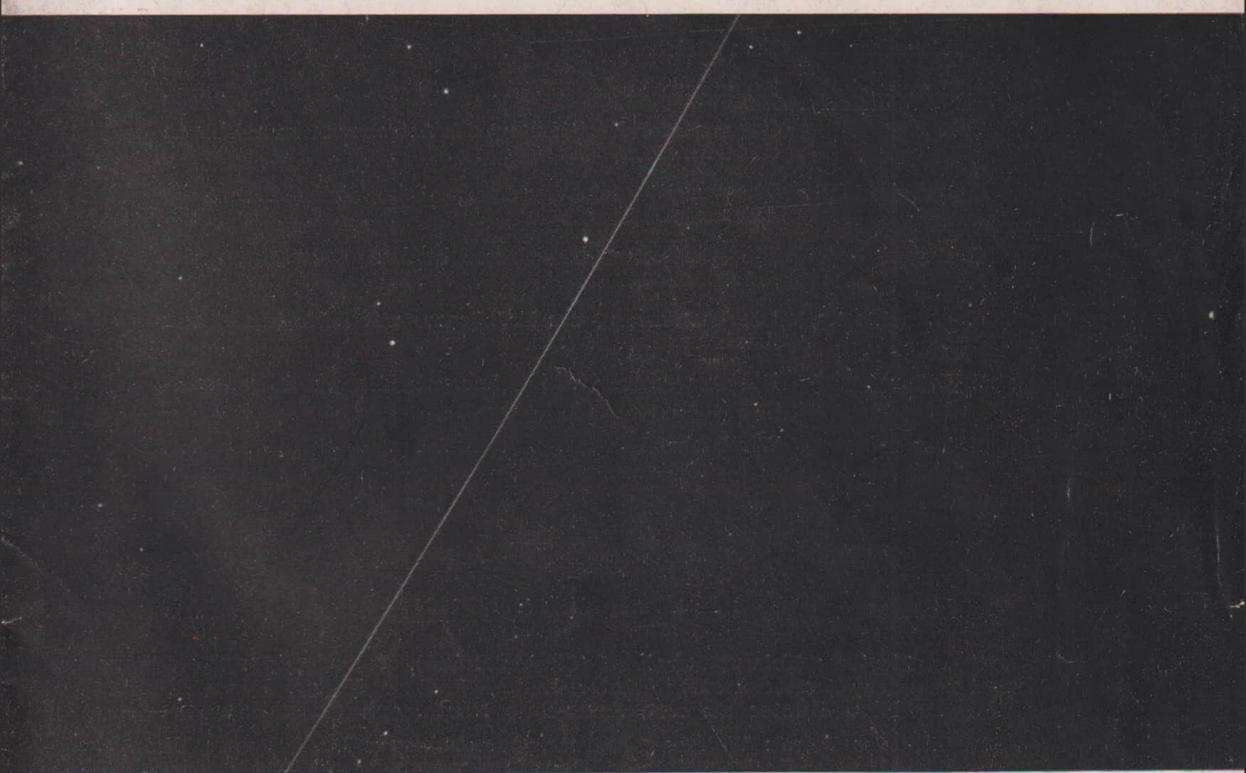


# Astronomie

*in der Schule*



1

---

1964



VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

# ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Zeitschrift für die Hand des Astronomielehrers

Herausgegeben vom Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag  
Berlin W 8, Lindenstraße 54 a — Telefon 20 05 41. Postscheckkonto: Berlin 1326 26  
Erscheinungsweise: zweimonatlich — Heft 1 — 1. Jahrgang 1964  
Einzelheft 0,60 MDN; im Abonnement halbjährlich (3 Hefte) 1,80 MDN

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
M. Honecker      Zum Geleit	1
H. Bernhard      An unsere Leser . . . . .	2
O. Mader      Zur weiteren Entwicklung des Astronomieunterrichts in der Oberschule . . . . .	4
Autorenkollektiv      Themenvorschläge für die fachliche Weiterbildung der Astronomielehrer . . . . .	8
G. Poppei      Die weltanschaulich-philosophischen Grundlagen des Astronomieunterrichts . . . . .	11
K.-G. Steinert      Die Vermessung des Erdkörpers mit Hilfe künstlicher Satelliten . . . . .	17
R. Kollar      Die Anwendung von Zehnerpotenzen im Astronomieunterricht . . . . .	21
G. Lampe      Wir beobachten . . . . .	3. Umschlagseite

Redaktionsschluß: 1. Juli 1964

Redaktionskollegium: Helmut Bernhard (Chefredakteur), Hans-Joachim Nitschmann (stellvertretender Chefredakteur), Günter Baum, Rüdiger Kollar, Eberhard-Heinz Schmidt, Dr. Klaus-Günter Steinert, Anne-Rose Nitschmann (Redaktionssekretärin)

Wissenschaftlicher Beirat: Wolfgang Büttner, Oberstudienrat Dr. Dorothea Dietrich, Dr. Otto Günther, Dr. Karl Kellner, Klaus Lindner, Studienrat Oskar Mader, Dr. Siegfried Michalk

### Anschrift der Redaktion:

Sternwarte Bautzen, Friedrich-List-Straße 8, Telefon 31 35, TELEX 019 8742

Einsendung von Beiträgen in zweifacher Ausfertigung an die Anschrift der Redaktion; für unverlangt eingesandte Beiträge und Abbildungen keine Gewähr

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe und Genehmigung der Redaktion

Veröffentlicht unter der Lizenz 1488 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik

Bestellungen werden durch den Buchhandel und die Deutsche Post entgegengenommen. Bezug für Westdeutschland durch den Buchhandel, für das Ausland durch Deutscher Buch-Export und -Import GmbH, Leipzig C 1, Leninstraße 16

Satz und Druck: Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen

Abbildungen: Titelseite — Bahnspur des amerikanischen Ballonsatelliten ECHO 2 am 6. Februar 1964.  
Aufnahme: H. J. Nitschmann. — 3. Umschlagseite — Plejaden. Aufnahme: A. Ansorge, Bernstadt/Sa.  
4. Umschlagseite — Bahnspur eines hellen Meteors. Aufnahme: Archiv.

## **Zum Geleit**

Die Vereinigung periodisch herausgegebener schulastronomischer Publikationen mit der Beilage „Astronomie in der Schule“ zu einer zweimonatlich erscheinenden Schrift gibt unserer Schule ein Organ, das sich an alle Astronomielehrer und sonstigen interessierten Lehrer der Republik wendet, um ihnen auf den Gebieten der Astronomie und Astronautik das für den Unterricht aktuellste und wichtigste Material und außerdem Hilfe für die pädagogische und methodische Arbeit – insbesondere auf dem Gebiet der weltanschaulichen Bildung und Erziehung – zu bieten. Nicht zuletzt hat die neue Zeitschrift „Astronomie in der Schule“ die verantwortungsvolle Aufgabe, die schulpolitischen Forderungen unseres Staates, wie sie sich z. B. aus den „Grundsätzen für die Gestaltung eines einheitlichen sozialistischen Bildungssystems“ ergeben, zu erläutern.

Damit unterstützt die Zeitschrift „Astronomie in der Schule“ auch die Arbeit der mit Hilfe vieler begeisterter Lehrer und Freunde der Astronomie geschaffenen größeren und kleineren astronomischen Stationen, die durch anschauliche und erzieherisch wertvolle Veranstaltungen der Anleitung und Verbesserung des Astronomieunterrichtes dienen und vor allem dazu beitragen, daß die Schüler ein wissenschaftlich fundiertes Weltbild erwerben. Darauf hinaus wirken diese Einrichtungen zusammen mit bekannten wissenschaftlichen Instituten bei der Qualifizierung der Astronomielehrer mit, so daß sowohl Lehrende als auch Lernende von der neuen Zeitschrift wertvolle Anregungen und Hilfe erwarten.

Bei der Erfüllung dieser umfassenden und schönen Aufgaben wünschen wir der Redaktion der Zeitschrift „Astronomie in der Schule“ und ihrer gewiß ständig wachsenden Anzahl von Mitarbeitern aus den Kreisen der Astronomielehrer und Wissenschaftler viel Erfolg und Schöpferkraft.

Minister für Volksbildung  
der Deutschen Demokratischen Republik

# D

Die Herausgabe der Zeitschrift „Astronomie in der Schule“ ist ein bedeutender Schritt zur besseren Anleitung der Lehrer dieses Faches. Nicht zufällig erscheint sie zu dem Zeitpunkt, da der Entwurf der Grundsätze für die Gestaltung eines einheitlichen sozialistischen Bildungssystems von unseren Pädagogen und in der Öffentlichkeit beraten wird. Die jetzt vorliegende Zeitschrift ist bereits ein Beitrag zur Verwirklichung dieses Perspektivprogramms.

Unsere regelmäßigen Veröffentlichungen sollen allen Astronomielehrern helfen, ihr Können fachlich und methodisch zu erhöhen, um neue Lehrmethoden im Unterricht anzuwenden. Sie sind die wichtigste Voraussetzung zur Verbesserung der Bildungs- und Erziehungsarbeit im Fach Astronomie.

Die Zeitschrift wendet sich aber nicht nur an alle Astronomielehrer, sondern spricht zu den Fachwissenschaftlern, Fachmethodikern der Aus- und Weiterbildungseinrichtungen; sie will das Interesse der Volks- und Schulsternwarten, der Mitglieder der Ständigen Kommissionen Volksbildung der Volksvertretungen, der Jugendstundenleiter fördern; sie ruft alle für den Astronomieunterricht Verantwortlichen auf mit dem Ziel, durch einen breiten Erfahrungsaustausch die auf diesem Gebiete bestehende Gemeinschaftsarbeit zu vertiefen.

Ein weiteres wichtiges Anliegen unserer Zeitschrift ist die Erläuterung der Schulpolitik von Partei und Regierung, bezogen auf den naturwissenschaftlichen Unterricht.

Mit dem Beitrag „Die weiteren Aufgaben des Astronomieunterrichts“ von O. MADER werden die nächsten Schritte, die zur Verwirklichung der im Bildungsprogramm gesteckten Ziele im Fach Astronomie zu gehen sind, dargelegt. Wir rufen alle Lehrer, Fachwissenschaftler und andere interessierte Personen zur Aussprache auf und bitten sie um ihre Meinung, weil den Schülern noch bessere Kenntnisse über die Erscheinungen und Gesetzmäßigkeiten der Bewegung und Entwicklung im Kosmos auf der Grundlage der Astrophysik vermittelt werden müssen.

Veröffentlichungen von neuen Erkenntnissen der Fachwissenschaft und Fachmethodik und über die Verbindung des Faches mit der Philosophie werden bei vielen Astronomielehrern das Bedürfnis zur fachlich-methodischen Qualifizierung wecken. Auch unsere Lehrerstudenten und Schüler der Oberschulen erhalten dadurch für ihre Ausbildung aktuelles wissenschaftliches Material.

Wir verweisen auf die in diesem Heft enthaltenen Themenvorschläge für die fachliche Weiterbildung der Lehrer, die im Auftrage des Ministeriums für Volksbildung ausgearbeitet wurden. Sie geben allen Pädagogen wertvolle Anregungen für das Selbststudium.

Die rasche Entwicklung einiger Spezialgebiete der Astronomie, besonders der Astronautik und Astrophysik, erfordert eine ständige Information unserer Leser über die neuesten Forschungsergebnisse auf diesem Gebiet. Aber auch die methodischen Wege, auf denen die Probleme den Schülern im Unterricht erfolgreich vermittelt werden können, sollen gezeigt werden.

Wissenschaftler und Pädagogen aus unserer Republik und aus anderen Staaten, besonders aus den sozialistischen Ländern, werden zu diesen Fragen in unserer Zeitschrift zu Wort kommen.

Auch im Fach Astronomie sind eine hohe Wissenschaftlichkeit und Effektivität Angelpunkte der sozialistischen Bildungs- und Erziehungsarbeit. Seit Bestehen des Unterrichtsfaches Astronomie wurden zwar gute Lernergebnisse erzielt, das Erreichte kann jedoch nicht befriedigen.

Noch werden längst nicht alle Möglichkeiten zur Entwicklung der Aktivität der Schüler genutzt. Neue Methoden der Stoffvermittlung, größeres Interesse weckende Formen der Übungen und der Wiederholung werden nur zaghaft angewendet oder sind den Lehrern nicht genügend bekannt.

Die erhöhten Anforderungen, die das Bildungsprogramm an das Fach Astronomie stellt, zwingen uns, ständig nach modernen Methoden und Anwendungsverfahren zu suchen. Durch ihre umfassende Verbreitung sollen alle Astronomielehrer für das Neue und Nachahmenswerte interessiert werden und es in ihrer eigenen Tätigkeit schöpferisch anwenden. Wir wollen uns in der nächsten Zeit besonders mit den Problemen der Befähigung der Schüler zur selbständigen Arbeit im Unterricht und mit der Durchführung astronomischer Schülerbeobachtungen beschäftigen.

In vielen Schulen ist die Himmelsbeobachtung noch kein fester Bestandteil des Astronomieunterrichts. Unsere Zeitschrift wird durch inhaltliche und methodische Hinweise allen Fachlehrern helfen, ihren Unterricht noch besser mit der praktischen Beobachtung zu verbinden. Die Beschreibung von modernen Lehr- und Lernmitteln und Erläuterungen über den richtigen methodischen Einsatz, Literaturbesprechungen und die Herausgabe

von Karteikarten für die fachlich-methodische Vorbereitung werden die Arbeit des Lehrers erleichtern und zu einer guten Gestaltung des Unterrichts beitragen.

Oft hat der Astronomieunterricht noch beschreibenden Charakter. Zur Erreichung höherer Lernergebnisse ist aber eine wissenschaftlich begründete Darstellung des Stoffes notwendig. Sie setzt eine enge Verbindung mit den Fächern Mathematik und Physik voraus. Es ist daher unser Anliegen, Möglichkeiten zur mathematisch-physikalischen Durchdringung des Astronomieunterrichts zu schaffen und Querverbindungen zu anderen Unterrichtsfächern zu knüpfen.

Astronomische Kenntnisse gehören nicht nur zur heutigen Allgemeinbildung der Jugend, sondern haben auch großen erzieherischen Wert. Sie tragen zur Festigung einer wissenschaftlich fundierten Weltanschauung bei. Damit leistet das Fach Astronomie einen bedeutenden Beitrag zum Weltbild des zukünftigen sozialistischen Staatsbürgers.

Der Lehrgegenstand besitzt viele Berührungspunkte mit weltanschaulichen Problemen. Die Möglichkeiten, auf astronomischen Erkenntnissen aufbauend, philosophische Gedanken zu vermitteln, werden im Unterricht wenig genutzt. Auch für unser Fach gilt die Feststellung des Bildungsprogramms, daß die Einheit von Bildung und Erziehung oft nicht beachtet wird.

Wenn augenblicklich noch kein geschlossenes System für die ideologische Bildung und Erziehung vorhanden ist, so leistet doch bereits jetzt jedes Fach dazu seinen spezifischen Beitrag.

Die Veränderung des Staatsbürgerkundeunterrichts im Schuljahr 1964/65 erfordert auch vom Astronomielehrer Überlegungen, welche weltanschaulichen Vorleistungen er für dieses Fach schaffen kann.

Mit dem Beitrag „Die weltanschaulich-philosophischen Grundlagen des Astronomieunterrichts“ von Dr. G. POPPEI geben wir eine erste Orientierung zur staatsbürgerlichen Erziehung im Fach Astronomie. Neben Abhand-

lungen über spezielle Fragen dieser Aufgabenstellung werden unsere Methodiker Wege zeigen, wie weltanschauliche Erkenntnisse im Unterricht zu vermitteln sind.

Die Hebung der Bildung und Erziehung im Astronomieunterricht ist nicht zuletzt auch von einer besseren Leitungstätigkeit abhängig. Sicher gibt es auf diesem Gebiet gute Ansätze. Trotzdem beklagen sich viele Astronomielehrer, daß ihr Fach in die Anleitung und Kontrolle des Direktors oder der verantwortlichen Schulfunktionäre kaum einbezogen wird. In zahlreichen Schulen unterschätzt man die Bedeutung des Astronomieunterrichts.

Das Bemühen um höchste Bildungs- und Erziehungsergebnisse in allen Unterrichtsfächern ist der Maßstab für eine sachkundige Leitung des Direktors und der Schulfunktionäre.

Unsere Zeitschrift wird auch durch die Analyse guter und schlechter Leitungsmethoden ihren Lesern Hinweise geben, um die eigene Arbeit kritisch einzuschätzen und systematisch zu verbessern. Gleichzeitig wird damit allen Verantwortlichen für den Astronomieunterricht geholfen, ihre Tätigkeit noch verantwortungsbewußter durchzuführen.

Es wurden hier nur einige Aufgaben der neuen Zeitschrift genannt. Das gesteckte Ziel ist dann zu erreichen, wenn in unserem Publicationsorgan möglichst viele Astronomielehrer, Fachwissenschaftler und Sternfreunde zu Wort kommen. Ein echter wissenschaftlicher Meinungsstreit über die grundlegenden fachlich-methodischen Probleme des Astronomieunterrichts mag sich nunmehr entfallen!

Die Redaktion bittet ihre Leser um Beiträge, Vorschläge und Hinweise zur Gestaltung dieser Zeitschrift.

Die Veröffentlichungen guter Erfahrungen aus Theorie und Praxis und deren schöpferische Anwendung werden zu einem höheren Niveau der Bildung und Erziehung im Fach Astronomie führen.

**Helmut Bernhard, Chefredakteur**

## Zur weiteren Entwicklung des Astronomieunterrichts in der Oberschule

In den vergangenen Jahren, seit Einführung des Unterrichtsfaches Astronomie am 1. September 1959, wurden an unseren Schulen bei der astronomischen Bildung gute Erfolge erzielt. Dank der wirkungsvollen Unterstützung, die astronomisch interessierte Lehrer, Mitglieder der Elternbeiräte und Angehörige der Patientenbetriebe den Schulen gegeben haben, konnte die materielle Ausstattung für den Astronomieunterricht auf einen wesentlich höheren Stand gebracht werden, als es zur betreffenden Zeit allein im Rahmen der Haushaltspläne der Schulen möglich gewesen wäre. Durch Selbstbau wurden nicht nur viele technisch einfache, aber didaktisch wirksame astronomische Geräte, sondern an nicht wenigen Orten auch komplizierte, anspruchsvollere Instrumente geschaffen. Überall in den Bezirken unserer Republik haben sich an Schul- und Volkssternwarten Zentren astronomischer Arbeit gebildet, von denen der Astronomieunterricht der Schulen, die außerunterrichtliche und außerschulische Tätigkeit wertvolle Impulse erhielten. Zahlreiche Schulsternwarten und Beobachterkollektive sind in die Lösung spezieller wissenschaftlich-astronomischer und geophysikalischer Aufgaben einzbezogen, z. B. in den internationalen Satellitenbeobachtungsdienst. Viele Lehrer der Fächer Geographie und Physik haben die systematischen Weiterbildungsveranstaltungen für Astronomie unterrichtende Lehrer regelmäßig besucht und z. T. auch die Zusatzaufgaben für die Lehrbefähigung im Fach Astronomie abgelegt. Heute verfügt unsere sozialistische Schule über einen Stamm von Lehrern, die mit Sachkenntnis, Interesse und Liebe zur Wissenschaft Astronomieunterricht erteilen und diese pädagogische Arbeit nicht mehr missen möchten.

Die Erfolge, die wir in den fünf Jahren seit der Einführung des Astronomieunterrichts in unserer Oberschule errungen haben, dürfen uns aber nicht zu beschaulicher Selbstzufriedenheit verleiten. Der Aufbau des neuen einheitlichen sozialistischen Bildungssystems stellt auch an den Astronomieunterricht erhöhte Forderungen, vor allem im Bereich der wissenschaftlichen und weltanschaulichen Bildung und Erziehung. Es ist kein Geheimnis, daß der weltanschauliche Gehalt des Unterrichtsstoffes heute noch nicht überall ausgeschöpft wird und die theoretische, logische Durchdringung der praktischen astronomi-

schen Beobachtungstätigkeit oftmals Wünsche offen läßt.

Gegenwärtig kommt es in unseren Schulen vor allem darauf an, die Forderungen des gültigen Lehrplans möglichst vollkommen und in hoher Qualität zu erfüllen. Wege dazu bietet besonders eine verbesserte Gestaltung des Unterrichts in inhaltlicher und methodischer Hinsicht.

*Der Grundsatz der Wissenschaftlichkeit des Unterrichts fordert, die neuesten Erkenntnisse der astronomischen Wissenschaft und ihrer Nachbarwissenschaften, vor allem der Physik und der Chemie, auf den obligatorischen Unterrichtsstoff anzuwenden und gegebenenfalls zur Illustration der astronomischen Fakten und Gesetzmäßigkeiten heranzuziehen. Die einschlägige Fachliteratur – einschließlich der Fachpresse – kann jedem Lehrer hierbei wertvolle Hilfe geben, zumal die rasche Entwicklung, vor allem der Astronautik und der Kosmogonie, sowie die stete Verfeinerung der Meßmethoden bisher bekannte Werte für die verschiedensten astronomischen Größen korrigieren oder deren wahrscheinliche Fehler verkleinern.*

*Entscheidend für die Niveauerhöhung des Astronomieunterrichts ist aber nicht nur die wissenschaftliche Aktualität, sondern auch die philosophische Durchdringung des gesamten Unterrichtsstoffes und die enge Einbeziehung der astronomischen Beobachtungen sowie anderer selbständiger Arbeiten der Schüler in den Unterrichtsablauf, in den Erkenntnisprozeß im Unterricht. Diese beiden Faktoren, die unmittelbar miteinander verbunden sind, erweisen sich gegenwärtig als notwendige Bedingungen für eine wirksame intellektuelle und weltanschauliche Bildung und Erziehung der Schüler im Astronomieunterricht.*

Zur philosophischen Durchdringung des Astronomieunterrichts gehört nicht allein das Heranführen der Schüler an spezielle philosophische Begriffe und Zusammenhänge – wie den Unendlichkeitsbegriff, das Gesetz von der materiellen Einheit der Welt – oder die Diskussion allgemeinsten philosophischen Fragen, sondern auch die Betrachtung der einzelnen wissenschaftlichen Fakten und Beziehungen unter philosophischem Aspekt. Das betrifft z. B. das Wesen der astronomischen Gesetzmäßigkeiten, ihre objektive Gültigkeit und ihre Gültigkeitsbereiche, den Weg der Kennt-

nisgewinnung in der astronomischen Wissenschaft — historisch und gnoseologisch gesehen —, die Richtung des Fortschritts in dieser Wissenschaft, den Zusammenhang zwischen Wissenschaft und Produktion sowie zwischen Theorie und Praxis innerhalb der Wissenschaft und vieles andere. Es kommt besonders darauf an, den Schülern den Blick für philosophische Fragen zu schärfen, vor allem für die Grundfrage der Philosophie, die Frage nach dem Verhältnis von Materie und Bewußtsein, und für Probleme, die den Zusammenhang und die Unterschiede von Philosophie und Einzelwissenschaften, hier speziell Naturwissenschaften, betreffen. Die Erfahrung hat bewiesen, daß die Schüler dieser Stufe solchen Fragestellungen großes Interesse entgegenbringen und sie auch zu erfassen vermögen. Im Staatsbürgerkundeunterricht werden nach dem neuen Lehrplan philosophische Probleme zum Teil explizite behandelt, sie bilden einen Gegenstand dieses Faches. Zwischen dem Astronomieunterricht und diesem Fach müssen darum enge Beziehungen angestrebt werden; kaum ein anderes naturwissenschaftliches Fach steht den allgemeinsten philosophischen Problemen so nahe wie die Astronomie, bedingt durch ihren Gegenstand.

Die Einbeziehung der *praktischen Schülerarbeit*, unter der in erster Linie die *selbständigen astronomischen Beobachtungen* innerhalb der Unterrichtsstunde (bzw. der Praktikumszeit) und außerhalb des Unterrichts zu verstehen sind, in den Bildungs- und Erziehungsprozeß muß helfen, die Schüler mit dem Wesen wissenschaftlicher Arbeit in dem betreffenden Fach, mit dem Zusammenwirken vieler Komponenten dabei, vertraut zu machen. Das ist nicht nur für die geistige Bildung der Schüler von hohem Wert, sondern auch für ihre charakterliche und sittliche Formung, für ihre Erziehung zu planvoller, zielgerichteter Arbeit. Wenn auch der „rein physische“ Teil der praktischen Tätigkeiten auf astronomischem Gebiet kaum ins Gewicht fällt, so zwingen doch diese Tätigkeiten zu einer exakten, verantwortungsbewußten Koordinierung geistiger und manueller Elemente, zu einer hohen Anspannung der Sinne und des kritischen Verstandes. Die Ausübung der Techniken der astronomischen Arbeit greift weit über das Fachspezifische hinaus und hilft, bei den Schülern allgemein anwendbare und auf andere Bereiche übertragbare Fähigkeiten und Fertigkeiten zu entwickeln. Nicht zu unterschätzen sind die weltanschaulichen, speziell die philosophischen Erkenntnisse, die bei solchen Tätigkeiten gewonnen werden können; sie betreffen nicht allein die Resultate dieser Tätigkei-

ten, die Erkenntnisse über den zu untersuchenden Gegenstand oder Vorgang, sondern auch die Wege, auf denen diese Resultate erzielt werden, also den Erkenntnisprozeß in seinem dialektischen Ablauf.

Der Aufbau des einheitlichen sozialistischen Bildungssystems in unserer Republik, das vom Programm der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands gefordert wird und dessen Grundsätze wir heute überall diskutieren, bestimmt die weitere Entwicklung des Astronomieunterrichts. Diese Entwicklung wirft eine Reihe theoretischer Probleme auf, bedingt durch die Fortschritte in der Wissenschaft, in der Theorie des Unterrichts und in der Pädagogik insgesamt.

Gegenstand, Aufgaben und Ziele des Astronomieunterrichts haben im System der Bildung und Erziehung bereits in den letzten Jahren ihren festen Platz gefunden; neue Fragen wirft in erster Linie der konkrete Inhalt dieses Faches — im allgemeinen und im einzelnen — auf.

Die astronomische Wissenschaft entwickelt sich vor allen in ihren neueren Gebieten — in bestimmten Bereichen der *Astrophysik*, in der *Kosmologie* und *Kosmogonie*, der *Radioastronomie* und der *Astronautik* — rasch und zügig weiter; ihr Wissensschatz wächst wie in den anderen Naturwissenschaften rascher als in geometrischer Folge an. Ein Verständnis der Astronomie als Wissenschaft, der Erscheinungen, Vorgänge und Gesetzmäßigkeiten im Universum ist aber ohne die Kenntnis elementarer Grundlagen der Astronomie, die schon seit langer Zeit zum Bestand der Wissenschaft gehören, nicht möglich. Allein diese Feststellung gibt Anlaß, das Verhältnis zwischen dem Stoff, der dem Traditionalsbestand entnommen ist, und den Inhalten, die aus den modernen Disziplinen stammen, zu überprüfen. Die Problematik ist natürlich noch umfassender, sie ist nur im Rahmen des Gesamtsystems der Bildung und Erziehung in der sozialistischen Schule zu lösen.

So wäre zu prüfen, ob im Vergleich mit dem Inhalt des bisherigen Unterrichts die weltanschaulich bedeutsamen „nichtelementaren“ Gebiete der Wissenschaft nicht stärkerer Berücksichtigung bedürfen, vielleicht mit Ausnahme der Kosmonautik, der gegenwärtig bereits verhältnismäßig viel Raum — auch verglichen mit den anderen sozialistischen Staaten — gegeben wird.

Im Vergleich mit dem bisher gültigen Lehrplan wäre auch eine *Verstärkung der speziell astrophysikalischen Themen* zu erwägen. Die besondere Berücksichtigung astrophysikalischer

Themen in unseren Schulen ist traditionell, sie entspricht auch der Entwicklungstendenz der astronomischen Forschung in unserer Republik. Bei der Weiterentwicklung der Lehrpläne bedarf die Astrophysik wohl vor allem einer gewissen Verliefung, weniger einer stofflichen Erweiterung.

Da die gegenwärtige Entwicklung der astronomischen Wissenschaft hauptsächlich Spezialgebiete betrifft, die höchstens in bestimmten Einzelfragen zur Allgemeinbildung gerechnet und damit in den Stoff der Oberschule aufgenommen werden können, wird die wesentliche Aufgabe bei der *Modernisierung des Unterrichtsinhalts im Fach Astronomie* wahrscheinlich nicht so sehr in umfangreichen Änderungen ganzer Stoffgebiete oder Einzelthemen bestehen, sondern in der Durchsetzung einer modernen Auffassung von allen im Plan angegebenen Stoffen, insbesondere im Übergang von einer nur beschreibenden Darstellung zu einer wissenschaftlich-begründenden Darstellung, unter *Anwendung von Erkenntnissen aus Nachbarwissenschaften*, insbesondere aus der *Physik, der Chemie und der Mathematik*. (Reste einer vorwiegend deskriptiven Darstellung haben sich im Astronomieunterricht bis heute z.B. bei der Behandlung der Objekte des Sonnensystems und des Aufbaus des Universums erhalten; beim letzten Gebiet ist das Problem schwieriger zu lösen, da die Kosmologie als Wissenschaft sich höchst komplizierter Modellvorstellungen und theoretischer Ansätze, vielfach sogar rein hypothetischer Natur, bedient.)

Eine weitere Frage betrifft den *Inhalt, den Umfang und die Einordnung der wissenschaftsgeschichtlichen Themen*. Der gegenwärtig gültige Lehrplan sieht vor, vorerst die wissenschaftlichen Einzelheiten und Gesetzmäßigkeiten darzustellen, den Schülern also zunächst den gegenwärtigen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis zu vermitteln, und ihnen danach eine Übersicht über das historische Werden dieser Erkenntnis zu geben. In der Diskussion ist dagegen gefordert worden, historisch-genetisch vorzugehen, zumal sich die gegenwärtige Stoffanordnung des Astronomieunterrichts hierfür als recht günstig erweist (scheinbare Bewegungen am Sternhimmel – geozentrisches Weltbild; Physis des Sonnensystems – heliozentrisches Weltbild; Physis der Sterne und Sternsysteme – Astrophysik vom 19. Jahrhundert an usw.). Der weltanschauliche Wert eines solchen Vorgehens soll hier keinesfalls bestritten werden, zu bedenken ist aber, ob ein solcher Lehrgang rationell ist und die Schüler zu einer richtigen, zu einer historisch-materialistischen Einschätzung der

Geschichte der Astronomie führt. So muß bezweifelt werden, daß die Schüler dabei die gnoseologischen Aspekte (astronomische Vorstellungen und Annahmen als Widerspiegelung der objektiven Realität, als Prozeß der Annäherung an die absolute Wahrheit) genügend klar erfassen können.

Viele Probleme wirft die *methodische Gestaltung des Unterrichts* auf. Vor allem müssen solche methodischen Formen des Unterrichts gefunden werden, mit denen die fachspezifischen Forderungen und die Forderung nach allseitiger Entwicklung der geistigen Fähigkeiten der Schüler erfüllt werden können. Es bedarf heute kaum noch einer besonderen Begründung, daß auch im Astronomieunterricht das Wissen Methode wird und das Können dynamischen, disponiblen Charakter annehmen muß. Unter den Aufgaben bei der geistigen Bildung der Schüler steht auch im Astronomieunterricht die Schulung des logischen Denkens im Vordergrund, insbesondere durch die Anwendung von Induktion und Deduktion, Analyse und Synthese, Abstraktion und Konkretisierung, Verallgemeinerung und Spezialisierung. Das Studium astronomischer Fachliteratur, die Arbeit mit Nachschlagewerken, Tabellen und Diagrammen sowie mit verschiedenenartigen mathematischen Hilfsmitteln müssen zur Entwicklung gesellschaftlich wichtiger Techniken in der geistigen Arbeit wesentlich beitragen und die mathematische Kultur der Schüler fördern. Durch die Vorbereitung auf Kurzreferate, Seminare und Kolloquien sowie durch das Anfertigen schriftlicher Arbeiten über selbständige Beobachtungen oder über ein Thema nach vorliegender Literatur können die Schüler außerdem zum sicheren Gebrauch der Muttersprache und der fachlichen Terminologie, zu richtiger Definition von wissenschaftlichen Begriffen, zu klarem Ausdruck und phrasenlosem Stil erzogen werden. Astronomische Beobachtungen beeinflussen positiv auch die Genauigkeit, die Gründlichkeit und die Aufmerksamkeit der Schüler, ebenso Fleiß, Ausdauer und Leistungswillen.

