüler, die die polytechnische Oberschule (bis Klasse 10) besuchen, im Rahmen

des fakultativen Unterrichts die Möglichkeit erhalten sollten, auch Astronomie zu belegen.

Bei meinen Gedanken geht es mir nicht um den Erhalt des Faches Astronomie einfach nur um der Existenz des Faches willen oder um hier «in Lohn und Brot» zu bleiben. Wir Lehrer haben auch in den anderen von uns erteilten Fächern genügend Arbeit. Es geht mir – und hier möchte ich alle meine Kollegen unserer hiesigen Fachkommission Astronomie einschließen – u. a. darum, nicht auf ein Unterrichtsfach, das so wesentlich zu einer umfassenden und soliden Allgemeinbildung und der Aneignung eines in der Zukunft notwendigen modernen Weltbildes beitragen kann und dessen Aufgaben und Vorteile nicht einfach von anderen Fächern mit übernommen werden können, aus schulorganisatorischen und stundenplantechnischen Gründen der Einfachheit halber zu verzichten.

Warum sollen wir bei der notwendigen und begrüßenswerten Neukonzipierung unseres Bildungswesens nicht Bewährtes übernehmen? Im Gegenteil, es wäre ein nicht wiedergutzumachender Fehler, Bewährtes – und hierzu gehört der Astronomieunterricht zweifelsfrei! – einfach mit über Bord zu werfen! Dadurch wird die Bildungsreform weder besser noch überzeugender.

[1] **Brauchen wir am 1. September 1990 eine neue Stundentafel?**
In: DLZ 9/1990, S. 7 u. 8

Thomas Weickmann, Hameln, D-3250

Um 1970 habe ich im Fernstudium in Bautzen die Lehrbefähigung für das Unterrichtsfach Astronomie erworben. Ich erinnere mich sehr gern an meine Dozenten, die teilweise heute noch im Redaktionskollegium der AS arbeiten. Die Astronomie hat mich nie wieder losgelassen. Sieben Jahre habe ich in Ostberlin als Astronomielehrer und Mitglied der Fachkommission gearbeitet. Nach meiner Übersiedlung nach Hameln habe ich einen modifizierten Unterricht an der hiesigen Volkshochschule gegeben. Der Erfolg ist auch nach neunjähriger Tätigkeit sehenswert. In einer Stadt mit 55 000 Einwohnern ist der Kurs mit 18 Teilnehmern immer voll belegt. Das zeugt von meiner guten Ausbildung, die mir in Bautzen zuteil wurde. Mein Fachbereichsleiter an der VHS sagte mir, daß ein solcher anhaltender Erfolg nur in diesem Kurs (von Hunderten!) zu verzeichnen sei. Ich schreibe das, weil ich damit belegen möchte, daß die Astronomie einen großen Freundeskreis hat. Das beweisen auch die hervorragend ausgestatteten Planetarien in Hamburg oder Münster mit ihren hohen Besucherzahlen. *Ich bin deshalb der Meinung, daß der Astronomieunterricht nicht nur in der DDR*

erhalten bleiben muß, sondern daß die Erfahrungen hochengagierter Astronomielehrer der DDR genutzt werden sollten, um den Astronomieunterricht an den Schulen der Bundesrepublik einzuführen.

Jürgen Matthäus, Aseleben, 4251

Die Diskussion um das Fach ist nicht neu. Die Meinungen unserer Schüler werden dabei selten berücksichtigt. Sie sind es aber, die zum Fach eine überaus positive Einstellung haben und mit einer großen Erwartungshaltung den Unterricht beginnen. Beobachtungen ohne umfangreiche Protokolle und Exkursionen (Planetarien, astronomische Einrichtungen u. a.) stehen dabei in der Gunst der Schüler. Wenn der Unterricht zum «Staunen» Anlaß gibt, die Fragen der Schüler beantwortet werden und die Bewertung der Leistungen nicht primär ist, gehört Astronomie zu den Lieblingsfächern der Schüler.

Dazu ist unbedingt erforderlich, das Fach von jeder ideologischen und politischen Beeinflussung zu befreien. Es kann nicht sein, daß nur die Sowjetunion Raumfahrt für den Frieden betreibt. Für einen interessanten, abwechslungsreichen Unterricht benötigt man Zeit. Der Lehrplan soll Rahmen für eine schöpferische Tätigkeit des Lehrers und seiner Schüler sein.

Da in der Bundesrepublik dieses Fach nicht unterrichtet wird, sehe ich zur Zeit wenig Chancen für die Erhaltung des obligatorischen Astronomieunterrichts. Trotzdem sollte wenigstens versucht werden, ein breites Angebot an fakultativen Formen für interessierte Schüler auch anderer Klassenstufen zu erhalten, um so die Potenzen des Astronomieunterrichts auch weiterhin zu nutzen.

Klaus Henker, Groitzsch, 7222

Ich gehöre mit zur «alten Garde», denn seit 1960 unterrichte ich das Fach Astronomie. In dieser Zeit hat es sich gemausert und profiliert. Anfangs mußte ich mir das einzige Fernrohr des Kreises aus der Kreisstadt holen, später bauten wir zwei Fernrohrsäulen und erhielten ein eigenes Gerät und seit 1983 verfügen wir über eine gut eingerichtete Schulsternwarte, die einzige dieser Art im Kreis. In dieser Zeit besuchten über 2 000 Schüler und Erwachsene unsere Einrichtung, für unser Einzugsgebiet eine beachtliche Zahl, die Interesse dokumentiert. Ich will damit darauf hinweisen, daß auch in Zukunft das Fach Astronomie seine Daseinsberechtigung im Schulalltag hat. Die Zahl der aktiv und passiv an der Raumfahrt beteiligten Staaten hat sich ständig erhöht; der

Nutzen ist bereits höher als die Kosten. Wir leben im Zeitalter der Raumfahrt und der Entdecker. Wenn wir unsere Kinder auf das Leben vorbereiten wollen, müssen sie auch wissen, was außerhalb der Erde passiert. Das kann aber nur in einem geschlossenen Programm dargeboten werden. Der Inhalt des Lehrplanes sollte aktualisiert werden, um die bisher verschwiegenen Tätigkeiten und Erfolge der westlichen Welt entsprechend aufzunehmen und zu würdigen,

aber die Grundorientierungen können beibehalten werden. Geeignet wäre wie bisher die 10. Klasse in Realschulen und Gymnasien. *Viele Pädagogen der BRD beneiden uns ob dieser Errungenschaft und diese dürfen wir im Zeitalter der Raumfahrt nicht aufgeben.* Die Beobachtungen sollten die Aufgabe haben, unseren Schülern die Natur näher zu bringen und Freude an der Beobachtung zu wecken – ohne gängelnde Vorschriften.

Beobachten, messen und rechnen

– Tätigkeiten von Jugendlichen an einer Schulsternwarte –

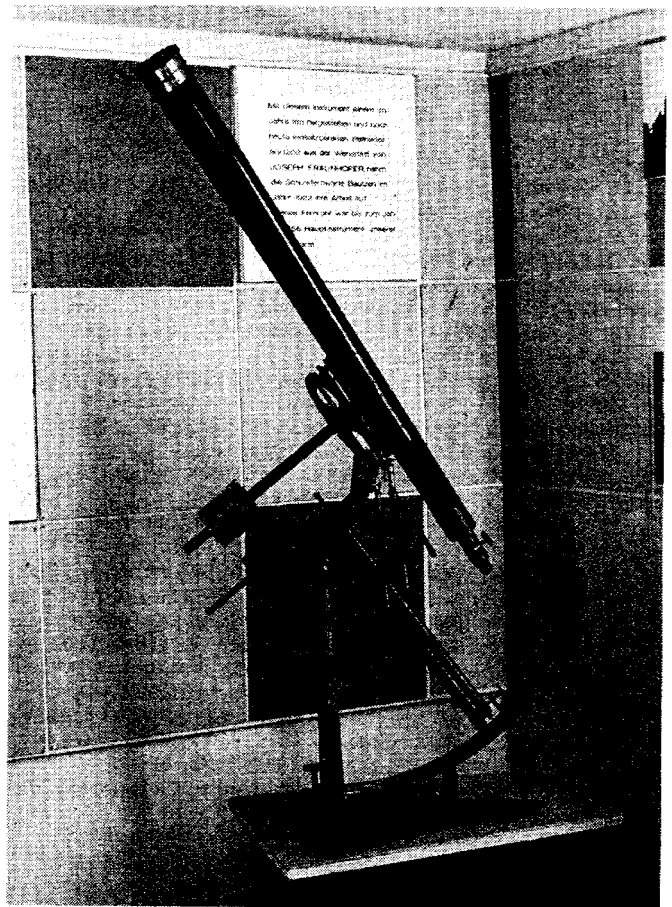
Helmut Bernhard

Der Begründer und langjährige Leiter der Schulsternwarte Bautzen, *Johannes Franz* (1892–1956), hatte sich in seinem Wirken den Ideen *A. Diesterwegs* verschrieben. Die Schulsternwarte, welche 1922 in der damaligen Oberrealschule ihre Pforten öffnete, ist wohl die älteste Einrichtung dieser Art in Deutschland, die seit ihrer Gründung ohne Unterbrechung arbeitet. Anregungen zur Gründung der Sternwarte ergingen vor allem von Mitgliedern des Naturwissenschaftlichen Schülervereins. Zu den ersten astronomischen Instrumenten gehörte u. a. ein um 1820 gebauter Original-Fraunhofer-Refraktor 80/1300 mit vorzüglicher Optik. Später kam ein 6“-Spiegelteleskop 164/1700 mit einer hervorragenden Lichtstärke dazu. Diese und andere Beobachtungsgeräte waren entweder selbstgebaut oder Stiftungen und Leihgaben von Sternfreunden. Überhaupt wurden in den Anfangsjahren alle Kosten für die Sternwarte aus Privatmitteln bestritten.

Zur Arbeitsweise der Sternwarte

Über dem Eingang zur Sternwarte stand der bekannte Ausspruch von *A. Diesterwegs*: «Die Astronomie ist das vorzüglichste Mittel, sich zu großartiger Weltanschauung zu erheben. Um bei sich recht daheim zu sein, muß man ein Weltbürger werden, und um das Erdenleben zu erfassen, muß man in die Himmelsräume hineinschreiten, sie umfassen. Die Astronomie ist eine herrliche, erhabene weil erhebende Wissenschaft.» Im Sinne dieses Ausspruches sah *J. Franz* das Hauptanliegen seiner Tätigkeit darin, die Jugend mit Erscheinungen und Vorgängen am Sternhimmel vertraut zu machen und interessierte Schüler zur Mitarbeit an der Sternwarte zu gewinnen. Auf diesem Gebiet betrat die Schulsternwarte Neu-

land. Mit anziehenden himmelskundlichen Vorträgen verstand es *Franz*, Jugendliche für die Astronomie zu interessieren. Begeisterte und aufgeschlossene Schüler wurden mit einfachen Beobachtungs-, Meß- und Berechnungsmethoden bekannt gemacht. Diese Tätigkeit war an keinerlei Lehrplan gebunden. So, wie die Entstehung und Entwicklung der Sternwarte freiwillig war, war auch jede Arbeit der Schüler freiwillig. Freiwilligkeit und Entfaltung eigener Inter-



Original-Fraunhofer-Refraktor 80/1300 um 1820 hergestellt. Erstes Fernrohr der Schulsternwarte Bautzen, im Einsatz bis 1956.

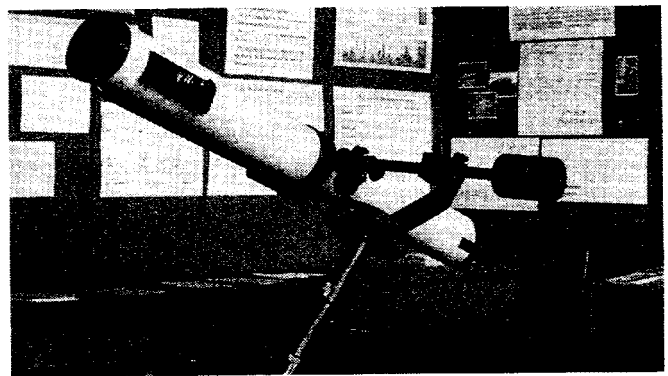
essen erhöhten den Spaß am Lernen und waren somit wesentliche Mittel für den Erfolg. Es gab kein Reglementieren. Die gesamte Tätigkeit war auf die freie Persönlichkeitsentwicklung des Jugendlichen ausgerichtet und beruhte auf dem Prinzip der Schüler-selbstorganisation. Ältere lehrten Jüngere; jüngere Schüler lernten von älteren Schülern. Mit großem pädagogischem Geschick verstand es *Franz*, diese Arbeit erfolgreich zu leiten.

In der Regel stand die Mitarbeit an der Sternwarte Schülern ab dem 10. Lebensjahr aus allen Lehranstalten der Stadt Bautzen offen. Interessierte waren u. a. Oberrealschüler aus den Klassen Obertertia und Oberprima, Schüler aus der Fächschule für Maschinenbau an der Industrie- und Gewerbeschule, aber auch leistungsfähige Schüler aus Volksschulen. Im Sinne *Diesterwegs* waren die Tore der Sternwarte für **alle** Jugendlichen geöffnet, die in die Wunder des Weltalls eindringen wollten.

Schülerübungen

Voraussetzung für die spätere Mitarbeit an der Sternwarte war die Absolvierung eines Beobachtungskurses mit der Lösung bestimmter Übungsaufgaben, die als *Schülerübungen* bezeichnet wurden. Jeder Teilnehmer hatte die nachfolgenden Übungsaufgaben zu lösen:

1. Orientierung am Sternhimmel an Hand einer Sternkarte (z. B. Schurigs Sternatlas oder drehbare Sternkarte)
2. Freies Skizzieren eines leicht erkennbaren Sternbildes nach der Natur (z. B. Orion), mit allen Sternen bis etwa 4. Größe
3. Einstellen eines hellen Sterns mit dem 3-Zöller. Fadenkreuz in Normalstellung bringen und halbe Durchgangsdauer bestimmen
4. Einstellen eines hellen Sterns mit dem 6-Zöller
5. Bestimmung der Stellung des Mondes am Fixsternhimmel
6. Bestimmung der Stellung eines Planeten am Fixsternhimmel
7. Berechnung der Sternzeit für einen gegebenen Augenblick auf Grund der Sternzeitangabe im Himmelsalmanach und der Tafel im Jahrbuch und Vergleich des gefundenen Wertes mit der Angabe der beiden Sternzeituhren
8. Berechnung der MEZ auf Grund des Meridiandurchgangs eines Sterns
9. Vorbereitende Rechnungen zwecks Einstellen eines Sterns mit dem 3-Zöller zu einer bestimmten Zeit
10. Übungen im Ablesen der Teilkreise am 3-Zöller und am Universal
11. Einstellen des 3-Zöllers auf den Meridian $t = 0$
Einstellen des berechneten Stundenwinkels am Teilkreis des 3-Zöllers
Einstellen der gegebenen Deklination am Teilkreis des 3-Zöllers
Einstellen eines gegebenen Azimuts am Teilkreis des Universal
Einstellen einer gegebenen Höhe am Teilkreis des Universal
12. Berechnung der Kulminationszeit (Zeit des Meridiandurchgangs) eines Sterns auf Grund seiner AR und der Sternzeit im mittleren Mittag, Kulminationszeit (MEZ) = AR – Sternzeit im Mittag
13. Berechnung der AR eines Sterns auf Grund seiner Kulminationszeit oder seines Stundenwinkels
AR = Kulminationszeit + Sternzeit im mittleren Mittag
14. Orientierungsübungen auf dem Monde. Aufsuchen wichtiger Formationen zunächst mit dem Feldstecher,
dann mit dem Fernrohr (3-Zöller, 6-Zöller, Kometensucher)
15. Zeichnen einer einfachen Gebirgsformation auf dem Monde
16. Zeichnen eines einfachen Sonnenflecks
17. Zeichnen einer einfachen Sonnenfleckengruppe
18. Zeichnen der Streifen des Jupiters und von Details auf Saturn
19. Zeichnen der Stellung der Jupitermonde
20. Zeichnen der Stellung der Jupitermonde



6-Zoll-Newton-Spiegelteleskop der Schulsternwarte Bautzen (Eigenbau)

21. Anwendung der ebenen Trigonometrie auf die Positionsbestimmung von Sternen im Anschluß an einen gleichzeitig im Gesichtsfeld stehenden Stern gegebener Position
22. Skizzieren der Stellung der Sterne. Messung des AR-Unterschiedes der beiden Sterne und Messung des Positionswinkels
23. Bedienung der Stoppuhr
24. Berechnung des δ -Unterschiedes ($\Delta \delta$) und des Abstandes (a)
Berechnung von $\Delta \delta$
25. Die Aufgabe 21 bezogen auf Objekte auf dem Monde oder auf der Sonne
26. Die Aufgabe 21 bezogen auf Vermessung von Sternen in der Nähe des Mondrandes. Meßreihen während eines Vorübergangs vor oder nach einer Bedeckung. Stoppuhr vom Beobachter selbst bedient. Angabe der MEZ jeder Messung
27. Durchführung einer Zonenmessung von mindestens 10 min Dauer im Anschluß an einen Stern gegebener Position
28. Bedienung der Stoppuhr und Niederschrift. Berechnung
29. Die Aufgabe 27 und 28, aber in anderer δ als der gegebene Stern
30. Die Aufgabe 27 und 28, Zone aber in anderer δ und AR als der gegebene Stern
31. Die Aufgabe 21 bis 24 mit Anwendung der Diagonalstellung des Fadenkreuzes [1]

Für die Lösung der genannten z. T. sehr anspruchsvollen Aufgaben gab es weder einen Zeitplan noch bestimmte Übungsstunden. Jeder Teilnehmer konnte von Montag bis Freitag jeden klaren Abend auszunutzen, um die geforderten Aufgaben zu lösen. In der Regel waren an einem Abend 4 bis 5 Schüler anwesend. Im Beobachtungsraum entstand kein Gedränge, jeder Schüler konnte mit Ruhe seine Aufgaben bearbeiten. Auch hier leiteten ältere Schüler die Jüngeren an. Einmal monatlich fand ein Vortrags- und Ausspracheabend statt, zu dem das Erscheinen aller Teilnehmer erwünscht war. Diese Art und Weise des methodischen Vorgehens verhinderte, daß die Schüler durch die Tätigkeit an der Sternwarte von der eigentlichen Schularbeit abgelenkt wurden. *Franz* sah in der Beschäftigung mit der Astronomie auch einen hohen erzieherischen Wert für den Jugendlichen, den er wie folgt formulierte: *«Die Himmelskunde ist trefflich geeignet, die Lust am eigenen Forschen und Finden zu erwecken und Verständnis für den großen Wert richtigen und zweckmäßigen Rechnens zu erzielen, da Beobachtung, Messung und Rechnung Hand in Hand gehen und nur dann miteinander harmonieren, wenn alle Faktoren peinlich genau beachtet werden. Sie ist weiter geeignet, junge Leute an den richtigen und*

vernünftigen Gebrauch ihrer Sinnesorgane zu gewöhnen und zum scharfen Beobachten und schnellen sicheren Auffassen zu erziehen, was ihnen im Lebenskampf manche Vorteile bringen wird. Die Beschäftigung mit der Himmelskunde ist schließlich ein vorzügliches Mittel, junge Leute von falschen Vergnügen zurückzuhalten, sie moralisch zu festigen und ihnen eine höhere erweiterte Weltanschauung zu vermitteln, die über mancherlei Sorgen und Widerwärtigkeiten des täglichen Lebens hinweghilft» [2, S. 16].

Nicht alle Teilnehmer an den Schülerübungen lösten die oben genannten Aufgaben bis zum Schluß. Bei einigen war die anfängliche Begeisterung für das Vorhaben lediglich Strohfeuer, das bald verlosch. Andere hatten zu wenig Ausdauer und gaben frühzeitig auf. Diejenigen, welche durchhielten, waren der Himmelskunde mit Leib und Seele verfallen, wurden in eine Arbeitsgemeinschaft aufgenommen, erhielten den Status eines Mitarbeiters der Sternwarte mit besonderen Rechten und Pflichten.

Wissenschaftliche Arbeit der Schüler

Langjährige, in die Arbeit an der Sternwarte hineingewachsene Mitarbeiter waren als Assistenten oder Oberassistenten tätig. Diese Anerkennung motivierte jüngere Schüler zur gewissenhaften und fleißigen Tätigkeit. Jeder strebte danach, an wissenschaftlichen Arbeiten teilnehmen zu dürfen.

So waren Schüler in einer Arbeitsgruppe Sonnenbeobachtungen tätig, die kontinuierlich und mit Fleiß Vermessung von Sonnenflecken und Fackeln nach ihrer Lage auf der scheinbaren Sonnenscheibe durchführten und diese Gebilde unter möglichst naturgetreuer Wiedergabe auch von Einzelheiten



Studienrat Johannes Franz mit Schülern im Beobachtungsraum der alten Schulsternwarte

zeichneten. Die Beobachtungsergebnisse wurden regelmäßig der Treptower Sternwarte übermittelt, die sie nach Zürich weiterleitete. Eine andere Gruppe beschäftigte sich mit Veränderlichen. Mit Hilfe der Stufenschätzmethode nach F. W. Argelander (1799–1875) wurde durch kontinuierliche Beobachtungen die Lichtkurve des Veränderlichen ermittelt und die Periode des Lichtwechsels bestimmt. Die trigonometrische Vermessung von etwa 50 Sternen in der Nähe des Orionnebels im Anschluß an Jota Orionis war trefflich geeignet, die Schüler im gewandten und genauen Messen und sicheren Rechnen zu üben. Aktuelle Ereignisse am Sternhimmel, wie Finsternisse, Oppositionen von Planeten oder das Erscheinen eines Kometen, standen stets im Blickpunkt der Beobachtungen. Die Resultate dieser Tätigkeiten fanden Dank und Anerkennung, so bei den Sternwarten Potsdam-Babelsberg, Hamburg-Bergedorf, Jena, Bamberg, Frankfurt/Main und Münster.

Auch alle übrigen Arbeiten an der Sternwarte, z. B. Führungen von Besuchern, Verwaltung der Bücherei, Aufbau von Ausstellungen und technische Arbeiten, erledigten dafür interessierte und befähigte Schüler. Das vielseitige Beschäftigungsfeld erlaubte jedem Jugendlichen, sein Leistungsvermögen voll auszuschöpfen und seine Begabungen und Talente zu entfalten. Für einige jugendliche Mitarbeiter wurde später aus dem Hobby Beruf und Berufung.

Mit seinem pädagogischen und zugleich humanistischen Wirken an der Sternwarte Bautzen leistete Johannes Franz einen bedeutenden Beitrag zur Verwirklichung der Forderungen A. Diesterwegs, daß jeder Schüler, der aus der Schule entlassen wird, den Himmel beobachtet hat und elementares Wissen über den Aufbau des Weltalls besitzt.

Literatur

- [1] Richard Wehner: *Die Himmelskunde an der höheren Schule*. Technische Hochschule Dresden 1930.
- [2] Johannes Franz: *Bericht der Sternwarte. Oberrealschule Bautzen von Ostern 1922 bis Ostern 1928*. Bautzen 1928.

Anschrift des Verfassers: OStR Dr. Helmut Bernhard, Postfach 440, Bautzen, DDR-8600

Beobachtungen als Hausaufgabe

Erhard Weidner

Der Astronomielehrplan von 1987 sieht in den «Hinweisen zur methodischen und organisatorischen Gestaltung des Unterrichts» vor, «für die Beobachtungen den Schülern konkrete Aufträge zu erteilen, die im Unterricht vorzubereiten sind. Die Beobachtungsergebnisse sollen in den Unterricht einbezogen werden; sie dienen der Motivierung des Lernens, der Gewinnung und Festigung von Erkenntnissen und sind so zu planen, daß sie so früh wie möglich im Schuljahr beginnen.»

Die Praxis hat gezeigt, daß es gut ist, bereits in der ersten Astronomiestunde auf die zu erwartenden und durchzuführenden Beobachtungsaufgaben hinzuweisen.

Um die Unterrichtsarbeit der Astronomielehrer zu unterstützen, entwickelte die Fachkommission des Kreises Gotha Hilfen für die Durchführung der im Lehrplan vorgesehenen Beobachtungsaufgaben. Diese Empfehlungen in Form von Arbeitsblättern fanden bei den Lehrern Resonanz. Bei der Erarbeitung dieser Arbeitsblätter flossen Erfahrungen ein, die bei der Ausbildung von Fachhelfern für den Astronomieunterricht in Spezialistenlagern und der Beobachtungstätigkeit der Kollegen gemacht wurden. Der Grundgedanke bei der Gestaltung der Arbeitsblätter war, die Anordnung der Beobachtungsanleitungen und -hinweise, Skizzen und Auswertungen so anzulegen, daß zum jeweiligen Beobachtungskomplex nur ein Arbeitsblatt benötigt wird und der auszufüllende Lückentext sehr kurz ist. So kann das Arbeitsblatt am Ort der Beobachtung ausgefüllt werden. Eine Trennung nach Beobachtungsaufgaben, die als Hausaufgabe oder als gemeinsame Beobachtung im Klassenverband geeignet sind, ist nicht vorgesehen.

Auf den einzelnen Arbeitsblättern sind folgende Aufgabenstellungen:

1. Blatt – Orientierung am Sternhimmel

- Lage des Sternbildes Großer Wagen zum Polarstern zu verschiedenen Zeiten
- gegenseitige Lage der Sternbilder Großer Wagen und Kassiopeia zu verschiedenen Zeiten
- Koordinatenbestimmungen von Sternen
- Bestimmung der Polarsternhöhe und Vergleich zur geographischen Breite des Beobachtungsortes

2. Blatt – Planetenbeobachtungen

- Venus, Jupiter und Saturn als Fernrohransichten
- Mars, Einzeichnen von Lageänderungen in einer Horizontskizze

3. Blatt – Mondbeobachtungen

- Beobachtung des Mondstandortes und seiner Lichtgestalt an einem Tag, Zeitdifferenz mindestens eine Stunde
- Beobachtung des Mondstandortes und seiner Lichtgestalt über mehrere Tage zur gleichen Zeit
- Beobachtung der Mondoberfläche
 - mit bloßem Auge
 - mit optischen Hilfsmitteln

4. Blatt – Sternbeobachtungen

- Einteilung von Sternen eines Sternbildes nach ihrer scheinbaren Helligkeit

- Erkennen von farbigen Sternen und Ermittlung der Oberflächen-temperatur

5. Blatt – Objekte im Milchstraßensystem

- Doppelstern Alkor – Mizar
- Offener Sternhaufen «Plejaden»
- Verlauf der Milchstraße über den Nördlichen Sternhimmel

Eine Variante wäre, die Aufgabe (Blatt 3) als Langzeitaufgabe schon Anfang September zu stellen. Folgende Hinweise stehen zur 1. Beobachtungsaufgabe auf dem Arbeitsblatt:

- Datum – Beobachtungszeiten – Standort
- Zeichne markante Konturen des Beobachtungshorizontes mit Angabe von Himmelsrichtungen in die Horizontskizze ein!
- Beobachte und skizziere den Mondstandort und seine Lichtgestalt (wenn möglich mit naheliegenden Sternen)!
- Wiederhole die Beobachtung nach mindestens einer Stunde und trage das Beobachtungsergebnis erneut in die Horizontskizze ein!

Für die Aufgabenstellung 2 gelten die Hinweise a bis c und der Text: Wiederhole die Beobachtungen über mehrere Tage zur gleichen Zeit und vom gleichen Standort aus und trage in die Horizontskizze jeweils Mondstandort und seine Lichtgestalt ein! In Vorbereitung auf die Hausaufgabe gibt der Lehrer noch folgende mündliche Hinweise:

- Höhe der Landschaftskonturen höchstens 10 mm
- Durchmesser des Mondes 5 mm
- Beobachtungen müssen **immer** vom gleichen Beobachtungsort und **zur gleichen Uhrzeit** ausgeführt werden
- die Eintragung der Himmelsrichtungen erfolgt links und rechts am unteren Rand der Horizontskizze!

Diese Hinweise reichen in der Regel aus. Man könnte die Protokolle vor der Stoffeinheit «Mond» einsammeln oder im Unterricht zur Erarbeitung nutzen. Die Richtigkeit der Eintragungen im Lückentext wird kontrolliert.

Erwartungstext:

zu 1) Die Ortsveränderung des Mondes am gleichen Tag nach ... Stunden geht von *Ost* nach *West*. Der Standort gegenüber benachbarten Sternen *hat sich nicht verändert*.

zu 2) Die Ortsveränderung des Mondes nach ... Tagen zur gleichen Zeit geht von *West* nach *Ost*. Der Standort gegenüber den Sternen *hat sich nach Osten hin verändert*. Die Änderung der Lichtgestalt des Mondes beruht auf *der periodisch wechselnden Stellung des Mondes zur Sonne und zur Erde*.

zu 3) Einzeichnen einiger mit Ziffern bezeichneten dunkler Mondgebiete in angenäherter Form und etwa an richtiger Stelle. Die Namen der bezifferten Gebiete werden angegeben.

Ein oder zwei Schüler, deren Protokolle besonders gut gelungen sind, könnten anhand von Folienskizzen den Mitschülern ihre Ergebnisse erläutern. Durch die Folienprojektion sind alle anderen Mitschüler in der Lage, ihre Aufzeichnungen zu vergleichen und eventuell zu korrigieren. Die Schüler sind so vorbereitet, daß sie Anfragen zur Mondbewegung

beantworten können. Da am Ende des Vortrages von Mitschülern und Lehrer eine Einschätzung und Bewertung erfolgen kann, sind alle Schüler zur Aufmerksamkeit angehalten.

Eine weitere Möglichkeit bietet der Einsatz des Telluriums. Ein Schüler hält einen Kurzvortrag zur Entstehung der Mondphasen. So ergibt sich ein nahtloser Einbau der Beobachtungsergebnisse in den Unterrichtsablauf. Erklärt dann noch ein anderer Schüler am Tellurium die Entstehung von Sonnen- und Mondfinsternis, so können in dieser Stunde zahlreiche Schülertätigkeiten aktiviert werden. Auf keinen Fall sollte man aber die Schülerdarbietungen dem Selbstlauf überlassen, vorherige Absprachen sind notwendig. Zum Stundenschluß könnte ein Schüler den Kassettenfilm KF 198 «Sonnenfinsternis» kommentieren.

Welche weiteren Beobachtungen eignen sich als Hausaufgabe? Zur Orientierung am Sternhimmel und zum Auffinden des Polarsterns geht man bekanntlich vom Sternbild Großer Wagen aus. Als Hausaufgabe wird hierzu folgende Aufgabe gestellt:

1. Skizziere in die Horizontsilhouette mit eingezeichnetem Polarstern die Lage des Sternbildes Großer Wagen zum Polarstern zur Beobachtungszeit . . . ein!
2. Zeichne die Lage des Nord-, West- und Ostpunktes ein!
3. Vervollständige!

Lage des Großen Wagens	Lage von Kassiopeia zum Polarstern
östlich vom Polarstern westlich vom Polarstern nahe dem Zenit	

Es hat sich als günstig erwiesen, daß die Blickrichtung vom Beobachtungsplatz aus gegeben wird. Die Form der Sternbilder Großer Wagen und Kassiopeia wird entweder an der Tafel skizziert oder auf der Wandkarte, der drehbaren Sternkarte oder der stummen Karte «Nördlicher Sternhimmel» aufgesucht. Eine Kontrolle der Aufgaben erfolgt zum ersten gemeinsamen Beobachtungsabend.

Wenn Punkte, Linien und Koordinaten an der scheinbaren Himmelskugel und der Gebrauch der drehbaren Sternkarte behandelt worden sind, kann man weitere Hausaufgaben für die Beobachtung und Skizzierung der Lage der Hauptsterne des Sommerdreiecks oder anderer heller Sterne in einer Horizontsilhouette stellen. Die drei Hauptsterne des Sommerdreiecks sind so markante Lichtpunkte am Himmel, daß sie ohne fremde Hilfe, nur mit Blickrichtungsangabe, von den Schülern selbst gefunden werden können. Auch der Stern Markab (α Pegasi) eignet sich gut.

Um den 20. 9., gegen 20 Uhr, befindet sich das Sommerdreieck fast im Meridian, Markab steht etwa 40° über dem Horizont, also in gut beobachtbarer Höhe. In der Horizontskizze werden der Ost-

und Westpunkt, die Lage der Sterne zu Beginn und am Ende der Beobachtung (mindestens eine Stunde Zeitdifferenz), Angabe der Lageveränderung durch einen Pfeil und die Beobachtungszeiten angegeben. Bei der Auswertung ist die Richtungsänderung von Ost nach West zu erkennen, und als Ursache dieser scheinbaren Bewegung wird die Erdrotation genannt.

Eine weitere Möglichkeit wäre, Azimut und Höhe nach dem in AS 25 (1988), 6, S. 137, beschriebenen Freihandmeßverfahren zu Beginn und am Ende der Beobachtung schätzen und mit den ermittelten Werten aus der drehbaren Sternkarte vergleichen zu lassen. Wichtig ist der Lehrerhinweis auf die Lage des Südpunktes am Horizont. (Bei Nutzung eines feststehenden Schulbeobachtungsplatzes wurden an meiner Schule der Süd- und Nordpunkt gut sichtbar markiert.)

Durch **Einbeziehung dieser Beobachtungsaufgaben in den Unterricht** wird die Arbeit mit der drehbaren Sternkarte anschaulicher. Der gemeinsame erste Beobachtungsabend sollte schon im September stattfinden, um die als Hausaufgaben gestellten Beobachtungsaufgaben überprüfen zu können. Das hat obendrein Vorteile: Die Dämmerung tritt zeitig genug ein und die Nächte sind noch nicht so kalt. In unserem Gebiet begünstigt meist auch eine Schönwetterperiode des Herbstes die Beobachtungen.

Den Zusammenhang zwischen Polarsternhöhe über dem Horizont und dem Zahlenwert der geographischen Breite des Beobachtungsortes können die Schüler auch selbst finden. Mit Hilfe eines selbstgebauten Pendelquadranten aus einem Tafelwinkelmesser oder einer anderen festen Winkelteilung ermitteln sie verblüffend genau die Polarsternhöhe.

Die bisher beschriebenen Aufgabenstellungen zur Orientierung befinden sich alle auf dem ersten Arbeitsblatt. Unseren Kollegen wurde folgende Bewertungsmöglichkeit angeboten:

	Punkte
zu 1) – richtige Lage des Sternbildes Großer Wagen	1
– richtiges Einzeichnen der Himmelsrichtungen	1
– jeweils richtige Lage des Sternbildes Kassiopeia zum Polarstern	1
zu 2) – richtige Angabe der Himmelsrichtungen	1
– richtige Eintragung des Sternstandortes zu Beginn und am Ende der Beobachtung	2
– Auswertung der Bewegungsrichtung von Ost nach West	1
– Angabe der Ursache der scheinbaren Bewegung	1
zu 3a) – Angabe von Azimut und Höhe	
a) nach Freihandmessung	2
b) mit drehbarer Sternkarte ermittelte Werte	2
c) Vergleich der Ergebnisse und Einschätzung der Meßgenauigkeit	1
zu 3b) – ermittelte Meßwerte	1
– errechneter Mittelwert	1
– Vergleich des errechneten Mittelwertes mit der vorgegebenen geographischen Breite des Beobachtungsortes	1

Die folgenden Planetenbeobachtungen ohne optische Hilfsmittel eignen sich ebenfalls gut als Hausaufgaben. Dazu wird die Position des Planeten in der Blickrichtung und der Uhrzeit gegeben. Die eigenen Planetenbeobachtungsergebnisse gehen bei der Behandlung der «Sichtbarkeit der Planeten» und der «Scheinbaren Bewegung der Planeten» in den Unterricht ein.

Planet Venus:

- Beobachte den Stand des Planeten Venus relativ zur Sonne!
- Bei welcher Position des Planeten spricht man vom Morgen- bzw. Abendstern?
- Gibt es weitere Planeten, die verschiedene Lichtgestalt zeigen? Begründe!

Planet Mars: (eine Langzeitaufgabe, die zu Beginn des Schuljahres gestellt wird)

- Beobachte und zeichne in die Horizontskizze die Positionen des Planeten zwischen nahestehenden Sternen innerhalb mehrerer Wochen ein!

In der Auswertung ist eine Veränderung gegenüber nahestehenden Sternen in Richtung Ost oder West zu erwarten. Als Erklärung für das Hin- und Herpendeln des Planeten könnte der «Überholeffekt» zwischen Erde und Mars angegeben werden. Bei entsprechenden Helligkeitsbedingungen sind auch Aussagen über die rötliche Färbung des Marslichtes zu erwarten.

Planet Jupiter:

- Beobachte und miß (Freihandmessung) die Abstandsänderung des Planeten Jupiter zum Planeten Mars und fasse die Schätzwerte in Tabellenform zusammen!

Die Beobachtung der Lageveränderung von Planeten ist fast in jedem Schuljahr möglich. Günstig hat sich erwiesen, drei bis vier Schüler mit einem Langzeitauftrag zu dieser Aufgabenstellung verantwortlich zu machen. Sie legen ihre Beobachtungsergebnisse dann in einem Kurzvortrag dar.

Mögliche Bewertung des Arbeitsblattes «Planeten»

	Punkte
<i>Venus:</i>	
– Richtige Aussage zu Morgen- bzw. Abendstern	1
– Weiterer Planet mit verschiedener Lichtgestalt	1
– Begründung zur Lichtgestalt (als Hausaufgabe)	1
– Erkennen der Lichtgestalt im Fernrohr und richtiges Einzeichnen des Fernrohrblicks	1
<i>Mars:</i>	
– Richtiges Einzeichnen von Positionen in die Horizontsilhouette mit Datumsangabe	2
– Einzeichnen der Richtung der Positionsänderung durch einen Pfeil	1
– Nennen des «Überholeffektes»	1
– Erkennen der rötlichen Farbe	1
– Zusammenstellung von Werten der Abstandsänderungen zwischen zwei Planeten	2
<i>Jupiter und Saturn:</i>	
Wertung der Fernrohrbetrachtungen von Jupiter und Saturn am gemeinsamen Beobachtungabend	
– Richtiges Einzeichnen von Positionen der Jupitermonde	2
– eventuell Erkennen von Streifen	1
– eventuell Erkennen der Jupiterabplattung	1

	Punkte
– Einzeichnen der richtigen Lage des Saturnringes	1
– Erklärung der unterschiedlichen Lage des Saturnringes	1
– eventuell Erkennen der Saturnabplattung	1

Aussagen über die Lage von hellen und dunklen Gebieten auf dem Erdmond lassen sich auch aus Beobachtungen mit bloßem Auge in einer Hausaufgabe machen. Sind die Schüler im Besitz einer entsprechenden Karte zur Mondoberfläche oder orientieren sie sich an der Wandkarte «Erdmond» oder am Mondglobus, so sind Bezeichnungen beobachteter und in einer Zeichnung erfaßter Mondgebiete zu erwarten. Die Schüler zeigen im Unterricht ihre beobachteten Gebiete an der Wandkarte und begründen, warum die «Mare-Gebiete» dem Betrachter dunkler erscheinen als umgebende Gebiete.

Mögliche Bewertung des Arbeitsblattes «Mond»

	Punkte
– Richtiges Einzeichnen des Ost- und Westpunktes in die Horizontsilhouette	1
– Erkennen der Mondbewegung von Ost nach West	1
– Erkennen der gemeinsamen Bewegung des Mondes mit benachbarten Sternen	1
Mond an mehreren Tagen:	
– Richtiges Einzeichnen des Ost- und West-Punktes	1
– Erkennen der Ortsveränderung von West nach Ost	1
– Erkennen der Lichtgestaltsänderung	1
– Erkennen der Lageänderung des Mondes zwischen benachbarten Sternen	1
– Angabe der Ursache für die Änderung der Lichtgestalt	1
Mondoberfläche:	
– Mondskizze	1
– Richtige Bezeichnung von drei dunklen Gebieten	3
– eventuell Einzeichnen von Kratern nach Fernrohrbeobachtung	1

Sonnenbeobachtungen ohne optische Hilfsmittel

1. Beobachte und beschreibe einen Sonnenauf- bzw. Sonnenuntergang!
Das ist eine sehr emotional ansprechende Aufgabenstellung zur Beschreibung der Schönheit des Ablaufs von Naturerscheinungen, die ohne Lehrerhinweise selbständig gelöst werden kann.
2. Stelle die Auf- bzw. Untergangszeiten der Sonne über einen längeren Zeitraum zusammen!
3. Bestimme die Sonnenhöhe mit Hilfe eines Schattenstabes!
4. Vergleiche die Sonnenhöhen in unterschiedlichen Jahreszeiten!

Die Aufgaben 2 bis 4 befähigen die Schüler zur selbständigen Aufstellung von Meßreihen, ihrer mathematischen Bearbeitung und Auswertung.

Sterne

Zur Bestimmung der unterschiedlichen scheinbaren Helligkeit von Sternen eignet sich besonders gut das Wintersternbild Orion (Hausaufgabe). Dazu gibt der Lehrer wieder die Blickrichtung vom Beobach-

tungsplatz aus an. Die Ordnung der sieben Einzelsterne erfolgt nach der vorgegebenen Tabelle im Lehrbuch, Seite 92. Die Einordnung nach Helligkeiten erfolgt im allgemeinen richtig. Es werden auch überwiegend richtige Erklärungen für die unterschiedlichen scheinbaren Helligkeiten der Sterne gegeben. Ein Hinweis des Lehrers auf die Lage eines Nebels unterhalb der drei Gürtelsterne könnte gegeben werden.

Beim Aufsuchen farbiger Sterne gibt es eventuell Schwierigkeiten. Die rötliche Farbe von Beteigeuze und Aldebaran werden meist gut erkannt. Rigel wird als weißer Stern eingeschätzt. Im Zusammenhang mit der Auswertung der Aufzeichnungen erfolgt im Unterricht eine Wiederholung der Namen der sechs Ecksterne des Wintersechsecks und die Auswertung der Tabelleneintragungen (Lehrbuch, S. 93).

Als wiederholende Hausaufgabe kurz nach den Winterferien bietet sich die Beobachtung und Skizzierung der Lage des Sternbildes Großer Wagen gegenüber dem Polarstern an. Die Schüler sollen die veränderte Lage des Sternbildes gegenüber der Herbstbeobachtung selbst erkennen. Der Lehrer gibt den Hinweis, sich besonders auf den zweiten Deichselstern bei der Beobachtung zu konzentrieren. Bei erkannter Trennung von Alkor und Mizar läßt sich die Lage des «Augenprüfers» in das Sternbild einzeichnen. Fernrohrbeobachtungen des Doppelsterns erfolgen beim gemeinsamen Beobachtungsabend. Im Unterricht werden der Anblick mit bloßem Auge und der Fernrohranblick verglichen. Wird im Herbst der Doppelstern Albireo beim gemeinsamen Beobachtungsabend mit dem Fernrohr betrachtet, lassen sich im Unterricht weitere Aussagen zu den unterschiedlichen Farbkomponenten der beiden Sterne machen.

Auch die Beobachtung des offenen Sternhaufens Plejaden läßt sich gut als Hausaufgabe umsetzen. Der Lehrerhinweis ist notwendig, daß die Beobachtung möglichst von einem lichtgeschützten Platz aus vorzunehmen ist, damit die Zählung der Einzelsterne

erleichtert wird. Eindrucksvoll ist bei der Fernrohrbeobachtung der Zuwachs an sichtbaren Sternen.

Der Verlauf der Milchstraße am Sternhimmel läßt sich bei der heutigen Aufhellung des Himmels durch die Straßenbeleuchtung nur noch bedingt feststellen. Auch hier ist die Beobachtung von einem lichtgeschützten Platz aus zu empfehlen. Durch Vergleich mit der in der Sternkarte eingezeichneten Milchstraße lassen sich die Namen mehrerer im Laufe des Schuljahres bekannt gewordener Sternbilder wiederholen.

Eine besondere Anforderung an das Beobachtungsvermögen der Schüler bildet die Beobachtung einer Mond- bzw. Sonnenfinsternis. Bei Sonnenbeobachtungen ist unbedingt auf die Einhaltung der Gesundheits- und Brandschutzbestimmungen hinzuweisen.

Die Beschreibung von Satellitenbahnen (ihr Verlauf durch einzelne Sternbilder) ist als langfristige Hausaufgabe ebenfalls gut geeignet. Gerade in den Sommermonaten kann man in den späten Abendstunden diese Erscheinungen gut beobachten.

Es ist von Vorteil, wenn mehrere Schüler gemeinsam beobachten. So besteht die Möglichkeit, sich gegenseitig auf bestimmte Erscheinungen aufmerksam zu machen. Wenn von diesen Schülern ein gemeinsames Beobachtungsergebnis abgegeben wird, könnte der Lehrer die Leistungen als Einzelleistungen benoten. Im Laufe des Schuljahres merkt der Lehrer dann schon, wenn ein Schüler Ergebnisse nur von anderen abschreibt. Durch gezielte Nachfragen entdeckt er die Wissenslücken des Schülers.

Eine Möglichkeit, den Erkenntnisprozeß für die Schüler interessant zu gestalten, ist die Beobachtung als Hausaufgabe. Langfristige Planung, entsprechende Lehrerhinweise in der Vorbereitung, Auswertung und Kontrolle der Ergebnisse und ihre Einbeziehung in den Erkenntnisprozeß im Unterricht müssen dabei immer eine Einheit bilden.

Anschrift des Verfassers: **OL Erhard Weidner, Hermann-Duncker-Oberschule, Högernweg 6, Gotha, DDR-5800**

Ringplanet Neptun und seine Satelliten

Manfred Reichstein

Bau und Atmosphäre des Planeten

Im Vergleich zum sonnennäheren Nachbarplaneten Uranus erscheint Neptun zwar mit einem äquatorialen Durchmesser von «nur» 49 500 km um etwa 1 800 km oder einen Erdmondradius kleiner als die-

ser, aber der Masse nach mit seinen $1,03 \times 10^{26}$ kg ist er doch der «größere» Planet. Anschaulicher ausgedrückt, es stehen 17,2 Erdmassen im Neptun 14,5 im Uranus gegenüber. Die Proportionen sind damit dem Venus/Erde-Verhältnis recht gut vergleichbar.

Doch wie hoch der Verwandtschaftsgrad der beiden so sonnenfernen Gasriesen bei solcher Ähnlichkeit ihrer Massen tatsächlich hinsichtlich ihrer Geochemie bzw. ihrer atmosphärischen Strukturen und des inneren Baues ist, das können wir in einigen Details erst seit der Passage der amerikanischen Planeten-sonde Voyager 2 vom 24. 8. 1989 verstehen.

Aus der Entfernung von 4,5 Milliarden km oder von rund 30 AE erreichten uns die Signale der Sonde am erst vor 144 Jahren (1846) von *Leverrier* durch Rechnung bestimmten und danach von *Galle* und *D'Arrest* teleskopisch bestätigten Planeten nur noch mit einer Leistung von kaum einem zehnbilliardstel Watt. Und dennoch ließ sich damit ein sehr differenziertes Strömungsbild seiner Hochatmosphäre nachzeichnen bzw. die extrem schwache Staubspur einiger Ringe erfassen; ganz zu schweigen von den bizarren Reliefmerkmalen, die wir durch diese Signale auf der Oberfläche Tritons entziffern konnten.

Periodische Radiosignale aus dem tieferen Planeteninneren gestatteten beim Vorbeiflug der Voyager-Sonde, für die Hauptmasse des Planeten eine mittlere Rotationsperiode von 16 Stunden und 3 Minuten abzuleiten. Damit braucht Neptun für eine Umdrehung zirka eine Stunde und 10 Minuten weniger als Uranus. Doch im Gegensatz zu diesem zeichnet sich seine Oberfläche durch viel detailreichere Wolken-gürtel und Wirbelstrukturen aus.

Das auffälligste Element stellt zweifellos ein auf der Südhemisphäre im Gegenuhrzeigersinn zirkulierender dunkler Fleck dar, der einen Längsdurchmesser von etwa 10 000 km hat und der in seiner Position bei 22° Süd sehr an den Großen Roten Fleck Jupiters erinnert (s. Bild 2. Umschlagseite).

Er «rast» mit einer Relativgeschwindigkeit zum Planeteninneren von rund 1 000 km pro Stunde erheblich schneller westwärts als ein kleineres, ähnliches, noch weiter südlich gelegenes Objekt, das sich pro Umdrehung um über 30° zu ihm versetzt und das bei einer mittleren Position nahe 54° Süd etwa 16,1 Stunde für einen Umlauf benötigt. Die schnelle Westdrift des Großen dunklen Flecks bedeutet also in Wirklichkeit nichts anderes als ein starkes Zurückbleiben dieses Wirbels hinter der Rotation des planetaren Untergrundes, markiert durch langsame 18,3 Stunden für seinen Umlauf.

Als Begleiter dieser Wirbel ließen sich entweder in ihrer Kernregion oder als vergängliche Streifenmuster veränderliche weißliche Wolkenfetzen in äquatorparalleler Zugbahn verfolgen. Die Wahrscheinlichkeit ist groß, daß es sich bei ihren Substanzen hauptsächlich um reflektierende Methaneiskristalle handelt. An einem Beispiel der Nordhemisphäre war sogar auf ihre relative Höhenlage aus dem Effekt des Schattenwurfes solcher Wolkenbänder auf der rund

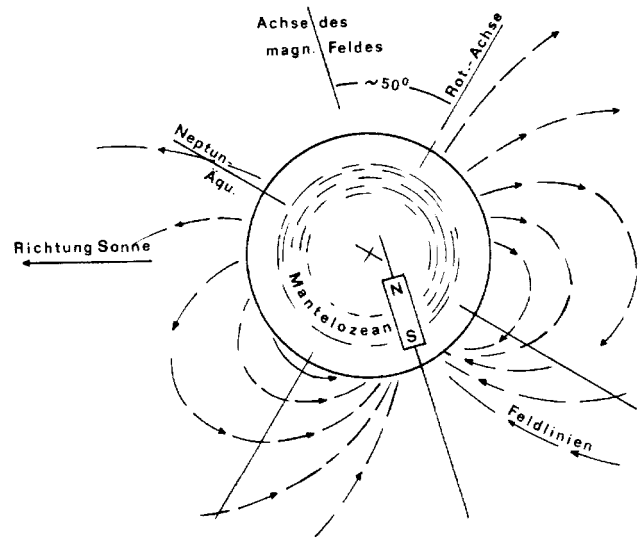


Bild 1: Modellskizze zur Demonstration der exzentrischen und zur Rotationsachse stark geneigten Achse des magnetischen Dipolfeldes.

50 km darunter befindlichen Normalschicht zu schließen.

Neptun erscheint uns mit einem Stich ins Bläuliche, da seine mit Methan angereicherte Hochatmosphäre das rote Licht stärker absorbiert. Dennoch überwiegen auch in diesen Höhen, wie bei Uranus, die Wasserstoff- und die Heliumkomponente. Für das tiefere Planeteninnere wird gern für beide Planeten das Modell eines Wasserballs mit silikatischer Kernschmelze herangezogen, doch je mehr der Fachmann zu Wort kommt, um so deutlicher spürt man, wie unsicher diese Schalenbau-Modelle auch heute noch sind.

Als Indikator für einen liquiden, von turbulenten Strömungen gezeichneten Mantelozean wird wie beim Uranus die eigenartige Position des Magnetfeldes angesehen (Bild 1). Beim Neptun fand man die Dipolachse des Magnetfeldes um etwa 50° zur Rotationsachse geneigt vor. Beim Uranus waren es sogar über 60°. Dabei soll beim Neptun, dessen Feld in Planetennähe mit 0,13 Gauss noch etwas schwächer als das des Uranus von vergleichsweise 0,2 Gauss ist, der Kern des Modell-Magneten um zirka 10 000 km aus dem Planetenzentrum versetzt, zur Zeit im elektrisch leitfähigen Material eines Mantelozeans eingebettet sein. Kein Theoretiker weiß bisher sicher einzuschätzen, wie stabil solche exzentrischen Dipolpositionen aus der Sicht von Jahrtausenden überhaupt sein können. Immerhin spricht die Duplizität der Fälle bei Uranus und Neptun mit einiger Wahrscheinlichkeit gegen eine sich gerade gegenwärtig abspielende Umpolungsphase.

Die Ringe und Zwergsatelliten Neptuns

Obwohl die Ergebnisse der Voyager-Sonde hier viel Neues erbrachten, wurden diese Erkenntnisse keineswegs als sensationell empfunden. Dazu hatten die vorangegangenen Vorbeiflüge der Sonden an den sonnennäheren Großplaneten vom Jupiter angefangen, über den Saturn bis hin zum Uranus schon viel zu sehr verwöhnt. Alles, was man am Neptun an kosmischen Körpern neu fand, läuft innerhalb der retrograden Tritonbahn um, aber prograd, also auch gleichsinnig zur Rotationsrichtung des Planeten.

Erwartungsgemäß erwiesen sich die entdeckten Ringe und Minisatelliten als gut bis sehr gut in die Äquatorebene Neptuns eingeregelt, die aber selber eine Neigung von fast 29° , ähnlich wie beim Saturn, zur Umlaufebene des Planeten hat.

Wie die tabellarische Übersicht (Tab. 1) erkennen läßt, sind uns durch die Voyagerpassage von 1989 nunmehr mindestens 3 wohldefinierbare Ringe sowie 6 von insgesamt 8 Satelliten als seine Begleiter innerhalb der Tritonbahn bekannt geworden.

Nur wenig Neues erfuhren wir von der neptunfernen Nereide, da Voyager ihr nur bis auf etwa 4,5 Millionen Kilometer nahe kam. Ihr Durchmesser soll in der Nähe von 400 km liegen. Helligkeitsschwankungen konnten nicht beobachtet werden.

Man war wegen der in zwei Fällen 1984 und 1985 nur einseitig am Neptun erkannten Sternbedeckungen sehr darauf gefaßt, nur lokal mit Materie besetzte Ringsegmente, sogenannte «ring-arcs», vorzufinden. Daher stellen die drei zwar schwachen, aber doch im Vollkreis mit Kometenstaub erfüllten Ringe in gewisser Hinsicht eine Überraschung dar. Nur der äußere, wie sein innerer Nachbar zirka 15 km breite Ring zeigt durch drei verdickte Bogenelemente Ansätze in Richtung des erwarteten Arc-Musters (Bild 2).

Im vorwärts gestreuten Licht, also bei sehr hohen Phasenwinkeln, ließ die feine Staubfraktion der Substanzen die Ringkonturen am besten hervortreten, so daß die kontrastreichsten Bilder erst bei «Rückblende» kurz nach der Phase größter Neptunnähe der

Tabelle 1

Neptunnahe Ringe und Zwergsatelliten

Bezeichnung (vorläufige)	Abstand vom Neptunzentrum (km)	Umlaufzeit (Std.) (nur bei Satelliten)	Durchmesser (km)
1989 N1	117 600	26,9	400 ± 20
1989 N2	73 600	13,3	190 ± 20
1989 1R	69 900	äußerer Ring mit 3 Verdichtungen	
1989 N4	62 000	9,5	180 ± 30
1989 2R	53 200	hellster Ring, hoher Staubanteil	
1989 N3	52 500	8,0	150 ± 30
1989 N5	50 000	7,5	80 ± 15
1989 N6	48 000	7,1	55 ± 15
1989 3R	41 900	innerer, breiter u. schwacher Ring	

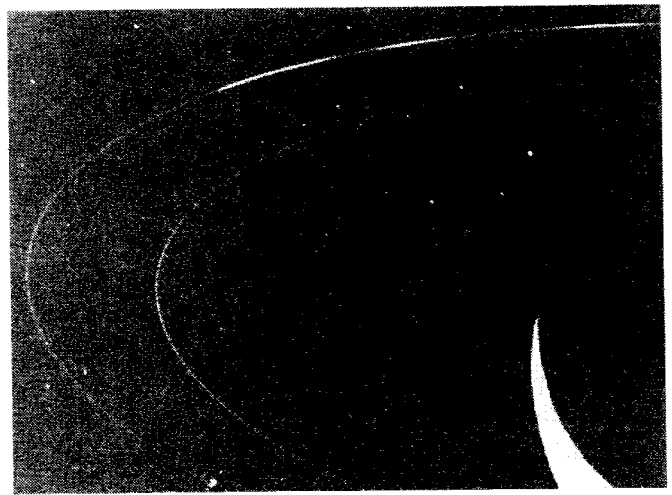


Bild 2: Voyager-Aufnahme der beiden schmalen, äußeren Neptunringe, mit der Weitwinkelkamera nach der Phase größter Annäherung im vorwärts gestreuten Sonnenlicht gewonnen. Der äußerste Ring zeigt verdickte Bogensegmente von 6° bis 8° Länge. Die Bewegung erfolgt im Uhrzeigersinn mit der längsten Verdickung am hinteren Ende.

Sonde zustande kamen. Auf halbem Wege zwischen den beiden äußeren, relativ schmalen Ringen Neptuns, die denen vom Uranus sehr ähneln, setzt relativ plötzlich eine relativ homogene, aber äußerst schwache Staubverteilung in der Ringebene ein, die auf mindestens 1 500 km Breite in Richtung zum Planeten gerade noch nachweisbar wurde und die in dieser radialen Breite bei unklarer innerer Begrenzung als «Plateau» oder auch als Ring 4 bezeichnet wurde.

Die beiden zuerst von Voyager entdeckten Satelliten 1989 N1 und 1989 N2 konnten sogar durch Nahaufnahmen in ihren wahren Durchmessern auf 5 bis 10% genau erfaßt werden, wodurch sich nachweisen ließ, daß sie mit ihren recht geringen Albedowerten nahe 4% zu den dunkelsten Körpern des Sonnensystems zu zählen sind. Beide wichen deutlich von der Kugelgestalt ab, obwohl der größte sogar den Durchmesser des wohlgerundeten Saturnmondes Mimas von 390 km noch übertrifft. Als seine Hauptsubstanzen werden verschiedene Eisarten leichtflüchtiger Verbindungen angenommen, die sich durch UV-Strahlung im Laufe von Jahrmilliarden zu dunklen Zersetzungsprodukten gewandelt haben können.