Es braucht nicht näher begründet zu werden, daß in einem künftigen Astronomieunterricht die *selbständige Beobachtung astronomischer Erscheinungen und Vorgänge* – eingebettet in das Gesamtsystem wissenschaftlich-astronomischer Tätigkeiten – eine *zentrale Stellung* einnehmen muß. Ein noch offenes Problem ist dabei jedoch die Auswahl der für die Schüler geeigneten Beobachtungsaufgaben, die Schaffung eines für Bildung und Erziehung optimalen *Systems* dieser Tätigkeiten. Gegenwärtig werden in unseren Schulen mit verschiedenen Systemen dieser Art Erfahrungen

gesammelt; als Grundlage dienen dafür zu meist die zahlreichen Veröffentlichungen in der pädagogischen Presse und Literatur, die zu diesem Thema in den vergangenen Jahren erschienen sind.

Im Zusammenhang mit dieser Frage sind auch die Überlegungen zur *Stoffanordnung des Astronomieunterrichts* zu sehen. Die Stoffanordnung muß möglich machen, daß die Schüler von den ersten Stunden an selbständig beobachtungspraktisch arbeiten können und daß die Beobachtungen mit der Zeit komplizierter werden und immer höhere Anforderungen nicht nur hinsichtlich ihrer technischen Ausführung, sondern auch hinsichtlich ihres intellektuellen Gehalts stellen. Der Vorschlag, den Astronomieunterricht nicht mit der Orientierung am Sternhimmel, sondern mit der Darlegung des Baues des Milchstraßensystems und des Universums oder mit der Physik der Fixsterne zu beginnen, muß auch unter diesem Aspekt eingeschätzt werden.

Von wesentlicher Bedeutung für die weitere Erhöhung der Bildungs- und Erziehungswirk samkeit des Astronomieunterrichts ist die richtige *Verwendung effektiver Lehrmittel*. Der Gegenstand des Unterrichtsfaches bedingt nicht nur besondere Arten und Formen der Lehrmittel, sondern auch, rein quantitativ gesehen, einen weit stärkeren Einsatz verschiedenartiger Lehrmittel im Vergleich mit den anderen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern.

Da der Inhalt und die Methode des Astronomieunterrichts umfangreiche selbständige Beobachtungen der Schüler, vor allem exakte Messungen fordern, wird in Zukunft nicht nur eine Vervollständigung der gegenwärtigen instrumentellen Ausstattung der Schulen notwendig sein, sondern auch die Entwicklung neuer oder verbesserter, leistungsfähigerer Lehrmittel. In den verschiedenen Lehrmittelkategorien scheinen sich insbesondere folgende Entwicklungslinien abzuzeichnen:

Die gegenwärtig vom VEB Carl Zeiss Jena hergestellten und im Handel befindlichen *Schul- bzw. Amateurfernrohre* mit 63 mm und 80 mm Öffnung entsprechen den Anforderungen an ihre Leistungsfähigkeit durchaus; sie erfordern aber ihrer Bauart wegen eine sehr stabile Montierung. Deshalb sollte die Neuentwicklung leichter und billigerer Schulfernrohre nach dem Prinzip des in der UdSSR verwendeten *Maksutow-Schulfernrohrs* (Meniskus-Cassegrain-Spiegel) erwogen werden, zumal die gegenwärtig vom VEB Carl Zeiss gefertigten größeren Meniskus-Cassegrain-Spiegel fernrohre nur für ausgebauten größere Schul sternwarten in Betracht kommen; ihre Lei-

stungsfähigkeit kann im Astronomieunterricht allein bei weitem nicht voll genutzt werden. (Außerdem ist ihr momentaner Preis für Schulen kaum akzeptabel.)

Weiterhin wird die Entwicklung eines einfachen *Theodoliten* empfohlen, im besonderen für Messungen von Horizontkoordinaten. Dieses Gerät kann auch im Geographie- und Mathematikunterricht Verwendung finden.

Die Entwicklung, die mit den *Modellen* für den Zusammenhang der wahren und der scheinbaren *Bewegungen im Sonnensystem* begonnen wurde (z. B. das optische Schleifen-Demonstrationsgerät), sollte zielstrebig weitergeführt werden. Dabei sollte auch die Entwicklung eines *Telluriums* angestrebt werden, das der Wirklichkeit etwas näher kommende Größenverhältnisse aufweist als die derzeitigen handelsüblichen Formen, so daß vor allem die Finsternisse einigermaßen anschaulich erklärt werden können.

Zur unterrichtlichen Behandlung der Kosmonautik erscheinen *Demonstrationsmodelle* (verhältnismäßig kleine Abmessungen) bestimmter Typen *künstlicher Himmelskörper* und Raketen wünschenswert, die auch einen Einblick in die Inneneinrichtung (Kabine, wissenschaftliche Geräteausstattung) geben. Die *Selbstbaumodelle* (Ausschneidebogen u. ä.) lassen meist nur den äußeren Anblick des betreffenden Objektes erkennen.

Für *Drahtmodelle der Koordinatensysteme* dürfte eine industrielle Fertigung nicht rational sein, besonders wenn es sich, wie anzustreben ist, um Modelle größerer Abmessungen handelt, (d. h. um Modelle, die auch von innen betrachtet werden können; hierzu ist im allgemeinen ein Durchmesser der Sphäre von etwa 80 cm bis 120 cm günstig). Solcher Modelle sollte sich der Lehrmittelsonstbau annehmen.

Zur Entwicklung von *Filmen, Lichtbildern* und *Anschauungstafeln* sollen hier keine weiteren Ausführungen gemacht werden; es dürfte in erster Linie auf eine folgerichtige Weiterentwicklung des bisher Erreichten ankommen. Zu erwägen wäre die Herausgabe *stereoskopischer Darstellungen* über Aufbau und Struktur der kosmischen Systeme. Allgemein sollte *Bildfolgen*, die einen Bewegungs- oder Veränderungsprozeß im Universum darstellen, größeres Augenmerk als bisher geschenkt werden.

Bei den *literarischen und graphischen Lehrmitteln* ist auch an Arbeitshefte für die selbständige astronomische Beobachtung der Schüler, an einen *Himmelsatlas* (Sammlung von Sternkarten des Gesamthimmels mit Objekten

bis etwa zur 6. Größenklasse) und an einen jährlich erscheinenden astronomischen Kalender für Schüler — falls dieser nicht zu einem entsprechend umfangreichen Teil eines allgemeinen Schülerkalenders wird — zu denken.

Abschließend folgen noch einige Bemerkungen zur Organisation eines künftigen Astronomieunterrichts. Gegenstand und Funktion des Astronomieunterrichts bedingen, daß dieses Fach wahrscheinlich wie bisher in einem einzigen geschlossenen Lehrgang auf einer verhältnismäßig hohen Stufe des einheitlichen Bildungssystems erteilt wird; mehrere Stufen oder konzentrische Kreise erscheinen nicht nur aus zeitlichen, sondern auch aus prinzipiellen Erwägungen ungünstig. Mithin muß der Astronomieunterricht der Oberschule einen relativen Abschluß allgemeinbildenden Charakters im Studium dieser Wissenschaft und ihrer Nachbargebiete, soweit sie zum Inhalt des Unterrichts gehören, erreichen.

Es erscheint deshalb angebracht, den Astronomieunterricht wie bisher mit einer Wochenstunde in der Abschlußklasse der Oberschule (10. Klasse) zu erteilen. Auch in Spezialschulen oder Schulen, die vor dem 11. Schuljahr beginnen, sollte der Astronomieunterricht für die 10. Klasse vorgesehen werden.

Die Notwendigkeit, im Astronomieunterricht umfangreiche und verschiedenartige Himmelsbeobachtungen während der Dunkelheit durchzuführen, zwingt zu besonderen organisatorischen Maßnahmen an den Schulen. Beim üblichen Vormittagsunterricht (einschließlich des Unterrichts in den frühen Nachmittagsstunden) wird es notwendig werden, für das Fach Astronomie *obligatorisch* eine Rand-

stunde vorzusehen, die nach Bedarf, bei den entsprechenden Bedingungen, durch eine Beobachtungsstunde bei Dunkelheit ersetzt wird. Eine feste Bindung dieser abendlichen Beobachtungsstunde an einen bestimmten Tag (Wochentag) oder eine bestimmte Uhrzeit ist aus sachlichen Gründen nicht immer möglich.

Im Rahmen der *ganztägigen Bildung und Erziehung* (Tagesklassen u. ä.) ergeben sich für das Fach Astronomie besondere Bedingungen. So könnte es möglich werden, den Astronomieunterricht aus dem System des Vormittagsunterrichts herauszulösen und ihn als Unterrichtsveranstaltung am Nachmittag — gegen Ende oder im Anschluß an den üblichen Tagesablauf der Schule — zu setzen. Hierbei bietet sich auch an, den Unterricht (ohne Veränderung der Gesamtunterrichtszeit) auf zwei Jahre (9. und 10. Klasse) zu verteilen, etwa in Form monatlicher zweistündiger Unterrichtseinheiten. Die Zeit zwischen diesen Lektionen kann für die selbständige Beobachtungstätigkeit der Schüler (z. B. langfristige Beobachtungsreihen) genutzt werden.

Ungeachtet einer besonderen organisatorischen Form des Unterrichts sollte erwogen werden, Astronomie als spezielles Prüfungsfach oder in der Kombination mit Physik bzw. Geographie bei der Abschlußprüfung der 10. Klasse anzuerkennen. Der letztgenannte Vorschlag könnte auch für das Abitur erwogen werden.

Anschrift des Verfassers:

Deutsches Pädagogisches Zentralinstitut  
Berlin W 8, Krausenstraße 8

## *Themenvorschläge für die fachliche Weiterbildung der Astronomielehrer*

vom Zentralinstitut für Weiterbildung der  
Lehrer, Erzieher und Schulfunktionäre im Auftrage des Ministeriums für Volksbildung

Die in den „Grundsätzen für die Gestaltung des einheitlichen sozialistischen Bildungssystems“ dargelegten Anforderungen an die Bildung und Erziehung der Jugend erfordern es, daß sich die Astronomielehrer ständig mit den *neuesten Ergebnissen der Astronomie, der Astronautik und der Methodik des Faches in enger Verbindung mit philosophischen Problemen* vertraut machen, um die Qualität des Astronomieunterrichts zu erhöhen.

Um den Astronomielehrern eine inhaltliche Orientierung und Anregungen für eine kontinuierliche Weiterbildung zu geben, haben wir

aus der Fülle der Probleme des Faches einige Themen ausgewählt, die bisher in der Weiterbildung ihrer Bedeutung entsprechend nicht genügend berücksichtigt wurden. Es handelt sich vor allem um folgende Themenkomplexe:

**Physik der Fixsterne,**  
**Probleme der Kosmobiologie,**  
**Probleme der Radioastronomie,**  
**Ideologische und methodische Probleme des Astronomieunterrichts.**

Ihre Behandlung soll vornehmlich im Selbststudium erfolgen. Darüber hinaus wird

es möglich und notwendig sein, einige dieser Themen zum Gegenstand von Weiterbildungsveranstaltungen (Einzelvorträgen, Ferienlehrgängen, Vortragsreihen und Hochschulwochen) zu machen und sie mit praktischen Übungen zu verbinden. Wo die Möglichkeit besteht, sollten sich die Lehrer an Beobachtungsstationen der Kreise oder einzelner Schulen zu Studiengemeinschaften zusammenschließen und das gemeinsame Studium unter Leitung eines erfahrenen und fortgeschrittenen Astronomielehrers mit praktischen Arbeiten in der Beobachtungsstation verbinden.

Zur Unterstützung des Selbststudiums wurden zu jedem Themenkomplex Literaturhinweise aufgenommen, die leicht erreichbare Bücher, Zeitschriften bzw. Periodica nennen.

Ergänzend sollten auch aktuelle Artikel und Hinweise aus der Tagespresse und Zeitschriften für die Weiterbildung verwendet werden. Auch Rundfunk- und Fernsehsendungen unterstützen diese Qualifizierung. Die Zeitschrift „Astronomie in der Schule“ wird ständig bemüht sein, den Astronomielehrern auf dem Gebiet der Fachwissenschaft, der Fachmethodik und der weltanschaulichen Bildung und Erziehung Erfahrungen und neueste Erkenntnisse zu vermitteln.

Brockhaus' ABC der Astronomie, Meyers Neues Lexikon und ähnliche Werke, Schulbücher sowie Handbücher für den Lehrer (Methodisches Handbuch, Astronomie für die Hand des Lehrers) wurden nicht in die Literaturangaben aufgenommen, um ständige Wiederholungen zu vermeiden.

### Themen und Literaturhinweise

#### 1. Probleme zur Physik der Sonne

Die Sonne als der nächste und einzige Fixstern, auf dessen Oberfläche Einzelheiten zu beobachten sind, eignet sich am besten, die Physik der Fixsterne zu behandeln.

##### Literatur:

Graff — Lambrecht: Grundriß der Astrophysik, Band II, Leipzig 1962, Seiten 1—126.

Hoppe, Johannes: Planeten, Sterne, Nebel. Leipzig 1961, Seiten 179—187.

Gleisberg, W.: Fortschreitende Änderung der Sonnenaktivität.

„Die Sterne“ 1963, Heft 5/6.

Rädler, K.-H.: Neue Gedanken zur Fleckenaktivität der Sonne.

Urania 1962, Heft 4.

Fessenkow, W. G.: Entstehung und Entwicklung der Sonne.

Wissenschaft und Fortschritt 1962, Heft 9.

Kolobkow, N. W.: Sonnenaktivität — Klima — Wetter. Urania 1961, Heft 10.

Mai, Roland: Die Sonne als Strahlenquelle. Astronomische Rundschau 1959, Heft 4.

#### 2. Die veränderlichen Sterne und ihre Beobachtungsmöglichkeiten

Erweiterte Kenntnisse der Lehrer über dieses Gebiet sind besonders deshalb erwünscht, weil die Beobachtung veränderlicher Sterne eine Aufgabe für Schüler-Arbeitsgemeinschaften sein kann, bei der schon mit bescheidenen Mitteln Ergebnisse von wissenschaftlichem Wert erreicht werden können.

##### Literatur:

Hoppe, Johannes: Planeten, Sterne und Nebel, Leipzig 1961, Seite 187 ff.

Ullerich, Klaus: Nachts am Fernrohr, Berlin 1963, Seiten 152—153.

Müller, Rolf: Die Beobachtung veränderlicher Sterne, zur Einführung für beobachtende Freunde der Himmelskunde. Kalender für Sternfreunde 1962, Seite 167 (sehr ausführlicher Artikel).

Blasberg, H.-J.: Die veränderlichen Sterne — Möglichkeiten ihrer Behandlung im Unterricht.

Astronomie und Astronautik, 1964, Heft 2 PBK Dresden.

Blasberg, H.-J.: Der Liebhaber als Beobachter veränderlicher Sterne.

Astron. Rundschau 1961, Heft 1, Seite 17.

Blasberg, H.-J.: Der Sternfreund als Beobachter veränderlicher Sterne. Die Sterne 1957, Seite 55.

Baum, Günter: Veränderliche Sterne (2 Teile) Astronomie in der Schule 1962, Heft 4 und 1963, Heft 1.

#### 3. Probleme der Kosmologie

3.1. Zustand und Verteilung der interstellaren Materie.

3.2. Die Beschaffenheit unserer Galaxis nach dem neuesten Stand der Forschung.

3.3. Extragalaktische Sternsysteme und der Bau des Weltalls.

Dieses wohl umfangreichste und schwierigste Gebiet der Astronomie, das auch von großer Bedeutung für die Philosophie ist, verlangt von dem Lehrer, daß er beständig über die neuesten Ergebnisse der Forschung informiert wird. Deswegen sollten auch vor allem die Qualifizierungsveranstaltungen in den Hochschulwochen hierfür genutzt werden.

##### Literatur:

Vogt, H.: Außergalaktische Sternsysteme der Welt im Großen. Leipzig 1960.

Hoppe, J.: Planeten, Sterne, Nebel.  
Leipzig 1961, Seite 133–241.

Mattig, W.: Die Problemstellung der Kosmologie.  
Die Sterne 1961, Heft 7/8.

Ahnert, P.: Unsere gegenwärtige Kenntnis vom Aufbau des Universums.

Kalender für Sternfreunde 1959, Seite 136

Ahnert, P.: Zusammenstöße im Weltraum.  
Kalender für Sternfreunde 1958, Seite 137.

Treder, H.: Kosmologie und Unendlichkeit der Welt. Wissenschaft und Fortschritt 1963, Heft 12.

#### 4. Probleme der Kosmobiologie

Dieses Thema ist gut geeignet, die materielle Einheit im Kosmos aufzuzeigen; der Schwerpunkt soll dabei bei unserem Sonnensystem liegen.

##### Literatur:

Wattenberg, D.: Materie und Leben. Streifzüge durch die Lebensräume des Weltalls.  
Berlin um 1948.

Imschenetzkiy, A.: Leben im Kosmos?  
Wissenschaft und Fortschritt 1963, Heft 11.

Neumann, K.-H.: Die Ökosphäre veränderlicher Sterne. Astronomie und Raumfahrt 1963, Heft 1/2.

Schmidt, K. H.: Leben auf fernien Planeten?  
Eine Betrachtung vom Standpunkt des Astrophysikers.  
Urania 1961, Heft 12.

Brandt, R.: Gibt es Leben auf anderen Weltkörpern? Wissen und Leben 1959, Seite 432.

Schmidt, K. H.: Leben auf den Planeten.  
Urania 1957, Heft 1.

Ahnert, P.: Überlegungen zu dem Problem der Vielheit bewohnter Welten.  
Kalender für Sternfreunde 1960, Seite 148.

#### 5. Die Präzession und Nutation

Von besonderem Wert sind die Auswirkungen der Präzession auf die Veränderungen des äquatorialen Koordinatennetzes. In diesem Zusammenhang stehen sehr unterschiedliche Sichtbarkeitsbedingungen des Sternenhimmels im Laufe der Zeit sowie interessante kulturgeschichtliche Zusammenhänge.

##### Literatur:

Newcomb-Engelmann: Populäre Astronomie.  
Leipzig 1948, Seite 17–20.

Heiland, Fritz: Die Erde als Kreisel (Vortrag im Zeiß-Planetarium Jena), Jena 1960.

Kohlschütter, E.: Die Erklärung der Präzession und Nutation. Die Sterne, 16. Jg.  
Seite 88.

Zenkert, A.: Ein einfaches Anschauungsmittel zur Darstellung der durch die Präzession verursachten Veränderungen am Fixsternhimmel.

Astronomie in der sozialistischen Schule 1962, Heft 3/4.

Steinert, K. G.: Die Veränderungen der astronomischen Koordinatensysteme. Astronomie und Astronautik 1964, Heft 2.

#### 6. Arbeitsweise und -ergebnisse der Radioastronomie

Es wird empfohlen, die besondere Arbeitsweise der Radioastronomie in Hochschulwochen zu erläutern und zu zeigen, welche neuen Erkenntnisse daraus zu erwarten sind.

##### Literatur:

Graff-Lambrecht: Grundriß der Astrophysik, Band II, Leipzig 1962.

Wellmann, Peter: Radioastronomie. Eine Einführung in ihre Methoden und Ergebnisse.

Berlin (Faulke Verlag), 1957.

Schmidt, H.: Planetarische Radiostrahlung.  
Die Sterne 1960, Heft 3/4.

Schmidt, K. H.: Radioastronomie und interstellarer Wasserstoff.  
Urania 1956, Heft 8.

Salomonowitsch, A.: Radioastronomie.  
Wissenschaft und Fortschritt 1953, Seite 54.

Marx, S.: Radioastronomische Beobachtungsinstrumente.  
Urania 1962, Heft 6, Seite 251.

#### 7. Ausgewählte Beiträge aus der Astronautik

##### 7.1. Die technischen Grundlagen für die Raumfahrt

Bei diesem Thema handelt es sich um eine eingehende Behandlung der Technik der Raumfahrtkörper (Beschaffenheit und Arbeitsweise der Triebwerke, Treibstoffe, Materialfragen usw.).

##### 7.2. Der Satellitenbeobachtungsdienst in der DDR und seine praktische Bedeutung für den Astronomieunterricht

Die Behandlung der Raumfahrt im Unterricht ist besonders wertvoll, wenn die Schüler auch die Gelegen-

heit erhalten, selbst Satelliten zu beobachten. Vielfach besteht noch die Schwierigkeit, die entsprechenden Beobachtungsunterlagen zu erhalten. Die Behandlung des Themas soll vorwiegend den Zweck haben, die Möglichkeiten für die praktische Satellitenbeobachtung zu zeigen und darüber hinaus auch auf die Bedeutung und die Arbeitsweise des Satellitenbeobachtungsdienstes in unserer Republik einzugehen. Die mathematisch-physikalischen Grundlagen der Astronautik konnten in diesem Themenkomplex noch nicht berücksichtigt werden. Dazu werden zu einem späteren Zeitpunkt einheitliche Empfehlungen und Literaturhinweise veröffentlicht werden.

#### Literatur:

Körner, H.: Stärker als die Schwerkraft. Vom Werden und von den Zielen der Raumfahrt.

Leipzig/Jena 1960.

Sternfeldt, A.: Künstliche Satelliten.  
Leipzig 1959.

Mielke, H.: Künstliche Satelliten, Raumraketen.  
Berlin 1960.

Ude, E.: Künstliche Erdsatelliten.  
Astronomie in der Schule 1964, Heft 2.

Nitschmann, H.: Die führende Rolle der Sowjetunion auf dem Gebiet der Weltraumforschung (Teil I und II). Astronomie in der Schule 1964, Heft 1 und 2.

Günzel-Lingner: Die Bahnbewegung von kosmischen Raketen.  
Mathematik und Physik in der Schule 1960, Heft 1.

Sprenger, K.: Rechenscheibe zur Bestimmung von Azimut, Entfernung und Uhrzeit von Satellitendurchgängen. Die Sterne 1959, Heft 3/4.

Hoppe, J.: Meßraketen und künstliche Erdsatelliten im Dienste der wissenschaftlichen Forschung. Urania 1958, Seite 128.  
Schütz, W.: Physikalische Probleme der Erdsatelliten. Urania 1958, Seite 121.

#### 8. Ideologische und methodische Probleme des Astronomieunterrichts

Aus der Vielzahl der Themen zur weltanschaulichen Bildung und Erziehung und zur Methodik des Faches seien im Rahmen dieses Themenplanes die folgenden genannt:

- 8.1. Welche Möglichkeiten bieten sich im Astronomieunterricht bei der Herausbildung philosophischer Ergebnisse?
- 8.2. Die Anwendungsmöglichkeiten der Mathematik im Astronomieunterricht (unter besonderer Berücksichtigung der Nomographie).
- 8.3. Die spezifische Bedeutung und Anwendung des Vergleichs im Astronomieunterricht.

#### Literatur:

Bernhard, H.: Probleme der weltanschaulichen Erziehung und Bildung im Astronomieunterricht.

Astronomie in der sozialistischen Schule 1962, Heft 7/8.

Neumann, K. H.: In welcher Weise sollten kosmogonische Fragen im Astronomieunterricht behandelt werden?  
Astronomische Rundschau 1959, Nr. 6.

Pfaffe, H.: Die Erziehung zur wissenschaftlichen Weltanschauung im Astronomieunterricht.  
Astronomische Rundschau 1959, Nr. 6.

Risse, H.: Das Planetensystem im Klassenzimmer.  
Astronomie in der sozialistischen Schule 1963, Heft 9/10.

Dr. G. POPPEI, Magdeburg

## Die weltanschaulich-philosophischen Grundlagen des Astronomieunterrichts

### A) Einige vorauszuschickende, notwendige Bemerkungen

Das Lehrfach Astronomie hat eine für den Schulunterricht in mehrfacher Hinsicht wirkende Bedeutung. Was die rein fachliche Bedeutung anbelangt, so wird in dem in Vor-

bereitung befindlichen Lehrbuch dazu das Notwendige dargetan. Hier sollen die weltanschaulich-philosophisch wirkenden Komponenten untersucht werden.

*Die Beschäftigung mit der Astronomie führt unmittelbar zur Beschäftigung mit philosophi-*

*schen Fragen.* Die Einsichten, die aus der lernenden Erarbeitung astronomischer Fachkenntnisse gewonnen werden, wirken weltanschauungsbildend. Dadurch unterscheidet sich die Astronomie wesentlich von anderen Naturwissenschaften, daß ihr Gegenstand eine große Zahl von Berührungs punkten mit philosophischen und weltanschaulichen Problemen oder Sätzen besitzt.

Nun kommt aber diese Eigenschaft, ein weltanschauliches Gewicht zu haben, nicht allen astronomischen Fragen und Arbeitsbereichen gleicherweise zu; vielmehr gibt es eine relativ begrenzte Zahl von Problemen, die in dieser Hinsicht bedeutsam sind. Sie müssen ganz besonders tiefgründig, eindringlich und klar behandelt werden. Denn die richtige Behandlung dieser Fragen bestimmt letzten Endes den Grad des Erfolges bei der Vermittlung eines wissenschaftlich fundierten, dialektisch-materialistischen Weltbildes. Zu diesen besonders wichtig erscheinenden Fragen gehören sicher folgende:

**Geschichte** – *die klassengebundene Wissenschaft als Machtmittel;*

**Kosmogonie** – *Lehre vom „Wärmetod“, alle astrophysikalischen Erkenntnisse, die auf einen Anfang oder ein Ende hinzudeuten scheinen;*

**Unendlichkeit** – *Endlichkeit, Probleme der Erstreckung in Raum und Zeit;*

**Naturgesetze** – *Materialität, Erkennbarkeit, Gesetzlichkeit.*

Die aus den wissenschaftlichen Untersuchungen der Astronomie erhaltenen Resultate deuten darauf hin, daß die Welt einheitlich in ihrer Materialität und prinzipiell erkennbar ist. Den von der Astronomie gewonnenen Forschungsergebnissen kommt in dieser Hinsicht eine besondere Wichtigkeit zu, weil von ihrer Grundlage aus auf solche Fragen extrapoliert werden muß, die bislang noch nicht befriedigend erklärt werden konnten. So wenig wie das Vorhandensein noch vieler solcher ungeklärter Fragen verschwiegen werden darf, so wenig kann auf die Heranziehung der Resultate bereits geklärter verzichtet werden, wenn es darum geht, die prinzipielle Erkennbarkeit der Welt zu zeigen.

Gegenwärtig befindet sich die Astronomie an einer Schwelle ihrer Entwicklung. Eine solche Schwelle hat es noch nicht gegeben, seit die Astronomie als Wissenschaft betrieben wird. An dieser Schwelle ändert sich die Arbeitsweise dieser Wissenschaft von Grund auf, besser gesagt: sie erweitert sich in vorher ungeahnter Weise, ohne daß dabei alther-

gebrachte Methoden der Erforschung des uns umgebenden Raumes überflüssig geworden wären. Wir sind Zeugen dieser Umstellung, dieses Überschreitens der Schwelle. Wenn bisher die Astronomie vorwiegend den Charakter einer beschreibenden, von der Erde aus beobachtend betriebenen Wissenschaft hatte, so beginnt sie jetzt, zaghaft zwar, aber schon unübersehbar aktiv experimentierend immer weiter in den Gegenstandsraum ihrer Forschung vorzudringen. Bei diesem Übergang, dessen erste Stufe wir derzeit erleben, der von der passiven Beobachtung zur aktiven experimentellen Praxis leitet, gewinnen weltanschauliche Voraussetzungen immer mehr an Bedeutung. Es tauchen unabsehbar solche Fragen auf wie: Was soll diese Praxis erreichen? Sie müssen beantwortet werden.

In diesem Sinne betrachtet, steht die forschende Menschheit derzeit im Begriff ein neues Zeitalter zu beginnen. Der Übergang zum ‚kosmischen‘ Zeitalter hat bereits begonnen; aber er ist sicher ein Prozeß, der noch längere Zeit andauern wird.

Weltanschaulich bedeutsam ist in diesem Falle der Umstand, daß an der Schwelle zum Kosmischen Zeitalter grundsätzlich einige der überlieferten menschlichen bzw. zwischenstaatlichen Beziehungen anachronistisch werden. Internationale Zusammenarbeit anstelle von Aufrüstung wird zur unausweichlichen Notwendigkeit.

Mit dieser Feststellung münden weltanschauliche Fragen direkt in andere Lehrfächer. Somit ist eine zweckmäßige Absprache der Lehrer unterschiedlicher Lehrfächer notwendig. Die Querverbindungen des Lehrfaches Astronomie zu anderen Disziplinen der Oberschule erfordern, daß auch die Lehrer dieser weltanschaulich ‚benachbarten‘ Fächer einen Teil der Verantwortung für die gerade aus der Beschäftigung mit der Astronomie sich ergebenden weltanschaulichen Konsequenzen mit übernehmen.

#### **B) Die historischen Grundlagen für den weltanschaulich-philosophischen Aspekt des Astronomieunterrichts**

Die mit der Astronomie verbundenen weltanschaulich-philosophischen Fragen haben im Laufe der Geschichte wesentliche Veränderungen erfahren. Es waren verschiedene philosophische Probleme, die in verschiedenen Epochen unserer Geschichte wirksam wurden. Die weiter zurückliegenden haben inzwischen durch neu hinzugekommene Entdeckungen und Einsichten viel von ihrer ehemaligen Bedeutung verloren; gleichwohl hat die Behandlung ihrer einstmaligen Wichtigkeit durchaus heute ihre Berechtigung.

Es scheint ratsam, die historische Entwicklung des weltanschaulichen Aspektes in die großen geschichtlichen Epochen einzugliedern.

1. *Altägypten*: Die Astronomen waren zugleich Priester. Das trifft auf Ägypten, Mesopotamien, Indien, China und Mittelamerika zu. Kalenderrechnung, die Vorausberechnung kultischer Feiertage, Wettervorhersage und die Anfänge der Nautik verhalfen den Priester-Astronomen zur nötigen wissenschaftlichen Legitimation. Die Kenntnis der Himmelskörper und die ihrer Bewegungen war eifersüchtig gehütetes „Zunft“-Geheimnis. Diese Kenntnisse vermittelten ihren Trägern reale Macht. Davon profitierten die absoluten Herrscher der damaligen Zeit als „Dienstherren“ der Priester-Astronomen. Nicht selten waren die Priester-Astronomen Verwandte und indirekte Mitglieder des Herrscherhauses.

Richtige Voraussagen astronomischer Ereignisse mögen auch den Propheten aller Glaubensrichtungen zu einer gewissen wissenschaftlichen Autorität verholfen haben. Dieses Fachwissen, von Generation zu Generation, nur innerhalb der Kaste weitergegeben und erweitert, wurde nicht selten gegen das aufbegehrende, aber in tiefster Unwissenheit gehaltene Volk eingesetzt: (Sonnenfinsternis als Strafe gegen Unbotmäßigkeit und Aufsässigkeit)!