Triton und Schlußbetrachtungen

Mit großer Spannung wartete man wenige Stunden, nachdem die Voyager-Sonde die Nordpolarregion Neptuns passiert hatte, auf die ersten Nahaufnahmen von der Oberfläche des größten Neptunmondes Triton, denn es schien durchaus nicht sicher, ob er nicht ähnlich wie rund acht Jahre zuvor der Saturnmond Titan von einer Wolkendecke eingehüllt sein würde. Doch diesmal wurde man nicht enttäuscht (Bild 3. Umschlagseite).

Triton zeigte sich bis auf sehr schwache Dunstschleier praktisch wolkenfrei und mit einem exotischen Relief ausgestattet, das zahlreiche bisher noch nie beobachtete Oberflächenformen aufwies. Eindeutig mußten periodische Klimaänderungen die Aufschmelzung von großen Eismassen im regionalen Maßstab bewirkt haben.

Die Bahnbedingungen Tritons sind ungewöhnlich und liefern hierfür die Voraussetzungen. Der Satellit umrundet bekanntlich als größter Mond des Sonnensystems, der sich auf gegenläufiger Bahn befindet, den Neptun im Abstand von 355 000 km in 5,88 Tagen. Doch das vollzieht sich nicht genau in der Äquatorebene Neptuns, sondern $21,1^\circ$ geneigt zu ihr. Im Zusammenhang mit der Sonnenumlaufzeit des Planeten von 164,8 Jahren resultiert daraus eine Periodizität von einigen Jahrhunderten, während der die beiden Hemisphären des Satelliten alternierend sehr lange Sommer haben. Gegenwärtig erhält zum Beispiel die (auch besser abgebildete) Südkalotte Tritons eine überdurchschnittliche solare Strahlungsdosis.

Es ließen sich zwar zahlreiche Einschlagkrater im Eisrelief des Satelliten nachweisen, doch war erkennbar, daß deren früher höhere Anzahl wiederholt durch jüngere, sich darüber lagernde Eismassen reduziert worden sein muß.

Fast sensationell wirkte schließlich die Meldung, daß man viele der merkwürdigen ovalen dunklen und

subparallel ausgerichteten Verfärbungsfelder von zum Teil mehr als 10 km Länge als Belagphänomene des Untergrundes durch einen relativ jungen Vulkanismus anzusehen habe. Ja, wenige Wochen der Bildauswertung genühten, sogar zwei Beispiele für Rauchfahnen zu finden, die einen auch heute noch aktiven Vulkanismus auf diesem oberflächlich so kalten Satelliten von nur 2 720 km Durchmesser dokumentieren. Gefördert werden aber nicht etwa heiße Gesteinsmassen, wie auf der Erde, sondern hier handelt es sich um eine spezielle Variante eines sogenannten Eiseisvulkanismus, bei dem in erster Linie Gase leichtflüchtiger Verbindungen die Oberfläche erreichen.

Summa summarum hat uns die Voyager-Sonde am Beispiel des Neptun, wie auch zuvor schon am Uranus, deutlich vor Augen geführt, daß selbst die sonnenfernsten Planeten einst Phasen einer recht turbulenten Entwicklung durchlaufen haben müssen. Wir vermuten heute, wohl stärker denn je, daß es auch hier «draußen» vor vermutlich über 4 Milliarden Jahren gar nicht so selten zu heftigen Kollisionen von satellitengroßen Eiskörpern kam und die unrunde Gestalt bzw. die kraterreichen Oberflächen vieler Satelliten der großen Planeten jenseits Saturns, wie sie uns Voyager ins Bild brachte, erscheinen als die besten Zeugen dafür.

Anschrift des Verfassers: **Dr. Manfred Reichstein, Martin-Luther-Universität, Sektion Geographie, Domstraße 5, Halle, DDR-4020.**



Wissenswertes

60 Jahre Planetarium Hamburg

Im April 1990 wurde das Planetarium im Hamburger Stadtpark 60 Jahre alt. Obwohl schon in den zwanziger Jahren Institute dieser Art eröffnet wurden, gibt es wohl kaum ein Planetarium auf der Welt, das auf so viele Betriebsjahre wie das Hamburger Sterntheater zurückblicken kann. Die Geschichte des Hauses begann bereits 1908, allerdings zunächst ganz unastronomisch. Der Architekt *O. Menzel* aus der heutigen Hamburger Partnerstadt Dresden gewann in diesem Jahr einen Wettbewerb für den Bau eines großen Wasserturms im Stadtteil Winterhude. Dieser Turm wurde von 1912 bis 1915 unter der Regie des weltberühmten Baumeisters *Fritz Schumacher* erbaut und mitten im ersten Weltkrieg in Betrieb genommen. Im Jahr 1925 beschloß die Hamburger Bürgerschaft den Ankauf eines Zeiss-Planetariums-Modell II, das nach einer langen Standortdiskussion 1929 in den Winterhuder Wasserturm eingebaut wurde, der inzwischen weitgehend seine Bedeutung verloren hatte und nur noch Reservespeicher war.

1930 fand vor geladenen Gästen die erste Planetariumsvorführung statt, das Haus wurde eröffnet. Es wurde zunächst von Prof. *Körner*, danach von 1934 bis 1964 von Dr. *J. Meyer* geleitet. 1939 wurde der Turm zur Flakbeobachtungsstation. Soldaten bezogen in den Ausstellungenräumen Quartier, in denen sich bis dahin eine schöne Sammlung zur Geschichte von Sternenglauben und Sternkunde von *Aby Warburg* befunden hatte. Der Planetariumsbetrieb ging aber weiter, auch als 1944 eine Luftmine dicht neben dem Gebäude einschlug, die Hauptleitung zerstörte und den ehrwürdigen Wasserturm endgültig um seine ursprüngliche Funktion brachte.

Gleich nach Kriegsende wurde der Planetariumsbetrieb zunächst für die englische Besatzungstruppe, kurz darauf auch für die Öffentlichkeit wieder aufgenommen. In den Ausstellungsräumen wohnten jetzt Flüchtlinge. Im Jahr 1956 wurde das erste Gerät ausgebaut und nach Johannesburg verschifft, wo es heute noch arbeitet. 1957 konnte das zweite Planetariumsinstrument, ein Modell IV aus Oberkochen, der Öffentlichkeit übergeben werden. Damit besitzt Hamburg das vielseitigste und komplizierteste Planetariumsinstrument der Welt, von dem es in Europa nur noch zwei weitere Exemplare gibt. Hunderte von Zusatzgeräten bereichern die Vorführungen mit Planetendarstellungen, Galaxien, Pulsaren, Panoramen, Nordlichtern oder Wolkenformationen. Im Kuppelraum des Planetariums, dem größten in der Bundesrepublik, finden 270 Besucher Platz.

Nach der Verabschiedung von Dr. Meyer leiteten das Haus bis 1974 Dr. *Beller*, danach vertretungsweise Dr. *Ekrutt* und Dr. *Grambow*. Sie alle hatten jedoch nur Teilzeitverträge, was bei ansteigenden Besucherzahlen trotz besten Willens der Beteiligten immer größere Probleme brachte. Seit 1975 schließlich ist der Unterzeichner erster hauptamtlicher Planetariumsleiter. Wenig später konnte noch eine weitere wissenschaftliche Stelle geschaffen werden. Auch das technische und administrative Personal wurde, wenn auch in zu geringem Maße, aufgestockt. Die dadurch zu erwartenden Erfolge blieben nicht aus. Gegenüber früheren Zeiten verdreifachte sich die Besucherzahl. Eine neue Kuppel, eine Belüftungsanlage und schließlich ein Modell-VI-Projektor wurden angeschafft und installiert. Dieses dritte Gerät unserer Geschichte arbeitet seit 1983. Auch eine große astronomische Ausstellung wurde nach und nach aufgebaut und durch Sonderausstellungen aller Art ergänzt.

Das Hamburger Planetarium bietet den Bewohnern der Hansestadt, gemessen an seinem geringen Personalstand, ein reichhaltiges Programm. Fast jeden Monat wechselt das Thema der öffentlichen Vorführungen, jede Woche findet ein Sondervortrag für Fortgeschrittene statt. Schulveranstaltungen für alle Altersstufen vom Vorschulkind bis

zum Leistungskurs sind eine Selbstverständlichkeit. Ferienprogramme, Planetariumskonzerte und Rezitationsabende, aber auch Astro-Partys für Hamburger Firmen, ergänzen diese Aktivitäten. Auch die Gebäudeerhaltung und -erweiterung kommt nicht zu kurz. Insbesondere die historischen Wasserspiele werden in diesem Sommer wieder sprudeln und an die ursprünglichen Aufgaben des Hauses erinnern.

In den oberen Stockwerken des Turms ist die «Gesellschaft für volkstümliche Astronomie» untergebracht, die mit Beobachtungsabenden und Sonnenführungen unsere Volksbildungsarbeit hervorragend unterstützt.

Im großen und ganzen ist das Hamburger Planetarium also gut auf die reizvolle Aufgabe vorbereitet, der Öffentlichkeit die Ereignisse des vor uns liegenden «goldenen Zeitalters» der Astronomie nahezu bringen.

Dr. Erich Übelacker

Gründung von Landesverbänden der Gesellschaft für astronomische Bildung (GAB) e.V.

Im Juni fanden sich in Dresden etwa 30 Leiter von Schulsternwarten, Planetarien sowie Astronomielehrer zusammen. Prof. Dr. *Klaus-Günter Steinert*, Prof. Dr. *Manfred Schukowski* und Dr. *Helmut Bernhard* legten Gedanken über Ziele und Aufgaben zukünftiger astronomischer Bildung dar. Nach einer interessanten Aussprache erfolgte die Gründung der Gesellschaft für astronomische Bildung (GAB) e.V. Landesverband Sachsen. Die Schirmherrschaft übernahm das Lohrmann-Observatorium der Technischen Universität, dessen Leiter, Prof. Dr. *Steinert*, zum Vorsitzenden des Landesverbandes gewählt wurde. Als Geschäftsführer ist Dr. *Klaus Lindner* (Leipzig) tätig. Weitere Vorstandsmitglieder sind *Wolfgang Knobel* (Sohland/Oberlausitz), *Heike Ludwig* (Schneeberg), *Diethard Ruhnow* (Rodewisch).

Die GAB dient der Vermittlung astronomischer Kenntnisse an breite Kreise der Bevölkerung. Sie fördert die Schulastronomie, unterstützt die Ausarbeitung von Publikationen für Lehrer und Schüler, die Erarbeitung von Lehrmitteln sowie die Aus- und Weiterbildung Astronomie unterrichtender Lehrer. Die GAB fördert die Tätigkeit der Volks- und Schulsternwarten sowie Planetarien. Sie will auch bei der Herausgabe populärwissenschaftlicher Literatur helfen. Angestrebt wird ein eigenes Publikationsorgan der Gesellschaft.

Mitglied der GAB können Einzelpersonen (Jugendliche, Erwachsene), Gemeinschaften (kooperative Mitglieder) und juristische Personen (Firmen usw.) werden. Anträge können schriftlich an den Vorsitzenden des Landesverbandes Sachsen, Prof. Dr. *Steinert*, Lohrmann-Observatorium, Technische Universität, Mommsenstraße 13, Dresden, 8027, gerichtet werden.

Der neugegründete Landesverband beabsichtigt, sehr bald eine Denkschrift an das entstehende Kultusministerium des Landes Sachsen abzufassen, um Entscheidungen zur astronomischen Bildung in den Schulen mit Sachkompetenz zu unterstützen.

Wie die Redaktion erfuhr, wird auch in Sachsen-Anhalt, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern die Konstituierung von Landesverbänden der Gesellschaft vorbereitet. AS wird in den nächsten Ausgaben darüber berichten.

Mit der Gründung der GAB erhalten Astronomielehrer, Mitarbeiter populärwissenschaftlicher astronomischer Einrichtungen, Jugendliche und Erwachsene, die sich als Sternfreunde für astronomische Bildung interessieren, eine Heimstatt, wo Gleichgesinnte fachsimpeln sowie Gedanken über Forschung und Lehre austauschen.

Die Redaktion

Fortbildungskurse für Astronomie

In den Herbstmonaten finden im Institut für Weiterbildung, Schulpraxis und Lehrerforschung in Ludwigsfelde zwei Fortbildungskurse **Astronomie** statt. Besonders Astronomielehrer und an Astronomie interessierte Physiklehrer sowie Leiter von fakultativen Kursen Astronomie und Raumfahrt und Arbeitsgemeinschaften Astronomie werden über Wissenswertes aus neuester Forschung informiert. Außerdem erhalten die Teilnehmer Einblick in psychologische Aspekte eines modernen Astronomieunterrichts. Referenten sind Fachwissenschaftler der Technischen Universität Berlin, des Zentralinstituts für Astrophysik der AdW, der Wilhelm-Foerster-Sternwarte Berlin sowie der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften. Das Programm enthält folgende Themenkreise:

- Struktur und Entwicklung des Milchstraßensystems
- Zu Frühstadien der Sternentwicklung

- Beitrag der Chaosforschung zu Erkenntnissen über die Entwicklung kosmischer Systeme
- Stand und Entwicklungstendenzen der Beobachtungstechnik
- Überlegungen zum modernen Astronomieunterricht
- Astronomieunterricht und astronomische Inhalte anderer Fächer in den Schulen der Bundesländer
- Exkursion zur Wilhelm-Förster-Sternwarte in Westberlin.

Die Kurse beginnen am Montag, dem **15. Oktober bzw. 26. November 1990**, 11.00 Uhr und enden nach der Exkursion am Mittwoch, dem 17. Oktober bzw. 28. November, gegen 16.30 Uhr. Es besteht die Möglichkeit, sowohl im Internat in Ludwigsfelde zu übernachten als auch als Tagesgast teilzunehmen.

Anmeldungen und Anfragen sind zu richten an Dipl.-Lehrer Charlotte Bierwagen, Institut für Weiterbildung, Ludwigsfelde, 1720. **Mel-deschluß** ist der 15. 9. 1990 bzw. 26. 10. 1990.

Charlotte Bierwagen

Deutsch-deutsches Sternfreundetreffen in Hof

Die Volkssternwarte Hof (Bayern) führt vom **5. bis 7. Oktober 1990** für Amateurastronomen, Lehrer, Sternwartenleiter, für alle Sternfreunde Deutschlands ein Treffen durch. Das interessante Programm sieht u. a. folgende Themen vor:

Die Rätsel des roten Planeten

Vortrag von Prof. Dr. *R. Kippenhahn*, Direktor des Max-Planck-Institutes für Physik und Astrophysik, Garching

Geschichte und Aufgaben des Karl-Schwarzschild-Observatoriums

(Exkursion nach Tautenburg)

Vortrag von Prof. Dr. *S. Marx*, Direktor des Karl-Schwarzschild-Observatoriums, Zentralinstitut für Astrophysik der AdW der DDR, Tautenburg

Astronomie in Schule und Volkssternwarte

Forum u. a. zu folgenden Problemkreisen:

- Für den Erhalt des Astronomieunterrichts in der DDR
- Für eine Verstärkung astronomischer Bildung in den Schulen der Bundesrepublik Deutschland

Die Tagungsgebühren betragen 45,- DM. In Hof gibt es preisgünstige Übernachtungsmöglichkeiten. Wer in der Jugendherberge übernachten möchte, zahlt einen Tagungsbeitrag von insgesamt 75,- DM. Interessenten wenden sich möglichst bald an folgende Anschrift: Volkshochschule Hof, Longoliusplatz 1, 8670 Hof. Von dort erhält man auch weitere Informationen.

Kurt Hopf

Wissenschaftliches Kolloquium anlässlich des 200. Geburtstages von Friedrich Adolph Diesterweg am Dienstag, dem 16. Oktober 1990, um 11.00 Uhr in der Archenhold-Sternwarte Berlin-Treptow

Diesterweg und die Schulastronomie Astronomische Bildung-Verpflichtung und Auftrag

Teilnehmermeldungen sind bis zum 15. September 1990 an folgende Anschrift zu schicken:

Prof. Dr. sc. *Manfred Schukowski*
Helsinkier Straße 79
Rostock
2520

Nach Anmeldung erhält jeder Teilnehmer ein Programm zugesandt.



Sterneöifi.

Spiel über den Sternhimmel für zwei bis zehn Personen ab 7 Jahre. Spielwerkstatt Murren, Postfach 6152, CH-8023 Zürich, sFr 88,-, ab 5 Exemplare sFr 75,- je Spiel.

Leider ist das Angebot von astronomischen Spielen nicht sehr groß. Deshalb kann man sich über das ausgedachte Spiel über und mit dem Sternhimmel freuen. Vor allem für Kinder ist es eine sinnvolle Freizeitbeschäftigung. AS stellte das Spiel einigen Schülern zur Erprobung zur Verfügung. Die Schülerin *Bernadette Wustmann* (12 Jahre) aus Berlin schrieb uns ihre Meinung: «Oft spiele ich mit meinen Freundinnen, mit Eltern und Oma 'Sterneöifi' nach den vorgegebenen Spielregeln. Die Anleitung ist einfach geschrieben und daher leicht verständlich. Schon nach kurzer Zeit hatten wir uns zahlreiche Sternbilder und ihre Stellung am Sternhimmel eingeprägt. Nach mehrmaligen Spielen erreichten wir die vorgegebene Spielzeit, was uns Spaß machte. 'Sterneöifi' ist ein interessantes Spiel und die Zeit vergeht dabei sehr schnell. Gegenüber anderen Spielen besteht bei 'Sterneöifi' der Reiz, es bis zum Ende durchzuspielen. Es gibt Anregungen, den natürlichen Sternhimmel näher kennenzulernen. Nicht nur wir Kinder, sondern auch die Erwachsenen haben am Spiel Freude.

Zum Schluß zwei Dinge, die mir beim Spielen auffielen. Im Sternbild Wassermann stimmt die Sternbildkarte nicht mit der Vorlage des Sternhimmels überein (Lage der Sterne mittlerer Helligkeitsstufe). Eine Puzzelasche zwischen den Sternbildern Schütze und Skorpion würde dem Spielfeld mehr Stabilität geben.»

Angemerkt sei, daß das Begleitheft die Erwartungen nicht erfüllt, weil es eigenwillige Auslegungen über Sternbilder enthält, deren wissenschaftlicher Wert anzuzweifeln ist. Trotzdem ist die Herausgabe von «Sterneöifi» eine gute Idee, die anregen sollte, weitere astronomische Spiele zu erfinden.

Naumczyk, J.: Himmelspaziergang.

Tonkassette, Mini-Sternkarte, Textheft (16 Seiten, 5 Abb.), Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co. Stuttgart 1988, 36,- DM.

Auf eine völlig neue Art und Weise wird der Sternfreund, aber auch der Laie mit Sternbildern bekanntgemacht. Mit Hilfe einer Tonbandkassette kann jeder Interessierte ohne Vorkenntnisse mit einem Walkman oder Kassettenrekorder die Faszination des Sternhimmels in der Natur unmittelbar erleben und hören, wo die Sterne stehen. Unterbrochen von Sphärenklängen werden die in den einzelnen Jahreszeiten sichtbaren wichtigsten Sterne erläutert, genaue Beobachtungszeiten auf der Kassette und im Textheft angegeben. Die leicht handhabbare dazugehörige Mini-Sternkarte hilft nicht nur die Sternbilder aufzufinden, sondern man kann auch die Orte der mit dem bloßen Auge sichtbaren Planeten einstellen und ablesen. Im Textheft sind dazu die Rektaszensionswerte der Planeten angegeben. Das Heft erläutert auch die Handhabung der Sternkarte und für den Laien wichtige astronomische Begriffe. Mittels Tonkassette, Sternkarte und Textheft können Himmelsbeobachtungen zu einem Erlebnis werden. Wer Freude an der Beobachtung haben will, sollte deshalb davon Besitz ergreifen.

Kassette, Sternkarte und Textheft, verpackt in einer geschmackvollen Faltschachtel, sind auch als Geschenk vor allem an Jugendliche empfehlenswert.

Reichstein, M.: Jupiter und seine Begleiter.

64 S., 32 Abb., Planetarium der Carl-Zeiss-Stiftung, Jena 1989.

In verständlicher Form werden neuere Erkenntnisse, die vor allem mittels Raumfahrttechnik über Jupiter und seine Satelliten gewonnen wurden, dargestellt. Für Beobachter ist die sehr detaillierte Behandlung dynamischer Erscheinungen in der Jupiteratmosphäre eine große Hilfe. Zahlreiche aussagekräftige Skizzen sowie Tabellen tragen wesentlich zum Verständnis des Textes bei. Die Broschüre enthält wertvolle Informationen, für die sich alle Sternfreunde interessieren und die auch im obligatorischen und fakultativen Astronomyunterricht Beachtung finden sollten.

Appenzeller, I. u. a.: Kosmologie.

Spektrum der Wissenschaft (deutsche Ausgabe von Scientific American), 209 Seiten, zahlreiche überwiegend farbige Abbildungen. Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg 1988, 4. Auflage, 44,- DM.

In diesem Sammelband informieren international anerkannte Wissenschaftler über den neuesten Stand der kosmologischen Forschung. Eine Vielzahl von Fakten, die man sonst nur in der Spezialliteratur findet, werden in diesem Band beschrieben und aufbereitet. Die einzelnen Aufsätze berichten u. a. über die Struktur und Entwicklung der Galaxien und Galaxienhaufen, über Gravitationslinsen und die kosmische Hintergrundstrahlung. Weitere Kapitel befassen sich aus kosmologischer Sicht mit Raum und Zeit, mit der Existenz von Materie und Antimaterie im Universum sowie mit der Zukunft des Kosmos. Zahlreiche Skizzen und Bilder tragen wesentlich zum Verständnis der dargestellten Theorien bei.

Fachspezialisten verstehen es ausgezeichnet, in einfacher Form über Resultate der Wissenschaft zu informieren. Da an der Gestaltung des Sammelbandes mehrere Autoren beteiligt sind, ließ es sich kaum vermeiden, daß bestimmte Gedanken mehrfach angesprochen werden, was sich jedoch auf das Studium dieser Schrift nicht störend auswirkt. Die Anschaffung des Buches ist allen Astronomielehrern sehr zu empfehlen.

Helmut Bernhard



Titelbild – Porträt von *Friedrich Adolph Wilhelm Diesterweg*. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 74.
Foto: Archiv *Manfred Schukowski*

2. Umschlagseite – Orangefilter-Aufnahme Neptuns von Voyager 2, entstanden während der Annäherungsphase am 21. August 1989. Links von Bildmitte sieht man den großen dunklen Fleck (GDF) bei 22° Süd und am unteren Bildrand den kleinen dunklen Fleck bei 54° Süd mit einer punktförmigen Methan-Cirruswolke in seiner Mitte. Auch nördlich vom Neptunäquator sind zum Teil recht langgezogene weitere Methanwolkenfelder zu erkennen.

3. Umschlagseite – Voyager-Fotomosaik der bei gebundener Rotation dem Neptun zugewandten Seite Tritons. Im Bild zeigen die äquatornäheren Regionen lange bogenförmige Risse, während in Richtung zur Südpolarkalotte sich die dunklen Exhalationsfelder der noch bis in die Gegenwart hinein aktiven Vulkane häufen. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 91.
Foto: Archiv Sternwarte Bautzen

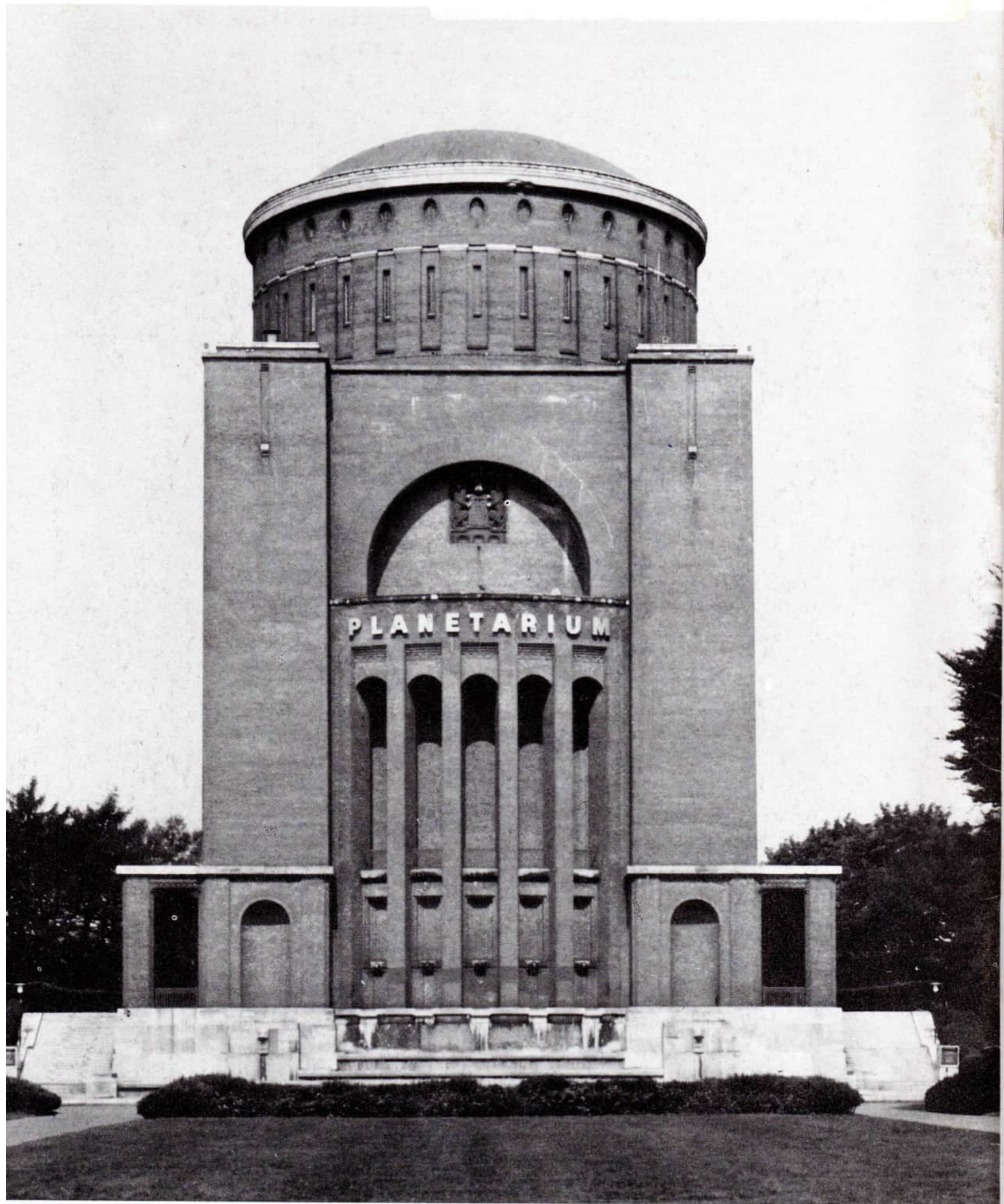
4. Umschlagseite – Planetarium in Winterhude Wasserturm in Hamburg. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 94.
Foto: Archiv Planetarium Hamburg

Herzlichen Glückwunsch

1988 schrieb die Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt den 3. Schülerwettbewerb unter dem Motto «Meine Begegnung mit der Raumfahrt» aus (s. AS 23, 1986/6, S. 141). Leider erhielten wir erst im April dieses Jahres vom Kosmonautenzentrum in der Wuhlheide (Berlin) die Namen der Sieger übermittelt.

Beste Arbeit ist eine Dokumentation zum Thema «Der Mensch und der Kosmos», die *Günter Bauschke* (Klasse 10) von der J.-Curie-Oberschule in Steinach, 6404, anfertigte. Eine Dokumentation zur Raumfähre BURAN ist die zweitbeste Arbeit. Sie stammt von *Sylvia Dorn* (Klasse 10), E.-Weinert-Oberschule, Radefeld, 7271. Die Jury vergab 17 Urkunden bzw. Teilnahmebestätigungen.