2. *Neuzeit*: Hier steht im Mittelpunkt weltanschaulich-philosophischer Betrachtungen der Kampf um ein vernünftiges Weltbild. Das überkommene Weltbild – mit der Erde im Zentrum aller Dinge – war unhaltbar geworden. Die Verfechter des neuen, kopernikanischen Weltbildes – allen voran Bruno, Galilei, Kepler – waren allesamt Verfolgte der Kirche beider christlicher Konfessionen. Das Festhalten der Kirche am geozentrischen Weltbild hatte schwerwiegende weltanschauliche Gründe: die Notwendigkeit, altüberlieferte Dogmen revidieren zu müssen, könnte eine Lawine von weiteren Revisionen zur Folge haben. Giordano Brunos Behauptungen: „Jeder Stern des Himmels ist eine Sonne an seiner Stelle des Raumes. Viele sind von Planeten umgeben, die, wie unsere Erde, bewohnt sein können!“ waren einfach unerhört! Das waren frontale Angriffe gegen die kirchliche Lehre von der durch die „Menschwerdung Gottes“ bestätigten Einmaligkeit der Erde, war ein Angriff gegen die von der Kirche adoptierte Kristallschalen-Theorie des

Aristoteles. Bruno, als Dominikanermönch mit den kirchlichen Lehren tief vertraut, wußte diese an ihren schwächsten Punkten erschütternd zu treffen. Mit seinen wissenschaftsfördernden, erkenntnisbejahenden Schriften hatte er einen allgegenwärtigen gnadenlosen Feind herausgefördert. Er wurde aus dem Orden verstoßen, zum Ketzer gestempelt und mußte ein unruhiges Flüchtlingsleben führen. Er hatte acht Bücher seines philosophischen Lebenswerkes geschrieben, als ihn die geistlichen Verfolger ergripen. Acht Jahre lang quälten die Folterknechte der Inquisition einen der bedeutendsten Gelehrten ihrer Zeit. Bruno aber blieb standhaft und widerrief nicht. Er wurde am 17. Februar 1600 auf dem „Platz der Blumen“ in Rom lebendigen Leibes öffentlich verbrannt.

Der große Galilei stieß mit seinem selbstkonstruierten Fernrohr zur praktischen Astronomie vor und entdeckte die Mondgebirge, die Sonnenflecken, die Phasen der Venus, die Jupitermonde, den Saturnring. Diese Entdeckungen formten seine Philosophie, sie bestärkten ihn in der Ansicht, daß das von Kopernikus entworfene und von Bruno verteidigte neue Weltbild das einzige richtige sei. So lehrte er es seinen Studenten.

An dieser Stelle seines Schaffens, wo die „reine“ Wissenschaft zum Weltbild, zur Weltanschauung, zur Philosophie gedieh, geriet sie in Kontakt und damit in Konflikt mit der Kirche. In jahrelangem, unerbittlich geführtem Kampf wurde der Konflikt zum öffentlichen Prozeß ausgeweitet. An der Schwelle seines achten Lebensjahrzehnts stehend, wurde Galilei der Prozeß gemacht. Niemand weiß heute, welche Behandlung ihm vorher in der Gefangenschaft der Inquisition zuteil wurde. Allein sie führte zum gewünschten „Erfolg“: Galilei schwor der kopernikanischen Lehre feierlich ab. Auf Knien widerrief er die von ihm so glänzend bereicherte, durch seine Erkenntnisse gerade erst unschlagbar gewordene Lehre.

Der 20. Juni 1633 kündet weit über die Jahrhunderte untilgbaren Makel; ihn wird die Wissenschaft nicht vergessen, noch kann er von der Kirche je zurückgenommen werden. Hier liegt eine überaus wichtige philosophische Konsequenz der Geschichte: Mit dem Galilei abgezwungenen Widerruf widerrief die römische Hierarchie das Dogma von der Unfehlbarkeit ihrer eigenen Spitze. Damit manifestierte sie unüberhörbar und letztgültig

die in der Verbrennung Brunos 33 Jahre vordem schon postulierte Erbsünde der Religion wider Naturwissenschaft und Philosophie.

Aber auf Bruno und Galilei beschränkt sich die Darlegung des historischen Sachverhalts nicht. Ihr Beispiel mag für weitere stehen. Keplers Kampf bietet ähnliche Möglichkeiten, die wissenschaftsfeindliche Einstellung der damals herrschenden Ideologie darzulegen.

3. **Gegenwart:** Die Probleme philosophisch-weltanschaulichen Gewichts sind nicht mehr die gleichen wie vor dreihundert Jahren. Damals umstrittene Sachverhalte sind geklärt; auch die Kirche hat gelernt. Galileis Schrift ist seit anderthalb Jahrhunderten vom Index gestrichen. Die jetzt in der Astronomie auftauchenden Probleme der hier interessierenderen Gattung gehören zu den schwierigsten Fragen überhaupt. Es sind dies vor allem Fragen, deren Bearbeitung durch die Fachwissenschaft noch nicht zu eindeutigen Resultaten geführt hat, Fragen, die in absehbarer Zeit überhaupt nicht eindeutig zu klären sein werden. Hier finden wir die Hauptstoßrichtung des Fideismus: offene Fragen. Diesen wird oft ein rätselhafter Zug gegeben. „Unlösbarer Rätsel“, in oft gewollt nebulöser Darstellung gehaltene Halberklärungen sollen zur Anerkennung des „Wunders“ führen.  
Es klingt verwunderlich, ist aber beweisbar: selbst gewisse westeuropäische Naturwissenschaftler, theoretische Physiker, die in ihren Vorlesungen peinlichste Exaktheit währen, gleiten in populärwissenschaftlichen (und deshalb besonders breitenwirksamen) Schriften in tiefen Mystizismus, muten ihren Lesern einen einfältigen Wunderglauben zu  
(A. March: „Der Weg des Universums“, Bern 1948;  
P. Jordan: „Die Herkunft der Sterne“, Stuttgart 1947).

Hier bietet sich eine gewisse Parallele zum Altertum an: die aus streng wissenschaftlicher Fachfähigkeit erworbene Autorität (Name, Titel) wird zur Verbreitung des Mystizismus verwendet. Da diese Schriften auch in der deutschsprachigen populärwissenschaftlichen Literatur enthalten sind, muß der Astronomielehrer damit rechnen, mit ihnen bzw. mit der in ihnen vertretenen Weltanschauung konfrontiert zu werden.

**C) Die gegenwärtige Situation bei den weltanschaulich bedeutsamen astronomischen Fragen**

Da wäre zunächst die Astrologie zu nennen. Sie ist – nicht nur durch die in Westdeutschland aufdringlich forcierte Publizität – durchaus aktuell! Dieser Aktualität kann man weder durch Verschweigen noch durch Lächerlichmachen (allein) gerecht werden. Der wissenschaftliche Nachweis ihrer bewußten Verlogenheit ist notwendig. Dazu gehört die Darlegung der Willkür in der Anordnung der Sternbilder des Tierkreises ebenso, wie der Nachweis des Zwecks, den gerade die westdeutsche Tagespresse mit ihrer modern aufgemachten Horoskopie usw. verfolgt. Auch das Zurückschauen auf die Geschichte des klassischen Altertums zeigt, wie sehr die Astrologie als Weltanschauung, die von den Herrschenden den jeweils Beherrschten „anempfohlen“ wurde, gedient hat.

Die wirklichen Probleme liegen auf dem Gebiet der Astrophysik. Hier sind es alle Themen, die zur Kosmogonie gehören und die besonderen Anspruch auf weltanschaulich-philosophische Klärung erheben.

Bei diesen Fragen aber finden wir, daß sie gar nicht so einfach in diese oder jene Kategorie eingeordnet werden können, also etwa in „offene“ und „bereits beantwortete“ Fragen. Hier sind alle Schattierungen des bereits Beantwortetseins anzutreffen. Die unablässigen Bemühungen der Fachwissenschaftler bringen natürlich immer mehr Licht auch in zeitlich oder räumlich weitabliegende Probleme.

Die aus den neueren Einsichten über den Prozeß der Sternentstehung, der Sternentwicklung und der Galaxienbildung gewinnbaren Verallgemeinerungen zeigen, daß im Kosmos auf- und abwärts gerichtete Prozesse gleichberechtigt möglich sind. Sternaufbau und Sternabbau, Atomkernsynthese, Kernzerfallsprozesse stehen als Komponenten kosmischer Gegensätze. Die diesen Prozessen zugrunde liegende Gesetzmäßigkeit hellt sich nach und nach auf. Sie sprengen nicht den Rahmen der uns bereits vertrauten allgemeinen Prinzipien, wie sie aus der Philosophie des dialektischen Materialismus bekannt sind.

Die verschiedenen, uns im Kosmos entgegentretenen Materieformen – Elementarteilchen, Kerne, interstellare Substanz, Felder, Sterne und übergeordnete Systeme – stehen offensichtlich in engem wechselwirkenden Zusammenhang. Sie sind nahezu unbegrenzt ineinander umwandelbar, gehen auseinander hervor und ineinander auf, lassen immer neue Kombinationen entstehen.

An den im Unterricht auftauchenden Sachfragen wie:

Energiefreisetzung im Innern der Sterne, Kernsynthese und Elementaufbau,

Transport der Energie, Licht, dessen Doppelnatur,  
die hier wesentlichen Arten der Wechselwirkung  
— Gravitation (Kepler, Galilei, Newton), Lichtentstehung (Bohr), Elementarteilchen  
← → Atomkerne ← → Moleküle ← →  
kalte Klein-Körper (interstellare Substanz) ← → Sterne ← → Sternhaufen  
← → übergeordnete Systeme (Galaxien, Galaxienhaufen)

kann die universale Gültigkeit allgemeiner philosophisch formulierter Gesetze auch und gerade für den Bereich der Struktur und Bewegung kosmischer Materieformen nachgewiesen werden. Die Einheit der Welt besteht in ihrer Materialität und in ihrer Erkennbarkeit.

Es ist ein allgemein anerkannter Fakt, daß die Fragen der Kosmogonie zu den schwierigsten der ganzen Astronomie gehören. Hier treffen sich mehrere Disziplinen der Physik und der Mathematik. Ihre Behandlung setzt eine sichere und weitreichende Sachkenntnis voraus, eine Sachkenntnis, die nicht ohne weiteres von jedem Lehrer, der Astronomie erteilt, erwartet werden kann. Diese Fragen dürften deshalb für den Lehrstoff einer Oberschule nicht geeignet sein.

Für ihre Behandlung fehlen praktisch sämtliche Voraussetzungen.

Aber: Es ist nie auszuschließen, daß die Schüler dennoch gerade auf solche Fragen zu sprechen kommen. Hier wirkt die weltanschauliche Aktivität außerschulischer Gemeinschaften besonders stark auf die jugendlichen Gemüter, die für die erregende Tiefgründigkeit gerade kosmogonischer Fragen besonders empfänglich sind. Wenn also derartige Probleme im Unterricht auftauchen, dann muß der Lehrer ihnen bis zu einem gewissen — dem wissenschaftlichen Reifegrad der Schüler entsprechenden — Maße gewachsen sein. Niemand wird hier vom Lehrer wissenschaftlich exakte Beweisführungen verlangen; diese müssen den Fachleuten, und unter ihnen auch nur wenigen Spezialisten dieses Gebiets, vorbehalten bleiben. Es scheint, als ob an solchen Stellen am besten so verfahren wird, daß der Lehrer seine — aus anderen, beweisbaren Bereichen stammende — Autorität einsetzt, um — ohne Beweis! — *glaublich zu machen*, daß auch und gerade im Hinblick auf diese schwierigen kosmogonischen Probleme die allgemeinen Prinzipien des dialektischen Materialismus gelten, denen zufolge die Welt materiell (das heißt vor allem unerschaffbar und unzerstörbar) und für den menschlichen Verstand grundsätzlich erkennbar ist. Gerade an diesen Stellen, wo

sichtbar wird, daß die Erkenntnis so überaus schwierig ist und mit generationenlanger wissenschaftlicher Forschungsarbeit errungen werden muß, dürfte die Darlegung der bereits gewonnenen Einsichten besonders überzeugend sein. Diese Einsichten nur mit Hilfe der immer komplizierter (und damit teurer) werdenden technischen Forschungsmittel (Observatorien, Radioteleskope, Erdsatelliten, Raumsonden) gewonnen werden können, läßt sich leicht zeigen, und daraus geht dann auch das Verständnis für die immer enger werdende Verflechtung von Technik (Produktion) und Grundlagenforschung hervor.

*Zu den wesentlichen der noch offenen kosmogonischen und kosmologischen Fragen dürfen zählen:*

1. *Kosmologie — Struktur der Welt in großen Bereichen, Weltmodelle.*
2. *Kosmogonie — Theorien über die Entstehung der verschiedenen Himmelskörper (Sterne, Planeten usw.), Methoden einer „Weltalter“-Bestimmung, Hypothesen über zeitliches Ende („Wärmetod“). (Alle auf eine einsinnig gerichtete, uhrwerkartig ablaufende Welt tendierenden Hypothesen stützen den Fideismus.)*

Solche und ähnliche Fragen, die selbst nicht zum Schulunterrichtsstoff gehören, müssen aber bei der Ausbildung von Lehrern für das Fach Astronomie sehr sorgfältig berücksichtigt und geklärt werden. Hier etwa einreißende Versäumnisse hätten mit Sicherheit schwerwiegende weltanschauliche Konsequenzen für die Schüler zur Folge. Und Vertrauensverlust ist ein „nicht umkehrbarer Prozeß“.

An dieser Stelle unserer Überlegungen drängt sich eine Folgerung auf: Die überaus schwierigen, mit dem Lehrfach Astronomie indirekt, aber gegebenenfalls unausweichlich verbundenen „offenen“ Fragen verlangen ebenso unausweichlich einen sorgfältig auf diese Aufgabe vorbereiteten Lehrer. Zumindest müßte er eine weitgehende, über den eigentlichen Unterrichtsstoff hinausgehende Kenntnis der Fragen haben. Er braucht sie selbst nicht befriedigend beantworten zu können, aber er muß von ihnen wissen, er darf nicht von ihrem eventuellen Auftauchen überrascht werden.

Zu diesen, durchaus noch nicht befriedigend geklärten Fragen gehört auch die Frage: „Warum betreiben wir überhaupt Astronomie?“ Das bezieht sich auf beide Aspekte: Forschung und Lehre. Es scheint, daß ökonomische Gründe zur Rechtfertigung dieser immer aufwendiger betriebenen Wissenschaft

nicht allein hinreichend sein können. Notwendig ist der Hinweis auf das Gewicht der „reinen“ Erkenntnis in der modernen Wissenschaft; und darüber hinaus lassen sich etwaige spätere praktische Nutzanwendungen dieser oder jener Erkenntnis nur in seltenen Fällen von allem Anfang an abschätzen. Notwendig dürfte ferner sein, die Antwort auf die eingangs gestellte Frage gegen haltlose Spekulationen scharf abzugrenzen. Den aus utopischen Erzählungen, schlechten Übersetzungen und unklaren Quellen stammenden „Begründungen“ für astronomische Forschung (insbesondere Astronautik) muß stets mit klarer wissenschaftlicher Konzeption entgegengetreten werden. Das wird nicht immer einfach sein, weil die Astronomie bzw. die Beschäftigung mit ihr, durchaus die Phantasie anregen kann und soll. Aber nicht auf dem Boden hältloser Spekulationen, sondern aus dem Verständnis für die reale Situation soll die Lust zum Weiterdenken erwachsen.

Daß gerade auf diesem Gebiet noch für viele Generationen von Wissenschaftlern unabsehbare Arbeit zu leisten ist, sollte ebenfalls klar gesagt werden.

#### D) Der Mensch an der Schwelle zum Weltraum

Historisch gesehen, stehen wir am Beginn des „kosmischen Zeitalters“. Der Schritt in den uns umgebenden Raum hinaus erfordert nicht nur technische Neuerungen; es ist nicht so, daß lediglich ein Übergang von der vorwiegend beobachtenden Astronomie zur mehr und mehr experimentierenden Astrophysik stattfindet. Nicht darin erschöpft sich das Neue der Lage. Notwendig ist vielmehr das Verständnis für die Veränderungen der althergebrachten, historisch gewachsenen menschlichen (und zwischenstaatlichen) Beziehungen. Gegenüber dem Gegenstand der Astronomie, dem unabsehbaren Universum, ist die Erde als Ausgangspunkt der in den Raum direkt hinausgreifenden Unternehmungen nicht mehr als ein Punkt.

Große astronomische und astronautische Forschungsaufgaben der Zukunft erfordern unausweichlich den Zusammenschluß der dafür geeigneten Kräfte auf internationaler

Ebene. Die hier wirksam werdende Ökonomie, die Notwendigkeit, kostspielige Doppelarbeiten zu vermeiden, ist ein wichtiger Hinweis. Aber allein entscheidend scheint auch dieser Hinweis nicht zu sein. Es übersteigt sicher den Kompetenzbereich eines Physikers und soll deshalb nur am Rande erwähnt sein: Offenbar ist es auch ein ethisches und moralisches Problem, das dem Menschen beim Eintritt in den Weltraum entgegentritt. Der Kontakt zwischen Mensch und Weltall ist auch Wechselwirkung. Er verändert beide. Die Wechselwirkung zwischen Mensch und Weltall (und allen darin befindlichen Dingen und vielleicht auch Wesen) ist, was ihre möglichen Folgen betrifft, noch nicht absehbar. Eine gesicherte weltanschaulich-philosophische Grundlage ist für den Schritt in das kosmische Zeitalter unabdingbare Voraussetzung.

Aufgabe der Methodiker wird es sein, herauszufinden, in welcher Weise diese weltanschaulich-philosophische Grundlage, der dialektische Materialismus, im Rahmen des Astronomieunterrichts den Schülern vermittelt werden kann.

#### Anschrift des Verfassers:

Technische Hochschule „Otto von Guericke“,  
Magdeburg, Boleslaw-Bierut-Platz 5

Empfehlenswerte Literatur zum vorstehenden Fragenkreis:

F. Selbmann: „Wahrheit und Wirklichkeit“,  
VOCO-Verlag, Berlin 1947.

Wattenberg: „Die sowjetische Wissenschaft  
über das Problem der Entstehung der  
Sterne“, Berlin 1954.

H. Ley: „Studie zur Geschichte des Materialis-  
mus im Mittelalter“, Berlin 1957.

Sammelwerk: „Philosophische Probleme der  
modernen Naturwissenschaft“.  
„Materialien der Allunionskonferenz Mos-  
kau 1958“, Berlin 1962.

Bernal: „Die Wissenschaft in der Geschichte“,  
Berlin 1961.

G. Harig: „Die Tat des Kopernikus“, Leipzig,  
Jena, Berlin 1962.

# Die Vermessung des Erdkörpers mit Hilfe künstlicher Satelliten\*

## Einleitung

Die Zahl der seit dem 4. Oktober 1957 aufgelassenen Erdsatelliten geht schon in die Hunderte. Jeder einzelne oder jede Gruppe von ihnen hat bestimmte Forschungsaufgaben zu lösen. Fragen der Geophysik, Astronomie und Geodäsie konnten schon erfolgreich bearbeitet werden. Alle Satelliten, gleichgültig welchem Zweck sie dienen, erfordern eine laufende beobachterische Überwachung, vor allem auch durch die mit einfachen visuellen Mitteln arbeitenden Stationen. Wenn man sich die ungeheure Zahl von Beobachtungsdaten auf diesem Gebiet vergegenwärtigt, die laufend publiziert werden, scheint die Frage nach dem Sinn dieses Riesenunternehmens gerechtfertigt zu sein. Sie kann eindeutig bejahend beantwortet werden. Die umfangreiche Beobachtungstätigkeit ist durch die wissenschaftlichen Zielsetzungen bedingt.

## Störungen der Satellitenbahnen

Ein künstlicher Satellit besitzt, im Gegensatz zu einem Planeten, sehr stark veränderliche Bahnelemente. Der Grund dafür ist, daß der in verhältnismäßig geringen Höhen über der Erdoberfläche fliegende Satellit erhebliche Störungen durch die unregelmäßige Form der Erde und durch ihre Atmosphäre erfährt. Da die Bahnelemente zur Vorausberechnung von Positionen und Durchgangszeiten gebraucht werden, ist es nötig, durch dauernde Beobachtungen die Möglichkeit zu ihrer laufenden Neubestimmung zu schaffen, damit der Satellit nicht womöglich durch mangelhafte Vorauflage verloren gehen kann.

Die Schwerkraftbeschleunigung an benachbarten Subsatellitenpunkten ist verschieden groß. Dadurch ändern sich die auf den Satelliten wirkenden Anziehungskräfte. Als Mittelwert für die Schwerkraftbeschleunigung an der Erdoberfläche gilt  $g_m = 981 \text{ cm/s}^2$ . Zur genauen Berechnung der normalen Schwerkraftbeschleunigung im Meeresspiegel kann man die Formel von Helmert

$$g = 9.7800 (1 + 0.005310 \sin^2 \varphi)$$

verwenden, in der der Einfluß der Erdabplattung berücksichtigt wird. Für einen Ort am

Aquator bzw. am Pol ergeben sich mit dieser Formel  $g_0 = 978,00$  und  $g_0 = 983,19$ . Schwankungen der Schwerkraftbeschleunigung infolge der Abplattung betragen also

$$\Delta g_1 = 5 \cdot 10^{-8}$$

Daneben gibt es durch Dichteunterschiede in der Erdkruste weitere Einflüsse von Gravitationsstörungen auf die Bahnelemente eines erdnahen Satelliten. Die Einflüsse dieser Schwerkraftanomalien sind nach [1]

$$\Delta g_2 = 3 \cdot 10^{-5}$$

Mit dieser Betrachtung sollte der Weg zum Erhalt geodätischer Informationen angedeutet werden: Wenn die unterschiedlichen Schwerkraftbeschleunigungen auf einen Satelliten so starke Wirkungen ausüben, daß seine Bahnelemente sich fortlaufend ändern, dann muß es umgekehrt auch möglich sein, aus den beobachteten Satellitenpositionen immer wieder neue Bahnelemente abzuleiten und aus deren Änderung Berechnungen über die Form und den inneren Aufbau des Erdkörpers anzustellen. Die Bahnstörungen infolge irdischer und in geringem Maße auch außerirdischer Gravitationswirkungen sind allerdings nicht in reiner Form beobachtbar. Ihnen sind Störungen durch die Reibung des Satelliten in der Erdatmosphäre überlagert.

Die verschiedenen Störinflüsse wirken in folgender Weise auf die Bahnelemente eines Satelliten: Die Äquatorwulst der Erde übt eine stärkere Anziehung auf den Satelliten aus als die Polgegenden und versucht somit, seine Bahnebene in den Äquator zu ziehen. Der Satellit reagiert darauf wie ein Kreisel. Deshalb wird nicht die Neigung  $i$  (Abbildung 1) verringert, sondern der Knoten der Satellitenbahn  $\Omega$  erfährt eine Präzession in westlicher Richtung und verschiebt sich längs des Äquators. Die Rektaszension des Knotens  $\alpha_\Omega$  ändert sich nach [2] täglich um den Betrag

$$\Delta \alpha_\Omega = -10 \left( \frac{R}{a} \right)^{3,5} \cdot \cos i \quad [\text{Grad}]$$

Darin sind  $R$ : mittl. Erdhalbmesser,  $i$ : Bahnneigung,  $a$ : große Bahnhalbachse. An Stelle von  $a$  müßte genauer der sogenannte harmonische Radiusvektor der Bahnellipse stehen. Für  $i = 90^\circ$  erhält man  $\Delta \alpha_\Omega = 0^\circ$ .

Außer dieser Präzession des Bahnknotens wird durch die Abplattung eine Änderung des Winkels  $\omega$  zwischen aufsteigendem Knoten

\* ) Vortrag: Hochschulwochen „Astronomie“ 1964 in Bautzen.

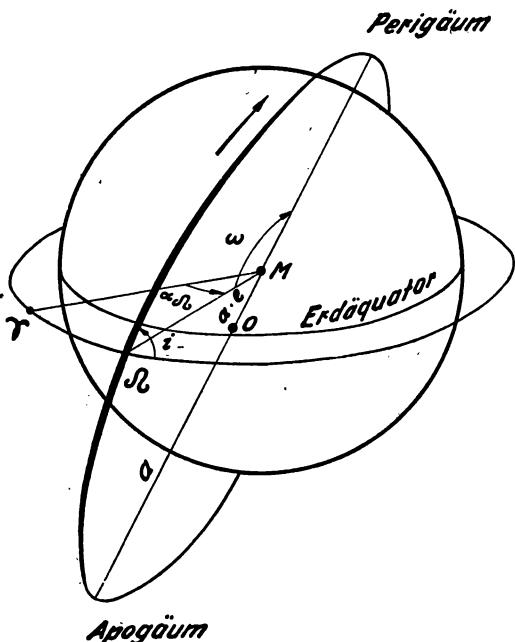


Abb. 1

und Perigäum bewirkt, also eine Drehung der Apsidenlinie Perigäum — Apogäum. Sie erreicht täglich einen Betrag

$$\Delta \omega = +5 \left( \frac{R}{a} \right)^{8.5} (5 \cos^2 i - 1) \text{ [Grad]}$$

Für die Bahnneigung  $i = 63^\circ$  wird  $\Delta \omega = 0$ .

Die Erdatmosphäre ist in den gebräuchlichen Perigäumshöhen von etwa 200 km über der Erdoberfläche noch so dicht, daß der Satellit beim Perigäumsdurchgang abgebremst wird. Beim nächsten Durchgang erreicht er infolgedessen die vorige Apogäumshöhe nicht mehr. Die Exzentrizität e der Bahn wird immer mehr abgeschliffen und nähert sich dem Wert 0. Damit verringert sich auch die große Halbachse a der Bahn. Nach dem dritten Keplergesetz muß als Folge davon die Umlaufzeit kleiner werden, und damit ändert sich auch das 6. Bahnelement, die Zeit des Perigäumsdurchgangs T. Außer der Bahnneigung i sind also alle Elemente veränderlich.

#### Die Form des Erdkörpers

Schon Newton und Huygens hatten bewiesen, daß die rotierende Erde an den Polen abgeplattet sein müßte. Die ersten Versuche, die Ellipsoidform nachzuweisen, schlugen allerdings fehl. Wegen der groben Meßmethoden ergab sich ein an den Polen zugespitztes Ellipsoid (Cassini). Die damals angewendete Methode der Breitengradmessung oder Gradbogenmessung wird im Prinzip heute noch in Form der Landestriangulationen zur Berech-

nung eines sogenannten bestanschließenden Ellipsoids benutzt [3]. Die Abplattung des Erdkörpers kommt darin zum Ausdruck, daß auf dem Meridian einem Grad am Pol die Länge 111,7 km und am Äquator 110,6 km entspricht.

Seit den Expeditionen um 1740 nach Peru und Lappland, die die von der Theorie geforderte Form der Erde bestätigten, wurden Triangulationsnetze über große Teile der Kontinente gelegt und vermessen. Damit soll ein Ellipsoid gefunden werden, das so gut wie möglich an das Geoid [3] anschließt und mit diesem namentlich im Schwerpunkt und in der Rotationsachse übereinstimmt. Bis heute ist es allerdings noch nicht gelungen, die Kontinente gleichmäßig mit Dreiecknetzen zu überziehen. Die Ozeane sind mit den klassischen Methoden natürlich überhaupt nicht erfassbar. Die bekanntesten Ellipsoide aus Gradbogenmessungen haben folgende Abplattung

$$a = \frac{a - b}{a},$$

durch die ihre Form bestimmt ist:

Bessel	(1841)	1 : 299.2
Hayford	(1910)	1 : 297.3
Krassowski	(1946)	1 : 298.3

Wie schon angedeutet, ergibt sich aus der Änderung der Bahnelemente eines künstlichen Erdsatelliten eine Möglichkeit, die Form der Erde unabhängig von der bisherigen klassischen Methode zu bestimmen. Ohne auf die sehr komplizierte neue Methode näher einzugehen, sei nur gesagt, daß man das Schwerkraftpotential für den Außenraum der Erde mit Hilfe von Kugelfunktionen darstellen kann, deren Koeffizienten von Masse und Form der Erde abhängen. Es wurden Methoden entwickelt, diese Koeffizienten aus der Bahncharakteristik künstlicher Erdsatelliten abzuleiten [4]. Der Mittelwert von 18 Bestimmungen der Erdabplattung aus Satellitenbeobachtungen der Jahre 1958 bis 1962 gibt

$$a = 1 : 298.22$$

mit einer Unsicherheit von etwa 0.1 im Nenner, was linear 6.5 m in der Differenz a-b bedeutet [5]. Der neue Wert aus Satellitenbeobachtungen befindet sich in guter Übereinstimmung mit dem von Krassowski berechneten. Das ist nicht verwunderlich, denn Krassowski hatte gutes und umfangreiches Beobachtungsmaterial zur Verfügung.

Als weiteres Ergebnis auf diesem Gebiet wurde die sogenannte „Birnenform“ der Erde entdeckt. Der Krümmungsradius der Erde ist am Nordpol um 10 m kleiner als am Südpol. Dieser Effekt ist — ebenso wie der einer Abplattung des Äquators — sehr klein, aber

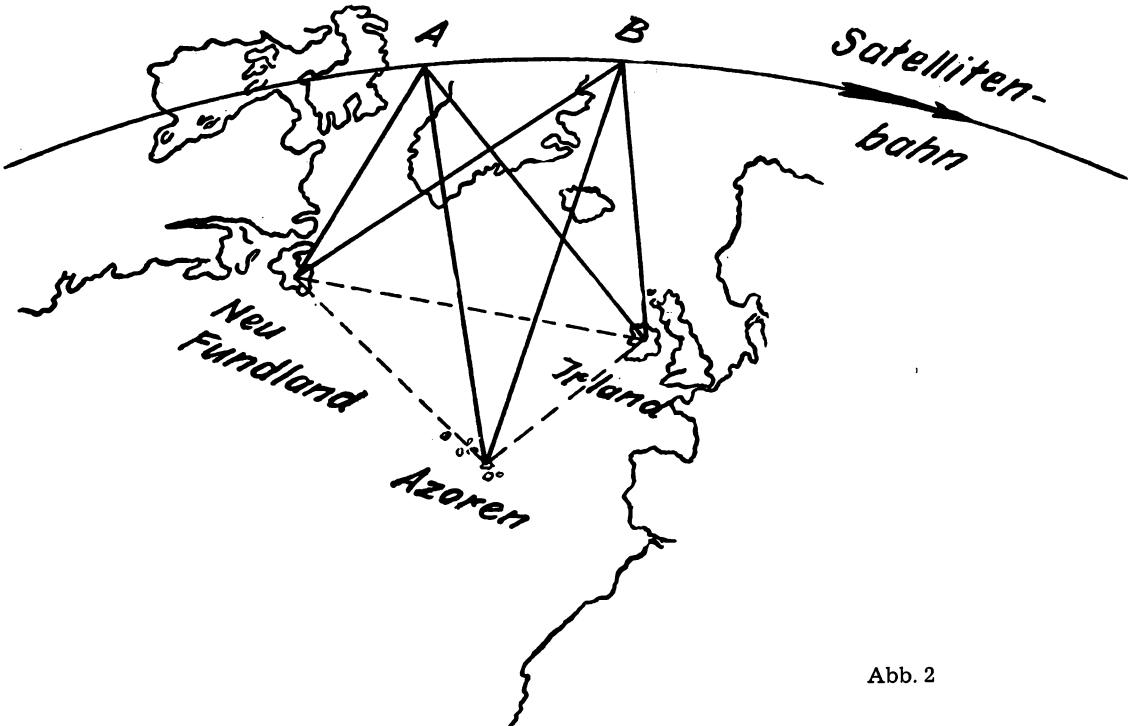


Abb. 2

durch die hohe Genauigkeit sicher nachweisbar. Die Differenz der Krümmungsradien am Nord- und Südpol ist auf 6 cm sicher.

Es ist übrigens interessant, daß der Erdkörper nicht eine Form besitzt, die nur durch Gravitations- und Fliehkraft bestimmt ist. Er müßte dann eine Abplattung  $a = 1 : 299.8$  haben. Ein flüssiger Körper würde die Form eines Normalsphäroids annehmen. Die Erde befindet sich also nicht im hydrostatischen Gleichgewicht.

Aus den Beobachtungen der Veränderung von Bahnelementen ist also die Bestimmung der Erdfigur im ganzen möglich, während bei einer lokalen Triangulation die Erdfigur durch die Schwereanomalien des erfaßten Gebietes verfälscht sein kann. Dieses wegen der Art der Auswertung als dynamisch bezeichnete Verfahren ist schon vielfach angewendet worden und hat sehr gute Ergebnisse geliefert. Zu seiner Anwendung werden an die Bahneigenschaften der Satelliten keine speziellen Forderungen gestellt. Von den genannten 18 Berechnungen der Abplattung wurden 13 aus Beobachtungen von Sputnik 2, 3 und 4 gewonnen. Auch an die Beobachtungstechnik werden nicht so hohe Genauigkeitsanforderungen gestellt wie bei den geometrischen Verfahren, über die noch zu sprechen ist. Allerdings sind zum Beispiel die Echosatelliten für die dynamische

Methode nicht geeignet, weil das Verhältnis Masse zu Oberfläche bei ihnen zu klein ist.

#### Geodätische Positionsbestimmungen

Wenn im vorigen Kapitel die Erdabplattung aus Beobachtungen, die nicht primär für geodätische Zwecke vorgesehen waren, erhalten wurde, so liegt jetzt eine spezifisch geodätische Aufgabe vor. Die geodätischen Positionsbestimmungen dienen in erster Linie zur Überbrückung der Ozeane und von Gebieten, die durch ein Dreiecknetz noch nicht geodätisch erschlossen sind. Das Verfahren beruht im Prinzip auf den gleichen Voraussetzungen wie die parallaktischen Methoden der kosmischen Triangulation bei Sonnenfinsternis- und Sternbedeckungsbeobachtungen. Dabei diente die parallaktische Verschiebung des Mondes gegenüber weiter entfernten Himmelskörpern als Maßgröße. Die Anwendbarkeit dieser Verfahren ist in verschiedener Hinsicht eingeschränkt. Einmal ist der Mond weit entfernt, so daß die parallaktischen Verschiebungen sehr klein sind, und zum anderen finden Sternbedeckungen und besonders Sonnenfinsternisse nur recht selten statt. Weitere Einschränkungen erfährt die Methode durch Bewölkung.

In dieser Hinsicht haben künstliche Erdsatelliten wesentlich günstigere Eigenschaften.

Das Meßprinzip beruht darauf, daß ein Satellit von mehreren Beobachtungsstationen aus gleichzeitig angeschnitten und zusammen mit den ihn am Himmelshintergrund umgebenden Sternen photographiert wird (Abbildung 2). Die Aufnahmen von verschiedenen Erdorten aus zeigen den Satelliten gegenüber den Sternen um kleine Beträge verschoben. Daraus läßt sich die räumliche Lage der 3 Beobachtungspunkte auf der Erdoberfläche bestimmen, wenn die Koordinaten  $\alpha$  und  $\delta$  der zur Messung verwendeten Sterne bekannt sind. Wendet man das Verfahren über die 3 Punkte hinaus auf ein über die ganze Erde gleichmäßig verteiltes System von Beobachtungsstationen an, so erhält man im Endergebnis einen Vielfächner, ein Polyeder, dessen Ecken auf der Erdoberfläche liegen, und der ein geometrisch richtiges Abbild des Erdkörpers darstellt. Deshalb spricht man von der geometrischen Verwendung von Satelliten. Dieses sogenannte Verfahren der Stellartriangulation wurde 1946 in Finnland von Väistälä und Mitarbeitern entwickelt und 1960 erprobt. Ursprünglich diente zur Messung nicht ein Satellit, sondern eine Rakete, die kurze Lichtblitze aussendet. Hier spielt die Größe der Bahnstörungen des Satelliten keine Rolle, da nur seine momentane relative Lage von Bedeutung ist. Die größte Schwierigkeit ist die Einhaltung wirklicher Gleichzeitigkeit der Beobachtungen, da der Satellit eine Geschwindigkeit der Größenordnung 10 km/s hat. Auf der anderen Seite ist die erforderliche Ausmeßgenauigkeit der Aufnahmen sehr hoch.

Versuche zur Stellartriangulation wurden mit dem Ballonsatelliten Echo I im europäisch-asiatischen Raum bereits ausgeführt. Eine von den etwa 12 an dem Unternehmen beteiligten Stationen war die Satellitenstation des Geodätischen Institutes in Potsdam. Eine solche Stellartriangulation hat natürlich nur dann einen Sinn, wenn sie die bisherigen klassischen Triangulationsmethoden zur Bestimmung der Größe der Erdfigur an Genauigkeit übertroff. Das heißt, die bisherige Unsicherheit der großen Erdhalbachse von  $\pm 100$  m muß auf den zehnten Teil dieses Fehlers verkleinert werden. Wenn man mit einem Satelliten, der etwa die Flughöhe von Echo I hat, geodätische Positionsbestimmungen eines Ortes auf der Erde mit einem Lagefehler von nur  $\pm 10$  m ausführen will, müssen die Beobachtungen in der Zeit auf  $\pm 0^{\circ}001$  und in der Richtung auf  $\pm 1''$  genau sein.

#### **Geodätische Satelliten und ihre Beobachtung**

Die für geodätische Positionsbestimmungen bereits mit Erfolg eingesetzten Ballonsatelliten, haben in mancher Hinsicht recht günstige

Eigenschaften für diesen Zweck. Sie umkreisen die Erde in einer Höhe von über 1000 Kilometern, das heißt, sie sind zu gleicher Zeit im Horizont zweier Orte sichtbar, die 6500 km voneinander entfernt liegen, und sie sind wegen ihres Durchmessers von 30 bis 40 m leicht photographisch zu beobachten. Die vorhin geforderten Werte für Zeit- und Richtungserfassung sind allerdings für einen Satelliten, der nur im reflektierten Sonnenlicht leuchtet, nur mit großem instrumentellen Aufwand erreichbar. Die am Programm beteiligten Stationen müssen über sehr genaue Quarzuhrn verfügen, damit die zeitliche Zuordnung der photographisch festgehaltenen Position des Satelliten unter den Sternen gewährleistet werden kann.

Aus diesen Gründen fordern die Geodäten für ihre Zwecke schon seit mehreren Jahren einen Spezialsatelliten mit folgenden Eigenschaften: kugelförmige Gestalt, Mindesthöhe etwa 1500 km, hohe Dichte im Verhältnis zur Oberfläche, Bahnneigung möglichst nahe 90°, möglichst kreisförmige Bahn, Anlage zur Aussendung von Lichtblitzen, eventuell eine Quarzuhr zur Aussendung von Zeitsignalen. Der geodätische Satellit Anna 1 B mit einigen der genannten Eigenschaften umkreist seit Oktober 1962 die Erde. Er leuchtet nicht nur passiv, sondern sendet im bestimmten Rhythmus Xenonlichtblitze aus. Dadurch ist das Problem der gleichzeitigen Beobachtung in einfachster Weise realisiert. Man braucht nur darauf zu achten, daß alle beteiligten Stationen ihre Aufnahmen während der gleichen Blitzfolge exponieren. Die Blitze bieten auch den Vorteil, daß die Ost-West-Entfernung der beobachtenden Stationen nicht durch den Schattenkegel der Erde im Sonnenlicht begrenzt wird. Leider erfüllte der Anna-Satellit die in ihn gesetzten Hoffnungen nicht restlos. Es zeigte sich, daß er wegen seiner Kleinheit zu schwach leuchtete und vor allem, daß auch die Blitze zu schwach waren für visuelle und photographische Beobachtungen. Sicher werden diese Mängel bei späteren geodätischen Satelliten beseitigt werden können.

Zu Beobachtungen für die Zwecke der Satellitengeodäsie ist an sich jede Kamera geeignet, die so eingerichtet ist, daß die Aufnahmen die geforderte Ausmeßgenauigkeit garantieren. Für die erwähnten Beobachtungen von Echo I in Potsdam war eine Spiegel-linsenkamera von 1 m Brennweite eingesetzt. Zur Zeitmarkierung wurde die sich auf dem Film abzeichnende Satellitenspur durch einen mit einem Chronographen verbundenen Verschluß kurzzeitig unterbrochen. Ähnliche Instrumente aus der Sowjetunion mit der Be-

zeichnung NAFA-Kamera wurden von den meisten Stationen des Echo-I-Programmes zur Erprobung der Stellartriangulation verwendet.

Einrichtungen dieser Art sind für helle Satelliten gut geeignet. Anders ist es bei Objekten, die an der visuellen Sichtbarkeitsgrenze oder darunter liegen. Sie hinterlassen bei einer den Sternen nachgeführten Kamera keine Spur auf dem Film. Deshalb sind verschiedene Geräte im Einsatz, die die Nachführung des Fernrohres auf den Satelliten gestatten. Sehr häufige Anwendung fand der Kinotheodolit von Askania, bei dem zwei Beobachter das Fernrohr in Höhe und Azimut ständig dem Satelliten nachführen. In Abständen von 0,2 Sekunden werden gleichzeitig das Ziel und die Teilkreise photographiert. Die erreichte Genauigkeit von  $\pm 20''$  genügt den genauen geodätischen Ansprüchen nicht. Ein anderes auf den Satelliten nachführbares Gerät ist die ballistische Kamera, die ursprünglich zur Raketenbeobachtung verwendet wurde. Als besonders geeignet erwiesen sich die ballistische Kamera BC4 der Schweizer Firma Wild und neuerdings die amerikanische Kamera PC-1000 mit 1 m Brennweite, 20 cm Öffnung und einem Gesichtsfeld von 11 mal 11 Grad. Letztere gestattet im allgemeinen Anhaltsterne siebenter und unter besonders günstigen Umständen neunter Größenklasse aufzunehmen.

Die Amerikaner haben schon im Internationalen Geophysikalischen Jahr die dreiachsige Baker-Nunn-Kamera eingesetzt. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, die direkte Satellitenverfolgung automatisch zu erreichen. Ebenfalls eine dreiachsige Montierung besitzt die von Abele in der Sowjetunion gebaute Kamera [6]. Sie hat 75 cm Brennweite, ein Öffnungsverhältnis 1 : 3,5 mit einem Gesichtsfeld von 4 mal 5 Grad. Die große Reichweite dieser Kamera bis 10 m wird dadurch erreicht, daß sie abwechselnd dem Satelliten und den Fixsternen nachgeführt wird.

RÜDIGER KOLLAR, Radebeul

## Die Anwendung von Zehnerpotenzen im Astronomieunterricht

Astronomische Werte haben nun einmal die sprichwörtliche Eigenart, unvorstellbar groß zu sein. Dies darf uns aber nicht hindern, sie laufend im Unterricht zu erwähnen und, sofern es die spezielle Thematik erfordert, auch entsprechende Rechnungen mit ihnen durchzuführen. Die Zehnerpotenzen werden sich dabei nicht nur als vorteilhaft, sondern auch unerlässlich erweisen, zumal sie zeitsparend und

Schließlich sei noch erwähnt, daß in der DDR ein vierachsiges Satellitenfernrohr entwickelt wird. Es soll eine Brennweite von 76 cm bei einem Öffnungsverhältnis 1 : 2 und einem Gesichtsfeld von 7 mal 9 Grad haben. Bei Nachführung auf den Satelliten soll die Reichweite 12 m betragen. Als Genauigkeit in der Richtung werden 2 Bogensekunden, in der Zeit wird 1 Millisekunde angestrebt. Diese Kamera ist für alle geodätischen Satellitenbeobachtungen verwendbar.

### Literatur:

- [1] Güntzel-Lingner, U.: *Bahnbestimmung und optische Beobachtung von künstlichen Erd-satelliten; Vermessungstechnik* 6 (1958), Seiten 173–179.
- [2] Schrick, K.-W.: *Künstliche Erdsatelliten vermessen die Erde; Sterne und Welt Raum* 3 (1964), Seiten 52–56.
- [3] Steinert, K.-G.: *Die Bestimmung der Figur der Erde unter besonderer Berücksichtigung der Sonnenfinsternismethode; Astronomie in der sozialistischen Schule* 2 (1961), Heft 3–4, Seiten 3–6.
- [4] Thomas, P. D.: *Use of near earth satellite orbits for geodetic information; Coast and Geod. Survey, Techn. Bull. No. 11, Jan. 1960.*
- [5] Zieliński, J.: *New methods and results of research on the problem of the earth's figure; Zeszyty Naukowe Politechniki Warszawskiej-Geodezja* Nr. 10 (1963), Seiten 39–64.
- [6] Abele, M. K.: *Eine dreiachsige automatische Kamera zur Beobachtung künstlicher Erdsatelliten (russisch); Nabljudenja iskustwennich sputnikov semli, N 1 1957–1962, Moskva 1962, Seiten 55–61.*

Anschrift des Verfassers: Technische Universität Dresden, Lohrmann-Institut.

übersichtlich sind, wie sich auch die Fachliteratur ausschließlich dieser bewährten Zahlen-schreibweise bedient.

Die Behandlung der Zehnerpotenzen erfolgt an zwei Stellen des Mathematikunterrichts der 9. Klasse, einmal in Verbindung mit den Potenzen im allgemeinen, zum anderen bei der Behandlung der Kennziffern der Logarithmen-rechnung. Es kann als erwiesen angesehen

werden, daß die Schüler, stofflich-schematisch betrachtet, diesen Lehrplanabschnitt tadellos beherrschen. Nun gilt es aber, die gewonnenen Kenntnisse anzuwenden. Wohl kaum eine Naturwissenschaft erweist sich dazu geeigneter als die Astronomie.

Jenen Astronomielehrern, die über wenig mathematische Erfahrung verfügen — ihre Zahl ist erfreulicherweise in ständigem Rückgang begriffen —, sei in Kürze das Wesen des Rechnens mit Zehnerpotenzen, soweit es zum Verständnis des nachstehenden Beitrags nötig ist, dargestellt.

Zehnerpotenzen werden multipliziert, indem man ihre Basis 10 mit der Summe ihrer Exponenten potenziert.

Beispiel:  $10^2 \cdot 10^3 = 10^{2+3} = 10^5$

In Zahlen:  $100 : 1000 = 100\ 000$

**Zehnerpotenzen werden dividiert, indem man ihre Basis 10 mit der Differenz ihrer Exponenten potenziert.**

Beispiel:  $10^5 : 10^2 \equiv 10^{5-2} \equiv 10^3$

In Zahlen:  $100\,000 : 100 = 1000$

**Zehnerpotenzen mit negativen Exponenten werden dem Kehrwert der Zehnerpotenzen mit positivem Exponenten gleichgesetzt.**

Beispiel:  $10^3 : 10^{-2} \equiv 10^3 \cdot 10^2 \equiv 10^5$

In Zahlen:  $1000 : 0,01 = 100\,000$

Aus der Vielzahl der Anwendungsmöglichkeiten der Zehnerpotenzen im Astronomieunterricht sei im folgenden die mathematische Abhandlung des Energiehaushalts der Sonne ausführlich dargestellt, wie dies auch der Lehrplan im Abschnitt 2,2 ausdrücklich verlangt. Da der Schwerpunkt dieses Beitrags in der mathematischen Lösung der Problematik der Gesamtstrahlungsdauer der Sonne liegt, wird auf die Behandlung der komplizierten atomphysikalischen Vorgänge und der dazu nötigen meßtechnischen Mittel bewußt verzichtet und auf die diesbezügliche einschlägige Literatur verwiesen.

Bekanntlich wird im Inneren der Sonne bei einer Temperatur von zehn bis zwanzig Millionen Grad und einem Druck von einigen hundert Milliarden Atmosphären bei der Bildung von Heliumatomen aus der Fusion von je vier Wasserstoffatomen Strahlungsenergie frei. Dies lässt sich ohne weiteres mittels den entsprechenden Atomgewichtseinheiten (siehe Beyrodt-Küstners Zahlentafel S. 49, Tab. 27) nachweisen, woraus sich

$$1) 4 \cdot 1,008 - 4,003 = 0,029 \text{ Atomgewichtseinheiten Massendefekt}$$

ergeben, was sich wiederum, da die Masse eines Wasserstoffatoms (siehe Physik-Buch Kl. 10, Anhang S. 22) bekannt ist, in einen tatsächlichen Massendefekt bei jeder Kernfusion

$$2) 0,029 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 4,8 \cdot 10^{-26} \text{ g}$$

ausdrücken lässt. In seiner Energiegleichung  $E = m \cdot c^2$  wies Einstein die funktionale Beziehung von Masse und Energie nach. Der Wert für  $m$  wurde bereits unter 2) ermittelt. Die Lichtgeschwindigkeit  $c = 300\,000 \text{ km/s}^{-1} = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm/s}^{-1}$  (siehe auch Physikbuch Kl. 10, S. 145) kann ebenfalls bei den Schülern als bekannt vorausgesetzt werden. Nunmehr ist es ohne weiteres möglich, die bei jeder Kernfusion freiwerdende Energie

$$3) E = 4,8 \cdot 10^{-26} \cdot (3 \cdot 10^{10})^2 \text{ g.cm}^2\text{s}^{-2} = 4,32 \cdot 10^{-5} \text{ erg}$$

zu berechnen, wobei  $\text{g} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$  der physikalischen Maßeinheit für Energie und Arbeit entspricht.

Bereits im vorhergehenden Schuljahr (siehe Physikbuch Kl. 9, S.199) fand die Masse der Sonne mit  $1,983 \cdot 10^{33}$  g Erwähnung. Da aber auch die Masse eines Wasserstoffatoms (s. o.) bekannt ist, lässt sich auch die Anzahl der H-Atome errechnen, aus der eine Ideal-Wasserstoff-Sonne bestehen würde. Wir teilen die Masse der Sonne durch die Masse eines Wasserstoffatoms.

$$4) \frac{1,983 \cdot 10^{33} \text{ g}}{1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}} = 1,2 \cdot 10^{57}$$

welche Zahl es lohnt — ausnahmsweise! — einmal tatsächlich auszuschreiben:

1 200 000 000 000 000 . . . . . 000 000  
(Insgesamt 58 Stellen!)

Da sich bei jeder Kernfusion vier H- zu einem He-Atom vereinen, ist es nun nicht mehr schwer, die Gesamtzahl der möglichen Kernfusionen

$$5) 1.2 \cdot 10^{57} \cdot 4 = 3 \cdot 10^{56}$$

zu ermitteln. Da aber bereits unter 3) die bei jeder Kernfusion freiwerdende Strahlungsenergie bekannt ist, ergibt sich aus der Multiplikation mit der Gesamtzahl der möglichen Kernfusionen 5) der Gesamtvorrat an Kernenergie der Sonne während ihres Übergangs vom Wasserstoff- zum Heliumstern.

$$6) 4 \cdot 32 \cdot 10^5 \cdot 3 \cdot 10^{56} \text{ erg} = 1.296 \cdot 10^{52} \text{ erg}$$

womit die in der Sonne insgesamt vorhandene Energiemenge noch keineswegs als erschöpft angesehen werden darf.

Als Solarkonstante ist jene Menge Strahlungsenergie bekannt, die bei mittlerer Entfernung der Erde von der Sonne je Zeiteinheit auf eine Flächeneinheit fallen würde, vorausgesetzt, daß die Erdatmosphäre für die Strahlung aller Wellenlängen völlig durchlässig wäre, wofür (siehe Brockhaus-ABC der Astronomie)  $1,374 \cdot 10^6 \text{ erg.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$  ermittelt wurde. Dieser Meßwert ist wiederum nur ein Bruchteil jener Energiemenge, die auf der Innen-

fläche einer gedachten Kugel mit dem mittleren Radius Sonne-Erde 149,5 Mill. km =  $1,495 \cdot 10^{13}$  cm auftreffen würde. Es gilt nun die Gesamtfläche dieser gedachten Kugel

$$7) (2 \cdot 1495 \cdot 10^{13})^2 \cdot 3,14 \text{ cm}^2 = 2,81 \cdot 10^{27} \text{ cm}^2$$

zu errechnen und diese Fläche mit der Solar- konstante zu multiplizieren

$$8) 2,81 \cdot 10^{27} \cdot 1,37 \cdot 10^6 \text{ cm}^2 \cdot \text{erg.cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \\ = 3,86 \cdot 10^{33} \text{ erg.s}^{-1},$$

wodurch man zur Strahlungsleistung der Sonne je Sekunde gelangt, welcher Wert zuweilen auch mit  $3,86 \cdot 10^{23}$  kW in der Fachliteratur angegeben wird.

Ist erst einmal die Strahlungsleistung der Sonne je Sekunde bekannt, ist es nicht mehr schwer, durch die Teilung des unter 6) ermittelten Gesamtenergievorrats durch die unter 8) gewonnene Sekundenleistung die Strahlungsdauer der Sonne in Sekunden zu errechnen.

$$9) \frac{1,296 \cdot 10^{52} \text{ erg}}{3,86 \cdot 10^{33} \text{ erg.s}^{-1}} = 3,36 \cdot 10^{18} \text{ s},$$

welche Zeit es in Jahre umzuwandeln gilt, wobei die Anzahl von  $3,156 \cdot 10^7$  Sekunden pro Jahr der Zahlentafel (Beyrodt-Küstner S. 38) entnommen werden kann.

$$10) \frac{3,36 \cdot 10^{18} \text{ s}}{3,156 \cdot 10^7 \text{ s}} \approx 10^{11}$$

**Hundert Milliarden Jahre wird der Energievorrat der Sonne noch reichen, vorausgesetzt, daß der Umwandlungsprozeß von Wasserstoff in Helium gleichbleibend anhält.**

Welch unvorstellbarer Zeitraum! Keine Angabe aus der Geologie läßt sich daran ermessen. Mit Hilfe der Zehnerpotenzen ist es jedoch ohne größeren Aufwand durchaus möglich, solche gewaltigen Probleme zu erfassen.

Der Lehrplan sieht zur speziellen Behandlung der Sonne als unserem Zentralgestirn insgesamt drei Stunden vor. Es sollte keinen Astronomielehrer geben, der davon nicht eine Stunde abweigt, die Problematik des Energiehaushalts der Sonne, der nicht nur fachlich, sondern auch philosophisch den Ausgangspunkt zu weiteren Erörterungen bildet, zu behandeln.

So wird der tatsächliche Massenverlust der Sonne meistens überschätzt, andererseits wirkt er sich in bezug auf die Gesamtmasse der Sonne kaum nennenswert aus. Aus der Umstellung der Einsteinschen Energiegleichung  $E = m \cdot c^2$  ergibt sich  $m = E : c^2$ . Der Wert der Strahlungsleistung der Sonne wurde unter 8) ermittelt, wie auch die Lichtgeschwindigkeit  $c$  als bekannt angesehen werden kann.

$$11) \frac{3,86 \cdot 10^{33} \text{ erg.s}^{-1}}{(3 \cdot 10^{10})^2 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-2}} = 4,3 \cdot 10^{12} \text{ erg.cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$$

Für  $\text{erg} = \text{g} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$  eingesetzt, erhält man

$4,3 \cdot 10^{12} \text{ g.s}^{-1}$  oder, mit anderen Worten ausgedrückt: **Die Sonne erleidet jede Sekunde einen Massenverlust von 4,3 Millionen Tonnen.** Dies entspricht mengenmäßig etwa der doppelten in der DDR alljährlich geförderten Steinkohlenproduktion. Und dieser Massenverlust gilt nur für eine Sekunde! Der Massenverlust der Sonne innerhalb eines Jahres

$$12) 4,3 \cdot 10^{12} \cdot 3,156 \cdot 10^7 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{s}^1 = 1,357 \cdot 10^{20} \text{ g}$$

ergibt wohl mit etwa 136 Billionen Tonnen eine irdisch mit nichts zu vergleichende Menge, hinsichtlich der Sonne ist dieser Verlust jedoch unerheblich, was sich unschwer in der Differenz der Zehnerpotenzen ( $10^{33} : 10^{20}$ ) feststellen läßt. **In zehn Milliarden Jahren wird der Massenverlust der Sonne bei gleichbleibender Strahlung erst 0,07 Prozent betragen.**

Als weitere Erleichterung soll erwähnt werden, daß die Ermittlung der Ergebnisse der den Zehnerpotenzen vorangestellten Faktoren mit dem Rechenschieber erfolgen kann (siehe auch Beitrag des Verfassers „Der Einsatz des Rechenschiebers im Astronomieunterricht“, Heft 11–12/63 der Zeitschrift „Astronomie in der sozialistischen Schule“), wobei etwaige kleinere Differenzen, die sich dabei ergeben, ohne weiteres in Kauf genommen werden können, zumal es angesichts des gewaltigen Umfangs der zu lösenden Probleme ohnehin nur darauf ankommt, ein annäherndes Ergebnis zu erlangen. So schwankt beispielsweise in verschiedenen Werken der Fachliteratur der Faktor für die Strahlungsleistung der Sonne pro Sekunde zwischen 3,7 und 3,9, der Exponent der Zehnerpotenz zur Maßeinheit  $\text{erg.s}^{-1}$  ist in jedem Falle aber  $3^3$ . Dies hat seine Ursache in unterschiedlichen Werten für die Solarkonstante, deren Genauigkeit von der vierten werthabenden Stelle an unsicher ist.

Nach der ausführlichen Darstellung einer speziellen Anwendungsmöglichkeit der Zehnerpotenzen im Astronomieunterricht soll aus der Fülle weiterer Probleme eine kleine Auswahl zur Anregung folgen. Der Einfachheit halber werden Ansatz und Ergebnis gleich mit angeführt. Als Quelle der folgenden Aufgaben wurde ausschließlich das „Brockhaus-ABC der Astronomie“ benutzt.

**Insbesondere zur Durchführung von Vergleichen, jener für den Astronomieunterricht spezifischen Lehrmethode, erweisen sich die Zehnerpotenzen als unerlässlich.** Dabei kommt es darauf an, solche Berechnungen unmittelbar vor den Augen der Schüler erstehen zu lassen, die mit spürbarer Spannung das Ergebnis erwarten. Ist dieser Weg erst einmal mit Erfolg beschritten worden, sollte in Befolgung des Prinzips der Selbsttätigkeit dazu

übergegangen werden, die Schüler die Lösung allein durchführen zu lassen, wozu die mathematischen Voraussetzungen ja vorhanden sind. **Das Argument, daß dies zu zeitraubend wäre, ist nicht stichhaltig.** Die Durchführung der folgenden sechs Beispilaufgaben dauert vom Anschreiben des Ansatzes bis zum Ergebnis, bei Verwendung des Rechenschiebers zur Lösung der Divisionen, bestimmt nicht länger als drei Minuten. Geübte Rechner werden diese Zeit bestimmt erheblich unterbieten.

- Vergleichen Sie die Masse der Sonne mit der Masse der Erde!

$$\frac{1,99 \cdot 10^{33} \text{ g}}{5,975 \cdot 10^{27} \text{ g}} \approx 3,33 \cdot 10^5 = 333\,000 : 1$$

- Vergleichen Sie den Durchmesser der Betelgeuze mit dem Durchmesser der Sonne!

$$\frac{5,6 \cdot 10^8 \text{ km}}{1,39 \cdot 10^6 \text{ km}} \approx 4 \cdot 10^2 = 400 : 1$$

- Vergleichen Sie die Dichte eines Weißen Zwerges mit der Dichte der Erde!

$$\frac{10^5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}}{5,5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} \approx 1,8 \cdot 10^4 = 18\,000 : 1$$

- Vergleichen Sie die mittleren Entfernungen Erde–Sonne und Erde–Mond!

$$\frac{1,495 \cdot 10^8 \text{ km}}{3,844 \cdot 10^5 \text{ km}} \approx 3,88 \cdot 10^2 \approx 400 : 1$$

- Vergleichen Sie die Größe der Erdoberfläche mit der Oberfläche des Mondes!

$$\begin{aligned} (1,274 \cdot 10^4)^2 \cdot 3,14 \text{ km}^2 &= \frac{1,623 \cdot 10^8}{(3,476 \cdot 10^3)^2 \cdot 3,14 \text{ km}^2} \\ &= \frac{1,623 \cdot 10^8}{1,208 \cdot 10^7} \\ &= 1,344 \cdot 10^1 \approx 13 : 1 \end{aligned}$$

- Vergleichen Sie das Volumen des Planeten Jupiter mit dem Rauminhalt der Erde!

$$\begin{aligned} \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot (6,92 \cdot 10^4)^3 \text{ km}^3}{3 \cdot 3,14 \cdot 4 \cdot (6,37 \cdot 10^3)^3 \text{ km}^3} &= \frac{3,314 \cdot 10^{14}}{2,585 \cdot 10^{11}} \\ &= 1,28 \cdot 10^3 \approx 1300 : 1 \end{aligned}$$

Aber auch zu einer Reihe weiterer oft recht umfangreicher Probleme lassen sich Zehnerpotenzen vortrefflich im Astronomieunterricht einsetzen. Von vornherein gilt es jedoch abzugrenzen, inwiefern die Logarithmenrechnung zur Lösung der gestellten Aufgabe nicht geeigneter erscheint. Wenn es aber darauf kommt, rasch zu einem annähernd richtigen Ergebnis zu gelangen, ist den Zehnerpotenzen ohne weiteres der Vorzug zu geben, wobei gegebenenfalls noch der Rechenschieber mit heranzuziehen ist.

- Berechnen Sie mittels der Formel

$$M_E = \frac{g \cdot R_E^2}{f}$$

die Masse der Erde!

$$\frac{9,81 \cdot 6,372 \cdot 10^{12} \text{ m} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^2 \cdot \text{s}^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^2} \\ = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

- Berechnen Sie die Länge eines Lichtjahres!

$$3 \cdot 10^5 \cdot 3,156 \cdot 10^7 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{s}^1 = 9,46 \cdot 10^{12} \text{ km}$$

- Berechnen Sie die Länge der Entfernungseinheit Parsek, wenn diese 206 265 astronomischen Einheiten gleichgesetzt wird!  
 $2,063 \cdot 10^5 \cdot 1,495 \cdot 10^8 \text{ km} = 3,08 \cdot 10^{13} \text{ km}$

- Rigel ( $10^5 \cdot L_\odot$ ) und Wolf 1055 ( $6,6 \cdot 10^{-5} \cdot L_\odot$ ) sind jene z. Z. bekannten Fixsterne mit extremem Leuchtkraftverhältnis im Vergleich zur Sonne ( $3,86 \cdot 10^{33} \text{ erg.s}^{-1}$ ). Berechnen Sie die tatsächliche Leuchtkraft!  
 Rigel:  $10^5 \cdot 3,86 \cdot 10^{33} \text{ erg.s}^{-1} = 3,86 \cdot 10^{38} \text{ erg.s}^{-1}$   
 Wolf 1055:  $6,6 \cdot 10^{-5} \cdot 3,86 \cdot 10^{33} \text{ erg.s}^{-1} = 2,55 \cdot 10^{29} \text{ erg.s}^{-1}$

- Berechnen Sie die Masse unseres Milchstraßensystems, wenn diese mit 160 Milliarden Sonnenmassen angegeben wird!  
 $1,6 \cdot 10^{11} \cdot 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg} = 3,184 \cdot 10^{41} \text{ kg}$

- Berechnen Sie die Entfernung zum Andromeda-Nebel in Kilometern!  
 $3,26 \cdot 8,3 \cdot 10^5 \cdot 9,46 \cdot 10^{12} \text{ km} = 2,4 \cdot 10^{19} \text{ km}$

Des öfteren wurde schon vermerkt, daß der spezielle Astronomieunterricht nicht zugunsten seiner mathematischen Durchdringung vernachlässigt werden darf. Inwieweit einzelne Hinweise dieses Beitrags in den jeweiligen Lektionen aufgenommen werden können, muß jeder Lehrer von sich aus entscheiden.