AAS

Volk und Wissen
Verlag GmbH
Berlin
ISSN 0004-6310
Preis 2,50 DM

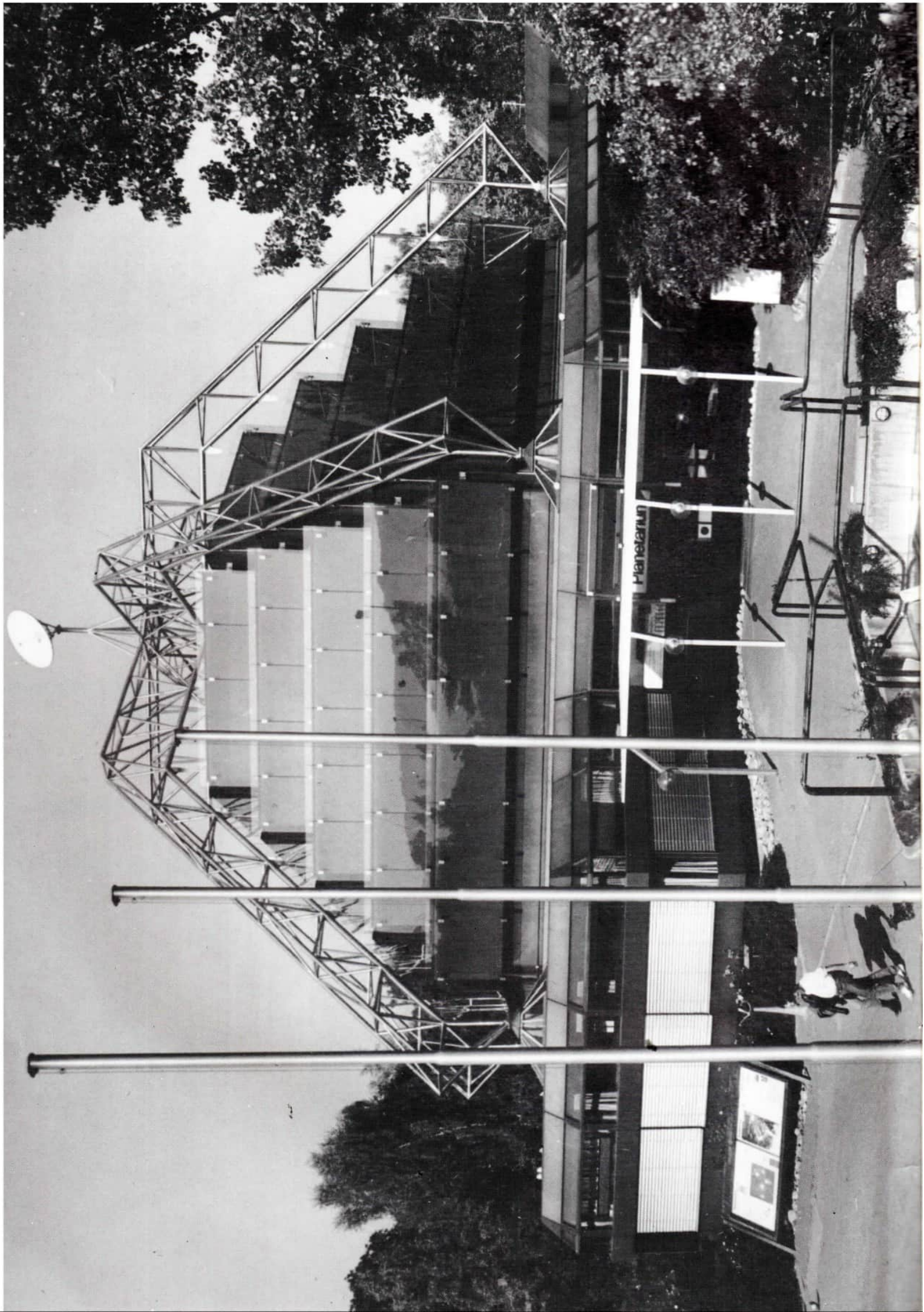
Astronomie in der Schule



- Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie im Sterninnern
- Die Galaxis
- Astronomieunterricht – brauchen wir ihn noch?
- Gestaltung der Stoffeinheit »Sternsysteme und Metagalaxis«
- Raumfahrt im Unterricht
- Planetarium Stuttgart

5

27. Jahrgang · 1990



Inhalt

- Astronomie**
98 *H. Zimmermann*: Die Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie im Sterninneren
100 *H.-E. Fröhlich*: Die Galaxis (II)
Astronomische Bildung
103 *K. Lindner*: Astronomieunterricht – brauchen wir ihn noch?
105 *Aussprache*: Fach Astronomie – ja oder nein?
Unterricht
106 *H.-P. Schneider*: Zur Gestaltung der Stoffeinheit «Sternsysteme und Metagalaxis»
109 *K. Marquart*: Neue Aspekte zur unterrichtlichen Erörterung der Raumfahrt
112 *H. Bernhard*: Ein neues Kapitel «Raumfahrt» für das Lehrbuch Astronomie
Planetarium
115 *H.-U. Keller*: Das Planetarium Stuttgart – eine astronomische Bildungseinrichtung für jedermann
Beobachtung
117 *K. Lindner*: Wintersanfang
Kurz berichtet
118 Wissenswertes
120 Rezensionen
Abbildungen
120 Umschlagseiten
Karteikarte
H.-P. Schneider; U. Walther: Sternsysteme und Metagalaxis
Redaktionschluß: 20. 8. 1990

From the Contents

- 98 *H. Zimmermann*: Interaction between Radiation and Matter in the Stellar Interior
100 *H.-E. Fröhlich*: The Galaxy (II)
103 *K. Lindner*: Astronomy Instruction – Do We Need It yet?
106 *H.P. Schneider*: The Instructional Treatment of the Topic Stellar Systems and Supergalaxy
109 *K. Marquart*: New Points of View in the Treatment of Space Flight
112 *H. Bernhard*: A New Chapter «Space Flight» for the Astronomical Textbook

Из содержания

- 98 *Х. Циммерманн*: Взаимодействие между излучением и материей в звездных недрах
100 *Х.-Э. Фрелих*: Галактика/II/
103 *К. Линднер*: Преподавание астрономии – нужно-ли нам оно?
106 *Х.-П. Шнейдер*: Изучение темы Звездные системы и сверхгалактика
109 *К. Маркварт*: Новые точки зрения при изучении космонавтики
112 *Х. Бернхард*: Новая глава «Космонавтика» за учебник по астрономии

En résumé

- 98 *H. Zimmermann*: Interaction entre le rayonnement et la matière à l'intérieur des astres
100 *H.-E. Fröhlich*: La galaxie (II)
103 *K. Lindner*: L'enseignement astronomique est-il encore nécessaire?
106 *H.-P. Schneider*: La réalisation du chapitre «Des systèmes étoilés et la métagalaxie»
109 *K. Marquart*: Des nouveaux aspects concernant la discussion de l'aviation interplanétaire
112 *H. Bernhard*: Un nouveau chapitre «L'aviation interplanétaire» pour le manuel «Astronomie»

Del contenido

- 98 *H. Zimmermann*: El efecto recíproco entre la radiación y la materia interior de las estrellas
100 *H.-E. Fröhlich*: La galaxia (II)
103 *K. Lindner*: La enseñanza de astronomía, ¿todavía la necesitamos?
106 *H.-P. Schneider*: En cuanto a la realización de la unidad Sistemas estelares y la Metagalaxia
109 *K. Marquart*: Aspectos nuevos para discutir sobre las vueltas cósmicas en la clase
112 *H. Bernhard*: Un capítulo nuevo llamado Vueltas cósmicas para el manual Astronomía

AS

Heft 5

27. Jahrgang 1990

Herausgeber: Volk und Wissen Verlag
GmbH, Berlin,
Lindenstraße 54a, Postfach 1213,
Berlin, O-1086, Telefon 2 04 30,
Postscheckkonto: Berlin 7199-57-1326 26

Anschrift der Redaktion:

Friedrich-List-Straße 8,
Postfach 440,
Bautzen, O-8600, Telefon 4 25 85

Redaktionskollegium: Oberstudienrat
Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur),
Studienrat Dr. paed. Klaus Lindner (stellv.
Chefredakteur), Dr. sc. nat. Ulrich Bleyer,
Dr. rer. nat. Hans-Erich Fröhlich, Dr. sc. phil.
Fritz Gehlhar, Prof. Dr. sc. phil. Nina Hager,
Prof. Dr. sc. nat. Dieter B. Herrmann, Dr. paed.
Eckhard Kersten, Oberlehrer Volker Kluge,
Studienrat 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)

Gesamtherstellung: Nowa Doba, Druckerei
der Domowina, Bautzen
AN (EDV 427)
III-4-9-H.831/90

Erscheinungsweise: zweimonatlich, Preis
des Einzelheftes 2,50 DM; im Abonnement
zweimonatlich (1 Heft) 2,50 DM.
Auslandspreise sind aus den
Zeitschriftenkatalogen des
Außenhandelsbetriebes BUCHEXPORT zu
entnehmen. – Bestellungen werden von der
Deutschen Post entgegengenommen. Unsere
Zeitschrift kann auch über den Buch- und
Zeitschriftenhandel bezogen werden. Bei
Bezugsschwierigkeiten im Ausland wenden
Sie sich bitte direkt an unseren Verlag.

ISSN 0004-6310

Die Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie im Sterninnern

Helmut Zimmermann

Die ersten drei Beiträge dieser Artikelserie über den inneren Aufbau und die Entwicklung der Sterne beschäftigten sich mit den Grundprinzipien der Theorie und mit dem physikalischen Zustand der Sternmaterie. Im letzten dieser Beiträge wurde dargestellt, bei welchen Kernprozessen der Hauptteil der einem Stern im Laufe seiner Entwicklung zur Verfügung stehenden Energie freigesetzt wird.

Strahlungsfluß im Sterninnern

Von den tief im Sterninnern liegenden Quellen muß die Energie nach außen, in die Sternatmosphäre transportiert werden, von wo sie dann in den Weltraum ausgestrahlt wird. Dieser Energietransport erfolgt in weiten Bereichen eines Sterns durch Strahlung. Dabei spielt die Wechselwirkung zwischen Strahlung und Sternmaterie eine entscheidende Rolle. Betrachtet man zwei benachbarte Gebiete in einem Stern, in dem das eine etwas weiter außen liegt, also etwas kühler ist als das andere, so strahlen sich beide Gebiete wechselseitig Energie zu. Der je Flächeneinheit von einem Gebiet mit der Temperatur T je Sekunde ausgesandte Strahlungsstrom beläuft sich nach dem Stefan-Boltzmann-Gesetz auf σT^4 , wenn $\sigma = 5,680 \cdot 10^{-8} \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ K}^{-4}$ die Stefan-Boltzmann-Konstante bedeutet. Das heißere, innere Gebiet sendet daher ein klein wenig mehr Strahlung zum kühleren, äußeren als umgekehrt. Es bleibt somit ein nach außen gerichteter Nettostrahlungsstrom [$\text{J m}^{-2} \text{ s}^{-1}$]. Das kühlere Gebiet gibt seinerseits einen Überschuß an Strahlungsenergie an sein Nachbargebiet ab, das noch weiter außen liegt, usw.

Der Nettostrahlungsstrom ist um viele Größenordnungen kleiner als der Strahlungsstrom, der von einem Gebiet auf Grund seiner Temperatur ausgestrahlt wird. Dies kann man für die Sonne z. B. in folgender Weise abschätzen: Für den Strahlungsstrom S_{\odot} an der Sonnenoberfläche gilt $S_{\odot} = L_{\odot}/(4\pi R_{\odot}^2)$, wenn L_{\odot} die Sonnenleuchtkraft und R_{\odot} den Sonnenradius bezeichnen. Die Energiequellen sind um das Sonnenzentrum konzentriert. Man kann daher für den Nettostrahlungsstrom bei einem Zentrumsabstand $R_{\odot}/2$ $-4S_{\odot}$ ansetzen, da ja die vom Strahlungsstrom durchsetzte Kugeloberfläche mit dem Quadrat des Mittelpunktabstandes variiert und zu der Energie, die diese Kugeloberfläche durchsetzt, weiter außen keine Energie mehr hinzukommt. Nimmt man ferner als Temperatur im Zentrumsabstand $R_{\odot}/2$ ganz grob die halbe Zentraltemperatur T_c an, so erhält man für das Verhältnis von Nettostrahlungsstrom an der Stelle

$R_{\odot}/2$ zum Strahlungsstrom auf Grund der für dort angenommenen Temperatur

$$\frac{4 L_{\odot}}{(4\pi R_{\odot}^2) \sigma (T_c/2)^4}$$

Setzt man Zahlenwerte ein, wobei man für die Zentraltemperatur der Sonne rund $15 \cdot 10^6 \text{ K}$ annehmen kann, so ergibt sich dieses Verhältnis in der Größenordnung von 10^{-12} .

Absorptionsprozesse

Für einen bestimmten Temperaturabfall je Längeneinheit Wegstrecke hängt die Größe des Nettostrahlungsstromes von der Durchsichtigkeit der Sternmaterie ab: Je durchsichtiger diese ist, um so größer ist die Entfernung und damit der Temperaturunterschied zwischen zwei Gebieten, die sich noch direkt Strahlung zusenden können, und um so größer ist auch der Nettostrahlungsstrom. Die Durchsichtigkeit der Sternmaterie wird durch ihre Absorptionsfähigkeit festgelegt, die formelmäßig durch den frequenzabhängigen spezifischen Absorptionskoeffizienten $\kappa(\nu)$ beschrieben wird; er hat die physikalische Dimension einer Fläche je Masseeinheit. ν bedeutet die Frequenz der absorbierten Strahlung. Zum Absorptionskoeffizienten tragen vier unterschiedliche atomare Grundprozesse bei.

Bei der *Photoionisation* wird ein Elektron von einem Atom oder einem Ion abgetrennt. Dabei muß die Energie $h\nu$ des absorbierten Photons mindestens gleich der Ionisationsenergie $h\nu_0$ des Atoms bzw. Ions sein. (h bedeutet die Planck-Konstante.) Den über die Ionisationsenergie hinausgehenden Energiebetrag $(h\nu - h\nu_0)$ erhält das abgelöste Elektron als Bewegungsenergie. Mit steigender Temperatur steigt die Zahl und die mittlere Energie der in einem Gebiet vorhandenen Photonen, so daß von den ursprünglich an ein Atom gebundenen Elektronen immer mehr abgetrennt werden; es wächst so der Ionisationsgrad eines bestimmten Elements immer mehr an, bis bei genügend hohen Temperaturen nahezu alle Atome eines Elements vollständig ionisiert sind. Dieses Element trägt dann entsprechend kaum noch zur Absorption, die auf eine Photoionisation zurückgeht, bei. Der Gesamtabsorptionskoeffizient, der die Wirksamkeit der Photoionisation je Masseeinheit beschreibt, ist daher nicht nur von der Frequenz der absorptionsfähigen Strahlung, sondern

auch von der Dichte und der Temperatur der Sternmaterie (sie bestimmen den Ionisationsgrad) und deren chemischer Zusammensetzung abhängig. Er setzt sich additiv aus den Beiträgen der einzelnen Elemente in den verschiedenen Ionisations- und Anregungsstufen zusammen. (Da vor der Ionisation das Elektron an ein Atom bzw. Ion gebunden, nachher frei ist, bezeichnet man die Ionisation auch als gebunden-freien Elektronenübergang.)

Die zweite Absorptionsmöglichkeit bieten *frei-freie Elektronenübergänge*: Bewegt sich ein freies Elektron im elektrischen Feld eines Ions, so kann es durch Absorption eines Photons seine kinetische Energie erhöhen. Die Wahrscheinlichkeit dieses Vorgangs hängt von der Frequenz der Strahlung ab, sie wird aber auch durch die effektive Ladung des Ions, in dessen Feld sich das Elektron gerade befindet, und von der augenblicklichen Geschwindigkeit des Elektrons bestimmt; langsame Elektronen haben eine größere Absorptionschance als schnelle. Der Beitrag dieses Prozesses zum spezifischen Gesamtabsorptionskoeffizienten wird demzufolge durch die chemische Zusammensetzung der Sternmaterie sowie den Ionisationsgrad der verschiedenen Elemente, also durch Dichte und Temperatur bestimmt.

Die *Streuung an freien Elektronen* (Thomson-Streuung) stellt die dritte Absorptionsmöglichkeit dar. Die einfallende Strahlung ist eine elektromagnetische Welle, deren elektrisches Feld ein freies Elektron zum Schwingen anregt, und zwar mit der gleichen Frequenz, die die Strahlung hat. Dieses schwingende Elektron ist ein klassischer Dipol, der seinerseits Strahlung entsprechend der Schwingungsfrequenz in eine beliebige Richtung, die nicht mit der der einfallenden Welle übereinstimmen muß, abgibt. Im Endeffekt wird daher die Richtung, nicht aber die Frequenz des ankommenden Photons geändert, seine freie Weglänge also beschränkt. Der Streukoeffizient, der die Wirksamkeit des Streuprozesses beschreibt, ist frequenzunabhängig und nur von den je Masseinheit vorhandenen freien Elektronen abhängig. Er tritt additiv zu den Absorptionskoeffizienten für gebunden-freie und frei-freie Elektronenübergänge hinzu.

In den Bezirken eines Sterns, in denen die Temperatur unter etwa 10^6 K liegt, leistet auch die *Photoanregung von Atomen und Ionen* einen gewissen Beitrag zur Strahlungsabsorption. Dabei wird ein Elektron von einem niedrigen Energieniveau auf ein höheres gehoben, es bleibt aber an das Atom oder Ion gebunden. Die zur Anregung fähige Strahlung ist normalerweise auf jeweils schmale Frequenzbereiche (schmale Spektrallinien) beschränkt. Im Stern-

innern tritt infolge der hohen Dichte und der damit verbundenen hohen Stoßwahrscheinlichkeit für die Atome und Ionen eine starke Stoßverbreiterung der Linien auf, so daß sie letztlich einen beträchtlichen Teil des Spektrums überdecken können. Die Wirksamkeit der Photoanregung wird dadurch merklich erhöht. Bei wachsenden Temperaturen haben immer weniger Atome und Ionen noch gebundene Elektronen, so daß die Wahrscheinlichkeit für eine Anregung (für gebunden-gebundene Übergänge) immer mehr sinkt.

Mittlerer Absorptionskoeffizient

Bei der Berechnung von Sternmodellen braucht die volle Frequenzabhängigkeit des Absorptionskoeffizienten nicht bekannt zu sein; es reicht die Kenntnis eines geeignet bestimmten Mittelwertes κ , der jeweils über alle Frequenzen (bzw. Wellenlängen) genommen wird. Dieser Mittelwert geht in die Grundgleichung (4a), die im ersten Beitrag abgeleitet wurde, ein. (Man beachte die Berichtigungsbeilage in Heft 4 (1989), berichtige aber diese Berichtigung: Es muß L_r heißen und nicht L_r .)

Die Abhängigkeit des Absorptionskoeffizienten von der chemischen Zusammensetzung sowie der herrschenden Dichte und Temperatur bleibt bei der Mittelbildung unberührt. Diese Abhängigkeit ist so kompliziert, daß man kaum brauchbare analytische Näherungsfunktionen für den mittleren Absorptionskoeffizienten angeben kann. Bei der Berechnung von Sternmodellen benutzt man daher Tabellen, in denen für bestimmte Materiemischungen die Größe des mittleren Absorptionskoeffizienten in Abhängigkeit von Dichte und Temperatur angegeben ist.

Mit Hilfe des mittleren Absorptionskoeffizienten läßt sich die mittlere freie Weglänge l_{ph} der Photonen im Sterninnern berechnen, für die $l_{ph} = 1/\kappa \rho$ gilt. (ρ gibt die Dichte der Sternmaterie an.) Nimmt man typische Werte für κ und ρ an, so erhält man freie Weglängen in der Größenordnung von etwa 1 cm: Sternmaterie ist also extrem undurchsichtig. Ein Photon, das tief im Sterninnern bei einer Kernreaktion entsteht, kann mithin nicht ungestört bis in die Sternatmosphäre gelangen; es wird vielmehr bereits nach einer sehr kurzen Wegstrecke absorbiert. Die aufgenommene Energie wird wieder emittiert, wobei das neue Photon an einer anderen, benachbarten Stelle das gleiche Schicksal erleidet, usw. (Die Streuung wird, wie oben dargestellt, bei dieser Beschreibung mit erfaßt.) Da die Reemission der Photonen keineswegs zielgerichtet nach außen geschieht, sondern in eine beliebige Richtung erfolgt,

durchläuft ein Photon (bzw. seine Nachfolgephotonen) einen Zick-Zack-Weg, einen Zufallsweg, auf dem es nur sehr langsam nach außen gelangt. Größenordnungsmäßig benötigt ein bei einer Kernreaktion freigesetztes Energiepaket (Photon) etwa 1 Million Jahre, bis es die Sternoberfläche erreicht. Die mittlere Photonenenergie sinkt dabei allmählich,

da Gebiete mit immer geringerer Temperatur durchlaufen werden. Der Energietransport durch Strahlung stellt daher einen sehr langsamen Energiediffusionsvorgang dar.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. habil. *Helmut Zimmermann*, Sternwarte der Friedrich-Schiller-Universität Jena, O- 6900

Die Galaxis (II)

Hans-Erich Fröhlich

Vorbemerkung: Der folgende Beitrag setzt die im Heft 3/1990 begonnene Betrachtung über unsere Galaxis fort.

Das Bewegungsverhalten sonnennaher Sterne

Es mag merkwürdig klingen, aber allein aus der Kinematik sonnennaher Sterne (« 20 pc), läßt sich auf die Lage des rund 10 kpc entfernten, unsichtbaren Rotationszentrums am Himmel schließen sowie auf die Geschwindigkeit, mit der die «Sternscheibe» (im Abstand der Sonne vom Zentrum) rotiert. Letzteres dürfte nach dem, was wir über Schnellläufer wissen, einleuchten. Die Geschwindigkeit, mit der im statistischen Mittel ein «Schnellläufer» hinter uns zurückbleibt, ist ja gerade die Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe, die Richtung, in die er eilt, ist die Richtung entgegen der galaktischen Rotation. Senkrecht dazu muß irgendwo das Rotationszentrum zu suchen sein.

Verblüffenderweise «wissen» aber selbst «seßhafte» Scheibensterne, wo sich das Rotationszentrum verbirgt. Diese Information ist (statistisch) in ihren Individualgeschwindigkeiten, die sich nach Abzug der Kreisbahngeschwindigkeit ergeben, versteckt. Um diese individuelle Raumgeschwindigkeit (Pekuliarbewegung) eines Sterns zu erhalten, muß neben der Radialgeschwindigkeit, der Betrag und die Richtung der Eigenbewegung und natürlich die Entfernung (trigonometrische Parallaxe) der Sterne bekannt sein. Aus diesen Größen läßt sich der Geschwindigkeitsvektor des Sterns (zunächst bezüglich der Sonne) berechnen. Bezogen wird die Pekuliargeschwindigkeit allerdings nicht auf die Sonne, vielmehr auf die Gruppe der möglichst jungen Sterne in der Sonnenumgebung. Diese Sterne, obgleich in Bewegung relativ zueinander, definieren in ihrer Gesamtheit dynamisch das lokale Ruhesystem. Anders als im Planetensystem durchläuft ein Stern, der nicht

in diesem Sinne «ruht», beileibe keine Ellipsenbahn, sondern eine Art Rosette. (Wir entsinnen uns: Raumfeste Ellipsenbahnen setzen eine dominierende Zentralmasse voraus; siehe Sonnensystem.) Nun sind, wie eine Analyse zeigt, die Bewegungsrichtungen der Sterne bezüglich des lokalen Ruhesystems nicht völlig regellos, d. h., es gibt eine Vorzugsrichtung, und die weist zum galaktischen Zentrum (bzw. Antizentrum)! Die Geschwindigkeitsverteilung sonnennaher Sterne ist anisotrop.

Statistisch wird die Verteilung der individuellen Geschwindigkeitsvektoren durch eine dreidimensionale Gaußverteilung mit richtungsabhängiger Streuung beschrieben, ein langgestrecktes Rotationsellipsoid, wobei ein Ende der «Zigarre» eben fast genau auf das Rotationszentrum der Galaxis zielt. (In einem Gas wäre so etwas undenkbar. Die Geschwindigkeitsverteilung der Gaspartikeln ist richtungsunabhängig, isotrop, das Geschwindigkeits-«ellipsoid» natürlich eine Kugel.)

Nebenher lehren uns kinematische Untersuchungen, wohin das Sonnensystem unterwegs ist. Die Individualbewegung der Sonne spiegelt sich, wenn auch nur statistisch, im Bewegungsverhalten der Nachbarsterne wider. Danach nähern wir uns derzeit sekundlich dem galaktischen Zentrum um 9 km, verlassen die Scheibe in nördlicher Richtung mit 6 km/s und sind 11 km/s schneller, als die galaktische Rotation (sprich Kreisbahnbewegung) verlangt.

Wir hatten schon darauf verwiesen, daß die Scheibe um so dicker ausfällt, je älter die Sterne sind, die zur Dickenmessung herangezogen werden. Alte Sterne erheben sich i. allg. höher über die Zentralebene als junge. Wie das? Irgendetwas sorgt dafür, daß Sterne im Laufe der Zeit schneller werden. Geboren mit einer Individualgeschwindigkeit von absolut gesehen kaum mehr als 7 km/s, erhöht sich diese im Laufe des Alterns auf über 50 km/s. (Die alte Sternpopulation braucht deshalb als Ganzes auch nicht so

schnell zu rotieren, sie ist – wegen der im Vergleich zur Rotationsgeschwindigkeit eben nicht mehr igno-rierbaren Individualgeschwindigkeiten – ein wenig «druckunterstützt». So etwas kennen wir bereits von der Halopopulation, die ja überhaupt auf jedwede Rotation verzichten kann.)

Der Beschleunigungsmechanismus dürfte dem swing-by des Raumflugs entsprechen: Eine Raumsonde, geschickt an einem Planeten vorbeimanövriert, vermag von der kinetischen Energie dieses Planeten zu profitieren, der Planet wird unmessbar langsamer, die winzige Sonde hingegen bekommt einen mächtigen Schups. Doch woran werden die Sterne in der Galaxis gravitativ «gestreut»? Offenbar an irgendwelchen galaktischen Schwerefeldanomalien. Bereits Anfang der 50er Jahre vermutete man, riesige dunkle Gaswolken nahe der galaktischen Ebene bewirkten die erforderlichen «Dellen» im galaktischen Gravitationspotential. Diese gibt es tatsächlich – Molekülwolken. Mit Massen bis zu Millionen Sonnenmassen könnten sie durchaus das Sternen«gas» allmählich «aufheizen». (Der Vergleich der Sterne mit den Atomen eines Gases, deren Individualgeschwindigkeit ja auch im Mittel wächst, steigt die Temperatur, sei hier ausnahmsweise gestattet.) Leider frequentieren diese Wolken, wie wir aus radioastronomischen Durchmusterungen im Submillimeterbereich wissen, den inneren Bereich der galaktischen Scheibe. Im Abstand der Sonne vom galaktischen Zentrum machen sie sich bereits recht rar.

Wer auch die Verursacher seien, eine Konsequenz dieses stochastischen Beschleunigungsmechanismus ist, daß die Bahn eines Sterns auf lange Sicht unkalkulierbar wird. Der Stern «vergißt» letztlich, wo er herkam.

Die säkulare Beschleunigung der Sterne kündigt davon, daß es in der Galaxis ungeachtet ihres Alters noch nicht zu einer energetischen Gleichverteilung gekommen ist. Das Milchstraßensystem ist dynamisch gesehen jung, noch nicht (im thermodynamischen Sinne) relaxiert! Die Molekülwolken sind, bedenkt man ihre immensen Massen, einfach viel zu schnell. Sie geben daher bei gravitativen «Stößen» mit den viel leichteren Sternen i. allg. Energie an diese ab. (In einem normalen Gas stellt sich durch «richtige» Stöße energetische Gleichverteilung recht schnell ein. Schwere Atome bewegen sich im Durchschnitt langsamer als leichte.)

Rotationseffekte

Wir verlassen nun die unmittelbare Sonnenumgebung und wenden uns etwas entfernteren Gefilden (wenige Kiloparsek) zu. Im Bewegungsverhalten der

weiter entfernten Sterne macht sich bereits Rotation und Scherbewegung (als Folge der differentiellen Rotation) der Galaxis bemerkbar. Lassen wir zunächst die Scherung außer Acht. Als mitbewegter Beobachter in einer starr rotierenden Scheibe müßten wir der Illusion erliegen, die übrige Welt (Galaxien, Quasare) drehte sich um uns. Dieser «Karusselleffekt» sollte nachweisbar sein. Einer Umlaufzeit um das galaktische Zentrum von 250 Millionen Jahren entspricht eine Drehung um 0.5° in 100 Jahren. Genauso schnell, aber natürlich in umgekehrter Richtung, scheint sich der Himmel gegenüber den (bei angenommener starrer Rotation) ja feststehenden Milchstraßensystemen zu drehen. Die Winkelgeschwindigkeit und mithin die Rotationsdauer läßt sich aus den scheinbaren Eigenbewegungen ferner Galaxien und Quasare im Prinzip messen!