Es steht außer Zweifel, daß Zehnerpotenzen den Umgang mit den unvorstellbar großen astronomischen Werten nicht nur erleichtern, sondern daß sie vielmehr zum Verständnis kosmischer Zusammenhänge unerlässlich sind. Wenn erst einmal erreicht ist, daß die Scheu vor den astronomischen Zahlenangaben gemindert wurde, ist ein entscheidender Punkt innerhalb des gesamten Erkenntnisprozesses überwunden worden. Auf diese Weise wird es möglich sein, nicht nur das fachliche Niveau dieses Unterrichtsfaches zu steigern, sondern auch den erzieherischen Inhalt unserer Arbeit zu verbessern.

Anschrift des Verfassers:

Radebeul 2, Wilhelm-Pieck-Straße 235



Die fünf hellen Planeten können im Berichtszeitraum alle beobachtet werden. Merkur erreicht am 18. September seine größte westliche Elongation und kann infolgedessen in der Mitte des Monats am Morgenhimmler gesehen werden. Er geht gegen 4 h auf und ist in der Morgendämmerung im Sternbild Löwe tief am Osthorizont zu finden. Venus ist ebenfalls Morgenstern, geht aber in beiden Monaten fast vier Stunden vor der Sonne auf. Sehen wir anfangs etwa das halbe Planetenscheibchen, so können wir Ende Oktober bereits drei Viertel davon beobachten. Die scheinbare Helligkeit nimmt aber trotzdem infolge der wachsenden Erdentfernung um fast eine halbe Größenklasse ab. Auch der scheinbare Durchmesser verkleinert sich entsprechend. Venus durchläuft in dieser Zeit die Sternbilder Krebs und Löwe und erreicht Ende Oktober das Sternbild Jungfrau. Der dritte Planet am Morgenhimmler ist Mars. Anfangs finden wir ihn in unmittelbarer Nähe der Venus, hinter der er aber dann zurückbleibt. Er durchläuft nur das Sternbild Krebs und geht Ende Oktober kurz nach Mitternacht auf. Günstige Abendsichtbarkeit erreicht er erst im kommenden Jahr. Jupiter geht Anfang September gegen 21 Uhr auf. Im Oktober erscheint er jedoch schon vor 19 Uhr über dem Horizont, so daß auch für die Schüler günstige Beobachtungszeiten gegeben sind. Am 15. September wird der Planet rückläufig. Wir können daher die Planetenschleife beobachten, die er in der Zeit vor und nach der Opposition durchläuft. Es empfiehlt sich, den Schülern die Skizzen der in Frage kommenden Sternbilder, Stier und Widder, zu geben und sie dann die beobachteten Positionen nach entsprechender Anleitung einzzeichnen zu lassen. Die Beobachtung muß bis in den Januar 1965 fortgesetzt werden. In diesem Gebiet der Ekliptik erreicht der Planet große Kulminationshöhen, so daß wirklich günstige Beobachtungsbedingungen bestehen. Saturn hat seine Opposition bereits Ende August durchlaufen und ist daher anfangs die ganze Nacht

zu sehen, Ende Oktober geht er schon bald nach Mitternacht unter. Er bewegt sich im Berichtszeitraum rückläufig im Sternbild Wassermann. Seine Kulminationshöhen betragen knapp 30 Grad.

Von den helleren Kleinen Planeten gelangt Vesta am 2. September in Opposition zur Sonne. Sie bewegt sich in den beiden Monaten ebenfalls rückläufig durch das Sternbild Wassermann. Mit einem Feldstecher kann sie als Sternchen siebenter Größe aufgesucht werden. Durch ihre Bewegung hebt sie sich von den „Fixsternen“ ab. Natürlich sind dazu Beobachtungen über einen Zeitraum von mehreren Tagen erforderlich.

Von den Meteorströmen können wir die Pisciden und die Orioniden beobachten. Der Ekliptikalstrom der Pisciden hat sein flaches Maximum am 12. September, während die Orioniden, die vom berühmten Kometen Halley erzeugt werden, ihre größte Häufigkeit am 19. Oktober erreichen.

Die einzelnen Mondphasen treten zu folgenden Zeiten ein:

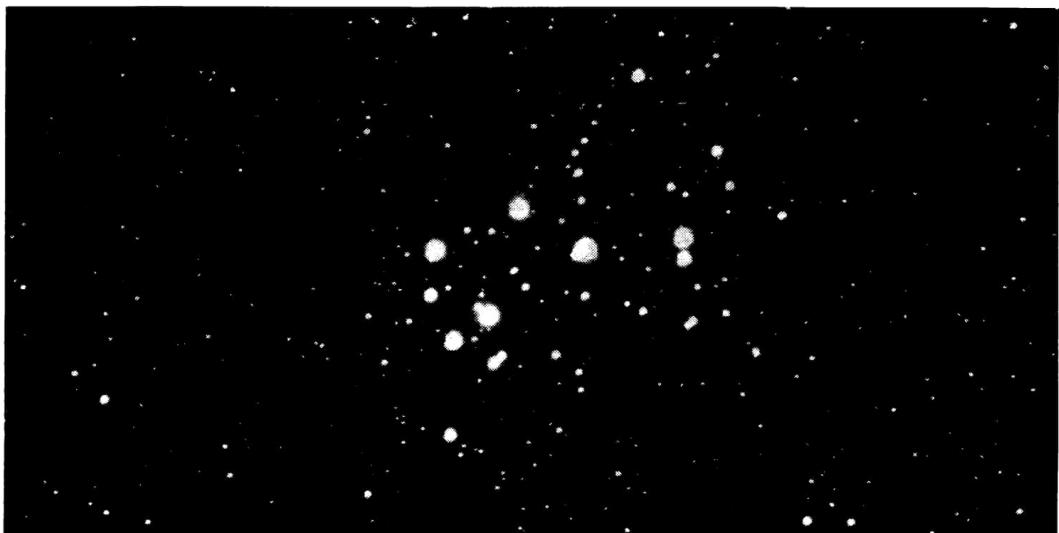
Erstes Viertel:	13. 9. 22h 24m;	13. 10. 17h 57m;
Vollmond:	21. 9. 18h 31m;	21. 10. 5h 46m;
Letztes Viertel:	28. 9. 16h 2m;	27. 10. 22h 59m;
Neumond:	6. 9. 5h 35m;	5. 10. 17n 20m.

Bei der Behandlung des Sternenhimmels in den ersten Stunden können wir auch auf die Sternfarben eingehen. Dazu eignen sich u. a. die folgenden Objekte: Wega – weiß (AO), Gamma Bootis – gelblichweiß (FO), Capella – gelblich (GO) und Arctur – rötlich (KO).

Beobachtungsobjekte für den Feldstecher oder das Schulfernrohr:

- a) Hyaden; b) Plejaden (unser Bild); c)  $\gamma$  und  $\eta$  Persei; d) Andromedanebel; e) Nordamerikanebel; f) Kugelsternhaufen M 13;  $\alpha$  und  $\beta$  im Steinbock sind Doppelsterne.

G. Lampe



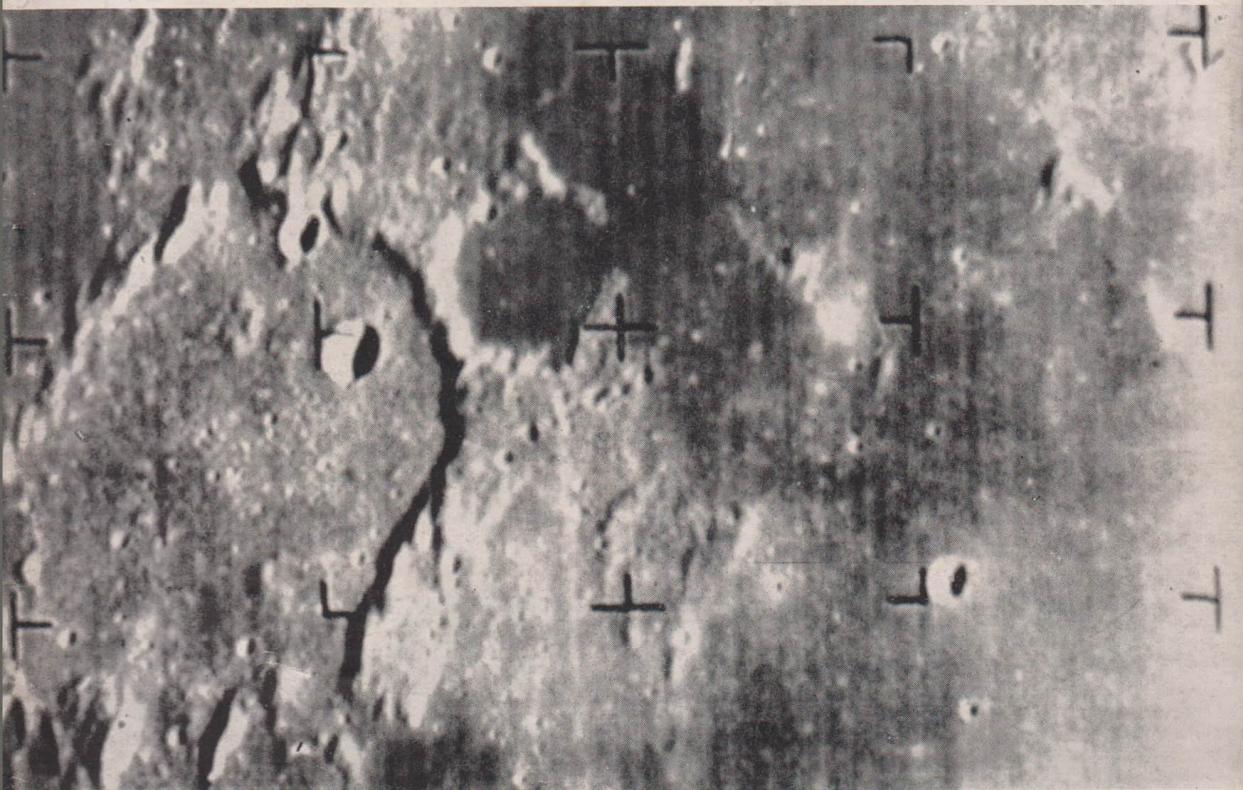


Index 31053

167-B

# Astronomie

*in der Schule*



2  
1964

31 053



VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

# ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Zeitschrift für die Hand des Astronomielehrers

Herausgegeben vom Verlag Volk und Wissen, Volkseigener Verlag  
Berlin W 8, Lindenstraße 54 a — Telefon 20 05 41. Postscheckkonto: Berlin 1326 26  
Erscheinungsweise: zweimonatlich — Heft 2 — 1. Jahrgang 1964  
Einzelheft 0,60 MDN; im Abonnement halbjährlich (3 Hefte) 1,80 MDN

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
H. Bernhard      Eine gute Bilanz! . . . . .	25
Autorenkollektiv Sternwarten unserer Republik berichten . . . . .	27
O. Günther      Untersuchungsprobleme im Jahr der ruhigen Sonne . . . . .	32
H. J. Nitschmann      Astronautik — einmal anders . . . . .	36
A. Zenkert      Hinweise zur Beobachtung der Marsschleife 1964/65 . . . . .	39
R. Kollar      Durch Weiterbildung zu einer höheren Qualität des Unterrichts . . . . .	42
O. Mader      Zur Einführung neuer Lehrbücher für den Astronomieunterricht . . . . .	45
H. J. Nitschmann      Nach Redaktionsschluß . . . . .	47
G. Lampe      Wir beobachten . . . . .	3. Umschlagseite

Redaktionsschluß: 10. 9. 1964

Redaktionskollegium: Helmut Bernhard (Chefredakteur), Hans Joachim Nitschmann (stellvertretender Chefredakteur), Günter Baum, Rüdiger Kollar, Eberhard-Heinz Schmidt, Dr. Klaus-Günter Steinert, Anne-Rose Nitschmann (Redaktionssekretärin)

Wissenschaftlicher Beirat: Wolfgang Büttner, Oberstudienrat Dr. Dorothea Dietrich, Dr. Otto Günther, Dr. Karl Kellner, Klaus Lindner, Studienrat Oskar Mader, Dr. Siegfried Michalk

### Anschrift der Redaktion:

Sternwarte Bautzen, Friedrich-List-Straße 8, Telefon 31 35, TELEX 019 8742

Einsendung von Beiträgen in zweifacher Ausfertigung an die Anschrift der Redaktion; für unverlangt eingesandte Beiträge und Abbildungen keine Gewähr

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe und Genehmigung der Redaktion

Veröffentlicht unter der Lizenz 1488 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik

Bestellungen werden durch den Buchhandel und die Deutsche Post entgegengenommen. Bezug für Westdeutschland durch den Buchhandel, für das Ausland durch Deutscher Buch-Export und -Import GmbH, Leipzig C 1, Leninstraße 16

Satz und Druck: Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen III-4 9-2857

Abbildungen: Titelseite — Das Mondgebirge G u e r i c k e , von der Mondsonde R a n g e r 7 am 31. Juli 1964 aus einem Abstand von 850 km über der Mondoberfläche aufgenommen. Die kleinsten erkennbaren Krater haben etwa 260 m Durchmesser. Aufnahme: Zentralbild/AP. — 3. Umschlagseite — Die Sternhaufen h und chi im Sternbild Perseus. Aufnahme: A. Ansorge, Bernstadt. — 4. Umschlagseite — Der Andromedanebel (M 31), aufgenommen am 2-m-Spiegelteleskop des Karl-Schwarzschild-Observatoriums in Tautenburg bei Jena. Belichtungszeit 45 Minuten. Aufnahme: Dr. N. Richter, Tautenburg.

# **Eine gute Bilanz!**

## **Gedanken zum 15. Jahrestag der Gründung der Deutschen Demokratischen Republik**

*Der 15. Geburtstag unserer Republik, den wir festlich beginnen, war Anlaß, in Politik, Ökonomie und Kultur Bilanz zu ziehen. Was wurde erreicht, wo liegen die Aufgaben?*

*Auch im Astronomieunterricht können wir mit Genugtuung und Freude auf die Ergebnisse der Arbeit zurückblicken. Natürlich gibt es noch Schwächen und Mängel, die aber zu überwinden sind.*

*Die Einführung dieses Unterrichtsfaches ist eng mit dem Übergang der Astronomie von der nur beobachtenden zur experimentierenden Wissenschaft durch den Start des ersten sowjetischen Erdsatelliten Sputnik I verbunden. Mit diesem Ereignis rückten die Fragen der Astronomie – Astronautik in den Blickpunkt des gesellschaftlichen Interesses. Kenntnisse astronomischer Erscheinungen und Gesetzmäßigkeiten gehören immer mehr zur Allgemeinbildung jedes Menschen der sozialistischen Gesellschaft und haben ihren großen Wert für die Bewußtseinsbildung bereits bewiesen.*

*Die Vermittlung von astronomischem Wissen gehört heute zum festen Bestandteil der naturwissenschaftlichen Ausbildung an unseren Schulen.*

*Die jungen Menschen, die in diesen Jahren unsere Oberschulen verlassen, besitzen in der Mehrzahl sichere astronomische Grundkenntnisse; sie geben ihnen einen Einblick in das wissenschaftliche Weltbild der Gegenwart. Begeisterte Lehrer und wißbegierige Schüler lassen die Unterrichtsstunden im Fach Astronomie oft zum Erlebnis werden. Zahlreiche Fragen, die besonders zu astronautischen Problemen gestellt werden, zeugen von Aufgeschlossenheit und Lernwillen der Schüler.*

*Trotz der erreichten Erfolge können die Ergebnisse der Bildung und Erziehung noch nicht befriedigen. Durch vielseitige Maßnahmen der Lehrerweiterbildung werden die fachliche und methodische Qualität des Unterrichts und seine weltanschauliche Durchdringung weiter erhöht.*

*Die sinnvolle Verbindung von Theorie und Praxis hat große Bedeutung für die Aneignung von sicheren Schülerkenntnissen. Deshalb bemühen sich zahlreiche Lehrer, die astronomische Schülerbeobach-*

tung in ihren Unterricht einzubeziehen. Auf Initiative von Astronomielehrern und Sternfreunden entstanden in den letzten Jahren in unserer Republik eine Reihe neuer Sternwarten und Beobachtungsstationen. Umfangreiche staatliche Mittel wurden ausgegeben, aber auch der Mithilfe aller Bevölkerungsschichten im Rahmen des Nationalen Aufbauwerkes ist hohe Anerkennung zu zollen.

Viele Schulklassen führen regelmäßige Übungen und Beobachtungen in den Sternwarten durch. Leider nutzen noch nicht alle Astronomielehrer die gegebenen Möglichkeiten für eine interessante Unterrichtsgestaltung. Es ist deshalb zu überlegen, ob nicht ein gut begründetes System astronomischer Schülerbeobachtungen geschaffen werden kann. Zahlreiche Beobachtungen sind auch ohne Instrumente möglich. Wichtig ist, daß ein Teil der Astronomiestunden unter dem Sternenhimmel stattfindet.

Unsere Schüler wollen aber nicht nur lernen, sondern auch schaffen. In einer Reihe von Schulen bestehen astronomische Arbeitsgemeinschaften, in denen die Schüler systematisch an die praktische Beobachtungstätigkeit herangeführt werden. Hier können sich die jungen Menschen sinnvoll und schöpferisch betätigen. Diese Arbeitsgemeinschaften sollten in allen Schulen mehr gefördert werden, weil sie den gesamten Unterricht und die Erziehung aufwerten.

Die Bereitstellung von Lehr- und Lernmitteln ist auch ein sichtbarer Ausdruck für die Förderung des Astronomieunterrichts. Auf diesem Gebiet wurde eine hervorragende Gemeinschaftsarbeit von Fachastronomen, Sternfreunden und Lehrern geleistet. Der Einsatz von Lehr- und Lernmitteln hat ebenfalls großen Einfluß auf die Erhöhung der Bildungs- und Erziehungsarbeit. Es wäre daher wünschenswert, wenn gute Neuentwicklungen rascher, verbessert und in höheren Auflagen produziert werden könnten.

In diesen Wochen werden in öffentlicher Diskussion Inhalt und Aufbau des Bildungswesens der DDR für die nächsten 15 bis 20 Jahre festgelegt.

Damit sind Richtung und Ziel für den Astronomielehrer gewiesen. Die Hauptaufgabe in der nächsten Zeit besteht darin, auf der Grundlage der aufgezeigten Aspekte eine umfangreiche theoretische und praktische Arbeit bei der Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts innerhalb des einheitlichen sozialistischen Bildungssystems zu leisten.

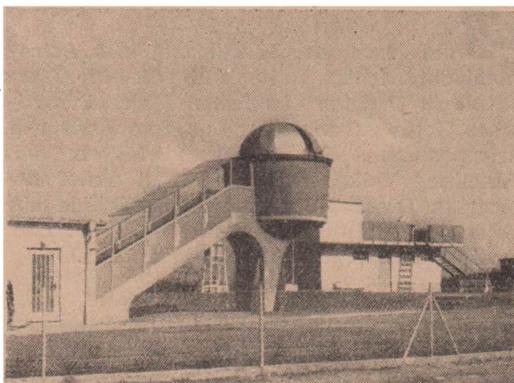
Helmut Bernhard, Chefredakteur

**D**er 12. April 1964 ist für die Eilenburger Freunde der Astronomie in doppelter Hinsicht ein sehr bedeutungsvolles Datum: Am 12. April 1961 startete Juri Gagarin zu seinem historischen kosmischen Flug um die Erde und leitete damit eine neue Etappe der Astronautik ein; drei Jahre später wurde die neu erbaute *Eilenburger Sternwarte* ihrer Bestimmung übergeben und erhielt mit persönlicher Zustimmung des Kosmonauten den Namen *Volks- und Schulsternwarte „Juri Gagarin“*.

Diese Namensverleihung ist zugleich Anerkennung und Verpflichtung für die Mitarbeiter der neuen Sternwarte: Anerkennung für die unter der Leitung des Verfassers seit 33 Jahren erfolgreich arbeitende Urania-Sternwarte, und Verpflichtung, als nunmehr staatliche Einrichtung eine noch wirksamere Tätigkeit bei der Bildung und Erziehung unserer Bürger, insbesondere der Jugend, zu entfalten.

In den zurückliegenden Jahrzehnten, als die damalige Urania-Sternwarte, aus Liebe an der Beobachtung des gestirnten Himmels entstanden, auf völlig privater Basis arbeitete, erfreute sie sich bereits eines regen Zuspruchs über den Rahmen unseres Kreises und Bezirkes hinaus. Sie erwarb sich einen guten Namen auch durch die Mitarbeit an wissenschaftlichen Beobachtungen, besonders der täglichen Sonnenbeobachtung, von Sternbedeckungen, Finsternissen u.a. astronomischen Erscheinungen. Der Start des ersten künstlichen Erdsatelliten veranlaßte die Mitarbeiter der Sternwarte, ein neues Aufgabengebiet zu übernehmen, das viel Interessantes – aber auch viel Arbeit versprach. Wie die Flugbahn von Sputnik 1 kurz nach seinem Start erstmalig beobachtet wurde, bleibt uns immer ein Erlebnis, das auch heute noch nicht abgeklungen ist, obwohl hunderte Beobachtungen der verschiedensten Satelliten auf dem Konto stehen. Die Urania-Sternwarte wurde wenig später als offizielle Satellitenbeobachtungs-Station in das weitgespannte internationale Beobachtungsnetz einbezogen und bemühte sich, wenn auch ausschließlich auf ehrenamtlicher Basis arbeitend, diesen wichtigen Auftrag zu erfüllen. Urkunden und Anerkennungsschreiben schmücken heute unsere Arbeitsräume. Wenn die übrige Arbeit der Sternwarte nur kurz skizziert wird (Vortrags-tätigkeit innerhalb und außerhalb der Sternwarte, Durchführung von Jugendstunden mit jährlich etwa 1000 Teilnehmern, öffentliche Führungen, Mitarbeit in der Fachpresse und an Fachbüchern usw.), so geschieht das nur aus Platzgründen. Durch die kollektive Tätigkeit aller Mitarbeiter war eine Sternwarte

entstanden, die materiell und in ihrer Wirksamkeit einen guten Platz einnahm. Das war besonders wertvoll, als mit der Einführung des Astronomieunterrichts an den Oberschulen neue Aufgaben erwuchsen, die unsere volle Unterstützung fanden. Die Mitarbeit am Lehrplan, an Lehrbüchern und Anschauungsmittern, die Hilfe bei der Lehrerweiterbildung und der Besuch vieler Schulklassen sind damals wie heute eine große Hilfe, um den Astronomieunterricht lebensnah und interessant zu gestalten. Am 1. Januar 1961 wurde die Sternwarte auf Beschuß des Rates des Kreises zur Schulsternwarte erklärt und sie verfügt seitdem über noch bessere materielle Voraussetzungen. Leider wuchsen am damaligen Standort durch die Ausdehnung eines großen Chemiebetriebes, des VEB Eilenburger Celluloid-Werk, die Behinderungen derartig an, daß die seit langem geplante Verlegung an einen günstigeren Ort unaufschiebar wurde.



Mit Investitionsmitteln in Höhe von 250 000,- MDN wurde die neue Sternwarte als Jugendorientiertes Objekt in knapp einem Jahr errichtet und ist z.Z. wohl eine der größten und schönsten Schulsternwarten unserer Republik. Von dem großen Arbeitsaufwand, der sich mit der Verlegung einer Sternwarte ergibt, von dem unermüdlichen Arbeitswillen aller Mitarbeiter im Nationalen Aufbauwerk kann sich nur der eine Vorstellung machen, der selbst am Bau einer Sternwarte mitwirkte. Groß war die Unterstützung durch alle staatlichen Organe und viele einsatzbereite Helfer, bis die Sternwarte ihren Betrieb aufnehmen konnte. Die instrumentale Ausrüstung, die einschließlich der 3-m-Kuppel und der abfahrbaren Hütten von der früheren Urania-Sternwarte übernommen wurde, besteht u.a. aus einem 200-mm- und 164-mm-Reflektor, einem Doppelrefraktor 80/1200 und 78/1120 mm und einem 150-mm-Refraktor in der Kuppelstation. Sämtliche Fernrohre sind parallak-

tisch montiert und besitzen motorische Nachführungen.

Das Hauptgebiet unserer jetzigen Tätigkeit ist die Zusammenarbeit mit den Schulen, die sich in vielfältigen Formen vollzieht:

Ein neuer Zyklus der Lehrerweiterbildung für unseren Kreis und die Nachbarkreise hat begonnen. Es gibt ein System, wonach bestimmte planmäßige Unterrichtsstunden aller 10. Klassen nur in der Sternwarte stattfinden. Zwei Schülerarbeitsgemeinschaften Astronomie/Astronautik befinden sich im Aufbau. Nachdem seit dem 12. April 1964 bereits 960 Jugendstundenteilnehmer die Sternwarte besuchten, sind wir auch für das neue Jahr dafür gerüstet. Die bereits angedeutete wissenschaftliche Tätigkeit wird fortgesetzt und infolge der günstigeren Arbeitsbedingungen verstärkt. Die Arbeit als Volkssternwarte mit breiten Kreisen der Bevölkerung läuft auf vollen Touren. Seit der Einweihung besuch-

ten insgesamt 8000 Personen die neue Sternwarte und erkannten voller Freude, welch eine schöne Bildungsstätte hier entstanden ist, was auch von zahlreichen ausländischen und westdeutschen Gästen betont wird.

Unsere Sternwarte ist ein – wenn auch kleiner Teil – des sozialistischen Aufbaus in unserer Republik.

Ihre Krönung wird die Sternwarte im kommenden Jahr mit dem Bau eines Kleinplanetariums erhalten, wozu bereits alle Voraussetzungen geschaffen sind.

Wir wissen, daß weitere hohe Anforderungen an uns gestellt werden, sind aber auch gewiß, daß diese Tätigkeit dazu beiträgt, die wissenschaftliche Weltanschauung zu verbreiten und unsere Nation zur gebildeten Nation zu entwickeln.

Edgar Otto  
Leiter der Volks- und Schulsternwarte  
„Juri Gagarin“ Eilenburg

**B**ald nach der Einführung des Astronomieunterrichtes hatte auch die 39. Oberschule in Dresden den festen Plan, ein optisches Gerät zu erlangen. Aus dem Erlös von astronomischen Vorträgen und Mitteln der Abteilung Volksbildung beim Rat des Stadtbezirkes Dresden-Süd kaufte die Schule ein Zeiss-Cassegrain-Spiegelteleskop 150/900/2250 sowie eine Amateur-Astrokamera 71/250.

Nun galt es, die Probleme einer fachgemäßen Aufstellung des Instrumentes zu lösen. Das dafür günstige Gelände in der Umgebung der 39. Oberschule am Stadtrand Dresdens erweiterte das ursprüngliche Kleinvorhaben zu dem Plan des Baues einer Schulsternwarte. Unter der Leitung des Astronomielehrers der Schule begann eine umfangreiche Helferschar aus Schüler- und Elternkreisen mit den Bauarbeiten. Besonders tätig

war dabei der Elternbeirat, der fast alle einschlägigen Facharbeiten als kostenlose Leistung im Rahmen des Nationalen Aufbauwerkes übernahm. In vielen Wochenendeinsätzen leisteten die Eltern als Maurer, Elektriker, Tischler, Kraftfahrer und Hilfsarbeiter tausende Stunden freiwilliger Arbeit. Die oberen Klassen haben in vielen freiwilligen Arbeitsinsätzen mehr als 8000 Ziegelsteine aus Trümmergrundstücken geborgen, geputzt und verladen. Bei der schweren körperlichen Arbeit des Fundamentbaues setzten sich die Schüler der 10. Klassen gemeinsam mit den Eltern vorbildlich ein.

Großzügig war auch die Unterstützung des Vorhabens durch die Abteilung Volksbildung und die Leitung der 39. Oberschule. Die Sternwarte erhielt eine drehbare Kuppel und eine gute Innenausstattung. Am 16. Dezember 1961 konnte der Bau seiner Bestimmung übergeben werden. Die neue Sternwarte stellt einen Wert von rund 40 000,- MDN dar, in den sich NAW-Leistungen und die finanzielle Unterstützung aus dem Staatshaushalt etwa je zur Hälfte teilen.

Heute stehen neben dem Spiegelteleskop noch drei Schulfernrohre und einige aus Basteloptiken gefertigte Schülerfernrohre zur Verfügung. Dadurch ist bei der Unterrichtstätigkeit, dem Hauptzweck der Sternwarte, eine gute Gruppenarbeit möglich. Kuppel- und Unterrichtsraum sind mit Lehr- und Anschauungsmitteln reich ausgestattet und stehen allen Dresdener Schulen sowie der Bevölkerung zur Verfügung.



Bis zum 1. September 1964 wurden beispielsweise 2109 Schüler unterrichtlich betreut, 221 Lehrer und Studenten nahmen an Weiterbildungsveranstaltungen teil und für mehr als 500 Interessenten aus der Bevölkerung fanden Vorträge und öffentliche Beobachtungen statt. Durchführung von Jugendweiheveranstaltun-

gen und Bildung einer astronomischen Schülerarbeitsgemeinschaft sind weitere wesentliche Aufgaben der Sternwarte.

Hermann Risse  
Leiter der Schulsternwarte  
der 39. Oberschule Dresden

**W**ährend die meisten Schul- oder Amateursternwarten auf eine längere Entstehungsgeschichte zurückblicken können, ist das bei der *Schulastronomischen Station in Schwerin* nicht so. Die Einführung des Faches Astronomie in den Unterricht zog unmißverständlich die Forderung eines astronomischen Bildungszentrums im Norden unserer Republik nach sich. Deshalb wurde der Gedanke, eine schulastronomische Station zu errichten, in die Tat umgesetzt. Wenn heute der Wert der Einrichtung  $\frac{1}{4}$  Million MDN übersteigt, so ist es das Verdienst aller am Bau Beteiligten. Von den wissenschaftlichen und technischen Mitarbeitern des Kabinetts wurden über 5000 Aufbau-stunden geleistet. Auch die vielen Probleme, die sich bei der Beschaffung von Facharbeitskräften sowie der technischen Einrichtung ergaben, wurden vom Kollektiv der wissenschaftlichen Mitarbeiter unter der umsichtigen Leitung ihres Direktors gelöst. Der Betonbau wurde z. B. von einer Jugendbrigade, die zur gleichen Zeit am Schweriner Fernsehturm arbeitete, nach Feierabend errichtet. Die Belieferung mit modernen Geräten erfolgte auf Grund eines Patenschaftsvertrages mit der Firma VEB Carl Zeiss. So entstand, geboren aus der Notwendigkeit, eine moderne Volksbildungseinrichtung. Seit der Eröffnung am 6. Oktober 1962 haben über 20 000 Gäste unsere Einrichtung besucht. Jugendweihegruppen aus dem Bezirk Schwerin und den benachbarten Bezirken erhalten einen Einblick in den Aufbau unseres Weltalls, für die 10. und 12. Klassen werden ganze Stundenkomplexe lehrplanmäßigen Unterrichts erteilt. Gerade hierbei erweist sich die Gesamtanlage unserer Einrichtung als vorteilhaft, da sich im Erdgeschoß des 22 m hohen Betonturmes ein Zeiss-Planetarium von 8 m Durchmesser mit 66 Sitzplätzen befindet. Unabhängig von jeder Wetterlage können hier Orientierungsübungen stattfinden. Die Anschaulichkeit bei der Einführung der Koordinatensysteme führt zu Zeiteinsparungen und gleichzeitiger Verbesserung der Lernergebnisse, da durch die Anschaulichkeit die Lernarbeit intensiver wird. Findet der Unterricht in den späten Nachmittagsstunden statt, können bei klarem Wetter die im Planetarium erworbenen Kenntnisse

durch nachfolgende Schülerübungen an den Geräten im Observatorium in die astronomische Praxis umgesetzt werden. Schüler, die sich über den Rahmen des Lehrplanes hinaus für Astronomie interessieren, haben in Arbeitsgemeinschaften ein unerschöpfliches Betätigungsfeld; denn es ist unsere Hauptaufgabe, junge Menschen zu exakter Beobachtung und wissenschaftlichem Denken zu erziehen. Werden sie zu Beobachtungen herangezogen, deren Ergebnisse wissenschaftlich verwertbar sind, dann ist die Brücke von der sinnvollen Tätigkeit des Schülers zur geistig-produktiven Arbeit geschlagen, die Einheit von Schule und Leben geschaffen und die aktive Lerntätigkeit beim Schüler erreicht.