Bei differentieller Rotation (Scherströmung) sind die Verhältnisse verwickelter. Schauen wir uns als Beispiel die Radialgeschwindigkeiten der Sterne an, wobei von den individuellen Bewegungen abgesehen werden kann. Die Radialgeschwindigkeit variiert systematisch mit der galaktischen Länge in Gestalt einer «Doppelwelle», wobei die Amplitude der Sinusschwingung proportional dem Abstand vom Betrachter ist (zumindest solange die Scherströmung linearisiert behandelt werden kann). Einmal anhand von Sternen bekannter Entfernung ge- eicht, kann diese Proportionalität genutzt werden, um Entfernungen innerhalb der Scheibe zu bestimmen (sogenannte Rotationsparallaxen, besser wäre: «Scherungsparallaxen»). Das ist natürlich nicht für galaktische Objekte nahe den galaktischen Längen 0° , 90° , 180° sowie 270° möglich. (Die Zählung erfolgt von der Richtung auf das Zentrum des Milchstraßensystems entgegengesetzt zum Uhrzeigersinn.) Bei diesen galaktischen Längen macht sich die Scherströmung nicht bemerkbar. Sterne in diesen Richtungen werden sich im Mittel weder von uns

Sonderheft von ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Aus Anlaß des 41. Kongresses der Internationalen Astronautischen Förderung im Oktober 1990 in Dresden erschien ein Sonderheft zum Thema

„Möglichkeiten zur astronomischen Bildung der Jugend“.

Interessenten können dieses Heft (in englischer Sprache) zum Preis von 2,50 DM direkt bei der Redaktion anfordern.

ASTRONOMIE IN DER SCHULE, Postfach 440, Bautzen, O-8600

entfernen noch sich uns nähern. (Bei den Eigenbewegungen ist das natürlich ganz anders.) Im übrigen läßt sich aus der «Doppelwelle» ersehen, daß die Galaxis vom galaktischen Nordpol aus betrachtet, im Uhrzeigersinn rotiert.

Die Kenntnis der Winkelgeschwindigkeit, mit der sich die Galaxis im Zentrumsabstand der Sonne dreht, verhilft zur Berechnung der Rotationsdauer. Aus den zurückbleibenden Haloobjekten in der Sonnennachbarschaft läßt sich die absolute Scheibengeschwindigkeit ermitteln. Aus beiden, Rotationsgeschwindigkeit und Winkelgeschwindigkeit, folgt aber bereits die Entfernung des (unsichtbaren) Rotationszentrums! Aus der Kinematik der etwas weiter entfernten Sterne läßt sich mithin die wichtigste Bestimmungsgröße des galaktischen Systems ermitteln – der Zentrumsabstand der Sonne. Das ist wirklich verblüffend und unterstreicht die Bedeutung kinematischer Untersuchungen.

Sternpopulationen

Von Sternfamilien war schon verschiedentlich die Rede. Dieser Begriff sei nun genauer gefaßt. Offenbar existieren kinematische Unterschiede zwischen den Sternen, wobei diese wiederum mit anderen Eigenschaften wie Konzentration zur Scheibe/zum Zentrum, Metallgehalt, Alter, etc. einhergehen. Dies alles legt nahe, die Sterne verschiedenen Populationen zuzuordnen. 1957 hat man sich etwas willkürlich auf fünf Populationen geeinigt. Die Übergänge sind nämlich fließend. Eckpfeiler des Populationsschemas sind: die Extreme Population I (Spiralarmobjekte) und die Halopopulation. Sterne der ersteren sind außerordentlich jung, metallreich, haben fast keine Pekuliarbewegung (dafür die volle Rotationsgeschwindigkeit) und definieren eine dünne (nur ca. 200 pc dicke) Scheibe. Ganz das Gegenteil das System der Kugelsternhaufen, Unterzwerges und RR-Lyrae-Sterne. Es scheint nicht zu rotieren, es wird einzig und allein durch die hohen Pekuliarbewegungen aufrechterhalten (ist demzufolge «druckunterstützt»), und seine Mitglieder zählen zu den metallarmen Ureinwohnern der Galaxis. Zur Spiralarmpopulation sollte man konsequenterweise auch die interstellare Materie hinzuschlagen, deren kinematisches Verhalten von den neugeborenen Sternen ja bloß «übernommen» wird.

Die Sonne zählt zur sogenannten älteren Population I, jenen Sternen also, die wegen ihrer Betagtheit schon beträchtliche Raumgeschwindigkeiten haben und deshalb in ihrer Gesamtheit eine wesentlich dickere Scheibe bilden als die Extreme Population I.

Um das Schema zu vervollständigen, seien noch die beiden übrigen Familien (in der Reihenfolge zunehmenden Alters bzw. abnehmenden Metallgehalts) genannt: Scheibenpopulation und Zwischenpopulation II. In der letzteren finden wir bereits Schnellläufer.

Die Sternmischung ist demzufolge vom Ort in der Galaxis abhängig. Nahe der Scheibenebene beispielsweise sind die Unterzwerges (Population II) nur Zutat. Die relativ metallreichen jungen Sterne überwiegen, sie definieren die wohlbekannte Hauptreihe. Im Halo, weitab von der Scheibe, sieht es anders aus. Dort herrschen die Unterzwerges vor. Das HRD dieser Sterne ähnelt dem der Kugelsternhaufen, mit (wegen des niedrigen Metallgehalts) nach links verschobener Hauptreihe ohne die frühen (massereichen) Hauptreihensterne – die sind schon lange tot –, und vielen Riesen.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Hans-Erich Fröhlich Zentralinstitut für Astrophysik Rosa-Luxemburg-Straße 17a, Babelsberg, O-1591

Einladung

Die Zusammenkunft der Gesellschaft für astronomische Bildung in Sachsen findet am Sonnabend, dem 1. Dezember 1990, in der Zeit von 9.30 Uhr bis 12.30 Uhr in der Technischen Universität Dresden, Bayerbau, Georgi-Bär-Straße 1, Hörsaal 154, statt. Dazu sind Astronomie unterrichtende Lehrer, Mitarbeiter von Sternwarten und Planetarien, Leiter astronomischer Arbeitsgemeinschaften, Amateurastronomen und Sternfreunde des Landes Sachsen herzlich eingeladen.

Tagesordnung

1. Gründung der Gesellschaft für astronomische Bildung in Sachsen e. V.
2. Bedingungen für die Mitgliedschaft
3. Aktuelle Arbeitsvorhaben

Dazu werden auch schriftliche Vorschläge erbeten.

4. Fachvortrag zum Thema **Der dunkle Nachthimmel und der Anfang der Welt** – Das Olbersche Paradoxon, warum ist der Nachthimmel trotz Milliarden von Sternen nicht strahlend hell?

Es spricht Prof. Dr. *Rudolf Kippenhahn*, Direktor des Max-Planck-Instituts für Astrophysik München-Garching.

Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert
Vorsitzender

Astronomieunterricht – brauchen wir ihn noch?

Klaus Lindner

Seit dem Herbst 1989 sind die ursprünglichen Ziele des Astronomieunterrichts, soweit sie mit Blick auf die weltanschauliche Erziehung und Bildung intendiert waren, für die Schule als Ganzes völlig irrelevant geworden. Was bleibt, ist Wissenschaft. Im gegenwärtigen Lehrplan liest sich das so:

- Die Schüler lernen, den Sternhimmel zu beobachten.
- Die Schüler erwerben Kenntnisse über Bewegungen, über physikalische Eigenschaften der Himmelskörper, über die Entwicklung im Kosmos.
- Die Schüler lernen den Aufbau des Sonnensystems und des Milchstraßensystems kennen. Sie ordnen das Sonnensystem in die Galaxis ein und erfahren, daß es eine Vielfalt anderer Sternsysteme gibt.
- Bei der Behandlung der Himmelskörper erkennen die Schüler, daß es möglich ist, Entfernungen und physikalische Eigenschaften dieser Körper zu bestimmen und Einblick in deren Entstehung und Entwicklung zu erhalten.
- Die Schüler erhalten Einblick, wie sich wesentliche astronomische Erkenntnisse historisch entwickelten.

Wir können diese fünf Gesichtspunkte als den Kern eines entideologisierten Astronomieunterrichts betrachten. Sie lassen sich in einem Satz zusammenfassen: Jedem Schüler soll eine knappe, aber richtige **Vorstellung vom Aufbau des Kosmos und vom Geschehen im Kosmos** vermittelt werden. Nicht mehr, aber auch nicht weniger.

Die Astronomische Gesellschaft veröffentlichte 1957 eine EntschlieÙung, in deren Einleitung die Feststellung getroffen wurde: *«Die Astronomie kann einen angemessenen Platz im Schulunterricht nicht nur als ein wichtiger Teil der exakten Naturwissenschaften beanspruchen; sie gehört zu unseren wesentlichen Kulturgütern und zu den Grundpfeilern unseres ganzen abendländischen Weltbildes.»* Das ist freilich eine sehr allgemeine Aussage; mehr eine Parole denn eine begründete Forderung. Und sie liegt über 30 Jahre zurück! Bekannt ist die Forderung nach einem Astronomieunterricht für **alle** Schüler aus der Feder *Friedrich Adolph Diesterwegs*. Aber diese Forderung wurde vor 150 Jahren erhoben. Wir jedoch haben uns Gedanken um die neunziger Jahre zu machen!

Weltsicht erhalten unsere Schüler, wenn sie richtig zuhören, in mehr als einem Unterrichtsfach ver-

mittelt. Nur endet diese Weltsicht stets mit der Erde, und deren Einordnung in ein größeres Ganzes bleibt unerwähnt und unverstanden, wenn die Schüler nicht wenigstens über ein Minimum an Kenntnissen über das Weltall verfügen. Die Vermittlung eines solchen Wissensrahmens, in den über viele Jahre hinweg weitere Begriffe und Erfahrungen eingefügt werden können, ist eine Aufgabe, die **nur** der Astronomieunterricht bewältigen kann.

Wir sollten in diesem Zusammenhang auch daran denken, daß Grundkenntnisse über Astronomie notwendig sind, um kritikfähig zu werden gegenüber der Astrologie und ähnlichen Erscheinungen, die mit dem Anspruch der Wissenschaftlichkeit auftreten und weite Verbreitung gefunden haben und wohl noch weitere Verbreitung finden werden. Agitatorische Aktionen gegen die Verbreitung astrologischer Gedankengutes bringen wenig Nutzen, wenn bei den Zielgruppen nicht ein Grundstock an astronomischem Sachwissen vorausgesetzt werden kann. Wo sollte er gelegt werden, wenn nicht in der Schule?

Ein weiteres Argument für den Astronomieunterricht liefert der moderne Wissenschaftsjournalismus. Meldungen über neue Entdeckungen, über den Einsatz neuer Instrumente, über neue Theorien und – vor allem – neue Hypothesen aus dem Bereich der Astronomie erreichen heute jeden Menschen in mehr oder weniger dichter Folge über die Medien. Wie werden sie aufgenommen, wie verarbeitet? Was bleibt im Gedächtnis haften, wie wird es eingeordnet? Was für ein Bild von der Welt entsteht daraus? Tragen solche Informationen überhaupt zu mehr Verständnis bei, oder schaffen sie, weil das Umfeld fehlt, eher Verwirrung? Die Antworten auf solche Fragen hängen sehr davon ab, ob der Hörer, Leser oder Zuschauer mit den astronomischen Grundbegriffen umgehen kann oder nicht.

Der frühere Bundeskanzler *Helmut Schmidt* hat einmal gesagt, wissenschaftliche Informationen und Bildung für die Allgemeinheit sei eine Voraussetzung dafür, daß die Allgemeinheit die Wissenschaft tragen kann. Er hat diese Vermittlung wissenschaftlicher Informationen als eine Bringeschuld der Wissenschaftler bezeichnet.

Vermittlung astronomischer Kenntnisse an die Allgemeinheit heißt, diese Bringeschuld abzutragen. Sie bereits in der Schule abzutragen, ist zukunftsweisend. Junge Menschen sind nun einmal leichter zu interessieren, als ältere. Und – die Schule wird

hoffentlich in Zukunft eine Kommunikationsstätte sein. In der Schule kann nachgefragt werden; dort habe ich nicht, wie bei den Medien, ein anonymes Gegenüber!

Wie könnte ein Astronomieunterricht aussehen, der diese Ziele realisiert?

1. Er sollte sich auf Wesentliches beschränken. Details, die ohnehin bald wieder vergessen werden, gehören in den Wissensspeicher oder das Lexikon, aber nicht in den Schulunterricht! Dazu rechne ich heute auch die gesamte Koordinatenastronomie.
2. Er sollte in sehr enger Verbindung mit dem Physikunterricht stattfinden. Ob immer und überall ein eigenständiges Fach Astronomie erforderlich ist, bedarf einer gesonderten Überlegung, vielleicht ist das auch für unterschiedliche Schultypen unterschiedlich zu handhaben. Aber ohne Physik ist kein moderner Astronomieunterricht zu haben. Dazu wird sich auch im Bereich der Schulphysik manches ändern müssen; ich denke hier besonders an die Defizite bei Themen wie Elementarteilchen und Elementarkräfte.
3. Er sollte mehr einfache Beobachtungen enthalten, wie z. B. Schattenbeobachtungen am Gnomon und Sternspuraufnahmen.
4. Er sollte auf jeglichen Anspruch auf ideologische Erziehung oder das, was in den vergangenen Jahrzehnten dafür gehalten wurde, verzichten.
5. Er sollte früher beginnen, als im ehemaligen Schulsystem der DDR. Das hat in erster Linie damit zu tun, daß Weltsicht nicht auf einmal gewonnen werden kann, daß sie sich über Jahre hinweg entwickeln muß. Bisher blieb astronomisches Wissen, also die Ausdehnung des Wissens auf den ganzen Kosmos, über neun lange Schuljahre hinweg weitgehend aus dem schulischen Prozeß ausgeklammert. Ich halte das für einen gravierenden Fehler. Darüber hinaus hat sich gezeigt, daß ein astronomischer Elementarunterricht im letzten Schuljahr, in der Abgangsklasse, unter motivationalen Problemen leidet.

Gelegentlich wird der Vorwurf erhoben, die Astronomie sei eine brotlose Kunst und es sei besser, die Schüler mit nützlichem, praktisch verwertbarem Wissen und Können auszustatten. Aber **erstens** ist der Vorwurf sachlich falsch, denn astronomische Forschungsergebnisse fließen in andere, auch kommerziell wichtige Zweige der Wissenschaft und der Technik ein. **Zweitens** werden wir uns, auch im Sinne ganzheitlicher Bildung, künftig mehr als bisher um die Verbindung von Rationalem und Emotionalem zu bemühen haben. Über den Beitrag, den der Astronomieunterricht zur emotionalen Komponente

der Bildung zu leisten vermag, sind an dieser Stelle keine ausführlichen Darlegungen erforderlich. Er ist offenkundig. **Drittens** endlich lehrt die Astronomie die Schüler das Denken in Dimensionen, die ihnen in anderen Unterrichtsfächern verschlossen bleiben. Wahr ist, daß sie im beruflichen Leben kaum einmal mit solchen Größenordnungen von Längen, Zeiten, Massen, Geschwindigkeiten, Energien, Leistungen usw. zu tun haben werden. Aber die Fähigkeit, damit geistig zu operieren, ist für jeden Menschen wertvoll.

Astronomie, so war vor einiger Zeit in der Zeitschrift «Sterne und Weltraum» zu lesen, ist – abgesehen von den auf den Einzelnen bezogenen Wissenschaften Medizin und Psychologie – die einzige Wissenschaft, die von der Öffentlichkeit aufmerksam aufgenommen wird. Und Astronomie ist, so muß hinzugefügt werden, von allen in der Schule gelehrteten Naturwissenschaften diejenige, die die Schüler am häufigsten vor unbeantwortete Fragen stellt. Das mag damit zusammenhängen, daß der Astronomieunterricht weitaus jünger ist als die anderen naturwissenschaftlichen Fächer; vielleicht hat es auch Ursachen, die in der Natur der Wissenschaft Astronomie begründet sind. Wie dem auch sei – Wissenschaftler dürfen der Öffentlichkeit ja nicht nur sagen, was sie schon wissen. Sie müssen auch deutlich machen, was sie **nicht** wissen, nicht verstehen, nicht können. Für uns, die wir Wissenschaft in die Schule transformieren, gilt die gleiche Forderung. Das Beste, was wir unseren Schülern weitergeben können, sind nicht die fertigen Antworten, sondern die guten, die bearbeitbaren Fragen! Der Biologe *Hubert Markl* hat dazu die Stellung der Wissenschaftler auf den Punkt gebracht: «Die Menge des Unverstandenen ist nicht nur ein freies Gut, es ist auch die am wenigsten knappe, die sich am zuverlässigsten selbst erneuernde Ressource jeder Wissenschaft.»

Fassen wir zusammen:

1. Der Astronomieunterricht hat seine Bedeutung als Vehikel der ideologischen Indoktrination der Schüler eingebüßt. Er wird sie nicht wiedererlangen.
2. Der Astronomieunterricht kann aber nach wie vor Weltsicht, Verständnis und Kritikfähigkeit vermitteln. In einigen Bereichen kann er das **besser** als andere Unterrichtsfächer, in manchen ist er sogar der einzige Unterricht, der das vermag.
3. Der Astronomieunterricht lehrt denken und schärft die Sicht auf offene Fragen.

Wer den Astronomieunterricht in der Vergangenheit mehr oder weniger als Erziehungsmittel im

Sinne der Zielstellungen realsozialistisch geprägter Lehrpläne gesehen hat, der muß mit Recht resignieren. Einen solchen Astronomieunterricht wird die Schule nicht mehr brauchen. Wer aber die neuen Herausforderungen an den Astronomieunterricht ins Auge faßt, der wird merken, daß auch er selbst, als Astronomielehrer, als Methodiker oder als Wissenschaftler, von diesen Aufgaben in die Pflicht genommen wird. So gesehen, muß das Ergebnis unserer Bestandsaufnahme lauten: Ja, **Astronomieunterricht wird gebraucht!**

Nicht «wir» brauchen ihn, sondern die Schuljugend. Es wird künftig ein **anderer** Astronomieunterricht sein müssen, der in einer **anderen** Schule, einem **anderen** Bildungssystem und wahrscheinlich auch in **anderen** Organisationsformen als bisher zu erteilen ist. Laßt uns dafür eintreten, daß die Prognose für diesen Astronomieunterricht eine optimistische sein kann!

Anschrift des Verfassers: **Studienrat Dr. Klaus Lindner, Grunickstraße 7, Leipzig, O - 7024.**

Fach Astronomie – ja oder nein?

Aussprache

Mit den folgenden Beiträgen setzen wir die im Heft 2/1990 begonnene Diskussion zum oben genannten Thema fort.

Dieter Frisch, Berlin, O - 1144

Die Umgestaltung der Bildungskonzeption erfordert es, den Beitrag astronomischer Schulbildung zur ganzheitlichen Persönlichkeitsentwicklung neu zu bestimmen. Um der heranwachsenden Generation ein realistisches Bild der Entwicklung menschlicher Erkenntnis über die Natur und die Welt zu vermitteln, ist es notwendig, ihr Gelegenheit zu geben, tiefer in wissenschafts- und kulturhistorische Zusammenhänge einzudringen. Die Geschichte der Astronomie kennen heißt, wesentliche Bereiche der geistig-kulturellen Entwicklung des Menschen in den vergangenen Jahrtausenden besser zu verstehen. Wir dürfen nicht darauf verzichten, die jungen Menschen zu den Wurzeln unseres heutigen Wissens zu führen, damit sie Probleme der Gegenwart besser erfassen, richtig einordnen und sich damit geistig aktiv auseinandersetzen können. Für unsere Kinder sollte der Kosmos kein unendlich ferner, unbekannter Raum bleiben. Machen wir sie mit dieser gigantischen Heimat vertraut und lassen wir sie deren majestätische Schönheit erleben, so werden sie künftig in stärkerem Maße bereit und fähig sein, für ihr kosmisches Haus Erde in jeder Hinsicht Verantwortung zu tragen. Lassen wir für sie die Evolution des Kosmos nicht im Abstrakten, Unfaßbaren, sondern vermitteln wir ihnen das Entwicklungsprinzip lebensnah und verständlich, so werden sie begreifen, daß der Mensch diesem Prinzip entsprechen muß, um schwerwiegende Folgen für seine Existenz auszuschließen.

Sir *James Jeans* vertrat schon 1934 in seinem Buch «Sterne, Welten und Atome» die Ansicht: «Bevor der Mensch sich selbst verstehen kann, muß er zuerst das Weltall verstehen, aus dem alle seine Sinneswahrnehmungen kommen ... weil er selbst ein Teil der Welt und das Weltall ein Teil von ihm ist.»

Persönlichkeitsentwicklung heißt, lernen, um die Welt zu verstehen, um sich in ihr zurechtzufinden, um sich als aktiv handelnder Teil des Ganzen zu begreifen. Dazu reicht die Anhäufung von Wissen allein nicht aus. Es muß dem Lernenden Raum gegeben werden, Wissen und Erfahrungen aus unterschiedlichen Bereichen auf globale Probleme anzuwenden, zu erweitern und zu vervollkommen, sich vom Erfahrungsraum Erde aus den Kosmos gedanklich zu erschließen.

Nur in einem in sich geschlossenen Astronomielehrgang lassen sich diese Ziele verwirklichen, können die Potenzen astronomischer Bildung für die Erziehung umfassend wirksam werden.

Hans-Peter Schneider, Triebes, O - 6576

Der eigenständige Astronomieunterricht in der ehemaligen DDR sollte als das gewertet werden, was er tatsächlich ist: ein wahrer Erfolg des damaligen Bildungssystems, um den uns auch viele in der westlichen Welt beneiden. Deshalb dürfen Versuche, ihn zu eliminieren bzw. wegzudiskutieren oder die Aufteilung seiner Inhalte auf den Physik- und Geographieunterricht nicht zugelassen werden.

In einer Zeit, in der die Menschheit im sozialen und ökologischen Ungleichgewicht steht, muß jeder Schüler unbedingt eine Art kosmisches Bewußtsein

entwickeln! Wir haben doch nur diese eine Erde und tun dennoch so, als hätten wir eine zweite in Reserve. Welcher Unterricht, wenn nicht ein eigenständiger Astronomieunterricht, ist wohl am besten geeignet, die Bedeutung unseres menschlichen Lebens und die sich daraus ergebende kosmische Verantwortung der Menschheit dem Schüler emotional wirksam und verständlich einprägsam nahezubringen? Gerade die letzten Stunden des Astronomieunterrichts vermitteln dies auf sehr eindrucksvolle Weise. Aber sie erfordern auch einen fachlich sattelfest stehenden Lehrer!

Auch wenn gegen ein eigenständiges Fach Astronomie argumentiert wird, der Astronomieunterricht ist gerade wegen seines humanistischen Anliegens und der ihm innewohnenden ethischen Werte dafür besonders prädestiniert. Deshalb darf bestenfalls überlegt werden, ob gegebenenfalls Lehrplanschwerpunkte umbewertet werden sollten. Einem gutausgebildeten, interessierten und engagierten Astronomielehrer wird es demnach, natürlich im Ensemble mit anderen Fachlehrern, am ehesten gelingen, verantwortungsbewußt und auf höchstmöglichem Niveau diesen in dieser Zeit so unbedingt notwendigen Beitrag zur humanistischen Bildung

und Erziehung unserer heutigen und zukünftigen Schuljugend beizusteuern.

Peter Weiland, Berlin, O-1136

Seit einigen Jahren bin ich Astronomielehrer in Berlin-Lichtenberg. 1990 habe ich meine Lehrbefähigung für dieses Drittfach in Potsdam erworben. Nicht nur deshalb wäre ich traurig, wenn Astronomie als obligatorisches Unterrichtsfach in den Ländern auf dem Territorium der ehemaligen DDR wegfallen sollte. Kein anderes Fach kann diese Lehrinhalte für die humanistische Bildung unserer Jugend am Rande mit übernehmen. Die Stellung des Menschen, der Erde mit ihrer unerschöpflichen Natur und das Miteinander von Mensch und Natur, den Menschen als Element unserer Erde und des Universums zu begreifen, kann kein anderes Fach vermitteln. Die Schüler bringen astronomischen Erkenntnissen größtes Interesse entgegen. Warum soll hier ein Schritt zurück gemacht werden? Astronomie sollte als allgemeinbildendes Element auch zukünftig unterrichtet werden. Im Sinne für unser Verstehen des Verhältnisses von Mensch, Natur, Erde und Universum kann das Fach weiterentwickelt werden.

Zur Gestaltung der Stoffeinheit «Sternsysteme und Metagalaxis»

Hans-Peter Schneider

Die in diesem Artikel unterbreiteten Vorschläge basieren auf Stundenentwürfen, die ich in leistungsmäßig durchschnittlichen Klassen erprobte und die ich 1989 ausführlicher in meiner Pädagogischen Lesung «Erfahrungen zur methodischen Gestaltung der Stoffeinheit Sternsysteme, Metagalaxis» dargestellt habe. Sie kann in der Pädagogischen Zentralbibliothek eingesehen werden. Beim Studium des folgenden Beitrages ist auch die in diesem Heft enthaltene Karteikarte zu beachten.

Unser Milchstraßensystem – die Galaxis

Der Einstieg in dieses Thema erfolgte ausgehend von der schon gefestigten Erkenntnis, daß die Erde nicht den Mittelpunkt des Weltalls darstellt. Indem die Frage geklärt wird, ob nicht wenigstens die Sonne den Mittelpunkt eines nächsthöheren Systems bildet, werden zunächst die Allgemeinbegriffe Sternhaufen und Sternsystem (Galaxie) gebildet sowie diese miteinander verglichen. Historische Betrachtungen fließen hier bereits ein.

Es wird die Vermutung geäußert, daß wir uns in einem möglicherweise spiralförmigen Sternsystem befinden. Die Bedeutung radioastronomischer

Beobachtungen für die Bestätigung dieser Vermutung wird herausgearbeitet, unser Sternsystem in seiner Struktur beschrieben und der Ort der Sonne in diesem lokalisiert. Mit der Erkenntnis, daß wir von unserem Sternsystem nur einen Innenblick haben, erfolgt dessen Abgrenzung von anderen Sternsystemen durch die Prägung des Individualbegriffs¹⁾ Galaxis.

Mit folgender mündlicher Hausaufgabe werden die Schüler entlassen: – Briefumschlag mitbringen

Galaxien und Galaxienhaufen

Mit einer mündlichen Leistungskontrolle beginnend, wird auf die Hausaufgabe eingegangen und das Aus-

¹⁾ Die Begriffsbildung des Allgemeinbegriffs Sternsystem – Galaxie – vor dem Individualbegriff Galaxis schon in der ersten Stunde und dessen Vergleich mit Sternhaufen erleichtert und fördert das Verständnis der Schüler, unser übergeordnetes System, das Milchstraßensystem, als ein Sternsystem zu erkennen. Auf die Betonung **außergalaktisches Sternsystem** sollte in den Folgestunden verzichtet werden.

Sternhaufen und Sternsysteme

Sternhaufen – Ansammlung zusammengehöriger Sterne in *Sternsystemen*
offene kugelförmige

Sternsystem (Galaxie) – große, gravitative, in Rotation begriffene Zusammenballung von (einigen 10 bis 100 Mrd.) Sternen, Gas und Staub

Unser Sternsystem – das Milchstraßensystem – die Galaxis

Aufbau: spiralförmig Sternanzahl: 200 Mrd. Sterne
beobachtete Erscheinung: Milchstraßenband (Innenanblick)
Struktur: – Zentralgebiet mit Kern
– Scheibe mit Spiralarmen (vgl. Lb. S. 76)
– Halo mit Kugelhaufen
Ausdehnung: 100 000 ly
Ort der Sonne: in Scheibe, 30 000 ly vom Kern entfernt

gangsniveau gesichert. Unter Einbeziehung der Lehrbuchabbildung 76/2 wird einerseits auf die unvorstellbare Größe unseres Sternsystems hingewiesen und andererseits hervorgehoben, daß es trotzdem nur eines von vielen anderen ist, die bis in riesige Entfernungen beobachtbar sind (s. Folie 1), vgl. /4; S. 10/.

Durch das Aufwerfen der Frage, ob nun die Galaxis den Mittelpunkt des Weltalls bildet und vielleicht das größte Sternsystem in diesem sei, werden die Schüler für die Unterrichtsstunde motiviert. Gemeinsam wird erarbeitet, daß diese Frage nur von der beobachtenden Astronomie geklärt werden kann. Indem anschaulich Ergebnisse der beobachtenden Astronomie herangezogen werden, erhärtet man die bereits in der Pause fixierte Feststellung, daß alles, was man am Himmel wahrnimmt, bereits Vergangenheit ist. Durch Vorstellung weiterer Beobachtungsergebnisse gelangen die Schüler zu der Erkenntnis, daß Sternsysteme in Galaxienhaufen vereinigt sind und diese sich wiederum zu Superhaufen formieren. Sie erkennen weiterhin diese hierarchisch gegliederte Ordnung als ein Charakteristikum im Bau des Universums an. Der Begriff Galaxienhaufen wird bestimmt, unser Haufen mit seinen wichtigsten Mitgliedern benannt und in seinen Dimensionen anschaulich maßstabgerecht vorgestellt. Über den Vergleich von Größen und Abstandsverhältnissen in der **Lokalen Gruppe** gelangen die Schüler zu der Erkenntnis, daß unsere Galaxis nicht das größte Sternsystem im Kosmos darstellt und auch keinen ausgezeichneten Punkt in diesem einnimmt. Zusammenfassend wird Folie 2 vervollständigt und von den Schülern übernommen. Nun folgt die Einführung und Bestimmung des Begriffs Metagalaxis (s. S. 108 Folie 3). Mit der Erstellung unserer «kosmischen Adresse» halten die Schüler selbständig die Struktur der Metagalaxis auf einem Briefumschlag fest.

Es wird noch einmal die Feststellung hervorgehoben, daß ein Blick in die Tiefen des Alls gleichzeitig ein Blick in die ferne Vergangenheit ist. Somit kann auf die Vermutung eingegangen werden, daß man doch eigentlich nur weit genug zu blicken brauchte, um Galaxien entstehen sehen zu können. Entsprechende Beobachtungsergebnisse werden vorgestellt und diskutiert.

Weitere interessante Fragen werden angesprochen. Indem den Schülern nahegebracht wird, daß das Weltall immer unbegrenzt ist, stellt man gleichzeitig die Fragen nach dessen Endlich- bzw. Unendlichkeit. Mit Hilfe eines Lichtstrahls, der gedanklich auf eine Reise geht, wird diese Frage vom Lehrer beantwortet. Zur besseren Veranschaulichung der einen Möglichkeit, bei der der Strahl in einem geschlossenen – endlichen – Weltall nach einer vielleicht unvorstellbar langen Zeit durchaus von der anderen Seite kommend wieder am Ausgangspunkt eintreffen könnte, wird das zunächst noch statische Flachländerweltmodell benutzt.

Das Flachländerweltmodell

(s. Karteikarte, Vorderseite)

Um den Schülern das gedankliche Erfassen der Aussage zu erleichtern, daß in einem endlichen – geschlossenen – Weltall ein auf die Reise geschickter Lichtstrahl nach einer unvorstellbar langen Zeit durchaus von der anderen Seite kommend wieder am Ausgangspunkt eintreffen könnte, benutzte ich das – zunächst noch statische – Modell der Flachländerwelt. (Die Raumkrümmung habe ich dabei noch nicht explizit genannt.) Zur Veranschaulichung kann ein aufgeblasener Luftballon eingesetzt werden.

Da wir Menschen gewöhnt sind, in einer dreidimensionalen Welt zu denken, läßt sich diese Aussage nicht mehr anschaulich begreifen. Für eine Beschreibung der Struktur des Kosmos reicht dieses Denken einfach nicht mehr aus. Wir bewegen uns hier an den Grenzen des für uns unmittelbar Vorstellbaren. Die Schüler werden deshalb (zur Erfassung unserer eigenen Wahrnehmungsgrenze) eingeladen, sich gedanklich mit dem Lehrer auf das (zunächst noch statische) Modell einer Welt von zweidimensional wahrnehmenden und denkenden Wesen – sogenannten Flachländern – zu versetzen. Ihnen wird mitgeteilt, daß diese Wesen die Oberfläche einer Kugel bewohnen, sie aber aufgrund ihrer fehlenden Fähigkeiten, in einer gekrümmten Ebene zu denken, dies nicht unmittelbar feststellen können (aber wir können das!). Die Flachländer könnten aber auf ihrer Kugel bis in alle Ewigkeit «gerade» aus laufen, ohne auch nur irgendwo an einen Rand ihrer Welt zu stoßen. Trotzdem können sie, wenn auch vielleicht erst nach sehr langer Zeit, von der anderen Seite kommend wieder an ihrem Ausgangspunkt eintreffen. Ein Tatbestand, der sie sicher sehr verwundern dürfte.

Folie 2**Galaxien und Galaxienhaufen**

1924 E. Hubble: – es gibt Sternsysteme außerhalb des unseren
– vielfach unserer Galaxis ähnlich
ähnliches Beispiel Andromedanebel
($r = 2,3$ Mill. ly)

Galaxienhaufen: Ansammlungen einiger hundert bis mehrerer tausend Galaxien, die durch Gravitation zusammengehalten werden.

«unser» Haufen: Lokale Gruppe; wichtigste Mitglieder: Galaxis, Andromedanebel

Metagalaxis: der gegenwärtig beobachtbare Teil des Weltalls einschließlich der darin enthaltenen Objekte

Struktur der Metagalaxis	– unsere kosmische Adresse
Name, Vorname	Planet Erde
Straße	Sonnensystem
Ort	Galaxis
Deutschland/Europa	Lokale Gruppe
	Lokaler Superhaufen

Die aus den kosmologischen Theorien von *Einstein* und *Friedmann* abgeleitete mögliche Expansion der Metagalaxis wird den Schülern mitgeteilt. Gleichzeitig stellt man die Fragen, ob und, wenn ja, wie diese vermutete Bewegung beobachtbar sei. Auf den Hinweis, daß alles Beobachtbare nur dank der Strahlung beobachtet werden kann, wird eine mögliche Eignung von Galaxienspektren vermutet. Die Schüler werden weiterhin daran erinnert, daß das Licht Welleneigenschaften besitzt. Der Lehrer arbeitet nun heraus, daß die Schüler bereits über Vorkenntnisse verfügen, weil ihnen das Verhalten der Tonhöhenänderung von bewegten Schallquellen aus der Erfahrung heraus bekannt sei dürfte. Kurz wiederholend und freihand anschaulich demonstrierend (vgl./2, S.84 ff./), wird mit Hilfe eines tönenden, bifilar aufgehängten, kurzen Stativstabes (Pendellänge ca. 30 bis 40 cm) der Zusammenhang zwischen Tonhöhen- und Frequenzveränderung und dessen Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung, relativ bezogen auf einen ruhenden Beobachter dargestellt (s. Karteikarte – Rückseite).

Über einen Vergleich von bewegten Schall- mit bewegten Lichtquellen wird der akustische Dopplereffekt ausführlicher erläutert (ohne diesen Begriff zu benutzen) und der optische vorhergesagt.¹⁾

Hubbles Beobachtungsergebnisse zur Galaxienflucht werden einerseits genannt und vorgestellt sowie andererseits als überzeugender Beweis für die Richtigkeit der Expansionstheorie gewertet. Die neuen Erkenntnisse werden zusammenfassend auf einer Folie vorgestellt (Folie 4), die von den Schülern aber nicht übernommen wird. Anschließend werden die Schüler mit dem sich neu ergebenden Problemen, ob «wir» nun nicht doch im Mittelpunkt des Weltalls stehen, ob die Expansion eines Tages aufhört, wie diese Ausdehnung begann, konfrontiert und motiviert auf die nächste Stunde vorbereitet.

¹⁾ Der Dopplereffekt ist nicht Lehrplaninhalt. Zu Behandlung der Rotverschiebung hat es sich aber als günstig erwiesen, auf die Entstehung über den akustischen Dopplereffekt schnell überzeugend, einprägsam und vor allem anschaulich einzugehen. Die knapp fünf Minuten, die ich hierfür benötigte, aktivierten die Schüler und wirkten sich außerordentlich günstig auf ihr Verständnis für die Rotverschiebung aus.

Die Entwicklung der Metagalaxis

Die am Ende der letzten Stunde gestellten Fragen werden aufgegriffen. Indem man zunächst die Frage in den Mittelpunkt stellt, ob «wir» uns nun doch im Mittelpunkt der Metagalaxis befinden, wird mittels der schon in der letzten Stunde benutzten Folie und der Lehrbuchabbildung 79/1 oder eines reproduzierten Dias «Fluchtgeschwindigkeit» (vgl. /3/, S. 216) die Erkenntnis wiederholt, daß sich alle Galaxien ab einer gewissen Entfernung von uns wegbewegen und daß die Galaxienflucht um so schneller erfolgt, je weiter diese bereits von uns entfernt sind. Die Schüler werden aufgefordert, die letzte Erkenntnis besonders zu beachten. Mit Hilfe der diese Erkenntnis anschaulich darstellenden Lehrbuchabbildung 80/1 wird die vermutete Mittelpunktlage schnell entschärft. Gleichzeitig erbringt man einen ersten Beweis für die Unrichtigkeit dieser Vermutung.

Zur nochmaligen, besseren Veranschaulichung, weiteren Beweisführung und Festigung dieser Erkenntnis und auch der Tatsache, daß der Kosmos aufgrund der Raumkrümmung für uns unanschaulich bleibt, wird auf das nun aber dynamische Flachländerweltmodell zurückgegriffen.

Dabei geht man von der Annahme aus, daß die Städte der Flachländer unseren Galaxienhaufen entsprechen und diese auf einer sich ständig ausdehnenden Kugel befinden, welche ebenfalls sehr gut durch einen Luftballon simuliert werden kann. An diesem Modell werden drei faszinierende Kennzeichen eines sich ausdehnenden Universums aufgezeigt. Zunächst müssen Flachländer in jeder Stadt glauben, jede andere bewege sich weg von ihnen. Das gilt für jeden Flachländer, ganz gleich, in welcher Stadt er lebt. Jeder kann wählen, ob er seine oder eine andere Stadt als ruhend oder alle in Bewegung sehen will, die Wahl steht ihm frei. Zweitens ist die Geschwindigkeit, mit der sich die Städte entfernen direkt proportional ihrer Entfernung. Somit ist die relative Geschwindigkeit der Städte, die am weitesten voneinander entfernt sind, am größten. Beobachter in jeder flachländischen Stadt können folgern, daß ihr Weltall sich ausdehnt, sowie sie entdeckt haben, daß alle Städte sich mit Geschwindigkeiten, die ihren Abständen direkt proportional sind, voneinander entfernen.

Ein drittes Kennzeichen dieses Expansionsmodells ist, kein Beobachter nimmt Vorrang- oder Mittelpunktlage ein. Keine flachländische Stadt liegt dem Rand des Universums näher als irgendeine andere, und keine liegt der Mitte des Weltalls am nächsten, denn auf der Oberfläche einer Kugel gibt es weder Rand noch Mitte. Alle Beobachter

Folie 4

Die Entwicklungsgeschichte der Metagalaxis

(kosmologische) Theorien von *Einstein* und *Friedmann* sagen voraus, daß die Metagalaxis sich ausdehnt.

Beweise für diese Ausdehnung (Expansion)

um 1930 – *E. Hubble* – «Flucht» der Galaxien

- Beobachtung (aus Rotverschiebung der Spektrallinien), daß alle Galaxien sich voneinander entfernen
- sie entfernen sich um so schneller, je weiter sie bereits weg sind

Diese Expansion begann mit einer blitzartigen Explosion – dem Urknall – in der die Materie gebildet und auf extreme Temperatur- und Dichtwerte gebracht wurde = heiße Frühphase der Metagalaxis, seither

- Abkühlung dieser Strahlung mit fortschreitender Expansion
- das beim Urknall freigesetzte Licht müßte heute eine Strahlungstemperatur von 3 K haben

Diese 1948 vorausgesagte 3-K-Strahlung wurde 1965 entdeckt.

sind gleichermaßen dazu in der Lage, die Anzeichen der Ausdehnung zu entdecken und ähnlich Schlüsse daraus abzuleiten, und alle Beobachter können in allen Richtungen Städte sehen. Dies scheint wieder der Situation im Universum der Galaxien analog zu sein: jeder Beobachter sieht die Galaxien sich entfernen, ganz gleich, in welchen Teil des Himmels er schaut /4, S. 167 ff./.

Die Schüler werden aufgefordert, zusammenfassend zu begründen, warum weder «wir» noch andere Galaxien eine Mittelpunkt- oder Vorrangstellung einnehmen und übernehmen im Anschluß das projektierte Tafelbild. Dem schließt sich nun die Behandlung der Frage an, ob die Expansion möglicherweise eines Tages zum Stillstand kommt. Der Einfluß des gravitativen Bremsmechanismus wird herausgearbeitet. Gleichzeitig schneidet man noch zu lösende Probleme an, wie z. B. das verborgener Masse und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für das «Schicksal» unserer Metagalaxis. Die Schüler erfahren, daß ein Rückrechnen ein Anhalten der Expansion ca. 18 bis 20 Mrd. Jahren ergibt und diese möglicherweise mit einer gigantischen Explosion – dem Urknall – begann. Unter Zuhilfenahme des Luftballonmodells (Herauslassen von Luft) wird gemeinsam auf ein früher dichteres und heißeres Universum geschlossen, wofür nun Beweise gesucht werden sollen.

Den Schülern führt man mit Hilfe der bereits in der Pause fixierten Aussage wiederholt vor Augen, daß ein Blick in die Tiefen des Alls ein Blick in die ferne Vergangenheit darstellt. Sie erfassen erneut und motiviert die Bedeutung dieser «Rückblickszeit», die es ermöglicht, kosmische Geschichte unmittelbar zu studieren und die uns somit enorme Lernmöglichkeit eröffnet. Gleichzeitig wird ihnen aber bewußt gemacht, daß unsere derzeit zur Verfügung stehenden Teleskope aufgrund ihrer technologischen Grenzen uns Beschränkungen im Erfassen der gesamten Ge-

schichte des Universums auferlegen. An dieser Stelle erschien mir die Übernahme eines Abschnittes aus einem populärwissenschaftlichen Werk sinnvoll, der das offene Problem der Quasarhäufigkeit anschneidet (vgl. /4; S. 72/).

Des weiteren wird nun die Frage aufgeworfen, wie es mit dem Licht des Urknalls selbst ist. In einem erneuten Lehrervortrag wird zunächst theoretisch unter Einbeziehung historischer Betrachtungen auf den zu erwartenden Wellenlängenbereich dieser Strahlung geschlossen. Mit Hilfe der vorgeführten Deformation eines Wellenzuges wird diese Vermutung nach *Lanius* /3, S. 233/ an der Tafel anschaulich untermauert. Die – wenn auch zufällige – Entdeckung der 3-K-Strahlung wird somit als ein überzeugender Beweis für die Richtigkeit der Urknalltheorie gewertet.

Anschaulich wird nun die Entwicklungsgeschichte der Metagalaxis mit dem Hinweis auf das Lehrbuch nachvollzogen und die Einmaligkeit des Planeten Erde als unwiederbringbarer Lebensraum der Menschheit hervorgehoben. Abschließend kann gegebenenfalls noch auf offene Schülerfragen eingegangen werden. (vgl. /5; S. 127 ff./).

Literatur

- /1/ Reeves, H.: **Woher nährt der Himmel seine Sterne?** Birkhauser Verlag Basel–Boston–Stuttgart 1983.
- /2/ Autorenkollektiv: **Physikalische Schulexperimente Wellenlehre.** Volk und Wissen Verlag Berlin 1982, Band 10.
- /3/ Lanius, K.: **Mikrokosmos, Makrokosmos.** URANIA-Verlag Leipzig – Jena – Berlin 1988.
- /4/ Ferris, T.: **Galaxien.** Birkhauser Verlag Basel–Boston–Stuttgart 1987.
- /5/ Autorenkollektiv: **Sind wir allein im Universum?** Birkhauser Verlag Basel–Boston–Stuttgart 1987.

Anschrift des Verfassers: **Hans-Peter Schneider, Dr.-Theodor-Neubauer-Oberschule, Triebes, O-6576**

Neue Aspekte zur unterrichtlichen Erörterung der Raumfahrt

Klaus Marquart

Vorbemerkung

Nach der gesellschaftlichen Wende im Herbst 1989 ist es notwendig, auch im Fach Astronomie Lehrplan und Lehrbuch kritisch zu sichten. Inhalte über gesellschaftlich relevante Gebiete, wozu unbedingt die Raumfahrt gehört, müssen verändert werden. Insbesondere ist es erforderlich, das Kapitel Raumfahrt im Lehrbuch aus zweierlei Gründen neu zu schreiben (s. auch Seite 112 in diesem Heft und «Handreichung zur Arbeit mit dem Lehrplan Astronomie im Schuljahr 1990/91»).

Erstens ist es dringend geboten, die sowjetische und amerikanische Raumfahrt in der ihnen zukommenden Weise zu würdigen. Das zur Zeit noch benutzte Buch läßt den Eindruck entstehen, es gäbe neben der sehr erfolgreichen sowjetischen Raumfahrt nur eine menschenheitsgefährdende, durch und durch militärisch orientierte amerikanische Variante, denn über die echten Erfolge der USA fand sich im Lehrbuch bekanntlich nur das Allernotwendigste. So wurde zum Beispiel der seit 1981 im Einsatz befindliche Shuttle gar nicht erst erwähnt.

Zum **zweiten** haben, gänzlich unabhängig von den gesellschaftlichen Veränderungen in unserem Land, die Raumfahrt, ihre Inhalte und Anwendung weltweit eine außerordentlich starke Wandlung durchlaufen. Neue Erkenntnisse und neue Ziele müssen dem Schüler vermittelt werden.

Warum behandeln wir im Astronomieunterricht überhaupt die Raumfahrt?

Nur zwei Jahre, bevor 1959 an den Schulen der ehemaligen DDR das Fach Astronomie eingeführt wurde, überschritt die Raumfahrt die Schwelle von der Theorie

zur Praxis, weltweit begleitet von überschwenglicher Begeisterung fast alle Menschen. Es verwundert deshalb niemanden, daß die wissenschaftlich-technische Disziplin «Raumfahrt» von Anfang an im Astronomieunterricht eine recht bedeutungsvolle Rolle spielte.

Selbst als in der Raumfahrt in den folgenden Jahren das gänzlich Neue und Sensationelle nicht mehr das Dominierende zu sein schien, ließ das Interesse, vor allem der Jugendlichen, kaum nach.

Automaten zum Mond und zu den Planeten, vor allem aber die Realisierung des Apolloprojektes schürten die Begeisterung für die Weltraumfahrt erneut. Als sensationell und gänzlich neu war jedoch die Tatsache anzusehen, daß die Mehrzahl der Raumfahrtsunternehmungen die Astronomie geradezu revolutionierte und unser Wissen und unsere Erkenntnisse über Vorgänge und Zustände im Kosmos auf außerordentliche vielfache Art und Weise erweiterte.

Für den Astronomieunterricht erwiesen sich dabei die Bilder aus dem Kosmos allein schon als beeindruckendes und motivierendes Anschauungsmittel.

Auch heute, fast drei Jahrzehnte nach dem ersten Weltraumflug eines Menschen, trifft diese Aussage noch voll und ganz zu, wenn dabei auch die etwas vordergründige, auf Sensationen hoffende Begeisterung noch etwas weiter zurückgetreten ist. Dafür können Lehrer den Schülern gegenwärtig im Astronomieunterricht von Stunde zu Stunde beweisen, daß es kaum noch neue astronomische Erkenntnisse gibt, an deren Gewinn die Raumfahrt nicht einen beträchtlichen Anteil besitzt. Diese Auffassung trifft zwar vor allem für die Erkundung der Erde und unseres Planetensystems, aber auch für viele im Unterricht behandelte astrophysikalische Sachverhalte zu.

Welche Wissenschaft, die sich mit der Erde und ihren Gesetzmäßigkeiten befaßt, kann heute noch von sich sagen, sie existiere gänzlich ohne Informationen aus der Erdumlaufbahn?

Oder man stelle sich vor, uns ständen die Bilder der Mariner-, Pioneer-, Voyager-, Ranger- und Luna-Sonden nicht zur Verfügung. Was wüßten wir dann schon über unseren Mond und die Planeten mit ihren Trabanten Neues?

Und was bliebe von den neuen Erkenntnissen der Astrophysik übrig, wenn man das alles striche, was nur im Bereich der IR-, UV- und Röntgenstrahlung erkannt werden kann? Diese Wellen gelangen bekanntlich nicht bis zur Erdoberfläche und wären ohne Raumflugkörper für die Wissenschaft so gut wie nicht existent.

Wenn aber die Raumfahrt eine solch erkenntnis-

fördernde Rolle in der Astronomie spielt, erscheint es nicht nur legitim, sondern geradezu erforderlich, dem Schüler auch die Mittel und Methoden vorzustellen und zu erläutern, durch die die Wissenschaft in die Lage versetzt wurde, tiefer in Erscheinungen und Gesetzmäßigkeiten des Kosmos einzudringen: Gemeint sind die Mittel und Methoden, derer sich die Raumfahrt bedient.

Raumfahrt im Astronomieunterricht

In den zurückliegenden Jahren war es üblich, den Lehrern Umfang und Inhalt in einem Lehrplan genau vorzugeben.

Diese Methode besaß den **Vorteil**,

- Lehrbücher, Anschauungsmittel und methodisches Material nach einheitlichen Gesichtspunkten in hohen Auflagen für das ganze Land herstellen und
- die Aus- und Weiterbildung der Lehrer leichter durchführen zu können.

Diese Methode besaß jedoch den außerordentlichen **Nachteil**, daß für eine andere, objektivere Darstellung des Stoffes sowie dessen individuelle Interpretation so gut wie keine Möglichkeit gegeben war. Inhaltliche und methodische Experimente waren kaum erwünscht.

Es ehrt viele unserer Lehrer, aber auch manche Lehrerbildner, daß sie sich bei der Behandlung des Stoffes, vor allem bei dessen gesellschaftlicher Interpretation, den vorgegebenen Zwängen nicht widerspruchslos fügten und so dem Schüler eine realere Einschätzung der Raumfahrt ermöglichten.

Gesellschaftliche Veränderungen, noch dazu, wenn sie sich so gravierend wie bei uns zeigen, implizieren häufig den Wunsch, alles bisher Getane und Gesagte in Frage zu stellen. Dabei wird häufig von vielen Menschen unbewußt, aus einer gewissen Unsicherheit heraus, oder bewußt, um als besonders fortschrittlich gehalten zu werden, übersehen, daß es auch viel Bewährtes und Bewahrenswertes gibt.

Folgende Raumfahrtinhalte hatten wir bisher im Astronomieunterricht zu behandeln:

- *Pioniere der Raumfahrt*
- *Ersterfolge der praktischen Raumfahrt*
- *Wichtige Aufgaben der Raumfahrt*
- *Nutzen der Raumfahrt*
- *Zusammenhang zwischen Aufgaben von Raumflugkörpern und ihren Bahnen*
- *Zusammenhang von Zielen der Raumfahrt und Nutzung ihrer Ergebnisse mit dem Charakter der Gesellschaft*

- *Planmäßigkeit der sowjetischen Raumfahrt*
- *Internationale Kooperation*
- *Mißbrauch der Raumfahrt durch die USA.*

Geht man kritisch an diese zu behandelnden Raumfahrtinhalte heran, so muß man auf den ersten Blick hin konstatieren, daß ein neues Lehrplan- bzw. Lehrbuchkonzept kaum anderes als das hier Fixierte enthalten könnte.

Die Grobplanung, außer der des letzten Punktes, bedarf meiner Ansicht nach kaum einer Korrektur. Was allerdings dann im einzelnen durch Lehrplan, Unterricht und Lehrbuch dem Schüler nahegebracht werden soll, muß in der Tat neu durchgedacht werden.

So sollte den Schülern bewußt gemacht werden, daß die Raketen- und Raumfahrttechnik sowohl in den USA als auch in der UdSSR ihre überaus starke Förderung und rasante Entwicklung der Rolle zu verdanken hatten, die sie in **beiden** Ländern innerhalb der Militärtechnik und zur Erlangung und Festigung politischen Prestiges zu spielen hatte.

Echte Raumfahrtziele und effektive Raumfahrtstechniken werden erst dann entstehen, wenn die beiden ebengenannten Stimuli ihre Bedeutung gänzlich verloren haben werden.

Erst dann wird an die Realisierung all dessen herangegangen werden können, was als wissenschaftlich möglich, technisch realisierbar, gesellschaftlich wünschenswert, ökonomisch machbar sowie human vertretbar gilt.

Zu **«Pionieren der Raumfahrt»** sollte man, neben den Theoretikern *Ziolkowski* und *Oberth*, die Praktiker *v. Braun* und *Koroljow* zählen. Schon im alten Lehrplan fand sich neben den beiden erstgenannten bekanntlich der Hinweis: u. a. (unter anderen).

Gleiches gilt auch über die **«Ersterfolge»** zu sagen. Der Lehrer war nicht gezwungen, nur *Sputnik 1*, *Gagarin*, die *Apollo-Flüge*, die sowjetische Mondforschung und *S. Jähn* zu erwähnen, denn auch hier stand der Hinweis: u. a. Da aber das Lehrbuch nur diese Daten enthielt, war es zum Beispiel sehr schwer, die mannigfaltigen Ersterfolge der USA (*Tiros*, *Telstar*, *Voyager*, *Shuttle*) den Schülern nahezubringen.

Der Lehrbuchabschnitt **«Wichtige Aufgaben und Nutzen der Raumfahrt»** bedarf einer Korrektur nur in dem Sinne, Bekanntes – und da vor allem die bisher meist nur anonym erwähnten Erkenntnisse und Leistungen der NASA – besser zu erläutern und das Neue mit einzubringen. Eine gute Hilfe könnte dabei das an allen Schulen vorhandene Lichtbild **«Nutzen der Raumfahrt»** aus der Dia-Reihe gleichen Titels (R 1115/1) sein, das seine hohe Aktualität nicht verloren hat.

Als Sorgenkind unseres Unterrichts erweist sich ganz ohne Zweifel das Kapitel **«Raumfahrt für**

den Frieden», denn hier ist das meiste schwarz-weiß dargestellt.

Zwar schwächten unsere Lehrer, durch westliche Funk- und Printmedien einigermaßen sachkundig gemacht, bei der Behandlung der amerikanischen Raumfahrt die eindeutig negativen Aussagen des Lehrbuches ganz bewußt mehr oder weniger ab, um dem Schüler gegenüber glaubwürdig zu sein, doch war ihnen eine ähnlich realistische Einschätzung der sowjetischen Raumfahrt nicht möglich, da man über deren große Probleme, Widersprüche und Fehlentwicklungen so gut wie nichts wußte.

Sicher steht, was die Wünsche und Absichten der sowjetischen Raumfahrtexperten betrifft, in unserem Astronomiebuch nichts Falsches. Nur wissen wir heute, daß es eine Planmäßigkeit in der sowjetischen Raumfahrt schon seit Jahren genau so wenig gibt, wie einen bemerkenswerten Nutzen für die Volkswirtschaft der UdSSR. (Ausführlich hat sich *P. Bork* dazu in AS 1 u. 2/90 geäußert.) So wurde ein im Unterricht häufig und gern verwendetes Beispiel angewandter Raumflugtechnik durch bekanntgewordene Tatsachen ad absurdum geführt: Als der Kosmonaut *Kowaljonok* dem Minister für Fischfangindustrie vorschlug, mit Hilfe der *Salut-Station* die Fischzucht billiger und effektiver zu betreiben als von Bord der Schiffe, war der sofort einverstanden. Nur die Kapitäne der großen Trawler lehnten dankend ab, deren Besatzungen erhielten nämlich erhebliche Prämien für die Ortung mit eigenen Mitteln, und die würden bei Einführung der produktiveren Methode entfallen.

Auch wurde bekannt, daß die Raumfahrt der UdSSR aufgespalten ist in viele Kompetenzbereiche der Raum- und Luftfahrtindustrie, der Ministerien für Fernmelde- und Gesundheitswesen, der Staatlichen Komitees für Hydro- und Meteorologie, des Zentrums *PRORODA*, von *INTERKOSMOS*, der Akademie-Institute für Kosmosforschung sowie Geochemie und analytische Chemie. Das Fehlen einer projektgebundenen Finanzierung in der UdSSR hat zur Folge, daß jede Institution mit ihrem Haushalt versucht, soviel Geld wie möglich für ein Vorhaben zu bekommen und so wenig wie möglich dafür auszugeben. Das Gesamtinteresse steht bei den meisten von ihnen ganz hinten an.

Dazu kommt der ständig wachsende Rückstand der sowjetischen Industrie, so daß die Noch-Erfolge nur mit immer größerem Aufwand erreicht werden können. So werden noch immer die 1973 entwickelten Sonden gestartet, ihre Modernisierung ist nicht geplant. Die *PROGNOS*-Satelliten wurden vor zwanzig Jahren entworfen und sind heute völlig veraltet. Analoge Entwicklungen sind nicht vorgesehen. Es wird mit aller Deutlichkeit darauf verwiesen, daß

darüber hinaus Raumfahrtprojekte nicht unterhalb der ökonomischen Nutzwelle in Gang gesetzt werden dürfen. Daß der Raumgleiter BURAN bereits 1988 flog, wird von den sowjetischen Experten als Beispiel für ein nicht ausreichend durchdachtes Raumflugprogramm angesehen. Man brauchte ihn weder damals, noch braucht man ihn schon heute.

Sagdejew macht dafür eindeutig die Industrie verantwortlich: «Mit dem Begriff des Diktats der Produzenten sind wir alle vertraut, man braucht nur in ein beliebiges Geschäft zu gehen. Leider sind auch in der Raumfahrt die Folgen dieses verderblichen Systems spürbar. So sind die zahlreichen Venus-Sonden nicht deshalb entstanden, weil es unsere Wissenschaftler so sehr zur Venus gezogen hat, sondern weil die Frage so stand: Entweder fliegt ihr zur Venus, gegebenenfalls noch zum Mars, oder ihr fliegt gar nicht.»

Alle diese Beispiele belegen eine sehr ernste und kritische Situation, können und sollen jedoch die Er-

folge, über die die sowjetische Raumfahrt zweifelnd frei verfügt, nicht in Frage stellen. Noch dazu, da man diese Erfolge nachweislich mit einem Zehntel der finanziellen Mittel erreichte, die den USA bisher für die Raumfahrt zur Verfügung standen.