Die Station ist weiterhin Zentrum der Lehrerweiterbildung und der Vorbereitung auf das Staatsexamen im Fach Astronomie. An den öffentlichen Besuchstagen werden allen Gästen astronomische Grundkenntnisse vermittelt. Auch für sie ist es ein Erlebnis, sich nach dem Planetariumsbesuch durch die vorhandenen Beobachtungsgeräte von der Wirklichkeit zu überzeugen. Das Observatorium, das über zwei Aussichtsfernrohre, zwei parallaktisch montierte Newton-Spiegel (110x 1100), zwei Refraktoren (80x1200) und über einen Coudé-Refraktor (150x2250) verfügt, ist jederzeit in der Lage, den Besuchern die Möglichkeit der praktischen Beobachtung zu geben.



Über den Rahmen der Volksbildung hinaus wird von den Mitarbeitern der Sternwarte ein umfangreiches Beobachtungsprogramm bewältigt. Neben regelmäßigen Sonnenbeobachtungen beschäftigen wir uns mit Sternbedeckungen und Jupitermondverfinsterungen.

Ein wichtiges Arbeitsgebiet ist die Satellitenbeobachtung.

Oberlehrer H. M r a ß  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
des Pädagogischen Bezirkskabinetts Schwerin  
und Leiter der Sternwarte

**V**or Jahresfrist, zum 14. Jahrestag unserer Republik, konnte in Halle nach jahrelanger Arbeit die *Astronomische Station „Johannes Kepler“* ihrer Bestimmung übergeben werden.

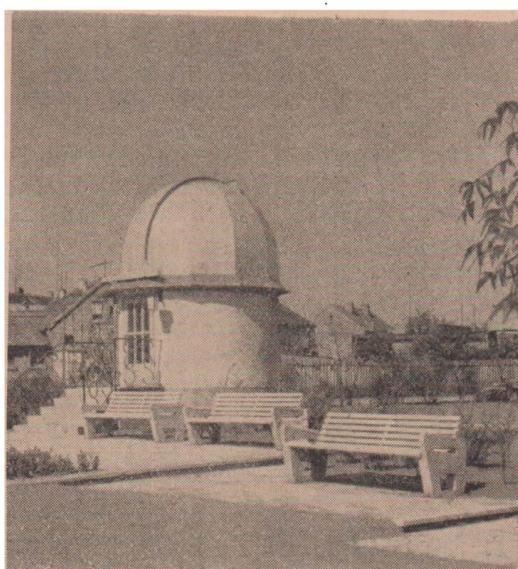
Im Jahre 1960 wurde begonnen, auf dem Schulgebäude in Halle-Kanena eine kleine astronomische Station, ausgestattet mit einem 80/1200-mm-Zeiss-Refraktor, zu errichten. Diese Station war jedoch nur geeignet, den Astronomieunterricht der eigenen Schule zu unterstützen. In Halle war jedoch noch keine größere astronomische Einrichtung vorhanden, weshalb bald ein größerer Bau geplant und im Frühjahr 1962 begonnen wurde. Schon am 7. Oktober 1963 konnte die neue Sternwarte,

die eine drehbare Kuppel von 3,5 m Durchmesser sowie als Hauptinstrument ein Zeiss-Cassegrain-Spiegelteleskop 150/2250 besitzt, eingeweiht werden. Ebenfalls im Jahre 1962 wurde die Errichtung eines Gebäudes für ein Zeiss-Kleinplanetarium vorbereitet und begonnen. 67 000,- MDN stellte unser Staatshaushalt für dieses Vorhaben zur Verfügung und rund 10 000 Stunden freiwilliger Arbeit im Nationalen Aufbauwerk wurden von den Mitgliedern der Elternbeiräte und den Kollegen der Patenbetriebe für diese schöne astronomische Bildungsstätte in der Stadt Halle geleistet.

Mehr als 7000 Schüler besuchten bisher das Kleinplanetarium. Mit allen 10. Klassen wurden die Unterrichtseinheiten „Orientierung am Sternhimmel“, „Die Koordinatensysteme“ und „Die scheinbare tägliche Bewegung des Sternhimmels“ hier behandelt. Durch das Vorhandensein der Sternwarte ist es nun möglich, der Forderung, daß die Schüler selbst praktische Beobachtungen durchführen, gerecht zu werden.

Mit großer Begeisterung arbeiten sie in der Schülerarbeitsgemeinschaft und führen verschiedenartige Himmelsbeobachtungen zur Lösung besonderer Aufgaben durch.

Die Astronomische Station „Johannes Kepler“ ist mit dem 1. September 1964 eine selbstständige Einrichtung der Abteilung Volksbildung geworden und trägt wesentlich zur Verbesserung des Astronomieunterrichtes bei.



**J**n den ersten Monaten des Jahres 1922 reifte in der Stadt Bautzen der Plan für die Errichtung einer *Schulsternwarte*. Schüler der damaligen Oberrealschule, die einem naturwissenschaftlichen Arbeitskreis angehörten, waren es, die gemeinsam mit ihrem Lehrer, Studienrat Johannes FRANZ (1892 bis 1956), Ostern 1922 die Schulsternwarte Bautzen gründeten, die erste ihrer Art in ganz Deutschland.

Freilich waren diese Anfänge infolge des Fehlens jeglicher Finanzmittel mehr als bescheiden, und nur hin und wieder konnten aus Stiftungen der Stadt Bautzen kleinere Instrumente und Geräte beschafft werden. Bezeichnend für die damaligen Verhältnisse ist es, daß die Sternwarte bis zum Jahre 1945 niemals über Haushaltmittel verfügte. Selbst die Kosten für Briefmarken, um nur dieses eine Beispiel zu nennen, mußten vom Leiter und den

älteren Mitarbeitern der Sternwarte aus der eigenen Tasche bestritten werden. Wenn die Bautzener Schulsternwarte trotz all dieser Hemmnisse eine hervorragende Arbeit auf dem Gebiet der Volksbildung leistete, dann war das ausschließlich das Verdienst ihres Leiters, Studienrat FRANZ und seiner Mitarbeiter und Schüler.

Unter der Arbeiter-und-Bauern-Macht änderten sich diese Verhältnisse grundlegend. Bald verfügte die Sternwarte über einen zunächst freilich noch kleinen, aber festen Etat, und für besondere Ausgaben standen staatliche Mittel ausreichend zur Verfügung. Ganz besonders nach dem im Jahre 1956 erfolgten Umzug der Sternwarte in das neuerrichtete große Schulgebäude im Nordosten der Stadt (jetzt Sorbisches Institut für Lehrerbildung) nahm die Sternwarte einen erheblichen Aufschwung. Zum erstenmal in ihrer jahrzehntelangen Geschichte verfügte sie nun über eine moderne Drehkuppel, unter der jetzt ein Zeiss-Refraktor mit 130 mm Objektivöffnung, 1950 mm Brennweite, Uhr'gan-Nachführung und wertvollen Zusatzgeräten, wie Koronograph, Astrographen usw. seinen Platz gefunden hat.

Heute besitzt die Sternwarte neben mehreren Arbeitsräumen eine Mechanikwerkstatt, einen Hörsaal mit 82 qm<sup>2</sup> Fläche, einen Lehrmittelraum sowie einen Raum für das Zeiss-Kleinplanetarium, das seiner Vollendung entgegengesetzt. Des weiteren ist ein großer Ausstellungsraum der Astronautik gewidmet. In ihm befindet sich unter anderem die in unserer Republik einmalige Lehrschau „Satelliten – Raumsonden – Raumschiffe“, die mit ihren vielen naturgetreuen Modellen künstlicher Raumkörper dem Betrachter einen eindrucksvollen Überblick über die Entwicklung der Astronautik vermittelt.

Wie es nicht anders sein kann, liegt das Hauptschwerpunkt der Arbeit der Sternwarte seit jeher auf dem Gebiet der Volksbildung. Jährlich besuchen tausende Jugendweiheteilnehmer und Schüler der 10. und 12. Klassen aus den Bezirken Dresden und Cottbus die Sternwarte. Auch die Erwachsenenbildung nimmt in Form von öffentlichen Beobachtungen und Lichtbildvorträgen einen breiten Raum ein. Seit der Einführung des Faches Astronomie an unseren allgemeinbildenden und erweiterten Oberschulen haben sich die Mitarbeiter der Sternwarte gemeinsam mit dem Pädagogischen Bezirkskabinett Dresden in starkem Maße der Weiterbildung unserer Astronomielehrer gewidmet. Mitarbeiter der Sternwarte waren an der Erarbeitung der Lehrpläne, als Autoren für die methodischen Handbücher sowie für die Lehr-



bücher im Fach Astronomie tätig. Nachdem bereits mehrmals in den Sommerferien Lehrgänge für Astronomielehrer in Zusammenarbeit mit dem Pädagogischen Bezirkskabinett Dresden, dem Sorbischen Institut für Lehrerbildung und der Sternwarte durchgeführt wurden, fanden in diesem Jahre erstmalig in unserer Republik die „Tage der Schulastronomie“ statt, die mit einer Beteiligung von mehr als 250 Kollegen zu einem vollen Erfolg wurden. Um den Astronomielehrern eine gute fachlich-methodische Anleitung geben zu können, wurde im Jahre 1960 von Mitarbeitern der Sternwarte in Zusammenarbeit mit dem Pädagogischen Bezirkskabinett und unter Vorsitz des Kollegen H. BERNHARD die Zeitschrift „Astronomie in der Schule“ ins Leben gerufen. In diesem Jahre wurde diese Zeitschrift in die Obhut des Verlages „Volk und Wissen“ übernommen. Daß die Sternwarte Bautzen auch weiterhin Sitz der Redaktion ist, erfüllt uns mit berechtigtem Stolz.

Auf dem Gebiet der Volksbildung besteht weiterhin seit vielen Jahren eine enge und fruchtbare Zusammenarbeit mit Rundfunk, Presse und Fernsehen. In der „Sächsischen Zeitung“ wird laufend der „Satellitenfahrplan“ veröffentlicht, der nicht nur der Bevölkerung eine Beobachtung der mit bloßem Auge sichtbaren künstlichen Erdsatelliten ermöglicht, sondern vor allem unseren Astronomielehrern wertvolle Hinweise für erfolgreiche und interessante Schülerbeobachtungen vermittelt. So ist die Schulsternwarte Bautzen in den nunmehr 42 Jahren ihres Bestehens, vor allem aber in dem vergangenen Jahrzehnt, zu einer der bedeutendsten Einrichtungen der Volksbildung auf diesem Gebiet geworden.

H.-J. Nitschmann

## Untersuchungsprobleme im Jahr der ruhigen Sonne<sup>+</sup>

Im Internationalen Geophysikalischen Jahr (IGJ) und seiner Fortsetzung (1957 bis 1959) sollten neben anderen Programmen vor allem die Zusammenhänge zwischen Vorgängen auf der Sonne und Erscheinungen auf der Erde, besonders in hohen Schichten der Erdatmosphäre, untersucht werden. Ein häufiges und starkes Auftreten solcher Erscheinungen ist dann zu erwarten, wenn die Sonne besonders aktiv ist. Als Maß für die Stärke der Sonnenaktivität dient die leicht beobachtbare Zahl und Größe der Sonnenflecken. Um Messungen in einer Zeit größter Sonnenaktivität zu erhalten, wurde das IGJ zeitlich so gelegt, daß ein Sonnenfleckemaximum in die Periode der verstärkten Beobachtungen fallen mußte. Das war richtig, aber bei der Auswertung der Beobachtungen zeigte es sich, daß eine eindeutige Zuordnung der irdischen Erscheinungen zu Vorgängen auf der Sonne durch ihre große Häufigkeit erschwert war und teilweise gar nicht gelang. Es war auch gerade das höchste Maximum seit Beginn der fortlaufenden Beobachtung der Fleckentätigkeit der Sonne im Jahre 1749. In Abbildung 1 ist zum Vergleich eine Kurve der Sonnenfleckenzahlen eingetragen, die als Mittel aus den vorhergehenden 18 Fleckenzyklen erhalten wurde.

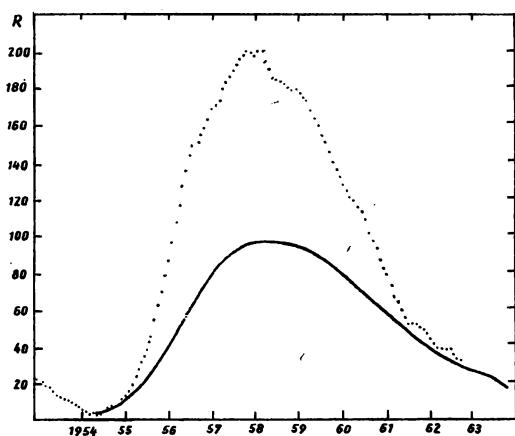


Abb. 1. Verlauf des letzten Sonnenfleckemaximums (Punkte) und mittlerer Verlauf der 18 vorhergehenden Maxima (Kurve)

\* Vortrag: Hochschulwochen „Astronomie“ 1964 in Bautzen.

Um die Zeit eines Sonnenfleckeminimums sind Vorgänge auf der Sonne, die messbare Erscheinungen auf der Erde oder in der näheren Umgebung der Erde auslösen, selten genug für eine sichere Zuordnung. Deshalb ist für die Zeit vom 1. Januar 1964 bis 31. Dezember 1965 eine erneute internationale Zusammenarbeit zur Untersuchung der solar-terrestrischen Beziehungen vereinbart worden unter der Bezeichnung „Internationales Jahr der ruhigen Sonne“ (International Quiet Sun Year, abgekürzt IQSY). Die während des IGJ gewonnenen experimentellen und organisatorischen Erfahrungen können dabei weitgehend ausgenutzt werden.

Das allgemeine Ziel der Untersuchungen ist die Gewinnung weiterer Einsichten in die Ursachen und den Ablauf der Vorgänge auf der Sonnenoberfläche und in die Art ihrer Einwirkung auf die Erdatmosphäre, das irdische Magnetfeld und die nähere Umgebung der Erde.

Die allgemeine Arbeitsmethode zum Erreichen dieses Ziels besteht in fortlaufender optischer und radioastronomischer Überwachung der Sonne und gleichzeitiger Beobachtung aller irdischen Erscheinungen, die durch Vorgänge auf der Sonne beeinflußt werden können.

Die Zahl der speziellen Probleme, die im Jahr der ruhigen Sonne untersucht werden sollen, ist so groß, daß eine vollständige Aufzählung wenig sinnvoll wäre. Hier sollen solche Probleme etwas ausführlicher behandelt werden, zu denen im Laufe der letzten Jahre eine Reihe von Ergebnissen und vorläufigen Schlüssefolgerungen erhalten wurden, die aber bisher noch nicht in weiteren Kreisen bekannt geworden sind.

**Sonnenüberwachung:** Die Sonnenüberwachung muß so angelegt werden, daß sich eine möglichst lückenlose Erfassung aller beobachtbaren Vorgänge auf der Sonne ergibt. Das ist natürlich nur mit einem Netz von Beobachtungsstationen, die über die ganze Erde verteilt sind, möglich. Es erfordert gut organisierte internationale Zusammenarbeit.

Die Sonnenflecke sind mit einfachsten Mitteln zu beobachten und deshalb schon lange bekannt. Wenn wir von Sonnenaktivität sprechen, meinen wir damit aber nicht nur das Auftauchen, die Größen- und Formänderung und das Vergehen der Sonnenflecke. Bevor

eine Fleckengruppe entsteht, wird ein aktives Gebiet auf der Sonnenoberfläche erkennbar durch die Bildung von Fackelflächen. Diese treten besonders deutlich hervor auf Aufnahmen, die im Licht einer Kalziumlinie erhalten werden. Es sind heißere Gebiete, und zwar beträgt die Temperaturdifferenz zwischen Fackeln und ungestörter Photosphäre etwa 2250 Grad. Die Fackelgebiete sind in der Zone, in der Sonnenflecken auftreten, ziemlich langlebig. Noch längere Lebensdauer haben oft die sogenannten Filamente, die auf den Sonnenaufnahmen im Licht der roten Wasserstofflinie  $H\alpha$  als schmale dunkle Bänder hervortreten. Gelangt ein Filament durch die Sonnenrotation an den Sonnenrand und erscheint so gegen den dunklen Himmelshintergrund projiziert, dann sehen wir es als helle Protuberanz. Auch die Filamente bilden sich in Fackelgebieten, sie wandern später polwärts.

In den Fackelgebieten, gewöhnlich innerhalb 100 000 km vom Ort einer Fleckengruppe, treten kurzfristig und — nach unseren bisherigen Kenntnissen unvorhergesehen — Strahlungsausbrüche auf, die in der deutschsprachigen Literatur oft als „Eruptionen“ bezeichnet werden. Dieser Ausdruck erinnert an vulkanische Vorgänge und führt damit zu falschen Vorstellungen. In der Fachliteratur wird deshalb meistens das in der englischsprachigen Literatur übliche Wort Flare (Ausprache: Flär) übernommen, das ein kurzes Aufleuchten bezeichnet. Schwächere Flares sind nur im Licht der Wasserstofflinie  $H\alpha$  erkennbar, starke Flares können auch im Gesamtlicht hervortreten. Die Dauer eines Flares vom ersten Sichtbarwerden über das Erreichen der größten Helligkeit bis zum Verschwinden hängt von seiner Stärke ab. Die Dauer beträgt einige Minuten bis zu einigen Stunden. Dieser rasche Ablauf des Vorgangs macht es möglich, die Auswirkungen auf die Erde direkt für einzelne Flares zu untersuchen, während man sonst solar-terrestrische Beziehungen gewöhnlich nur durch statistische Bearbeitung eines umfangreichen Beobachtungsmaterials aus einem Zeitraum, der mindestens einen vollen Zyklus der Sonnenaktivität umfaßt, feststellen kann.

Wenn etwa nur die Strahlung der roten Wasserstofflinie verstärkt würde, wäre keine wesentliche Wirkung auf die Erde zu erwarten. Von den Flares geht aber auch energiereiche ultraviolette Strahlung aus und dazu noch Korpuskularstrahlung. In der Nachbarschaft von Flares kann Materie ausgeschleudert werden. Bei einem Flare in der Nähe der Mitte der Sonnenscheibe läßt sich die Bewegungsgeschwindigkeit der Materie messen

durch den auftretenden Dopplereffekt, d. h. die Verschiebung der Spektrallinie gegen ihre normale Lage. So wurden Radialgeschwindigkeiten bis zu etwa 500 km/s ermittelt. Die ausgeschleuderte Materie erreicht Höhen bis etwa 100 000 km über der Photosphäre und fällt dann zurück. Bei Flares, die zufällig am Sonnenrand auftreten, kann das gelegentlich direkt beobachtet werden. Dieser Vorgang ist aber nicht das Charakteristische an Flares. Die Materie, die auf die Sonnenoberfläche zurückfällt, kann auch nicht auf die Erde einwirken. Anders verhält es sich mit drei Arten von Teilchenstrahlung, die von Flares ausgehen und die Erde erreichen. Sie unterscheiden sich durch die Größe der Energie der Teilchen. Die übliche Maßeinheit für diese Energie ist 1 eV (ein Elektronenvolt).  $1 \text{ eV} = 1,591 \cdot 10^{-12} \text{ erg}$  ist die von einem Elektron beim Durchlaufen einer Potentialdifferenz von 1 Volt gewonnene Energie. Hier werden natürlich Vielfache davon gebraucht, nämlich  $1 \text{ keV} = 10^3 \text{ eV}$ ,  $1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$  und  $1 \text{ GeV} = 10^9 \text{ eV}$ .

In der Reihenfolge zunehmender Energie, die gleichzeitig eine Ordnung nach abnehmender Häufigkeit des Auftretens ist, unterscheiden wir Partikeln mit etwa 10 keV, solche mit 10 bis 100 MeV und solche mit über 1 GeV. Den Hauptbestandteil aller drei Gruppen bilden Protonen (Kerne von Wasserstoffatomen), in der ersten Gruppe kommen auch Elektronen vor, und die letzte Gruppe enthält einen kleinen Anteil von Kernen schwerer Atome bis zu Eisen (Atomgewicht 56). Diese Strahlung mit größter Energie der Teilchen gehört zur kosmischen Strahlung.

Auf die Überwachung der Sonne im Bereich der Radiowellen soll wenigstens kurz hingewiesen werden. Man erhält dabei zwar kein Bild von Einzelheiten der Sonnenoberfläche, aber dafür besteht der Vorteil, daß die Messungen auch bei bewölktem Himmel durchgeführt werden können. Es hat sich gezeigt, daß in Verbindung mit Flares eine vorübergehende Erhöhung der Radiostrahlung im Gebiet der Meterwellen bis zu den Dekameterwellen in einer bestimmten Form zu beobachten ist, die in der Radioastronomie als Burst (sprich: Börst) vom Typ IV bezeichnet wird.

Nach den bisherigen Ausführungen könnte der Eindruck entstehen, daß wir über die Sonnenaktivität so gute Kenntnisse besitzen, daß es im Jahr der ruhigen Sonne kaum noch Probleme zu untersuchen gibt. Noch sind aber viele Beobachtungen zur Erweiterung und Vertiefung unserer Kenntnisse nötig. Vor allem kommt es darauf an, die ursächlichen Zusammenhänge zwischen den einzelnen Erscheinungen der Sonnenaktivität genauer zu studieren. Die Flares waren etwas ausführlicher behan-

delt worden, weil im Zusammenhang mit ihrem Aufleuchten von der Sonne Wellen- und Teilchenstrahlungen mit besonders starken Wirkungen auf die Erde ausgesandt werden. Solange wir aber die Flares für sich betrachten ohne Zusammenhang mit anderen Erscheinungen der Sonnenaktivität, können wir ihr Auftreten nicht voraussagen. Eine solche Voraussage ist sehr erwünscht. Ihre Bedeutung wird in einem späteren Abschnitt zu besprechen sein. Eine Reihe von Anhaltspunkten für eine Voraussage von stärkeren Flares hat sich schon ergeben. Dabei spielt nicht nur das direkt beobachtete Entwicklungsstadium von Sonnenfleckengruppen eine Rolle, sondern auch die Struktur der Magnetfelder in den Gruppen. Die fortlaufende Untersuchung der Magnetfelder von Sonnenflecken gehört schon länger zu den Aufgaben der Abteilung Sonnenphysik des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam. Es hat sich gezeigt, daß stärkere Flares vorwiegend im Bereich von Fleckengruppen mit Magnetfeldern von komplizierterer, von den bekannten einfachen Polaritätsregeln abweichen der Struktur auftreten.

*Energieübertragung von der Sonne nach der Erde:* Die von der Sonne ausgehende elektromagnetische Strahlung aller Wellenlängen von den Radiowellen bis zu den Röntgenstrahlen pflanzt sich geradlinig nach allen Richtungen mit Lichtgeschwindigkeit fort. Alle diese Wellen haben deshalb die gleiche Laufzeit von rund 8,3 Minuten. Die Teilchenstrahlung läuft langsamer und nicht geradlinig. Die genannten drei Gruppen unterscheiden sich in den Laufzeiten. Wir dürfen annehmen, daß beim Aufleuchten eines Flares gleichzeitig auch die Partikelstrahlung ausgesandt wird. Aus optischen Beobachtungen weiß man, wann ein Flare aufleuchtete. Damit kennt man die Zeit, zu der die Partikeln von der Sonne starteten. Wenn dazu der Zeitpunkt des Einsetzens der Wirkung der Teilchen auf das Magnetfeld der Erde oder auf hohe Schichten der Erdatmosphäre beobachtet wird, ist auch die Zeit bekannt, zu der der Teilchenstrom die Erde erreicht. So ergibt sich die Laufzeit. Sie beträgt für die Teilchen mit kleinster Energie 20 bis 40 Stunden, für die Teilchen mit mittleren Energien 20 Minuten bis 20 Stunden und für die selten beobachteten Teilchen mit größter Energie immer weniger als 1 Stunde. Die unterschiedlichen Laufzeiten innerhalb einer Gruppe sind nicht einfach als ein Zeichen für verschiedene Geschwindigkeiten der Teilchen zu betrachten. Sie zeigen mehr die unterschiedliche Länge der Umwege an, auf denen die Erde erreicht wird.

Es handelt sich um Wolken eines Gases, dessen einzelne Teilchen elektrische Ladung tra-

gen, ein sogenanntes Plasma. Die Bewegung der Teilchen eines Plasmas wird stark beeinflußt durch Magnetfelder. Die Teilchen beschreiben Spiralbahnen um die magnetischen Kraftlinien. Der Radius der Spiralbahn ist proportional der Energie des Teilchens und indirekt proportional der magnetischen Feldstärke. Im irdischen Magnetfeld werden die Teilchen nach den Magnetpolen der Erde abgelenkt. Aber auch auf dem Weg von der Sonne zur Erde ergibt sich eine Führung durch schwache Magnetfelder. Von den aktiven Gebieten der Sonnenoberfläche werden fast dauernd Ionenwolken (Wolken von geladenen Teilchen) fortgeblasen. Man spricht deshalb vom „Sonnenwind“. Diese Wolken gehen von Stellen der Sonnenoberfläche mit lokalen Magnetfeldern aus und führen Magnetfelder mit fort. Man spricht von „eingefrorenen“ Magnetfeldern.

Betrachten wir einmal mit Hilfe der Abbildung 2 einen einfachen Fall! Mit E ist die Lage eines Aktivitätszentrums mit einem starken Flare bezeichnet. Von diesem Zentrum ausgehende Ionenwolken haben durch die Mit-

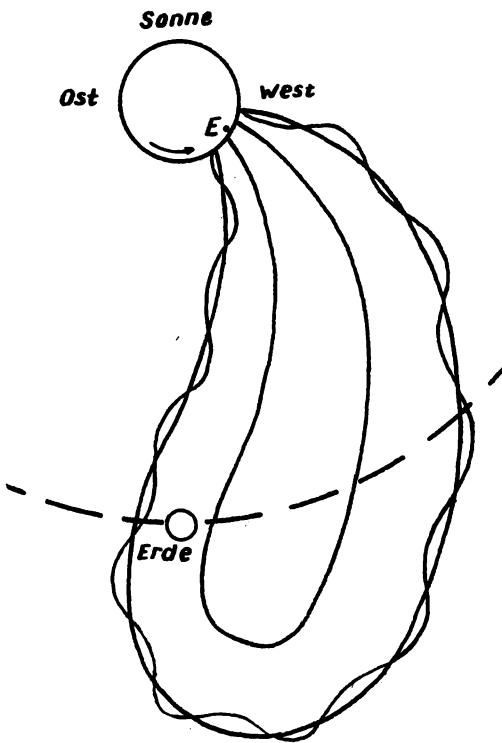


Abb. 2. Zur Erklärung der Bahnen geladener Teilchen, die von der Sonne ausgehen

führung von Magnetfeldern ein bis über die Erdbahn hinausgehendes schwaches Magnetfeld aufgebaut. Die stark gezeichneten Linien stellen ein Paar von magnetischen Kraftlinien dar. Ihre Verbiegung ergibt sich aus der radia- len Bewegung der einzelnen Ionenwolken in Verbindung mit der Sonnenrotation, deren Richtung durch einen Pfeil angedeutet ist. Man muß beachten, daß die am frühesten von der Sonne ausgegangenen Ionen die größte Entfernung erreicht haben. Bei dem Flare möge nun sehr energiereiche Korpuskularstrahlung (kosmische Strahlung) ausgesandt werden. Die Teilchen laufen in weiten Spiralen (dünne Linie) um die magnetischen Kraftlinien. Sie erreichen die Erde ziemlich schnell.

Es ist also möglich, aus der Laufzeit und eventuell noch aus der Einfallsrichtung der so- laren Korpuskularstrahlung Schlüsse zu ziehen auf die interplanetaren Magnetfelder. Das Studium dieser Magnetfelder gehört mit zu den Aufgaben, die im Jahr der ruhigen Sonne zur Untersuchung vorgesehen sind. Es ist hier noch zu bemerken, daß die automatischen Magnetfeldmessungen der Venussonde „Mariner II“ deutlich die Existenz von Ionenwolken mit „eingefrorenen“ Magnetfeldern im Raum zwischen Sonne und Erde nachgewiesen haben.

*Wirkungen auf die Erde, besonders die hohe Atmosphäre:* In der hohen Erdatmosphäre sind verschiedene ionisierte Schichten bekannt, die zusammenfassend als Ionosphäre bezeichnet werden. Die Ionisation wird hervorgerufen durch die dauernd von der Sonne ausgehende kurzwellige Strahlung. Wenn beim Aufleuchten eines Flares von der Sonne verstärkte Ultravioletstrahlung ausgesandt wird, ist die Folge eine vorübergehend verstärkte Ionisation oder, allgemeiner gesprochen, eine Störung des normalen Zustands der Ionosphäre. Bekanntlich laufen die für Nachrichtenübermittlung über große Entfernungen wichtigen Kurzwellen auf einem Zickzackweg zwischen Erdoberfläche und Ionosphäre. Eine Störung des Zustands der Ionosphäre beeinträchtigt oder bringt sogar eine völlige Unterbrechung der Funkverbindung über lange Strecken in gewissen Frequenzbereichen. Wenn man vorher weiß, daß solche Störungen zu erwarten sind, ist ein Ausweichen auf andere Frequenzen möglich.

Bei der Bewegung der elektrisch geladenen Teilchen der Hochatmosphäre im irdischen Magnetfeld werden elektrische Ströme induziert, die ihrerseits das Magnetfeld beeinflussen. Die magnetischen Störungen als Folge der vorübergehend verstärkten Ultravioletstrahlung sind relativ gering.

Deutlicher beobachtbare Wirkungen ergeben sich beim Eindringen der solaren Kor-

puskularstrahlung in die hohen Atmosphä- renschichten. Die Teilchen mit der geringsten Energie werden am stärksten nach den Magnetpolen der Erde abgelenkt. Wir haben wieder den Fall bewegter geladener Teilchen in einem Magnetfeld. Es kommt noch hinzu, daß die eindringenden Teilchen mit Atomen in der Hochatmosphäre zusammenstoßen und dabei Energie übertragen. Die gestoßenen Atome werden dadurch zum Aussenden von Strahlung angeregt oder – bei großer übertragener Energie – ionisiert. Die Magnetfeldstörungen sind so stark, daß sie als magnetische Stürme bezeichnet werden. Die Leuchterscheinungen sind als Polarlichter bekannt.

Die Wirkung der Teilchen mit mittlerer Energie kann dadurch untersucht werden, daß die Feldstärke eines im Polargebiet aufgestellten Kurzwellensenders fortlaufend gemessen wird. Beim Eindringen der Teilchen in die Hochatmosphäre wird die Feldstärke geschwächt, manchmal bis zum völligen Ausfall des Senders. Weil nun diese Teilchen eine kürzere Laufzeit haben als die Teilchen mit kleinsten Energie, kann aus diesen Messungen das Auftreten magnetischer Stürme vorausgesagt werden. Die Polarkappenabsorption ihrerseits läßt sich voraussagen aus der optischen Beobachtung eines Flares, seiner ionosphärischen Folgen oder aus radioastronomisch beobachteten Bursts vom Typ IV.

Die Teilchenstrahlung mit größter Energie tritt so selten auf, daß bisher erst zwölf Fälle beobachtet worden sind (seit 1942). Die Ablenkung im irdischen Magnetfeld ist gering. Die Zusammenstöße mit Atomen der hohen Atmosphäre verlaufen nicht mehr harmlos. Die Energie der stoßenden Teilchen ist groß genug, die Kerne von Sauerstoff- und Stickstoffatomen zu zertrümmern. Die dabei gebildeten sekundären Teilchen gelangen bis zur Erdoberfläche. Die Untersuchung dieser Vorgänge hat wichtige physikalische Erkenntnisse über die Elementarteilchen, aus denen die Materie aufgebaut ist, erbracht. Es muß betont werden, daß die selten beobachtete kosmische Strahlung von der Sonne die gleichen Eigenschaften hat wie die entsprechende kosmische Strahlung, die ihren Ursprung außerhalb des Sonnensystems hat und jederzeit auf die Erde trifft. Das ist deshalb besonders wichtig, weil die Frage nach dem Ursprung der primären kosmischen Strahlung (d. h. der Strahlung vor dem Eintritt in die Erdatmosphäre) noch immer eine schwierige Frage ist. Die Beobachtungen geben uns einige Hinweise, wie die Entstehung der solaren kosmischen Strahlung zu erklären ist.

Eine möglichst sichere Voraussage der von der Sonne ausgehenden energiereichen kos-

mischen Strahlung kann in Zukunft sehr wichtig sein für die Sicherheit der Kosmonauten. Beim Auftreffen auf die Wände eines Raumschiffs würde diese kosmische Strahlung nämlich Röntgenstrahlen erzeugen, die für die Kosmonauten tödlich sein könnten. Die bisherigen relativ kurzen Raumflüge ließen sich noch ziemlich leicht auf solche Zeiten legen, in denen diese Gefahr nicht zu

befürchten war. Für die Zukunft muß aber eine größere Sicherheit der Voraussagen angestrebt werden. Jede weitere Beobachtung, bei der ein bestimmter Flare eindeutig als Quelle der kosmischen Strahlung identifiziert werden kann, ist wichtig zur Prüfung der bisher erarbeiteten Regeln für Voraussagen.

Anschrift des Verfassers:

Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium

Hans-Joachim NITSCHMANN, Bautzen

## Astronautik - einmal anders

### Blockierte Frequenzen

In letzter Zeit wurden Mitteilungen darüber veröffentlicht, daß der am 13. Dezember 1962 in eine Umlaufbahn um die Erde gebrachte amerikanische künstliche Erdsatellit RELAY 1 dem letzten Funkkommando, das an ihn gerichtet wurde, nicht mehr gehorcht hat. RELAY 1, einer der aktiven Nachrichtensatelliten, sollte, nachdem er seine Aufgaben erfüllt hatte, auf einen Funkbefehl von der Erde hin außer Betrieb gesetzt werden, um die von seinen Bordsendern belegten Frequenzen von 136,140 und 136,620 MHz für neue Versuche mit anderen Satelliten freizubekommen. RELAY 1 widersetzte sich jedoch dieser Aufforderung und blockiert so für eine noch nicht abzusehende Zeit die für neue kosmische Experimente dringend benötigten Frequenzen.

Diese Tatsache kann jedoch nicht den Anspruch auf Einmaligkeit erheben. Der am 17. März 1958 gestartete zweite amerikanische künstliche Erdsatellit VANGUARD 1, wegen seines Durchmessers von nur 16 cm und seines Gewichtes von 1,5 kp allgemein als „Pampelmuse“ bekanntgeworden, bereitet den Wissenschaftlern schon seit langem die gleichen Sorgen. Noch heute, mehr als 6 Jahre nach seinem Start, belegt dieser Satellit die ebenfalls für weitere Vorhaben benötigte Frequenz von 108,012 MHz. Zum Zeitpunkt des Startes dieses Satelliten, der voraussichtlich mehr als 200 Jahre existieren wird, hatte man noch nicht daran gedacht, eine Vorrichtung einzubauen, die nach Ablauf einer gewissen Zeit den Bordsender zum Schweigen bringt. Allerdings verhält sich VANGUARD 1 während des Durchfluges durch den Erdschatten still; sobald er aber wieder aus dem Erdschatten austritt, beginnt der von 6 kleinen Sonnenbatterien gespeiste Bordsender wieder mit seiner Arbeit.

Ein gänzlich anderes Problem scheint sich jedoch aus dem außerordentlich raschen Anwachsen des „space-junk“, des sogenannten Raumfahrt-Mülls, zu ergeben. Neben den eigentlichen künstlichen Erdsatelliten, deren

Zahl an sich schon recht hoch ist und zu denen sich laufend weitere hinzugesellen, befinden sich, wenn man das im Jahre 1963 gegen den weltweiten Protest der Wissenschaftler in Szene gesetzte „Projekt WEST FORD“ mit seinen 400 Millionen Kupferdipolen hinzuzählen will, bereits mehrere hundert Millionen Objekte in den verschiedensten Umlaufbahnen um unsere Erde. Die Zahl der größeren und hierbei in Betracht kommenden Objekte beläuft sich, neuesten Untersuchungen zufolge, auf etwa 2 000 Stück. Hierzu gehören die eigentlichen Satelliten, leergebrannte Raketenstufen, abgesprengte Einzel- und Befestigungssteile, Trümmer von mißglückten Versuchen, Teile von Schutzkegeln und vieles andere mehr. Weit verbreitet ist die Ansicht, daß künstliche Himmelskörper beim Wiedereintritt in die dichten Schichten der Erdatmosphäre restlos verbrennen. Die Erfahrungen der letzten Jahre haben jedoch gezeigt, daß von größeren Objekten beträchtliche Trümmerstücke zur Erdoberfläche zurückkehren können.

### Die letzten Minuten von SPUTNIK 2

Entsprechend den aus vielen Tausenden von exakten Vermessungen der Umlaufbahn vorab berechneten Werten erfolgte am 14. April 1958 der Wiedereintritt des zweiten künstlichen Erdsatelliten, SPUTNIK 2, in die dichten Schichten der Erdatmosphäre. Der Satellit, in dessen hermetisch abgeschlossener Kabine sich das erste Lebewesen, die Hündin L a i k a , im erdnahen kosmischen Raum befand, war nicht von der Endstufe des Trägersystems getrennt worden und stellte so einen künstlichen Himmelskörper von beachtlichen Ausmaßen dar. SPUTNIK 2, der als erster Biosatellit am 4. November 1957 in Baikonur gestartet war, beendete damit nach 2 370 Umläufen um die Erde seine Existenz.

Dieser Satellit wurde am 14. April 1958 von 01:45m Weltzeit an von den amerikanischen Satellitenbeobachtungsstationen in Milford (Connecticut), Millbrook (New York) und

Bryn Athyn (Pennsylvania) auf dem Beginn seines letzten Bahnstückes beobachtet. Um 01<sup>h</sup>45<sup>m</sup>25<sup>s</sup> Weltzeit hatte der Subsatellitenpunkt, das heißt der Punkt der Erdoberfläche, der sich zu dem angegebenen Zeitpunkt senkrecht unter dem Satelliten befand, die geografischen Koordinaten 74,00 Grad westlicher Länge und 41,40 Grad nördlicher Breite. Die Flughöhe von SPUTNIK 2 betrug zu dieser Zeit noch rund 101 km. Entsprechend seiner Bahnneigung zur Äquatorebene der Erde von 65 Grad bewegte sich der Satellit in raschem Abstieg in südöstlicher Richtung weiter und entschwand durch seine geringe Flughöhe auch sehr schnell dem Sichtbereich der Stationen.

Die letzten Beobachter im Südosten der USA, die SPUTNIK 2 sahen, bezeichneten ihn als glühendes Objekt mit einem schwachen, etwa 1,5 km langen Schweif, in dem mit dem Feldstecher winzige, leuchtende Teilchen zu erkennen waren. Auf seinem Wege über den Atlantik blieb der Satellit dann etwa 5 Minuten lang ohne Kontrolle. Als er von Seeleuten, die sich mit ihren Schiffen in der Karibischen See befanden, erneut gesehen wurde, war er bereits ein sehr auffälliges Objekt geworden. Beim Überflug über den 17. Grad nördlicher Breite war die Schweiflänge auf etwa 60 km angewachsen. Die Länge des Schweifes sowie Helligkeit des abstürzenden Satelliten wuchsen immer rascher an. Auf der Breite von Martinique (14,5 Grad Nord) betrug die Schweiflänge etwa 90 km, während nach Beobachtungen auf Trinidad die Länge des leuchtenden Schweifes schon rund 105 km betragen haben dürfte. Der Satellit selbst erschien dabei als blendend helles Objekt. Die Angaben über seine Helligkeit schwanken dabei zwischen -8 und -10m. In dem hellen Schweif waren viele Dutzend einzelne hell leuchtende Teilchen zu erkennen, von denen jedes einen eigenen kleinen Schweif hinter sich herzog. Viele dieser Teilchen zersprangen und bildeten dabei laufend neue kleine, kometenartige Objekte. Die Färbung des verglühenden Satelliten wurde allgemein mit gelblich-weiß, die des Schweifes mit gelb-orange angegeben.

Um 01<sup>h</sup>54<sup>m</sup>, bei der Überquerung des 11. nördlichen Breitengrades, zersprang der Satellit in viele Einzelteile, die langsam verlöschten. Nur ein größeres Objekt konnte noch für etwa eine halbe Minute verfolgt werden. Der Zerfall des Satelliten erfolgte in einer Höhe von rund 58 km. Das Verlöschen des letzten Teilstückes wurde um 01<sup>h</sup>55<sup>m</sup> Weltzeit über einem Punkt im Atlantischen Ozean mit den Koordinaten 56,6 Grad westlicher Länge und 8,5 Grad nördlicher Breite und in einer Höhe von rund 30 km beobachtet. Die nicht

verbrannten Reste dürften in der Fortsetzung der Trasse in den Atlantik gestürzt sein und es erscheint ausgeschlossen, daß Trümmerstücke von SPUTNIK 2 die Küste von Niederländisch-Guayana erreicht haben können.

Auf Grund dieser Beobachtungen wurde im internationalen Satellitenbeobachtungsdienst ein spezielles Beobachtungsprogramm ins Leben gerufen. Dabei haben eine Anzahl von Stationen die Aufgabe, den Wiedereintritt künstlicher Erdsatelliten in die dichten Schichten unserer Lufthülle zu beobachten. Auch die Schulsternwarte Bautzen wurde zu Beginn dieses Jahres in dieses Stationsnetz einzbezogen. Die Bahnvoraussagen für Satelliten kurz vor dem Eintauchen in die dichten Atmosphäreschichten werden vom Rechenzentrum im Astrophysikalischen Observatorium der SMITHSONIAN INSTITUTION in Cambridge (Massachusetts, USA) geliefert. Ein weltweites Fernschreibnetz sorgt für die schnelle Weitergabe der Vorhersagen an die Stationen. Das Ziel dieses Programms (Reentry Program) ist es, künstliche Erdsatelliten auf ihrem letzten Bahnstück zu beobachten. Das Auffinden von Bruchstücken künstlicher Raumkörper, die kürzere oder längere Zeit in einer Umlaufbahn um die Erde waren, ist von großem Interesse für die Wissenschaftler auf den Gebieten der Strahlungs- und Meteoritenforschung. Vor allem aber ermöglicht die Beobachtung künstlicher Erdsatelliten vor oder während ihres Wiedereintrittes die Bestimmung der Luftdichte in Höhen unter 200 km. Die Kenntnisse über die Luftdichte in diesen Regionen sind noch außerordentlich lückenhaft.

#### *Das Ende des ersten sowjetischen Sputnik-Schiffes*

Am 27. August 1962 verbreiteten die Zentralstellen des internationalen Satellitenbeobachtungsdienstes die Nachricht, daß der künstliche Erdsatellit 1960 Epsilon 1 (1. unbemanntes Sputnik-Schiff des WOSTOK-Typs) in der Zeit zwischen dem 4. und 6. September 1962 in die dichten Schichten der Erdatmosphäre eintauchen wird. Damit wurden die Satellitenbeobachtungsstationen zu erhöhter Aufmerksamkeit aufgefordert.

Der Start des ersten Sputnik-Schiffes am 15. Mai 1960 hatte die praktische Erprobung der Grundsysteme für spätere bemannte Flüge zum Ziel. In der Pilotenkabine befanden sich eine Kosmonautenpuppe sowie alle Geräte und Instrumente, die für den kosmischen Flug eines Menschen erforderlich sind. Das Schiff bewegte sich in einer Umlaufbahn, die der vorausberechneten entsprach. Alle Systeme, auch das der Lagesteuerung, arbeiteten normal. Druck,

Temperatur und Feuchte in der Kabine bewegten sich in den vorgesehenen Grenzen und die Funkzeichen des Bordsenders „Signal“ waren auf der ganzen Erde lautstark zu empfangen.

Mit der Beendigung des wissenschaftlichen Programms war am 19. Mai 1960, um 2 h 52 m Moskauer Zeit, bei der 64. Erdumkreisung von der Bodenleitstelle das Funkkommando zum Einschalten des Bremstriebwerkes erteilt worden. Infolge eines in der Zwischenzeit aufgetretenen Fehlers im Orientierungssystem des Sputnik-Schiffes wich jedoch die Richtung des Bremsimpulses von dem vorausberechneten Wert so stark ab, daß das Schiff nicht zur Landung gebracht werden konnte. Anstatt sich zu verlangsamen, steigerte sich die Geschwindigkeit, womit das Apogäum und zugleich die Dauer der Existenz dieses Satelliten bedeutend anwachsen. Nach dem Auslösen des Bremsimpulses trennte sich programmgemäß die Pilotenkabine (Objekt 1960 Epsilon 3), die sich noch heute in einer Umlaufbahn um die Erde befindet.

Am Abend des 4. September 1962 (Ortszeit) nahm die Satellitenbeobachtungsstation in Milwaukee am Westufer des Michigansees die verstärkte Beobachtungstätigkeit auf. Durch eine Wolkendecke wurden jedoch die Beobachtungen verhindert. Am nächsten Morgen wurde der Beobachtungsdienst frühzeitig wieder aufgenommen, da für 4 h 58 m Ortszeit ein Durchgang vorhergesagt war. Bereits um 4 h 49 m konnte tief im Nordwesten ein schnell bewegtes sternartiges Objekt wahrgenommen werden, das sich in viele Einzelteile zu zerlegen schien. Diese bewegten sich entsprechend der Flugrichtung des Satelliten in südöstliche Richtung. Die Beobachter, die mittels eines Theodoliten die Flugbahn vermaßen, gaben die Helligkeit des Objektes mit – 6 m an.

Zur gleichen Zeit wurden Bauern, Kraftfahrer und viele andere Menschen, die in Nord-Wisconsin zufällig den ungewöhnlich klaren Vordämmerungshimmel betrachteten, Augenzeugen eines großartigen Schauspieles: Eine Gruppe flammend lodernder Sternschnuppen raste über ihre Köpfe hinweg. Berichte darüber gibt es aus zahlreichen Ortschaften, die unter der Absturzbahn des Satelliten lagen. Aus einem Ort wurde berichtet, daß man zu der Zeit, als mehr als 20 rot-orange leuchtende Objekte in rasendem Fluge im Südosten verschwanden, aus nordwestlicher Richtung ein donnerähnliches Geräusch wahrgenommen hat.

Ohne zu wissen, was zu dieser Zeit in anderen Gegenden von Wisconsin gesehen wurde, kreuzte eine Funkwagenstreife der

Polizei durch die Straßen von Manitowoc, einer etwa 75 km nördlich von Milwaukee, ebenfalls am Westufer des Michigansees gelegenen Stadt. Um 5 h 30 m Ortszeit bemerkten die Polizisten auf der Mitte einer Straße, nahe im Kreuzungsbereich, einen Gegenstand, den sie jedoch im frühen Dämmerlicht für ein Stück eines Pappkartons hielten und ihm deshalb keine besondere Beachtung schenkten. Als sie etwa ein- bis zwei Stunden später wieder an dieser Stelle vorbeifuhrten, konnten sie erkennen, daß es sich bei diesem Gegenstand um ein Stück Metall handelte. Die Polizisten hielten ihren Wagen an und stiegen aus, um das Hindernis aus dem Wege zu räumen. Sie mußten jedoch feststellen, daß das Stück Metall tief in den Asphalt eingesunken und zu heiß war, um es längere Zeit in den Händen halten zu können. Trotzdem schenkten sie dem Vorfall auch jetzt noch keine besondere Aufmerksamkeit und räumten den Gegenstand an den Straßenrand. Nachdem sie aber später erfuhren, daß in ihrer Gegend Bruchstücke eines künstlichen Erdsatelliten zu erwarten sind, kehrten sie am Nachmittag zur Fundstelle zurück und brachten das zunächst undefinierbare Stück Metall zur Polizeiinspektion, von wo aus es über viele Umwege der Zentralstelle des Satellitenbeobachtungsdienstes zugeführt wurde.



Es ergab sich, daß die Polizisten das wahrscheinlich größte Bruchstück, einen flachen Zylinder mit einer angeschweißten nahezu kreisrunden Platte von 9,49 kp Gewicht gefunden hatten (siehe Abb., Maße in Zoll). Eine ganze Reihe weiterer kleinerer Bruchstücke wurde entlang der Flugtrasse aufgefunden. Von der Aufschlagstelle des größten Stückes wurde ein Gipsabdruck hergestellt, mit dessen Hilfe die Aufschlagrichtung genau rekonstruiert werden konnte. Die Untersuchung der Bruchstücke durch Mitarbeiter des Laboratoriums in Los Alamos ergab eine sehr hohe Radioaktivität des Metalls, insbesondere das Vorhandensein der Isotope Mangan 54, Eisen 55, Argon 37 und anderes mehr, was nur durch eine längere Bestrahlung der Teile im kosmischen Raum erklärt werden kann.

## Niedergang eines Bruchstückes in der ČSSR

In der Zeitschrift „Říše Hvězd“, Heft 1/1964, wird von einem Bruchstück eines künstlichen Raumkörpers berichtet, das am 8. Oktober 1963 gegen 15<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> MEZ in Radošovské Bresty im Kreis Senica in der Südwestslowakei in unmittelbarer Nähe eines Menschen niederging.

Ein 170 g schweres Trümmerstück aus niedrig legiertem Stahl traf dabei einen Traktor auf einem Feld des Staatsgutes. Der Traktorist, Dominik Vanek, nahm das Metallstück, nachdem es vom Traktor abgeprallt war, auf und zog sich dabei starke Verbrennungen an der Hand zu. Leider setzte er, bevor er das Metallstück zwei Hochschulstudenten aus Bratislava übergab, seine Pflügearbeiten fort, so daß auf dem Feld keine weiteren Bruchstücke aufgefunden werden konnten. Die Studenten übergaben das Trümmerstück dem Astronomischen Institut der Slowakischen Akademie der Wissenschaften, wo von Dr. Lubor Kresák und seinen Mitarbeitern der gesamte Vorfall rekonstruiert wurde. Die Untersuchung des Bruchstückes in den Laboratorien des Institutes für anorganische Chemie der Slowakischen Akademie der Wissenschaften ergab,

dass es sich keinesfalls um einen gewöhnlichen Meteoriten handeln kann. Schon allein die Gestalt des Bruchstückes, das trotz seiner typischen schwarzen und vom Schmelzvorgang in der Atmosphäre geglätteten Oberfläche deutlich auf ein von Menschenhand geschaffenes Teil hinweist, schließt diese Möglichkeit aus. Die Mitarbeiter des Astronomischen Instituts der Slowakischen Akademie der Wissenschaften haben daraufhin mit dem Astronomischen Rat der Akademie der Wissenschaften der USSR Verbindung aufgenommen, um den Niedergang dieses Teiles auf Grund von Angaben über kontrollierte Umlaufbahnen künstlicher Erdsatelliten oder ihrer Teile identifizieren zu können.

Literatur: Künstliche Erdsatelliten und Raumsonden 1957–1962,  
Astronomischer Rat der Akademie der Wissenschaften der USSR,  
Moskau, 1963.  
„Sky and Telescope“, Vol. XVII,  
Nr. 11, 1958, USA.  
„Říše Hvězd“, Heft 1/1964, ČSSR.

Foto aus „SAO“, Special Reports, 1963

Anschrift des Verfassers:

Sternwarte Bautzen, Friedrich-List-Straße 8

ARNOLD ZENKERT, Potsdam,

## Hinweise zur Beobachtung der Marsschleife 1964/65

In den kommenden Monaten bietet sich wiederum die Gelegenheit, eine Planetenschleife zu beobachten. Von allen Planeten eignet sich dafür der Mars am besten, da die Schleife weitaus deutlicher ausgeprägt ist als bei Jupiter oder Saturn.

Eine Planetenschleife entsteht bekanntlich dadurch, daß sich die Verbindungslinie der an die scheinbare Himmelskugel projizierten Planetenränder in der Zeit vor bis nach der Opposition aus der Rechtläufigkeit in die Rückläufigkeit und wieder zurück bewegt. Die Arbeitskarte der Tierkreiszone (Bestell-Nr. 08 13 011) sowie die Schiefertuchkarte können hierbei eine wesentliche Hilfe sein, das Entstehen einer solchen Schleife zu verfolgen und sie vom Schüler selbständig „erarbeiten“ zu lassen.

Für die Beobachtung der bevorstehenden Marsschleife ist der Zeitraum Ende November 1964 bis Ende Mai 1965 erforderlich. Die Sichtbarkeitsverhältnisse für den Planeten liegen bei der kommenden Opposition günstig, es werden in unseren Breiten Kulminationshöhen von 43° bis 48° (Deklination des Mars: + 5° bis + 10°) erreicht. Aufgabe des vorliegenden Artikels soll es sein, den Astronomielehrer

schon jetzt auf dieses Ereignis hinzuweisen und die Beschaffenheit der Marsschleife in ihren Einzelheiten zu erläutern, um sich auf diesen Vorgang einzustellen und die entsprechenden Vorbereitungen zu treffen.

### Die Ausbildung der Marsschleife

Infolge der unterschiedlichen Neigungen der Planetenbahnen zur Erdbahn sind die Planetenschleifen verschiedenartig ausgebildet. Würden die Planetenbahnen alle in der Ebene der Ekliptik liegen, so würden die Planeten lediglich in der Ekliptik recht- und rückläufig wandern. Die Abbildung 1 zeigt einige Marsschlei-

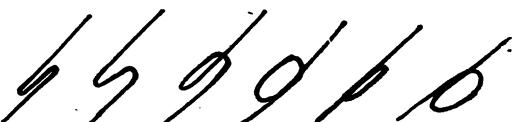


Abb. 1: Verschiedene Arten von Schleifen äußerer Planeten

fen, die in ihren „Öffnungen“ sehr unterschiedlich beschaffen sind. Mitunter kommt es auch vor, daß nur eine S-kurvenähnliche Linie entsteht.

Die im Abstand von 779,9 Tagen (synodische Umlaufzeit des Planeten) stattfindenden Marsoppositionen rücken von Mal zu Mal um rund  $30^\circ$  im rechtläufigen Sinne in der Ekliptik weiter. Die letzte Schleife 1962/63 lag zwischen den Sternbildern Krebs und Löwe, die nächste wird sich im Südtel des Löwen ereignen.

Mit der Beobachtung sollte schon im November dieses Jahres begonnen werden. Da Mars in diesem Monat erst gegen Mitternacht aufgeht, muß der Lehrer die Planetenörter den Schülern aus dem Sternkalender zur Verfügung stellen. Der verhältnismäßig rasche scheinbare Lauf verlangsamt sich allmählich im Dezember. Während im ganzen Monat Dezember 1964 noch rund  $43^m$  ( $10.75^\circ$ ) in Rektaszension zurückgelegt werden, beträgt diese Änderung im Januar 1965 nur  $14^m$  ( $3.5^\circ$ ). In der Zeit vom 21. 1. bis 31. 1. 1965 sind es nur noch  $2^m$  ( $0.5^\circ$ ). Ende Januar 1965 erreicht der Mars seinen 1. Stillstand nahe dem Herbstpunkt und damit den östlichen (an der Sphäre linken) Wendepunkt seiner Schleife. Nach diesem Stillstand wird der Planet rückläufig und legt bis Ende April 1965 (2. Stillstand)  $1^h13^m$  ( $18.25^\circ$ ) in der AR zurück. Ende April 1965 wird er etwa dort am Himmel stehen, wo er bereits Ende November 1964 gestanden hat. In der Nähe der beiden Stillstände wird im Verlauf von etwa 3 Wochen eine Ortsveränderung mit bloßem Auge nicht festzustellen sein. Nach dem 2. Stillstand Ende April 1965 setzt wieder die Rechtläufigkeit ein und die scheinbare Geschwindigkeit vergrößert sich zusehends. Die Beobachtung und Fixierung des scheinbaren Laufes eines Planeten wird durch die in der Nähe stehenden Fixsterne wesentlich erleichtert. Eine Anzahl von Sternen bis zur 5. Größenklasse in den Sternbildern Löwe und Jungfrau bilden gute Möglichkeiten, die scheinbaren Örter messend zu beobachten („Astronomie in der sozialistischen Schule“ 3/4 1963, Seite 37) und zeichnerisch festzuhalten.

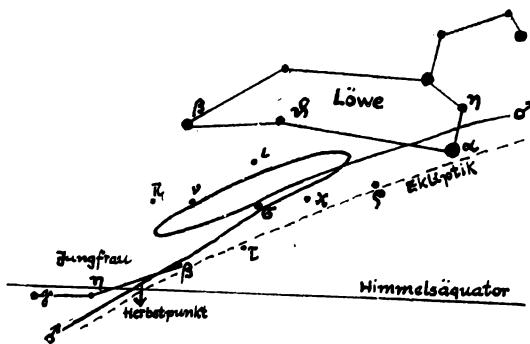


Abb. 2: Die Marsschleife 1964/65 im Sternbild Löwe

Anfang November 1964 wird Mars nördlich des Regulus vorüberziehen, um sich über ein halbes Jahr hindurch im südlichen Feld des Löwen bzw. im östlichen Feld der Jungfrau aufzuhalten. Er wird dort  $5^\circ$  bis  $10^\circ$  südlich der Trapezgrundlinie im Löwen seine Schleife bilden (Abbildung 2).

Aus der folgenden Zusammenstellung sind die Annäherung des Mars an einige Fixsterne, die auch in der Arbeitskarte der Tierkreiszone enthalten sind, zu erkennen. Als weitere Hilfsmittel seien ein Sternatlas oder die Sternkarte Nr. 6 in „Beobachtungsobjekte für Liebhaber-astronomen“ von P. Ahnert empfohlen.

Zeit der Annäherung	Fixsterne	scheinbare Helligkeit	Mars nördl. (n) südl. (s) d. Fixsterne	Bemerkung
1964 Nov. Anfang	$\alpha$ Leo	1,4	n	Regulus
	$\eta$ Leo	3,6	s	
	$\varrho$ Leo	3,8	n	
1964 Dez. Anfang	$\pi$ Leo	4,7	n	
	$\sigma$ Leo	4,1	n	enge Annäherung
1965 Jan. Anfang	$\iota$ Leo	4,0	s	
	$\beta$ Vir	4,2	s	
	$\delta$ Vir	3,8	n	
1965 Feb. Anfang	$\pi$ Vir	4,6	s	
	$\nu$ Vir	4,2	s	sehr enge Annäherung
1965 März Mitte	$\iota$ Leo	4,0	s	
	$\sigma$ Leo	4,1	n	enge Annäherung
1965 Mai Mitte	$\pi$ Leo	4,7	n	enge Annäherung
1965 Juni Anfang	$\sigma$ Leo	4,1	s	
	$\tau$ Leo	5,1	n	
	$\beta$ Vir	3,8	n	sehr enge Annäherung

Anfang August 1965 wird Mars nördlich an Spica vorüberziehen. Bemerkenswert sind die Vorübergänge an den Fixsternen sigma und jota im Löwen (Abbildung 3). Die Marsbahn

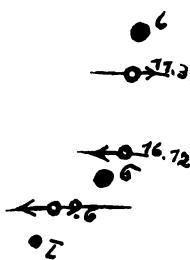


Abb. 3: Ausschnitt aus dem Sternbild Löwe

verläuft zwischen diesen beiden Fixsternen und einmal südlich von sigma.

Einen guten Anhaltspunkt bieten auch die Fixsterne pi, ny und beta in der Jungfrau. In dem kleinen Dreieck, das diese Sterne bilden, hält sich der Mars von Anfang Januar bis Ende Februar 1965 auf, wo sich auch der 1. Stillstand mit dem Wechsel von der Rechtzur Rückläufigkeit vollzieht. Etwa  $4^{\circ}$  östlich von rho im Löwen liegt der 2. Stillstand (Ende April) sowie diejenige Stelle, wo sich die Planetenbahnen kreuzen, was Ende November 1964 und Ende April 1965 der Fall sein wird.

Die ganze Marsschleife hat eine Länge von rund  $19^{\circ}$  und eine maximale Öffnung von etwa  $2.5^{\circ}$  (5 Vollmonddurchmesser). Da die Marsbahn nördlich der Ekliptik verläuft, ist die Schleife nach „oben“ gerichtet. Die ekliptikale Breite, d. h., der Abstand von der Ekliptik beträgt Anfang Januar  $1^{\circ}50'$  und nimmt fortlaufend ab. Am 19. 7. 1965 erreicht der Mars den absteigenden Knoten südlich von gamma in der Jungfrau. Neben dem scheinbaren Lauf verfolge man auch den Wechsel der scheinbaren Helligkeit, die von der Entfernung Erde – Planet abhängt. Von Anfang November 1964 nimmt sie von  $1^m.4$  (wie Regulus) auf  $1^m.0$  (wie Spica) Anfang Dezember zu. Anfang Januar 1965 steigt sie von  $0^m.5$  auf  $-1^m.0$  während der Opposition an. Bei der Veränderung der scheinbaren Helligkeit ergeben sich zahlreiche Vergleichsmöglichkeiten mit Fixsternhelligkeiten.

Die Oppositionsstellung wird am 9. 3. 1965, die Erdnähe mit 100 Millionen km (0,6685 · AE) am 12. 3. 1965 erreicht. Der scheinbare Durchmesser wird in der Oppositionszeit nur bis auf  $14''$  ansteigen.

Da sich die Schleifenbildung vor und nach der Opposition abspielt, sind die Sichtbarkeitsverhältnisse zeitlich günstig. Die Anfangszeiten rücken von der Opposition vor in Richtung Sonnenuntergang, nach der Opposition rücken die Untergangszeiten vor in Richtung Mitternacht, so daß zum Beispiel der Mars Ende Juni erst gegen Mitternacht untergeht.

Der Astronomielehrer versäume daher nicht, mit seiner Klasse den scheinbaren Verlauf des Mars in den kommenden Monaten zu verfolgen und ihn zeichnerisch festzuhalten. Die Möglichkeiten, mit den Schülern an diesem Objekt zu arbeiten, sind mannigfaltig und doch relativ einfach:

Der längere Beobachtungszeitraum stellt gewisse Anforderungen an die Ausdauer der Schüler und fördert die Selbständigkeit. Die häufigen Beobachtungen festigen die Sicherheit in der Astronomie, der Orientierung am Sternhimmel und im Erkennen der scheinbaren Bewegungen.