Über den «**Mißbrauch der Raumfahrt**» für militärische und nachrichtendienstliche Aufgaben gibt es relativ wenig seriöse Informationen. Man kann jedoch davon ausgehen, daß beide Supermächte die Technik hochgradig dafür nutzten und nutzen. Das SDI-Projekt lehnt die Weltöffentlichkeit nach wie vor entschieden ab.

Bleibe am Ende festzustellen, daß die Diskussion um die Behandlung der Raumfahrt im Unterricht noch lange nicht abgeschlossen sein dürfte. Nutzen wir «Astronomie in der Schule», um das Beste für unsere Schüler herauszufinden.

Anschrift des Verfassers: **Klaus Marquart**,
Rüdigerstraße 115, Berlin, O-1130

Ein neues Kapitel «Raumfahrt» für das Lehrbuch

Helmut Bernhard

Wie in allen Unterrichtsfächern, waren auch für das Fach Astronomie bis zur gesellschaftlichen Wende im vorigen Herbst die Lehrbuchautoren an vorgegebene Ziele und Inhalte des Lehrplans gebunden. Diese Vorgaben führten u. a. zwangsläufig zur einseitigen Darstellung der Raumfahrt im Kapitel 6 des Lehrbuches Astronomie (Seite 45 bis 52). So werden z. B. bei der sowjetischen Raumfahrt nur Erfolge genannt. Man findet keinen Hinweis auf Rückschläge, die es natürlich gibt. Ein Leser dieses Kapitels erhält den Eindruck, daß nur in der UdSSR die Raumfahrt friedlichen Charakter trägt. Der Abschnitt nennt kaum Erfolge der US-Raumfahrt. Der Raumfahrt im Kapitalismus werden vor allem menschenfeindliche Absichten und Motive unterstellt.

Nachdem mit dieser falschen Praxis gebrochen wurde, ist es jetzt möglich, das Raumfahrtgeschehen objektiv darzustellen. Dabei geht es vor allem um eine sachliche Erörterung des Werdegangs der Raumfahrt in wichtigen Raumfahrtländern, um die internationale Raumfahrtkooperation und um den Nutzen der Raumfahrt für die Erdbevölkerung.

Wie uns der Verlag Volk und Wissen GmbH mitteilte, erscheint das Lehrbuch Astronomie im Schuljahr 1990/91 nochmals in der alten Fassung. Deshalb stellen wir nachfolgend eine Neufassung dieses Kapitels zur Diskussion. Wir empfehlen den Lehrern, den Text als Klassensatz zu vervielfältigen. Bei Bildern können auch andere als die angegebenen ausgewählt werden.

Hinweise zu diesem Lehrbuchkapitel nimmt der Verfasser gern entgegen.

Raumfahrt

Bild 1: Juri Gagarin (s. LB, S. 45)

Der Start des ersten künstlichen Erdsatelliten «Sputnik 1» im Jahre 1957 in der Sowjetunion war eine Sensation für die gesamte Menschheit. Mit Juri Gagarin begann 1961 die bemannte Raumfahrt. *Wie entwickelte sich die Raumfahrt? Welchen Nutzen hat sie für den Menschen?*

Entwicklung der Raumfahrt

Raumfahrt ist das Ergebnis wissenschaftlicher und technischer Forschungen, an denen Gelehrte vieler Völker beteiligt waren. Zu den Pionieren der Raumfahrt gehören *Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski* in Rußland bzw. in der UdSSR (1857 bis 1935), *Hermann Oberth* in Deutschland (1894 bis 1990), die Arbeiten über den Bau von Raketen und Weltraumstationen verfaßten. Ferner *Robert Hutschings Goddard* in den USA (1882 bis 1945), *Sergej Koroljow* in der Sowjetunion (1907 bis 1966) und *Wernher von Braun* in Deutschland und in den USA (1912 bis 1977), die damit begannen, Raketen für den Raumflug zu konstruieren.

Ursprünglich waren militärische Motive für die Entwicklung der Raumfahrt sowohl in den USA als auch in der UdSSR ausschlaggebend. Erst später wandten sich die Raumfahrtländer vor allem friedlichen Aufgaben in diesem Bereich zu.

Raumfahrt stellt hohe Anforderungen an Wissenschaft, Technik und Produktion. Sie benötigt z. B. leistungsstarke Raketentriebwerke, Bauteile mit geringer Masse, Werkstoffe hoher Festigkeit und Temperaturbeständigkeit, Geräte mit niedrigem Energiebedarf und kleinem Volumen. Deshalb wurde Raumfahrt erst mit der beginnenden wissenschaftlich-

technischen Revolution möglich. Erfahrungen und Erkenntnisse aus der Anwendung der Raumfahrt-technik fanden Eingang in die irdische Produktion. Dazu gehören die Herstellung von Transistorradios, Taschenrechnern, Halbleitern, Herzschrittmachern und Digitaluhren. Die Raumfahrt wurde zunehmend wichtiges Forschungsmittel für zahlreiche Zweige der Wissenschaft und Technik.

Bild 2: Sputnik 1 (s. LB, S. 46)

Seit «Sputnik 1» ist der Flug von Raumflugkörpern fast zur Alltäglichkeit geworden. Jedoch wecken bestimmte Raumfahrtereignisse immer wieder das besondere Interesse der Menschen, erzeugen Achtung vor den Leistungen der Wissenschaftler und Techniker sowie der Astronauten und Kosmonauten, die an den Flügen in den Weltraum teilnehmen. Zu solchen **Pionierleistungen** der Raumfahrt gehören u. a. die erste **bemannte Erdumkreisung** (1961) durch den sowjetischen Kosmonauten *Juri Gagarin* (Bild 45/1), die erste **Landung von Menschen auf dem Mond** (1969) durch die US-Astronauten *Edwin Aldrin* und *Neil Armstrong* sowie der Start der ersten **wiederverwendbaren Raumfähre** vom Typ Space Shuttle 1981 in den USA.

Bild 3: *Aldrin* beim Aufstellen eines Seismografen zur Messung von Mondbeben (s. Flieger Revue 7/89, S. 219)

Bild 4: Raumfähre Space Shuttle Challenger (s. Flieger Revue 12/86, S. 373)

Bild 5: *Sigmund Jähn* und *Waleri Bykowski* unmittelbar nach der Landung (s. LB, S. 47)

Bild 6: Forschungsastronaut *Ulf Merbold*

Als erste Deutsche führten der Kosmonaut *Sigmund Jähn* (1978) und der Forschungsastronaut *Ulf Merbold* (1980) an Bord eines sowjetischen bzw. amerikanischen Raumflugkörpers Flüge um die Erde durch.

Neben den USA und der UdSSR entfalteten auch andere Industrieländer Raumfahrtaktivitäten, z. B. Frankreich und Japan. Entwicklungsländer wie China und Indien wandten sich ebenfalls Aufgaben der Raumfahrt zu. Die Raumfahrt entwickelte sich mit verschiedenen **Zielsetzungen**. **Raumsonden** erforschen vor allem Himmelskörper des Sonnensystems. Die US-Sonde «Voyager 2» fertigte in ihrer 12jährigen Tätigkeit u. a. Nahaufnahmen von Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun und ihrer Satelliten an.

Bild 7: Nahaufnahme vom Planeten Neptun durch Raumsonde Voyager 2 (s. Astronomie in der Schule 4/1990, 2. und 3. Umschlagseite)

Eine große Zahl von **Erdsatelliten** dient vielfältig dem irdischen Leben, z. B. durch globale Wetterbeobachtungen. Die **bemannte Raumfahrt** konzentrierte sich neben der Mondlandung vor allem auf den Planeten

Erde. Seit 1970 bemüht sich die Sowjetunion intensiv um Langzeitflüge der Kosmonauten in den Raumstationen «Salut» und «Mir». Die Kosmonauten *W. Titow* und *M. Manarow* waren ein Jahr in einer Weltraumstation tätig. Die USA starteten 1973 ihre erste bemannte Raumstation «Skylab» und konzen-

Bild 8: Orbitalstation Mir

- **Nennen Sie einige Pionierleistungen der Raumfahrt!**

trierten dann ihre Kräfte auf den Bau einer wiederverwendbaren Raumfähre. Der «Space Shuttle» startete erstmals 1981 und kann wiederholt bis zu sieben Astronauten auf eine Erdumlaufbahn und wieder zurück auf die Erde bringen. 1988 startete die UdSSR – zwar noch unbemannt – die Raumfähre «Buran» zum ersten Flug. Für Ende der neunziger Jahre planen die USA den Bau und den Einsatz der internationalen Weltraumstation «Freedom». Immer größere Raumfahrtprojekte erfordern stets leistungsfähigere Träger- raketen. Das Antriebssystem des «Shuttle» kann 20 bis 30 Tonnen Nutzlast in eine niedrige Erdumlaufbahn bringen. 1987 startete die sowjetische Großra- kete «Energija», die eine Nutzlast von 100 Tonnen auf eine niedrige Erdumlaufbahn befördern kann.

Bild 9: Trägerrakete Energija (s. FLIEGERREVUE 3/89, S. 87 unten)

Raketen und Satelliten sind auch heute in militäri- sche Interessen eingebunden. Raumfahrt hat jedoch für die Menschheit dann Sinn, wenn sie vor allem friedlichen Charakter trägt.

Raumfahrt für die Wissenschaft

Der erdnahe Raum ist ein wichtiges *Experimentier- feld* und eröffnet zahlreichen Wissenschaften neue

Einsatz der Raumfahrttechnik in der astronomi- schen Forschung

Aufgabenbereiche	Einige Arbeitsvorhaben
Erforschung des erd- nahen Raumes zwi- schen den Planeten	Studium der Wechselwirkung des Mag- netfeldes der Erde mit Teilchenstrah- lung der Sonne
Nah- und Direkterkun- dung der Himmels- körper des Sonnensy- stems	Erforschung der Atmosphäre und der Oberfläche anderer Himmelskörper, z. B. von Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus und Mond, Satelliten anderer Planeten, Kometen
Astronomische Be- obachtungen außer- halb der Erdatmo- sphäre	Beobachtung kosmischer Objekte in Wellenlängenbereichen, für die die Erd- atmosphäre nicht durchlässig ist

Perspektiven für die Forschungsarbeit. So wird u. a. die Wirkung der *Schwerelosigkeit* auf den Menschen studiert, wodurch die Medizin wertvolle Erkenntnisse erhält. Mit Experimenten werden neue Einsichten in die Grundlagen der *Physik, Chemie* und *Biologie* gewonnen. *Beobachtungen* aus dem Weltraum zählen zu wichtigen Arbeitsmethoden der *Geowissenschaften*.

Bild 10: Satellitenaufnahme vom Ausbruch des Vulkans Sakurashima (s. FLIEGERREVUE 11/89, S. 338)

Globale Untersuchungen mittels Raumflugkörpern haben die Vorstellungen über die Atmosphäre und Oberfläche der Erde wesentlich erweitert. Die Raumfahrt eröffnet neue Möglichkeiten zur *Erforschung des Weltalls* (siehe Tabelle S. 113). Mit Raumflugkörpern finden z. B. astronomische Beobachtungen oberhalb der Erdatmosphäre statt. Die USA starteten das erste optische Weltraumteleskop (Hubble-Teleskop) mit über 2 m Spiegeldurchmesser, das mindestens 15 Jahre funktionstüchtig sein soll. ①

①. *Erläutern Sie an Beispielen, wie durch die Raumfahrt neue Ergebnisse in der astronomischen Forschung gewonnen werden!*

Dynamik des Raumfluges

(Text und Bilder vom Lehrbuch S. 49 und S. 50, erste und zweite Zeile übernehmen.)

Raumfahrt für die Menschheit

Auf einigen Gebieten gehören der Nutzen der Raumfahrt und ihre industrielle Anwendung bereits zum Alltag, wobei auch große kommerzielle Erfolge erzielt werden. So sind heute mit Hilfe von Satelliten *weltweite Übertragungen* von Fernseh- und Rundfunksendungen sowie Telefon- und Telefaxverbindungen möglich.

Damit kann die Erdbevölkerung unmittelbar und direkt über wichtige Ereignisse, z. B. die Olympischen Spiele oder Naturkatastrophen informiert werden. Das größte Nachrichtensystem INTELSAT besitzt mehr als 300 Erdstationen in 150 Ländern. Ein Intelsat-Satellit verfügt über 40 000 Fernspreverbindungen. Es existiert ein internationales *Such- und Rettungssystem*, KOSPAS/SARSAT genannt, wo mittels Satelliten und kleinen Notrufsendern bei Katastrophen, z. B. Flugzeug- und Schiffsunglücken,

durch Ortung der Unfallstelle schnell Rettungsmaßnahmen eingeleitet werden können. Damit konnte bisher über 2 000 Menschen das Leben gerettet werden. Aus dem Weltraum können *ökologische Prozesse* auf der Erde, u. a. die Verunreinigung von Gewässern und der Luft, regional und territorial registriert werden, womit zum Schutz unseres Lebensraumes Erde beigetragen wird. ①

Weitere Nutzenanwendungen der Raumfahrt

Anwendungsgebiet	Beispiel
Wetterdienst	Wettervorhersage, rechtzeitige Warnung vor Unwetterkatastrophen, Daten für die Klimaforschung
Wasserwirtschaft	Erforschung der Grundwasserreserven, Warnung vor drohenden Überschwemmungen, Erkennen von Ölteppichen
Fischereiwirtschaft	Ortung von Fischschwärmen, Lenkung der Fangflotten
Land- und Forstwirtschaft	Waldkartierung, Vorhersage des zu erwartenden Ernteertrages, Erkennen des Schädlingsbefalls, rechtzeitiges Erkennen von Bränden

②

Bild 11: Kosmische Aufnahme der Südwestküste des Kaspischen Meeres und des anliegenden Territoriums Aserbaidschans, auf der die Land- und Wasserverschmutzung erkennbar ist. (siehe Kowal; Dessinow: Im Weltraum, den zum Nutzen der Menschheit. Moskau/Berlin 1980, S. 259).

①. *Erläutern Sie Beispiele des Nutzens der Raumfahrt für die Wissenschaft!*

②. *Erläutern Sie Beispiele des Nutzens der Raumfahrt für die Volkswirtschaft!*

Internationale Raumfahrtkooperation

Gegenwärtig nehmen Programme und Projekte der Raumfahrt zunehmend komplexen Charakter an. Für die Verwirklichung dieser Vorhaben reichen die wissenschaftlichen, technischen und ökonomischen Potenzen einzelner Länder nicht aus. Deshalb streben die meisten Raumfahrtländer nach internationaler Zusammenarbeit. So hat z. B. die US-Weltraumbehörde NASA (National Aeronautic and Space Administration) vielseitige Beziehungen vor allem zu westeuropäischen Ländern. Beobachtungsmaterial der Fernerkundungssatelliten, die Nachrichtensatelliten, die Raumtransporttechnik u. a. kann von Interessenten genutzt werden. Seit 1962 entwickelte sich in Westeuropa eine Raumfahrtsorganisation, die heute den Namen ESA (European Space Agency) trägt, der neben Frankreich, England und anderen Staaten auch Deutschland angehört. Die ESA führt



vielseitige wissenschaftliche Experimente mittels Satelliten für die Medizin, Biologie, Werkstoffwissenschaften sowie für die Elektronik und Forschungen zur bemannten Raumfahrt durch.

Sie stellt die Raumfahrttechnik zur kommerziellen Nutzung zur Verfügung. Mit der NASA wirkt sie eng besonders bei der Errichtung einer zukünftigen bemannten Raumstation zusammen. Seit 1967 arbeitet die Sowjetunion mit verschiedenen Staaten, u. a. mit der DDR, an dem gemeinsamen Programm *INTERKOSMOS*. Es sieht Forschungen auf den Gebieten der kosmischen Physik, Meteorologie, Medizin, Nachrichtenübertragung und Erderkundung sowie Experimente bei bemannten Raumflügen vor.

Zukünftige Aufgaben der Raumfahrt, insbesondere bei der Erforschung des Weltalls, erfordern eine noch stärkere internationale Raumfahrtkooperation. Neben bereits stattgefundenen Weltraumexperimenten, z. B. zwischen der UdSSR und den USA, existieren Pläne für zukünftige gemeinsame Vorhaben der NASA, ESA und UdSSR. Für etwaige bemannte Flüge zum Planeten Mars ist Raumfahrtkooperation unabdingbare Voraussetzung. Diese Zusammenarbeit trägt dazu bei, irdische Konfrontationen abzubauen und auf dem Weg zur gemeinsamen Sicherheit voranzuschreiten. ①.

Zusammenfassung

Entwicklung der Raumfahrt	K. E. Ziolkowski, H. Oberth u. a. schaffen theoretische Grundlagen der Raumfahrt-technik und des Raumfluges; R. H. Goddard, S. Koroljow und Wernher v. Braun konstruieren erstmals Raketen für den Raumflug
Bedeutende Erst-erfolge der Raumfahrt (Auswahl)	Sputnik 1 (1957); erster bemannter Raumflug (Gagarin, 1961); Landung der ersten Menschen auf dem Mond (Aldrin, Armstrong, 1969); Start des ersten wiederverwendbaren Raumtransportes Space Shuttle (1981)
Wichtige Aufgaben der Raumfahrt	Experimente unter den Bedingungen des Weltraums; Erkundung der Erde aus dem erdnahen Raum; Erforschung des Weltalls; Forschungsmittel für die Natur- und Technikwissenschaften; Leistungen für die Wirtschaft und andere gesellschaftliche Bereiche
Internationale Raumfahrtkooperation	Zusammenarbeit der Raumfahrtländer und interessierter Staaten bei der Entwicklung der Weltraumtechnik, bei der Erkundung der Erde, bei Experimenten im Weltraum und bei der Erforschung anderer Himmelskörper

① *Nennen Sie zwei Beispiele für eine mögliche Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Raumfahrt!*

Anschrift des Verfassers: **OSTr Dr. Helmut Bernhard, Postfach 440, Bautzen, O-8600**

Das Planetarium Stuttgart – eine astronomische Bildungseinrichtung für jedermann

Hans-Ulrich Keller

Die astronomische Volksbildungsarbeit hat in Stuttgart eine lange und erfolgreiche Tradition. Robert Henseling (1893–1964) gründete zu Beginn der zwanziger Jahre den Verein Schwäbische Sternwarte e. V. und die Stuttgarter Sternwarte auf der Uhlandshöhe. Er konnte die Stuttgarter Stadtväter von der Bedeutung eines Planetariums für die kulturelle Entwicklung einer Region überzeugen. So beschloß der Gemeinderat bereits wenige Monate nach Inbetriebnahme des ersten Planetariums der Welt im Oktober 1923 in München, daß auch Stuttgart in den Besitz eines solchen Himmelssimulators kommen solle. Im Mai 1928 war es soweit: Das Stuttgarter Sternentheater öffnete seine Pforten für ein wißbegieriges Publikum. Robert Henseling, der als Gründer der Zeitschrift «Die Sterne» und des «Bundes der Sternfreunde» sowie Herausgeber des astronomischen Kalenders «Sternbüchlein» weit über die Stadtgrenzen hinaus als astronomischer Popularisator bekannt war, verstand es meisterhaft, die neue Kulturstätte den Bürgern nahe zu bringen. Das erste Stuttgarter Planetarium wurde bald zu einer Attraktion ersten Ranges.

Neben den **öffentlichen Vorführungen** für ein allgemeines Publikum wurden **spezielle Schulveranstaltungen** durchgeführt, die damals als Pflichtunterrichtsstunden galten. Wörtlich heißt es im Ministerialerlaß Nr. 86/53 vom 28. Mai 1935 unter anderem:

«Die Erdkundeführer der das Planetarium besuchenden Klassen sind zu deren Begleitung verpflichtet. Sorgfältige Vorbereitung des Besuchs im Unterricht wird dringend anempfohlen ...».

Der zweite Weltkrieg machte auch nicht vor dem Stuttgarter Planetarium halt. Am 17. Juni 1943 ordnete der Gemeinderat die Schließung des Planetariums an. Der Planetariumsprojektor, ein ZEISS-Modell II aus Jena, wurde demontiert und ausgelagert. Im Frühjahr 1944 wurde der Hindenburgbau gegenüber dem Hauptbahnhof, in dem das Planetarium untergebracht war, durch Brand- und Sprengbomben vernichtet.

Nach dem unseligen Krieg gab es um die Wiedererrichtung des Planetariums ein zähes und langwieriges Ringen. Die feierliche Inbetriebnahme erfolgte schließlich nach zweijähriger Bauzeit am 22. April 1977.

Mit zwanzig Meter Kuppeldurchmesser und 277 bequemen, dreh- und kippbaren Sesseln gehört das neue Stuttgarter Sternentheater zu den Großplanetarien. Das pyramidenförmige Sternentheater liegt inmitten der Grünzone des Schloßgartens (s. Bild auf der 2. Umschlagseite).

Die anfangs nicht ganz unbegründete Sorge der Stadtväter, das Planetarium könne nach einer euphorischen Phase schnell in der Publikumsgunst sinken, hat sich glücklicherweise als unberechtigt erwiesen. Bereits am 4. September 1981 konnten der einmillionste Besucher einer Sternenvorführung begrüßt werden. Bis Ende Mai 1990 haben insgesamt 2 693 019 Personen die 12 394 Sternenvorführungen im Kuppelsaal besucht. Außer dem Kuppelsaal verfügt das Planetarium über den Keplersaal mit 200 Sitzplätzen, den Spektralsaal und ein geräumiges Foyer für weitere Veranstaltungen. Hier finden Ausstellungen, Vortragsreihen, Kurse und Seminare, Konzerte sowie Filmvorführungen statt. Die Gesamtbesucherzahl aller Veranstaltungen beträgt bis dato etwa viereinhalb Millionen.

Ein wesentliches Ziel des Stuttgarter Planetariums ist es, möglichst **vielen Menschen ihre Stellung im Universum zu veranschaulichen** und sie **die unvorstellbaren Weiten des Alls erahnen zu lassen**. Vieles, was uns bedeutend erscheinen mag, wird – in Relation zum Kosmos gebracht – unwichtig. Andererseits soll bewußt gemacht werden, wie wichtig es ist, unseren winzigen Lebensraum auf dem Planeten Erde zu schützen und zu erhalten, der gegenwärtig mehr gefährdet ist als je zuvor. Wer sich die Vorgänge im All verdeutlicht, wird wiederum ein kritisches Verhältnis zur Astrologie entwickeln. Denn noch immer ist der Aberglaube der Sterndeuterei weit verbreitet.

Wie alle Großplanetarien so hat auch das Stuttgarter ein großes, **didaktisches Problem** zu bewältigen: Die öffentlichen Sternenvorführungen werden von einem sehr inhomogenen Publikum frequentiert: Vom Baby bis zum Großpapa, vom ungelerten Arbeiter bis zum Universitätsprofessor, alle Altersstufen und Bildungsgrade sind in der Masse der Planetariumsbesucher vorhanden. Die meisten Besucher kommen, um etwas zu erleben, nicht um sich belehren zu lassen. Um möglichst vielen Wünschen und Vorstellungen gerecht zu werden, sind die öffentlichen Vorführungen, deren Programm alle zwei Monate wechselt, so gestaltet, daß sie kurzweilig, interessant und doch informativ wirken. Einfache Erklärungen wechseln mit komplizierten Sachverhalten, der aktuelle Sternenhimmel wird ebenso vorgeführt und erläutert, wie die wichtigsten kinematischen Vorgänge am Himmel. Der zweite Teil der

knapp eine Stunde langen Vorführungen ist dann dem Schwerpunktthema gewidmet. Dabei darf auf unterhaltende Elemente wie Musikuntermalung oder Schaullektre (rotierende Galaxien, taumelnde Asteroiden, dahinziehende Raumfahrzeuge etc.) nicht verzichtet werden. Außerdem finden **astronomische Lehrveranstaltungen** statt, die unterrichtsmäßig aufgebaut sind. Ein viersemestriger Kurs bringt eine Einführung in das Gesamtgebiet der Astronomie. Nach Besuch dieser einführenden Kursvorlesung ist die Teilnahme am astronomischen Seminar möglich, in dem renommierte Fachleute über ihre astronomischen Arbeiten berichten. Daneben gibt es eine **öffentliche Vortragsreihe**, die gemeinsam mit dem Förderverein des Planetariums, der Schwäbischen Sternwarte e. V. durchgeführt wird, in der bekannte Astronomen zu Wort kommen. Die *Kepler*-Gesellschaft wieder veranstaltet die Vortragsreihe „Große Mathematiker und Naturforscher“.

Die **Amateur-Astronomen** und **Sternfreunde** treffen sich zu Referaten und zum Erfahrungsaustausch an den Mitgliederabenden der Schwäbischen Sternwarte e. V. im Spektralsaal.

Einen Schwerpunkt der Planetariumsarbeit bildet die **Schulastronomie**. Schon seit Eröffnung des Planetariums werden regelmäßig astronomische Schülerarbeitsgemeinschaften gemäß den Curriculastronomie des Kultusministeriums Baden-Württemberg sowie Lehrerfortbildungsveranstaltungen durchgeführt. Im Jahre 1983 wurde es möglich, die Schulvorführungen erheblich zu erweitern und ein differenziertes Programmangebot zu erstellen.

Es wurden Schulprogramme entworfen, die nach Altersstufen und Lehrinhalt differenziert sind. Zu diesem Zweck wurde eine **Schulkommission ASTRONOMIE** gegründet, in der Vertreter der Lehrerschaft, des Studienseminars für Referendare, des Oberschulamtes und des Kultusministeriums sowie Fachbuchautoren Sitz und Stimme haben. Während die öffentlichen Vorführungen vollautomatisch gesteuert werden und die Texte auf Tonband gespeichert sind, wird der Großteil der Schulvorführungen live kommentiert und manuell gesteuert.

Im **Hochschulbereich** ist die enge Zusammenarbeit mit der Universität Stuttgart zu erwähnen. Vorlesungen und Übungen für Studenten der Raumfahrt fakultät werden ebenso abgehalten wie für das Historische Institut, wo die astronomische Chronologie eine wichtige Rolle spielt. Die technischen Möglichkeiten des Planetariums erlauben gerade die oft schwierig zu verstehenden Grundtatsachen der sphärischen Astronomie hervorragend anschaulich darzustellen. So gibt es eine Reihe von Spezialvorführungen, in denen diese Möglichkeiten zum Ein-

satz kommen, angefangen von Navigationsübungen für Hochseesportsegler bis hin zum Training von Astronauten (D2-Mission unter Leitung von *Ulf Merbold*).

Großer Beliebtheit erfreuen sich die regelmäßigen **Ausstellungen im Foyer** und Spektalsaal. Neben Meteoriten, Mineralien, Fossilien, holographischen Objekten und Digitaler Computerkunst (z. B. Fraktale Geometrie) wurden bisher 29 Ausstellungen der Reihe «Kosmische Malerei» gezeigt, wobei berühmte Weltraummaler wie David A. Hardy und Ludek Pesek ebenso vertreten waren wie Adepten dieser Kunstrichtung.

Die technischen Einrichtungen des Stuttgarter Planetariums werden ständig verbessert und erweitert. So wurde im September 1986 eine Satellitenempfangsanlage eingerichtet, um den zahlreichen Besuchern auf verschiedenen Monitoren im Spektalsaal Bilder unseres blauen Planeten «live» aus dem All zu präsentieren. Im letzten Jahr wurde im Kuppelsaal eine computergesteuerte Laser-Projektionsanlage installiert, mit der Erweiterung der Automatik auf Mikroprozessorsteuerung wurde begonnen. In einigen Wochen wird ein Video-Großbildprojektor einsatzbereit sein, um die zahlreichen, auf Bildplatten gespeicherten und sehr beeindruckenden Raumsondenaufnahmen den Besuchern direkt in der Kuppel vorzuführen (s. Bild auf der 3. Umschlagseite).

Am 3. Dezember 1988 wurde aus Anlaß des 100. Todestages des großen Pioniers Carl Zeiss das Stuttgarter Sternentheater in **Carl-Zeiss-Planetarium** unbenannt.

Um die Gemeinschaft der Planetarier enger zu gestalten, beschlossen die zur Eröffnung des Planetariums am 22. 4. 1977 erschienenen Planetariumsleiter eine Arbeitsgemeinschaft zu bilden und sich jährlich einmal zu treffen. Diese **Arbeitsgemeinschaft Deutschsprachiger Planetarien (ADP)** hat sich inzwischen zu einer wichtigen Informationsbörse entwickelt, auf der Erfahrungen und Ideen ausgetauscht sowie gemeinsame Probleme diskutiert werden.

Im August 1984 fand schließlich die VIII. Internationale Planetariumsdirektorenkonferenz im Stuttgarter Sternentheater statt. Die I.P.D.C. ist die weltweite Dachorganisation der Großplanetarien, die alle drei Jahre eine Tagung veranstaltet (1981: Calcutta, 1987: Moskau, 1990: Washington D.C.).

Anschrift des Verfassers: **Dr. Hans-Ulrich Keller, Carl-Zeiss-Planetarium Stuttgart, Neckarstraße 47, W-7000 Stuttgart 1**

Wintersanfang

Theoretisch ist alles klar: Wintersanfang ist der Zeitpunkt, an dem die scheinbare tägliche Sonnenbahn ihren tiefsten Stand erreicht, der lichte Tag am kürzesten und die Nacht am längsten währt. Mancher weiß darüber hinaus, daß Wintersanfang auch «Wintersonnenwende» genannt wird und daß von da an die Tage wieder länger werden. Aber wirklich wahrgenommen haben das wohl nur die wenigsten.

Eine Beobachtungsreihe, die sehr einfach zu realisieren ist, kann die Veränderung in der scheinbaren Sonnenbahn deutlich machen. Sie erfordert weiter nichts als einen fest aufgestellten Schattenstab; und dazu eignet sich bereits ein ca. 7 cm langer, gespitzter Bleistift, der straff in eine Bohrung eines geeigneten Brettes im Format DIN A 4 eingepaßt wurde. Der Stab soll senkrecht auf dem Brett stehen, und das Brett soll waagrecht auf einem Tisch im Freien oder an einem Süd Fenster aufgestellt werden.

Die Beobachtungsaufgabe besteht darin, von Ende November bis Ende Januar in Abständen von etwa 10 Tagen genau um 12 Uhr MEZ die Länge und die Richtung des Schattens zu bestimmen. Aus der Schattenlänge s und der Stablänge l kann mit Hilfe der Gleichung $\tan h = l/s$ leicht die jeweilige Sonnenhöhe berechnet werden. Trägt man sie in einem Diagramm gegen die Zeit auf, so ist deutlich zu sehen, daß das Minimum um den 20. Dezember herum eintritt – ebenso deutlich ist aber, daß die Mittagshöhe der Sonne sich in dieser Jahreszeit über Wochen kaum ändert! Der genaue Termin des Winteranfangs kann also mit unserer Beobachtung nicht bestätigt werden.

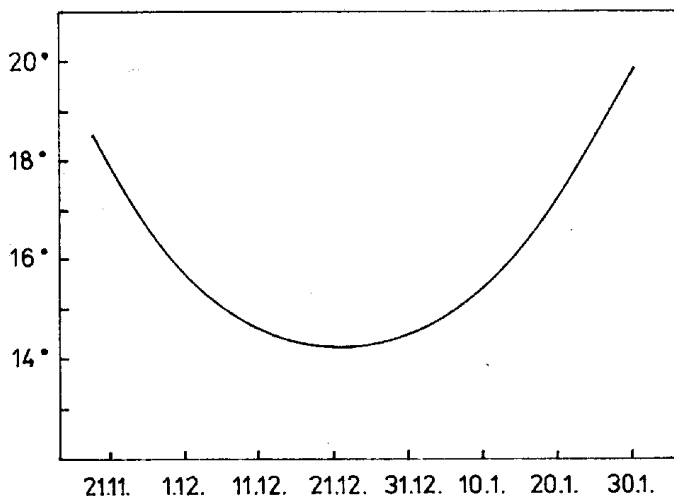


Bild 1: So könnte das Ergebnis aussehen: Auf der senkrechten Achse ist die Sonnenhöhe um 12 Uhr MEZ aufgetragen, auf der waagerechten das Datum.

Wer die genaue Nordrichtung auf dem Gnomon-Grundbrett fixieren kann, wird noch eine zweite Entdeckung machen: Um 12 Uhr MEZ steht die Sonne keinesfalls immer genau im Süden! Ende Januar zeigt der Stabschatten um diese Uhrzeit in eine Richtung, die um nicht weniger als 5° von der Nordrichtung nach Westen abweicht, d. h. die Sonne befindet sich zu diesem Zeitpunkt noch östlich des Meridians. Es ist also noch gar nicht «wahrer Mittag»; die MEZ-Uhr geht vor, die Sonnenuhr geht nach. Die Ursache für diese – als «Zeitgleichung» bekannte – Differenz ist, daß sich die Erde im Laufe des Jahres mit unterschiedlicher Geschwindigkeit um die Sonne bewegt und daß die Äquatorebene der Erde gegen ihre Bahnebene geneigt ist.

Klaus Lindner



Sonnenuhren an Schulen

Mindestens 20 % aller erfaßten Sonnenuhren auf dem Gebiet der ehemaligen DDR sind falsch. Von insgesamt ca. 300 Berliner Schulen haben bzw. hatten nur 10 eine Sonnenuhr. Voll funktionstüchtig davon sind vier. Bei einer vertikalen Südwest-Sonnenuhr fehlt seit Jahrzehnten der Schattenstab, bei einer anderen vertikalen Südost-Sonnenuhr ist der Schattenstab verbogen, das Zifferblatt einer vertikalen Südost-Sonnenuhr ist überputzt – nur der Schattenstab ragt aus der Wand, ein seit 30 Jahren gewachsener Baum verhindert die Besonnung des Zifferblattes einer vertikalen Südwest-Sonnenuhr und zwei äquatoriale Ring-Sonnenuhren – oder auch als polare Süd-Sonnenuhren mit ringförmig gebogenem Zifferblatt anzusprechen – sind endlich wieder, und zwar ersatzlos, abgebaut worden. Diese letzten beiden Sonnenuhren waren komplett mit Schattenstab für die Anzeige der MESZ einfach in der Horizontalebene um 15° gedreht worden und somit unbrauchbar.

Ferner einige mir zufällig bekannte unrühmliche Beispiele:

- In der H.-Günther-Oberschule in Genthin, 3280, ist seit Jahren eine äquatoriale Ring-Sonnenuhr abgebaut und steht im Keller.
- Die mit einem Radius von ca. 3 m und Kosten von 30.000,- M erstellte inklinierte Horizontal-Sonnenuhr vor der Kopernikus-Oberschule in Guben-Neustadt, 7560, hat eine falsche Schattenstabneigung und falsche Stundenlinienwinkel.
- Eine Ostwand der 76. Oberschule auf dem Schulberg in Dresden-Briesnitz hat eine ca. 75 Jahre alte und völlig falsche Sonnenuhr (diese Uhr hat einen Schattenstab wie eine abweichende Süduhr).
- Erinnerung sei auch an die ursprünglich falsche Horizontal-Sonnenuhr bei der Makarenko-Oberschule in Rostock.
- Ist es nicht unsinnig, wenn ein Astronomielehrer bei seinem Weggang von der Oberschule in Fredersdorf, 1273, die unter seiner Anleitung auf dem Freigelände der Schule errichtete und funktionierende polare Süd-Sonnenuhr durch Abriß zerstört?
- Wenn eine ehemals falsche vertikale Süd-Sonnenuhr in der Straße der Einheit Nr. 13, in Bad Lausick, 7232, im Jahre 1989 wieder falsch mit einem waagerechten Schattenstab und falschen Stundenlinienwinkel restauriert wird und im gleichen Haus ein sich für diese Restaurierung interessierter junger Astronomielehrer-Absolvent wohnt, bleibt diese Tatsache zunächst unerklärlich. Geraten bei der Ausbildung die elementaren Naturerscheinungen gegenüber Urknall und Neutrinos in den Hintergrund?

Einfache und funktionstüchtige Sonnenuhren an möglichst vielen Schulen wären ein ideales Lehrmittel für den Astronomieunterricht.

Herbert Rau

Neue Landesverbände der Gesellschaft für astronomische Bildung (GAB) e. V.

Nach Sachsen konstituierten sich auch in Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg Landesverbände der GAB e. V. Der Landesverband Sachsen-Anhalt führte im September eine erste öffentliche Veranstaltung mit Prof. Dr. R. Kippenhahn durch. In Gesamt-Berlin wurde eine Interessengemeinschaft für astronomische Bildung in der Schule (IGABS) gebildet.

Die Redaktion

Jahreshauptversammlung

Die Jahreshauptversammlung der Gesellschaft für astronomische Bildung, Landesverband Mecklenburg/Vorpommern, findet am Sonnabend, dem 17. November 1990, in Güstrow, Pädagogische Hochschule, statt. Beginn: 10.00 Uhr. Auf der Tagesordnung stehen u. a. die Wahl des Vorstandes und die Beschlußfassung über das Statut. Astronomielehrer und andere Interessenten sind herzlich eingeladen.

Kontaktadresse: Prof. Dr. M. Schukowski, Helsingkier Straße 79, Rostock, O - 2520 / V. Kluge, Karlsfelder Straße 41, Torgelow, O - 2110 / K. Walden, F.-Engels-Straße 29, Schwerin, O - 2792.

ROSAT

Weiterhin perfekt arbeitet der deutsche Röntgensatellit ROSAT, der am 1. Juni 1990 auf seine Umlaufbahn gelangte. Die Kalibrations- und Verifikationsmessungen gingen Ende Juli in die geplante, systematische Durchmusterung des Himmels nach Röntgenquellen über. Während des Probetriebes haben die Wissenschaftler mit ROSAT vor allem helle Röntgenquellen beobachtet und auch für Eich-Messungen genutzt. Dabei gelangen den Forschern des Max-Planck-Instituts u. a. aufsehenerregende Röntgenaufnahmen des Supernovaüberrests «Cassiopeia A», wo um das Jahr 1670 ein Stern unseres Milchstraßensystems als Supernova explodierte. Das Ereignis blieb damals auf der Erde unbemerkt, vermutlich weil die Supernova durch eine interstellare Staubwolke verdeckt wurde. Die ROSAT-Aufnahmen zeigten erstmals die im Röntgenlicht strahlende, heiße Explosionswolke dieses mehr als 300 Jahre zurückliegenden Stern-Todes. (aus «Berichte und Meldungen der Max-Planck-Gesellschaft», 8000 München 1)

Hans Joachim Nitschmann

Gallex beginnt Meßbetrieb

Im Juni begann das europäische Gallium-Experiment («Gallex») mit ersten Messungen zum Nachweis von Neutrinos aus der Sonne. An dem Experiment sind Wissenschaftler aus der Bundesrepublik, Italien, Frankreich, Israel und den USA beteiligt. Die Gesamt-Menge von 30,3 Tonnen Gallium ist bereits zum Gran-Sasso-Tunnel in Italien transportiert worden, 22,5 Tonnen davon befinden sich inzwischen vollständig aufbereitet im Meßtank.

Mit Hilfe von 30 Tonnen Gallium – das ist etwa die Hälfte einer Jahresproduktion an diesem Material auf der Welt – wollen die Forscher von der Sonne stammende Neutrinos nachweisen. Dies sind rätselhafte Elementarteilchen, die bei den Energie-Erzeugungsprozessen in unserem Zentralgestirn entstehen und zum ersten Mal direkte Informationen über solche Vorgänge aus dem Inneren eines Sterns liefern. Darüber hinaus bestimmen noch unbekannte Eigenschaften der Neutrinos die wissenschaftlichen Theorien, die versuchen, sämtliche, in der Natur vorkommende Teilchen und Kräfte im Rahmen einer «Großen Vereinigung» miteinander zu verbinden.

Der Hersteller in Südfrankreich lieferte das Gallium in «Sechserpacks», sechs Behältern also, die jeweils 1 200 Liter Gallium-Chlorid-Lösung enthalten (entspricht je 700 Kilogramm Gallium). Die Flüssigkeit wird im sogenannten «Außentechnikum» während einer 20 Stunden dauernden Prozedur von den Störstoffen befreit, die durch die natürliche Höhenstrahlung entstanden sind. Um Neubildungen solcher Substanzen zu vermeiden, wird das Material anschließend in weniger als drei Stunden in den von der kosmischen Strahlung abgeschirmten Gallex-Meßraum geschafft. Er befindet sich ungefähr 1 400 Meter unter der Erdoberfläche, im Gran-Sasso-Untergundlabor, 6,3 Kilometer vom Eingang des Straßentunnels entfernt, etwa 140 Kilometer östlich von Rom.

Hier kommt das Gallium-Chlorid zur weiteren Aufbereitung in einen der beiden Groß-Tanks. Jeder faßt 70 Kubikmeter; das reicht aus für die 30 Tonnen Gallium: Sie sind in Salzsäure gelöst und nehmen dann als Gallium-Chlorid 54 Kubikmeter Raum ein.

Wie sämtliche für Gallex verwendeten Werkstoffe sind auch die Glasfasern in den Wänden der Gallium-Tanks «handverlesen» ausgesucht: ihr Gehalt an natürlichen radioaktiven Substanzen, wie etwa Radium, Thorium oder Uran, ist extrem niedrig. Damit soll Verfälschungen der Meßwerte durch Neutronen vorgebeugt werden. Denn obwohl in jeder Sekunde wahrscheinlich 66 Milliarden Neutrinos aus der Sonne jeden Quadratzentimeter der Erde durchdringen, ist ihre Wirkung gering: Am Ende der jeweils auf 20 Tage angesetzten Bestrahlungs-Perioden («Neutrino-Belichtungszeit») haben sie im Gallex-Tank durchschnittlich nur zehn Atome verändert – inmitten einer Gesamtmenge von 10^{30} Atomen –, so selten erzielen die Neutrinos «Treffer». Doch diese zehn Atome unterscheiden sich markant von der überwiegenden Masse des Detektor-Materials. Beim Zusammenstoß verwandelt ein Neutrino nämlich das Gallium-Atom in Germanium, und das ist als Chlorid gasförmig und radioaktiv: Aus dem flüchtigen Gallium-Chlorid wird so leichtflüchtiges Germanium-Chlorid.

Diese wenigen radioaktiven Germanium-Chlorid-Moleküle werden am Ende der «Belichtungszeit» mit Hilfe von 3 000 Kubikmetern Stickstoff in 16 bis 20 Stunden aus den 100 Tonnen Flüssigkeit des Neutrino-Dektors «hinausgetrieben» und nach einem dreistufigen Aufbereitungs- und Konzentrationsprozeß schließlich gemessen – anhand

ihrer Radioaktivität: Germanium hat 11,4 Tage Halbwertszeit – in dem Zeitraum zerfällt also die Hälfte der Germanium-Atome wieder, und zwar in Gallium. Aus der Anzahl der so nachgewiesenen Germanium-Atome schließen die Wissenschaftler dann auf den Fluß der Neutrinos von der Sonne.

Freilich bedeutet das «Herausfischen» solcher «Ultramikropuren» von wenigen Atomen aus der im Vergleich dazu riesigen Menge von 100 Tonnen im Gallex-Dektor «eine besondere Herausforderung an die Chemie». Doch die Wissenschaftler sind überzeugt: «Grundsätzlich kann sogar ein einziges Germanium-Atom aus 100 Tonnen Lösung abgetrennt werden», erläutert Dr. Edmund Henrich, «weil es aufgrund seiner Elektronenstruktur weiß, was es chemisch zu tun hat.» Dieser für Gallex erarbeitete, extrem empfindliche radiochemische Nachweis ist nach Angaben der Karlsruher Kernforscher «wegweisend» auch für andere Bereiche der chemischen Verfahrenstechnik, beispielsweise für den Umweltschutz.

Die schwache Wechselwirkung von Neutrinos mit Materie – ein Neutrino kann Millionen hintereinander aufgereichte Sonnen durchqueren, ohne dabei auch nur ein einziges Maß «anzustoßen» – macht ihre Beobachtung so interessant, aber auch so schwierig: interessant, weil Neutrinos das Innere von Sternen, auch unsere Sonne, ungehindert verlassen können, im Gegensatz etwa zur elektro-magnetischen Strahlung wie dem Licht, die auf ihrem Weg nach außen Millionen Jahre braucht und dabei mehrfach verändert wird.

Rückzug in den Untergrund

Bei den äußerst seltenen Treffern, die das kosmische Neutrino-Bombardement im Gallium erzielt, besteht allerdings die Gefahr, daß natürliche, in der Umwelt überall vorhandene, radioaktive Stoffe solche Ereignisse vortäuschen. Vor der kosmischen Höhenstrahlung haben sich die Wissenschaftler 1 400 Meter tief in die Erde, in das Untergrundlabor im Gran-Sasso-Straßentunnel zurückgezogen. Dadurch hat sich der durch die allgemeine kosmische Strahlung verursachte Störpegel noch einmal auf ungefähr ein Drittel verringert, im Vergleich beispielsweise zu dem ohnehin gegen solche Einwirkungen geschützten Meßsystem im «Low-Level-Labor» des Max-Planck-Instituts für Kernphysik in Heidelberg.

Dies ist gelungen, weil besonders der für Gallex störende Fluß an kosmischen Müonen im 1 400 Meter tief gelegenen Gran-Sasso-Labor auf weniger als ein Zehntel Promille verringert ist. Müonen sind in der kosmischen Höhenstrahlung vorkommende Elementarteilchen. Untertage bilden sie den Hauptbestandteil der «harten» und damit besonders durchdringenden Komponente der Höhenstrahlung. Zwar werden sie mit zunehmender Tiefe des Gesteins immer weniger, dennoch schaffen es einige, sogar bis zum Gallium-Experiment vorzudringen – von den Neutrino-Jägern im Untergrund-Labor werden sie deshalb besonders gefürchtet.

Um ganz sicher zu gehen, haben die Kernphysiker auch den «Einfang-Querschnitt» – also die Wahrscheinlichkeit, mit der die wenigen Rest-Müonen Gallium-Atome in Germanium umwandeln, neu – präziser – bestimmt, am Beschleuniger des europäischen Kernforschungszentrums CERN in Genf: Er liefert «fabrikmäßig» Müonen der gewünschten Energie.

Störpegel gemessen

Daraus haben die Wissenschaftler ermittelt, daß die natürliche kosmische Hintergrundstrahlung in der Tiefe des Gran-Sasso-Tunnels zu den erwarteten Meß-Ergebnissen etwa knapp zwei Prozent beitragen dürfte. Andererseits sind die Störungen, die von den radioaktiven Substanzen in den Gesteinen des Untergrundlabors und aus Tank- und Gallium-Verunreinigungen kommen, vernachlässigbar klein.

Zusätzlich haben die Wissenschaftler den Gallex-Zählraum mit einem Faraday'schen Käfig umgeben, der sämtliche, von außen kommende elektromagnetische Störstrahlung fernhält. Um diesen Schutz vollständig zu gewährleisten, wurden sogar die metallischen Datenleitungen unterbrochen: Die Meßwerte werden jetzt über eine Strecke aus Glasfasern «nach außen» übertragen zur Weiterverarbeitung in verschiedenen Computern. Außerdem registrieren die Forscher den Verlauf der beim radioaktiven Zerfall des Germaniums abgegebenen Pulse, um auch so vorgetäuschte Neutrino-Ereignisse ausschließen zu können. Das Zählen geschieht in besonders abgeschirmten Gehäusen hinter dicken Stahl-, Blei- und Kupfer-Wänden, die wiederum nur äußerst geringe Bestandteile an radioaktiven Verunreinigungen enthalten. Zusätzlich wachen Zähler aus Natrium-Jodid-Kristallen über möglicherweise gleichzeitig ablaufende Strahlungs-Prozesse. Auch das liefert Hinweise auf Störungen.

Unterdessen ist es den Wissenschaftlern des Max-Planck-Instituts für Kernphysik in den vergangenen fünf Jahren seit Beginn des Projekts gelungen, die Gallex-Zähler nicht nur weiter zu verkleinern, sondern dabei auch noch zu verbessern. Der neueste «HDII-Fe»-Typ hat eine um 30 Prozent gesteigerte Nachweisempfindlichkeit, 17 gleich-

empfindliche Zähler (von insgesamt 24 vorgesehenen) wurden mittlerweile «in Serie» gefertigt.

Sorgen bereitet den europäischen Neutrino-Forschern allerdings das sogenannte Eich-Experiment. Damit sollen die Gallex-Meßergebnisse bestätigt werden. Nach den bisherigen Plänen sollte 18 Monate nach Meßbeginn – derzeit also ungefähr im Jahr 1992 – eine künstliche Neutrino-Quelle, bestehend aus radioaktivem Chrom-51, in den Gallex-Meßtank eingesetzt und damit die Wirksamkeit des Neutrino-Detektors ebenso wie der chemischen Extraktions- und Nachweisprozesse wissenschaftlich eindeutig unter Beweis gestellt werden.

Jedoch: Der amerikanische Kollaborations-Partner, der die erforderliche Isotopen-Anreicherung für diese, durch intensive Neutronen-Bestrahlung hergestellte, «künstliche Sonne» für Gallex finanzieren wollte, hat kein Geld. «Ein wesentlicher Bestandteil des Experiments, der gesichert erschien, ist nun nicht mehr gesichert», klagt der wissenschaftliche Leiter des Experiments, Prof. Till Kirsten vom Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg. «Wobei Einhelligkeit besteht, daß dieses Chromquellen-Experiment für die Überzeugungskraft und damit für den Gesamterfolg von Gallex unverzichtbar ist.» Die Wissenschaftler suchen deshalb zur Zeit fieberhaft nach Alternativen. Inzwischen erscheint die technische Isotop-Anreicherung für die Chrom-51-Neutrinoquelle gewährleistet – die Finanzierung in Höhe von circa zwei Millionen US-Dollar dafür freilich noch nicht.

Eugen Hintsches

Die Hermann-Oberth-Gesellschaft (HOG) e. V. hat einen neuen Präsidenten

Nach fast 39jähriger ununterbrochener Präsidentenschaft stellte Dr.-Ing. A. F. Staats sein Amt aus Altersgründen nunmehr zur Verfügung. Auf der 39. Jahreshauptversammlung der Hermann-Oberth-Gesellschaft e. V., die im Juni 1990 im Rahmen des XXXIX. Raumfahrtkongresses in Garmisch-Partenkirchen stattfand, wurde Prof. Dr.-Ing. Hans J. Rath, Leiter des Zentrums für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation in Bremen, einstimmig zum neuen Präsidenten der HOG gewählt.

Dr.-Ing. Staats bleibt der HOG auch weiterhin verbunden und steht der HOG als gewählter Vizepräsident zur Verfügung. Aufgrund der großen Verdienste, die er sich um die Gesellschaft erworben hat, wurde er einstimmig zum Ehrenpräsidenten der Gesellschaft ernannt.

Hinzugewählt wurde als 5. Vizepräsident auf dieser Jahreshauptversammlung Prof. Dr. sc. techn. Ralf Joachim, Präsident der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR (GWR/DDR), nachdem die GWR/DDR korporatives Mitglied der HOG am 24. April 1990 wurde.

(Information der Redaktion ASTRONAUTIK, W-6837 St. Leon-Rot 2)

Anzeige

Verkaufe Bücher und Zeitschriften zur Astronomie und Raumfahrt. Liste gegen Freiumschlag bei W. Grünefeld, B.-Brecht-Str. 26, Thale, O - 4308.

Berichtigung!

Auf Seite 98, linke Spalte, 9. Zeile von unten lautet die Formel richtig:

$$R_{\odot}/2 \text{ 4S}_{\odot}$$

Auf Seite 120 im Text zum Titelbild heißt es in der 3. und 4. Zeile richtig 9000 ly sowie 300 ly Die Druckerei bittet die fehlerhafte Korrekturausführung zu entschuldigen!

**Krauter, J. (Herausgeber): Die Entstehung der Sterne.**

192 Seiten, etwa 150 überwiegend mehrfarbige Abbildungen. Spektrum Verlagsgesellschaft MBH, Heidelberg 1986, 44,- DM.

Die Schrift, ein Sammelband mit in den letzten Jahren von anerkannten Wissenschaftlern zum Thema veröffentlichten Aufsätzen, gibt einen anschaulichen Einblick in moderne Vorstellungen zur Sternentwicklung. Ausführlich werden Beobachtungsdaten über Vorgänge in interstellaren Wolken erörtert, die Ursache für die Sternbildung sind. Anhand von Beobachtungen wird auf Gebiete der Sternentstehung eingegangen. Ausführlich stellen die Verfasser Modelle zur Entstehung von Sternen vor. Der Leser erfährt Näheres über die Existenz relativ junger Sterne im Orionnebel und von Gasströmen, die mit ihrer hohen Geschwindigkeit Einfluß auf die Sternbildung nehmen. Es wird erläutert, unter welchen Bedingungen Einzel-, Doppelsterne und Sternhaufen entstehen, wie sich ein Sonnensystem bildet und wie Supernovae zur Sternbildung beitragen. Da die zweite Auflage dieser Broschüre bereits 1986 erschien, konnten Erkenntnisse aus der Supernova 1987A noch nicht berücksichtigt werden.

Appenzeller, J. (Herausgeber): Kosmologie und Teilchenphysik.

184 Seiten, etwa 120 überwiegend mehrfarbige Abbildungen, Spektrum Verlagsgesellschaft MBH, Heidelberg 1990, 44,- DM.

Die vom genannten Verlag zweite herausgegebene Broschüre zur Kosmologie befaßt sich vor allem mit kosmologischen Ergebnissen der Teilchenphysik. Es werden theoretische Erkenntnisse über die Struktur und Entwicklung des Universums vorgelegt, die mit Hilfe von Experimenten in modernen Teilchenbeschleunigern gewonnen wurden. Ausgehend von Beobachtungsdaten über den Aufbau des Weltalls und über die großräumigen Bewegungen der Galaxien wird auf Wechselwirkungen in Mikro- und Makrokosmos eingegangen, welche die strukturbildenden Prozesse vom Urknall bis zur Galaxienentstehung und der heutigen großräumigen Materieverteilung erklären könnten. Die Verfasser stellen kosmologische Denkansätze vor, die mittels der Teilchenphysik gewonnen wurden, z. B. neue Konzepte von Symmetrie, Quantengravitation und Strings, fadenartig aufgewickelte Raum-Zeit-Dimensionen sowie eine Inflation des expandierenden Kosmos.

Jedem Sternfreund, der sich näher mit modernen kosmologischen Fragen befassen möchte, ist diese Neuerscheinung eine wertvolle Hilfe.

Herrmann, D. B.: Entdecker des Himmels.

232 Seiten, 93 farbige und 60 s/w Abbildungen, 4. überarbeitete Auflage. URANIA-Verlag Leipzig/Jena/Berlin 1990.

Der Autor erläutert den komplizierten Werdegang der Astronomie vom Anfang bis zur Gegenwart. Jeder, der sich mittels wissenschaftlicher Fakten über das Entstehen des astronomischen Weltbildes informieren möchte, sollte dieses Buch lesen. Erfreulich sei vermerkt, daß in der vorliegenden Auflage das Kapitel über Forschungsmittel der Astronomie stark überarbeitet und gestrafft wurde. Während man in früheren Ausgaben eine relativ breite Darstellung zur Entwicklung der Raumfahrt findet, was eigentlich nicht zur Geschichte der Astronomie gehört, charakterisiert die vierte Auflage den Einsatz der Raumfahrtstechnik in der astronomischen Forschung nur in kurzer Form, ohne auf Einzelheiten einzugehen.

Angesichts der immer stärkeren Verbreitung astrologischen Gedankengutes wäre es wünschenswert, wenn sich der Leser etwas ausführlicher über den Ursprung, den Inhalt und den Werdegang der Astrologie informieren könnte, weil Astronomie und Astrologie zumindest bis in das Mittelalter in gewissem Sinne verflochten waren. Bei der Auseinandersetzung mit pseudowissenschaftlichen astrologischen Ideen sind konkrete historische Fakten vonnöten.

Helmut Bernhard



Titelbild – Der Eta-Carinae-Nebel im $H\alpha$ -Licht. Dieser hellste Gasnebel des Himmels erstreckt sich über rund 2,5 Grad und ist damit für den Amateur ein dankbares Objekt. Der Nebel ist 9 000 L. entfernt und hat 300 L. Durchmesser, das Zwanzigfache des Orionnebels. Bedingt durch seine riesige Größe, ist er eine Geburtsstätte extrem massereicher Sterne.

Aufgenommen mit Sonnar 2,8/180 am 15. 4. 1988 von 22.54-23.23 Uhr argent. Zeit.

Aufnahme: Wolfram Fischer

2. Umschlagseite – Zeiss-Planetarium Stuttgart. Die Aufnahme zeigt die eigenwillige Architektur des Gebäudes. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 115

Foto: Archiv Carl-Zeiss-Planetarium Stuttgart

3. Umschlagseite – Zeiss-Planetarium Stuttgart. Blick in den Kuppelsaal, im Bildvordergrund das «Cockpit». Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 115

Foto: Archiv Carl-Zeiss-Planetarium Stuttgart

4. Umschlagseite – Der von dem neuseeländischen Amateurastronomen Austin am 6. Dezember 1989 entdeckte Komet (1989 c1) kam zwar am 26. Mai 1990 mit einem Abstand von nur 35,9 Millionen km unserer Erde verhältnismäßig nahe, leider blieb aber die Helligkeit weit unter den Erwartungen. Unser Aufnahme-paar vom 20. Mai 1990, 01^h10^{min} bis 01^h30^{min} (oberes Bild) und 01^h31^{min} bis 01^h41^{min} (unteres Bild) zeigt deutlich, wie sich der Komet innerhalb von nur 16 Zeitminuten relativ zum Sternhintergrund weiterbewegt hat. Die Aufnahmen wurden im Brennpunkt des Zeiss-Kometensuchers 110/750 auf TP 2415 hyp. belichtet. Die Nachführung erfolgte nach dem Kometen, daher erscheinen die Sterne als Striche.

Aufnahmen: Wolfgang Schwinge