Da die Marsbahn in der Nähe der Ekliptik verläuft, gibt sie so – auch in Verbindung mit den Mondvorübergängen – ein Stück Ekliptik wieder.

Die Beobachtung der Marsschleife erfordert keine Instrumente und ist mit bloßem Auge durchführbar.

Der erzieherische Wert einer solchen Arbeit ist nicht zu unterschätzen. Die über einen längeren Zeitraum gewonnenen Ergebnisse werden exakt eingetragen, um somit ein zeichnerisches Ergebnis (Beobachtungsprotokoll) zu erhalten.

Wer diese Gelegenheit versäumt, muß sich bis April 1967 gedulden; erst dann wird der Mars seine nächste Schleife im Sternbild der Jungfrau ziehen.

Es sollte bei diesem interessanten Ereignis aber nicht vergessen werden, auch auf die Ursachen der mitunter recht eigenartigen scheinbaren Bewegungen in einer heliozentrischen Darstellung einzugehen, um so die scheinbaren von den wirklichen Verhältnissen auseinanderzuhalten.

Als Zusatzliteratur zu diesem Thema sei empfohlen die Arbeit von H. Risse „Der Mars zieht eine Schleife“ in „Anstronomie in der sozialistischen Schule“, Heft 1/2, 1960 und 1/2, 1961.

Anschrift des Verfassers:  
Potsdam, Seestraße 17

## Planetenmodelle können geliefert werden

Die im Heft 9/10, Jahrgang 1963, der Zeitschrift „Astronomie in der sozialistischen Schule“ beschriebenen Planetenmodelle können ab Januar 1965 geliefert werden.

Der voraussichtliche Preis beträgt 25,— MDN.

Unverbindliche Bestellungen nimmt sofort entgegen:

Hermann Risse, Dresden A 27, Schleiermacherstraße 10

## Durch Weiterbildung zu einer höheren Qualität des Unterrichts

Anm. der Redaktion: Der Verfasser des folgenden Beitrages ist Bezirksmentor für die langfristige Weiterbildung im Bezirk Dresden und berichtet über seine Erfahrungen, die er in zwanzig hospitierten Astronomielektionen sammelte.

Im Rahmen der langfristigen Lehrerweiterbildung bzw. anlässlich der sich anschließenden Ablegung des externen Staatsexamens im Fach Astronomie ist vorgesehen, daß jeder Teilnehmer eine Lektion als schulpraktische Prüfung ablegen muß. Die betreffenden Kollegen haben zu beweisen, daß sie in der Lage sind, die gewonnenen Fachkenntnisse methodisch überzeugend anzuwenden, um ihrem erzieherischen Auftrag gerecht zu werden.

Zunächst ein wenig Statistik: Von den 20 hospitierten Lektionen des Studienzirkels Dresden wurden vier von weiblichen und 16 von männlichen Lehrkräften gehalten. 13 Lektionen fanden in Stadt-, 7 in Landschulen statt. In die Altersgruppen bis 30 Jahre entfielen vier Kollegen, von 30 bis 45 Jahre wieder vier Kollegen.

In den Hospitalisationen, die in den Monaten März und April 1964 erfolgten, wurden folgende Themen behandelt: Astrophysikalische Probleme sechsmal, Sonne als Zentralgestirn fünfmal, spezielle Körper des Planetensystems fünfmal, vom geo- zum heliozentrischen Weltbild zweimal, Probleme des Raumflugs zweimal.

Hinsichtlich des Lektionsaufbaus konnte in fast allen Fällen festgestellt werden, daß die Kolleginnen und Kollegen bemüht waren, einen originellen Stundenverlauf zu gestalten. Einige gute Vorbereitungen führten jedoch dazu, daß die Lektionen „risikolos“ abliefen und somit dem Spannungsmoment zu wenig Rechnung trugen.

Wenn auch dem Unterrichtsgespräch im Vergleich zum Lehrervortrag der Vorzug gegeben wurde, so sollte dies nicht zu dem Extrem führen, alles aus den Schülern „herauszufragen“. Dabei ist von Schülerantworten, die auf Vermutungen beruhen, abzusehen. Der richtige Lehrton wurde fast immer gefunden. Häufiger als Überkonnten Unterforderungen festgestellt werden, indem verzichtet wurde, entsprechende Querverbindungen zu bereits bekanntem Wissen in anderen Fächern herzustellen.

Vielfältige methodische Wege wurden zur erfolgreichen Unterrichtsgestaltung eingeschlagen.

Mehr als die Hälfte aller Kollegen hatten schon vor Lektionsbeginn das Tafelbild vorbereitet, ein Vorzug, der sich nicht nur auf Prüfungsstunden beschränken möge. Andererseits sollte nicht jedes Tafelbild vorbereitet werden, zumal gerade in der sich entwickelnden Zeichnung die steigernde Aufmerksamkeit der Schüler zur Entfaltung kommt.

Wie kaum in einem anderen Fach fanden in den hospitierten Stunden Impulse besondere Verwendung. Mit ihnen war es möglich ganze Problemkomplexe ins Bewußtsein zu rufen, ohne auf sie ausführlicher einzugehen. Vorteilhaft wirkte sich die häufige Einführung von Teilzusammenfassungen aus, durch die sich die betreffenden Kolleginnen und Kollegen einigermaßen von der sicheren Stoffaneignung durch die Schüler überzeugen konnten. Während bei den jüngeren Kollegen allgemein die Schwierigkeit bestand, das Wesentliche vom Unwesentlichen zu trennen, so daß sie sich zuweilen in der Breite verloren, verstanden es die älteren Kollegen besser, das Typische an konkreten Beispielen herauszuarbeiten, so daß sie erfolgreicher in die Tiefe der Problematik vordringen konnten.

Mehr als in anderen Unterrichtsfächern sollte sich der Astronomielehrer nicht die Frage vorlegen: „Was will ich schaffen“, sondern „Was kann ich schaffen“!

Vielseitig und schöpferisch war daher der Einsatz von Lehr- und Anschauungsmitteln. In den insgesamt zwanzig Lektionen wurden achtmal Modelle (Planetensammlung, Sonnen-globus, Tellurium usw.), je siebenmal die Sternkarte und Lichtbilder, fünfmal Handbilder, viermal das Lehrbuch, zweimal die Manipermtafel und einmal das Tonbandgerät eingesetzt.

Nicht minder erfreulich war das Bemühen, Querverbindungen zu den anderen Unterrichtsfächern herzustellen, um den behandelten Stoff zu festigen. Besonders vermerkt muß werden, daß sich zwölf Kollegen um die mathematische Durchdringung bemühten. Einige stellten die mathematische Beweisführung an den Ausgangspunkt ihrer Betrachtungen, wodurch der erzieherische Wert dieser Stunde beträchtlich erweitert wurde. Ein Kollege verfiel allerdings in den Fehler, aus einer Astronomiestunde eine reine Mathematikstunde zu machen, die lediglich die Ent-

fernungsbestimmung Erde-Sonne als eingekleidete Aufgabe zum Inhalt hatte, ohne dabei auf die spezielle astronomische Problematik und Meßtechnik einzugehen. Bei aller Bedeutung, die der Mathematik zur Lösung astronomischer Probleme zusteht, darf es jedoch zu keiner Verlagerung der Thematik kommen; dadurch würde gerade das Gegenteil bewirkt, zumal Schüler, die zuvor für Astronomie aufgeschlossen waren, vor den Kopf gestoßen werden. Achtmal wurde Verbindung zur Physik, siebenmal zur Geografie, viermal zur Geschichte, dreimal zum UTP, je zweimal zum Fach Staatsbürgerkunde und zur Chemie und einmal zum Russischunterricht (Original-Reportage vom Sputnik-Start!) angestrebt.

Das Prinzip der Wissenschaftlichkeit konnte allgemein als gewährleistet angesehen werden. In Anbetracht der Tatsache, daß die betreffenden Kolleginnen und Kollegen schon kurz vor dem Abschluß der langfristigen Lehrerweiterbildung standen, war dies auch nicht anders zu erwarten. Insbesondere wurde bei ihnen das ernsthafte Bemühen verspürt, daß die im schulischen Bildungsprozeß sich nicht vermeiden lassen Vereinfachungen niemals auf Kosten der Wissenschaftlichkeit gehen dürfen, von Hypothesen abgesehen. Die Schüler hatten fast ausnahmslos den Eindruck, daß alle Aussagen des Lehrers, und mögen sie ihnen auch noch so ungeheuer groß erschienen sein, bewiesen werden können. Der Schwerpunkt lag nicht nur bei der Vermittlung von Fakten, sondern auch bei den Methoden, mit deren Hilfe die Astronomen zu den betreffenden Forschungsergebnissen gelangt sind.

Dabei sollte aber, mehr als dies geschehen ist, größerer Wert auf die Präzision von Begriffen und Definitionen gelegt werden. Was wird nicht alles als „Stern“ bezeichnet! Nur bei säuberlicher Trennung der einzelnen Himmelskörper durch die ihnen zustehenden Fachausdrücke ist ein einwandfreier Unterricht gewährleistet, können klare Vorstellungen garantiert werden.

Nicht unwichtig ist dabei, in die Stoffdarbietung zuweilen eine gewisse Pause einzuschieben, um den Schülern Zeit zur Umsetzung in die jeweilige Vorstellung zu lassen. Auch wurde, insbesondere bei Zeitnot festgestellt, daß zuvor gewonnene erzieherische Erkenntnisse zerredet wurden, weil eine gewisse Zeitspanne zur klarenden Festigung nicht eingeplant war.

Alle Kollegen waren bemüht, gleichmäßig mit der ganzen Klasse zu arbeiten. Leider stellten einige diese gute Absicht zurück, als sie merkten, daß sie mit dem Stundenablauf etwas in Verzug kamen. Sie verlegten sich

dann auf das Stoffschütten und zogen nur jene Schüler zum Unterrichtsgespräch heran, von denen ihnen eine richtige Antwort sicher war. Am besten kam der Kontakt zur Klasse dort zum Durchbruch, wo die Schüler zwanglos Fragen an den Lehrer stellten. Dieses Mittel wurde unter Benutzung der sokratischen Methode zuweilen von einigen Kollegen bewußt gebraucht, zumindest wurden bestimmte Probleme offen gelassen, die förmlich nach einer Lösung drängten. Leider muß aber in diesem Zusammenhang auch von einem Gegenteil berichtet werden, wo der Lehrer sich die erdenklichste Mühe gab, die Schüler zum Unterrichtsgespräch zu veranlassen, diese ihn aber völlig im Stich ließen. Wie sich später herausstellte, wurde diese „Lähmung“ durch die Anwesenheit der Hospitierenden bewirkt, deren unerwartetes Erscheinen bei der Klasse einen gewissen Schock auslöste, noch dazu, weil die Gäste Notizblock und Bleistift bei sich hatten.

Wie für jedes Unterrichtsfach, so gilt auch für Astronomie, daß dem muttersprachlichen Prinzip weitgehend Rechnung getragen und auf eine sorgfältige Sprache geachtet wird. Diese Forderung gilt nicht nur für die Schüler, sondern insbesondere auch für die Lehrer, die zuweilen dem „Echo“ erliegen oder sich mit unvollständigen Sätzen begnügen. Es wird auch unangenehm empfunden, wenn hinsichtlich der Aussprache der Fremdwörter regelwidrige Abweichungen festgestellt werden müssen.

Ein ausgesprochener Mangel ist, daß viel zu wenig unmittelbare Himmelsbeobachtungen in dem Unterricht mit einbezogen wurden. Nur drei Kollegen griffen die in diesen Tagen stattgefundene merkwürdige Venus-Jupiter-Konstellation auf. Wenn auch die Lehrplanerfüllung schon weiter fortgeschritten sein mag, so darf man sich solche aktuellen Himmelschauspiele nicht entgehen lassen.

Obzwar zur Hospitalisationszeit bereits der größte Teil des Schuljahres abgelaufen war, hatte erst die Hälfte der aufgesuchten Klassen einmal durch ein Himmelsfernrohr geblickt; leider gab es auch noch fünf Lehrer, die bis dahin nicht einmal Orientierungsübungen am gestirnten Himmel durchgeführt hatten. Am günstigsten schnitten in dieser Hinsicht die Lehrer der Landgemeinden ab, sofern sie am Dienstort wohnten. Sie haben sich der schönen Aufgabe, mit ihren Schülern, so oft es nur irgendwie geht, den Himmel zu beobachten, nicht entzogen. Braucht in diesem Zusammenhang erst betont zu werden, daß auch dementsprechende Unterrichtserfolge erzielt werden konnten?

Ungelöst blieb bei den meisten Lektionen das Problem der Leistungskontrolle. Zu-

gegeben, angesichts der Stofffülle und der geringen Zeit ist es sehr schwer, in unserem Ein-Stunden-Fach den erfolgversprechendsten Weg für mündliche und schriftliche Einzel- und Klassenprüfungen zu finden. Offen bleibt auch das Problem der Hausaufgabenstellung, wovor manche Kollegen zurückschrecken und nicht einmal auf das Lehrbuch zurückgreifen, ganz zu schweigen von Beobachtungsaufgaben am gestirnten Himmel!

Hinsichtlich ihres erzieherischen Inhalts könnten vier Lektionen als besonders wertvoll angesprochen werden, zumal sie außer weltanschaulichen Verallgemeinerungen auch noch eine gefühlbetonte Darbietung zeigten. Zwölf Lektionen enthielten gute erzieherische Impulse. Ausreichende Gelegenheit zur Erarbeitung des Erziehungsziels, doch nicht entsprechend genutzt, boten drei Lektionen. Eine Lektion blieb erzieherisch wertlos, zumal nicht genügende fachliche und methodische Qualitäten vorhanden waren.

Die Schülerleistungen waren recht unterschiedlich, zuweilen jedoch sehr erfreulich, und zwar besonders dort, wo unmittelbare Himmelsbeobachtungen dem Unterricht zugrunde lagen. Das berühmte Pestalozziwort, wonach „Anschauung das Fundament aller Erkenntnis“ ist, gilt auch für den Astronomieunterricht.

Allerdings wäre es verfehlt, das Hospitationsergebnis ausschließlich von der Lehrerleistung abhängig zu machen. Die gelungene Lektion ist von der Erziehungs- und Bildungsarbeit in der Klasse, ja sogar an der ganzen Schule nicht zu trennen. So schnitten die Klassen, die auf gute Leistungen in Physik und Mathematik zurückblicken konnten, im allgemeinen recht gut ab. Völlig unzureichende Leistungen waren jedoch dort festzustellen, wo es unterlassen wurde, das Raumvorstellungsvermögen bei den Schülern systematisch zu entwickeln und den Aufbau des Weltalls straff zu gliedern.

Antworten, denen ein Denkprozeß voranging, wurden im allgemeinen von den Jungen rascher gelöst; demgegenüber reagierten die Mädchen auf Impulse leichter, sofern diese auf den Fleiß bei der Lernarbeit hinauszielten.

Immerhin konnte festgestellt werden, daß das vorhandene Wissen anteilig an der einen Wochenstunde während eines Jahres relativ höher hinsichtlich der Unterrichtsintensität im Vergleich zu anderen Fächern war. Dies ist letzten Endes der beste Beweis dafür, daß es alle Kolleginnen und Kollegen trefflich verstanden haben, die Schüler für das Fach Astronomie zu interessieren, zu begeistern.

Dabei ist es nicht unwichtig, einzuschätzen, welche Stellung der Astronomielehrer innerhalb des betreffenden Pädagogischen Rates

einnimmt. Zuweilen mußten bei den Lektionsauswertungen Klagen vernommen werden, daß sich die Kolleginnen und Kollegen mit ihrem Ein-Stunden-Fach etwas zurückgedrängt fühlen. Daß dem nicht immer so ist, konnte an jenen Schulen festgestellt werden, wo sich die Astronomielehrer — dank vorzüglicher fachlicher und methodischer Kenntnisse — zu Lehrerpersönlichkeiten entwickelt und unserem Unterrichtsfach zum Durchbruch verholfen haben. Dabei geht die Bedeutung dieses Faches weit über die 10. Klasse hinaus! Wer verbietet es denn den Astronomielehrern, ihre Planetensammlung im Schulhaus aufzustellen, bei einem Appell zu sprechen, eine Kosmonautenecke auszugestalten, einen Schattenstab im Schulgarten zu errichten und Messungen vorzunehmen?

Die Hospitationen haben ergeben, daß manche Astronomielehrer versuchen, in vielfältiger Weise das Interesse der gesamten Schule auf ihr Fach zu lenken. Wo diese Rührigkeit vorhanden ist, wird der Erfolg nicht ausbleiben. So konnte bei den Hospitationen in Erfahrung gebracht werden, daß der Erlös von Schrottsammlungen ausschließlich zur Anschaffung eines Himmelsfernrohres verwandt wird, daß die ganze Schule bei der Verfolgung von Finsternissen beteiligt ist und geschlossen an der Sonnenwendfeier teilnimmt, der letzten Endes ein astronomisches Ereignis zugrunde liegt.

Vorstehende Analyse basiert auf Leistungen von Lehrern, die in der langfristigen Weiterbildung stehend, nicht nur ein Interesse an der Astronomie zeigen, sondern sich in der vergangenen Zeit gewisse spezifisch fachliche, methodische und philosophische Erkenntnisse aneigneten, durch die es ihnen möglich war, erfolgreich zu arbeiten.

Noch ist aber der Zustand nicht erreicht, daß an jeder Schule ein Astronomielehrer mit abgeschlossener Ausbildung vorhanden ist. Es gilt, die langfristige Weiterbildung der Lehrer weiter voranzutreiben und möglichst viele zu ermuntern, das externe Staatsexamen in Astronomie als Zweitfach abzulegen. Daß dieses Ziel seitens der Teilnehmer des nunmehr zu Ende gehenden Studienzirkels erreicht worden ist, kann als gesichert angesehen werden, wie übereinstimmend zum Ausdruck gebracht wurde. Unter Zugrundelegung der augenblicklichen Teilnehmerquote müßte 1970 an allen Schulen eine Fachkraft für Astronomie mit entsprechendem Ausbildungsnachweis vorhanden sein; ein Ziel, das es zu erstreben gilt; ein Ziel, das im Zeitalter des bemannten Raumfluges erreicht werden muß!

Anschrift des Verfassers:  
Radebeul 2, Wilhelm-Pieck-Straße 235

## Zur Einführung neuer Lehrbücher für den Astronomieunterricht

Am 1. September 1964 wurden neue Lehrbücher für den Astronomieunterricht der Oberschule (10. Klasse) und der erweiterten Oberschule (12. Klasse) eingeführt, welche die bisher verwendeten Lehrbücher – „Lehrheft der Astronomie für die 10. Klasse der zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule“ (Bestell-Nr. 04 926) und „Astronomie-Lehrbuch für die erweiterte Oberschule, Klasse 12“ (Bestell-Nr. 02 948) – ablösten.

Dieser Schritt steht im Einklang mit der Forderung, durch methodische Weiterentwicklung des Unterrichts, einschließlich der Anwendung neuer Lehrmaterialien, das Niveau der Bildung und Erziehung zu erhöhen und die im gegenwärtig gültigen Lehrplan enthaltenen Aufgaben besser zu erfüllen. Diese Forderung ist besonders in jenen Unterrichtsfächern vordringlich, für die in der nächsten Zeit keine (oder keine wesentlichen) Veränderungen des Lehrplans vorgesehen sind. Damit wird zugleich eine wichtige Voraussetzung für die stufenweise Verwirklichung des einheitlichen sozialistischen Bildungssystems geschaffen; eine gute Erfüllung des gegenwärtig gültigen Lehrplans bereitet die spätere Einführung neuer Lehrpläne mit höhergesteckten Unterrichtszielen vor.

Da der Lehrplan für die Oberschule und der Lehrplan für die erweiterte Oberschule im wesentlichen den gleichen stofflichen Aufbau des Astronomieunterrichts fordern und in diesen beiden Schultypen trotz bestimmter quantitativer und qualitativer Unterschiede in den Forderungen im wesentlichen das gleiche astronomische Grundwissen zu vermitteln ist, wurden die beiden neuen Lehrbücher gemeinsam entwickelt. Sie sind – bis auf eine Ausnahme – von den gleichen Autoren verfaßt; viele Textstellen decken sich, manche zeigen nur geringe Abweichungen. Größere Unterschiede treten allerdings bei der Behandlung der astrophysikalischen Themen (Abschnitt 4 der Bücher) auf, bedingt durch den darzulegenden Gegenstand sowie die Ziel- und Aufgabenstellung des Unterrichts. Gleich sind in den Büchern auch die meisten Textabbildungen, viele Tabellen (9. Anhang) und die Bildbeilage auf Kunstdruckpapier.

Beide Lehrbücher sind in folgende Hauptabschnitte gegliedert:

1. Orientierung am Sternenhimmel
2. Das Sonnensystem

3. Aus der geschichtlichen Entwicklung der Astronomie
4. Das Milchstraßensystem und das Weltall
5. Vorstellungen über die Entwicklung im Weltall

Diese Einteilung nach fachlich-logischen Gesichtspunkten stimmt mit der Einteilung, die der Lehrplan der erweiterten Oberschule für die Gliederung des Lehrgangs in größere, stofflich bedingte Abschnitte fordert, voll überein. Auch mit dem Lehrplan der Oberschule besteht eine derartige Übereinstimmung, wenngleich hier die Anordnung der historischen Themen in gewisser Weise eine Ausnahme bildet.

Die methodische Anlage der Bücher weicht in mancher Hinsicht von den bisher verwendeten Lehrbüchern für Astronomie, vor allem vom „Lehrheft der Astronomie“, ab. Die im wesentlichen beschreibende Darstellung der Fakten und Gesetzmäßigkeiten im „Lehrheft der Astronomie“ wurde durch eine begründende Darstellung ersetzt, die sich sowohl der Induktion als auch der Deduktion bedient. Quantitative Aussagen und mathematische Überlegungen nehmen in beiden Büchern breiten Raum ein. Da für die 10. Klasse an einigen Stellen, insbesondere bei der Entfernungsbestimmung innerhalb des Milchstraßensystems, keine so weitgehenden mathematischen Ableitungen obligatorisch gefordert werden, diese aber der mathematischen Bildung der Schüler dienlich sein können, sind die entsprechenden Ausführungen in Kleindruck gesetzt worden. Allgemein kennzeichnet der Kleindruck ergänzenden, illustrativen Lehrstoff.

Die Lehrbücher haben sich nicht das Ziel gesetzt, den Unterricht und das außerunterrichtliche Lernen der Schüler im einzelnen zu programmieren. Um aber dennoch den Schülern die Möglichkeit zu geben, ihr Wissen beim Studium des Textes zu überprüfen, sind – wie auch in anderen Lehrbüchern – Zwischenfragen, kursiv gesetzt, in den Text eingestreut. Ihre Beantwortung soll das bisher Gelernte kontrollieren und festigen helfen; der weiterführende Text nimmt jedoch nicht unmittelbar auf den Gegenstand dieser Zwischenfragen oder auf die in Kleindruck gesetzten Stellen Bezug.

Im folgenden seien einige Einzelbemerkungen zum besseren Verständnis der Darstellungsweise in den beiden Büchern angegeben.

Übereinstimmend mit den Festlegungen des gültigen Gesetzes unserer Republik über Maß und Gewicht und mit den Empfehlungen, die in den offiziellen Kommentaren zu diesem Gesetz gegeben werden, sind Zeitpunkte mit hochgestellten Einheitszeichen, Zeitspannen dagegen mit Einheitszeichen in Zeilenhöhe gekennzeichnet (für die Zeitminute ist allgemein min – nicht m – gesetzt). Diese Kennzeichnungsweise, die natürlich auch für die Angabe von Stundenwinkeln, Rektaszensionen, geographischen Längen bzw. deren Differenzen in Zeitmaß gilt, weicht zwar von den Ge pflogenheiten in manchen Werken der astronomischen Literatur ab, setzt sich aber immer mehr durch!)

Eine inhaltliche Abweichung gegenüber manchen astronomischen Werken ergibt sich im Gebrauch der Begriffe „innere“ und „äußere“ Planeten. Im Lehrbuch sind die häufig gebrauchten Ausdrücke „untere“ und „obere“ Planeten vermieden worden; Planeten innerhalb der Erdbahn werden als innere, Planeten außerhalb der Erdbahn als äußere Planeten bezeichnet; eine entsprechende Erklärung dazu wird gegeben. Die Adjektive „sonnennah“ und „sonnenfern“ werden relativ gebraucht, sie sind nicht als Synonym für die oben genannten Ausdrücke „innerer“ und „äußerer“ gedacht.

Im Lehrbuch wird bei der Angabe der Titius-Bode-Reihe der Parameter n nur ganzzahlig angenommen, was bei den Planeten Neptun und Pluto zu größeren Differenzen zwischen den berechneten und den gemessenen Werten führt. In der Literatur wird nicht

1) Siehe z. B. Graff und Lambrecht: Grundriß der Astrophysik, Band II, Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1961.

selten für Neptun n = 6,5, für Pluto n = 7 gewählt, wodurch sich eine bessere Übereinstimmung ergibt.

Planet	n	a (berechnet) in AE	a (gemessen) in AE
Neptun	6,5	27,6	30,1
Pluto	7	38,8	39,5

Um den Schülern den Unterschied im Gebrauch des Längenmaßes und des Winkelmaßes bei Entfernungsgaben deutlich zu machen, wird bei Winkelangaben der Ausdruck „Abstand“ (bzw. „Distanz“), bei Längenangaben der Ausdruck „Entfernung“ verwendet. Unter den Längeneinheiten – speziell für den astronomischen Gebrauch – wird, wie in der Wissenschaft, das Parsec (und seine dezimalen Vielfachen: kpc, Mpc) dem Lichtjahr vorgezogen; eine Ausnahme machen einige Tabellen im Anhang.

In einem Gutachten zum Manuskript des Lehrbuchs für die 12. Klasse war vorgeschlagen worden, eine vollständige Übersicht über die bisher gestarteten künstlichen Raumfahrtkörper zu geben. Da die Anzahl dieser Raumfahrtkörper heute bereits in die Hunderte geht, scheiterte dieses Vorhaben schon allein am verfügbaren Raum im Lehrbuch. Deshalb hat sich die Redaktion entschließen müssen, eine Auswahl zu bringen. Sie hat besonders jene Raumfahrtkörper berücksichtigt, die in bezug auf den betreffenden Verwendungszweck oder Aufgabenbereich den Anfang machten. Die vollständigen Angaben kann der Leser der populärwissenschaftlichen Literatur entnehmen.

Anschrift des Verfassers:  
Deutsches Pädagogisches  
Zentralinstitut  
Berlin W 8, Krausenstraße 8

## Literatur für den Astronomieunterricht

### Astronomieunterricht

Methodisches Handbuch für den Lehrer

ES 10 C. 204 S. m. 59 Abb., Hln. Bestell-Nr. 27 432, 6,80 MDN

Zweite, bearbeitete und erweiterte Auflage des gleichnamigen Titels  
unter Bestell-Nr. 27 404

**Beiträge zur Methodik des Astronomieunterrichts in den zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschulen**

ES 10 C. 48 S., br. Bestell-Nr. 27 840, 0,80 MDN

**Praktische Schülerbeobachtungen für den Astronomieunterricht**

Reihe „Methodische Beiträge zum Unterricht im Fach Astronomie, Heft 1“

ES 10 C. 120 S. m. 38 Abb., br. Bestell-Nr. 27 950, 5,50 MDN

## Eine neue Qualität in der Raumfahrt

Montag, 12. Oktober 1964. Ein Tag wie jeder andeute. Gegen 10.00 Uhr unterbrechen jedoch die Rundfunk- und Fernsehstationen der Welt ihre Programme, rattern in den Nachrichtenagenturen aller Kontinente die Fernschreiber, um die sensationelle TAŚS-Meldung in die Welt hinauszustrahlen:

„Am 12. Oktober, um 10.30 Uhr Moskauer Zeit, ist von einer neuen mächtigen Trägerrakete zum ersten Mal in der Welt ein dreisitziges lenkbare Sputnikschiff mit der Bezeichnung „WOSCHOD“ auf eine Umlaufbahn um die Erde gebracht worden. Die Besatzung besteht aus den Staatsbürgern der Sowjetunion: dem Fliegerkosmonauten Oberst-Ingenieur

**Wladimir Michailowitsch KOMAROW,**

dem Arzt und Kosmonauten

**Boris Borisowitsch JEGOROW,**

sowie dem Wissenschaftler und Kosmonauten

**Konstantin Petrowitsch FEOKTISTOW,**

Kandidat der technischen Wissenschaften. Die Aufgaben des kosmischen Fluges bestehen in der Erprobung eines neuen mehrsitzigen und lenkbaren Raumschiffes; der Erforschung der Arbeitsfähigkeit und des Zusammenwirkens einer Kosmonautengruppe, die aus Fachleuten der verschiedenen Bereiche der Wissenschaft und Technik besteht; physikalisch-technischen Forschungen während des Fluges; dem weiteren Studium des Einflusses verschiedener Raumflugfaktoren auf den menschlichen Organismus sowie erweiterten biologisch-medizinischen Untersuchungen bei einem längeren Flug.

Diese Forschungen werden mit Hilfe einer Apparatur an Bord des Schiffes unter unmittelbarer Beteiligung zweier Kosmonauten, eines Wissenschaftlers und eines Arztes, vorgenommen.

Das Sputnikschiff WOSCHOD erreichte eine Umlaufbahn, die der berechneten nahekommt. Die anfängliche Umlaufzeit des Sputnikschiffes um die Erde beträgt 90,1 Minuten. Die kleinste Entfernung von der Erde (Perigäum) beträgt 178 Kilometer, die größte Entfernung (Apogäum) 409 Kilometer. Der Neigungswinkel der Flugbahnebene zur Äquatorebene ist rund 65 Grad. Die Besatzungsmitglieder des Sputnikschiffes haben den Einflug in die Umlaufbahn und den Übergang in den Zustand der Schwerelosigkeit befriedigend überstanden. KOMAROW, JEGOROW und FEOKTISTOW befinden sich wohllauf.

Die Mitteilungen von Bord des Schiffes werden auf den Frequenzen 143,625, 17,365 und 18,035 MHz übermittelt. An Bord befindet sich weiter eine Sendeanlage „SIGNAL“, die auf der Frequenz 19,994 MHz arbeitet. Alle Bordsysteme des Sputnikschiffes arbeiten normal.“

Bereits bei Ende des zweiten und Beginn des dritten Umlaufes des Sputnikschiffes WOSCHOD um die Erde konnte die Schulsternwarte und Satellitenbeobachtungsstation Bautzen die Funksignale des Schiffes auf der Frequenz 19,994 MHz klar und lautstark empfangen. Aus der von TASS angegebenen Startzeit sowie aus den auf Magnetband aufgezeichneten Funksignalen konnte die Uhrzeit des für das Gebiet unserer Republik sichtbaren Abenddurchgangs beim Beginn der 8. Erdumkreisung ermittelt werden. Um der Bevölkerung der DDR die Möglichkeit zu geben, das Sputnikschiff WOSCHOD und die letzte Stufe seiner Trägerrakete bei seinem Überflug über unseren Raum zu beobachten, übermittelten wir die errechneten Werte über Fernschreiber sofort dem Allgemeinen Deutschen Nachrichtendienst, der diese Angaben umgehend über Rundfunk und Fernsehen verbreitete.

Die Nachricht vom Start eines mehrsitzigen Sputnikschiffes bedeutete für uns keineswegs eine Überraschung. Schon seit Monaten zeichnete sich für den aufmerksamen Beobachter durch den laufenden Start künstlicher Erdsatelliten der KOSMOS-Serie, unter denen sich zahlreiche unbemannte Sputnikschiffe befanden, diese Entwicklung deutlich ab. Schon aus den beobachteten Helligkeiten dieser Satelliten, die um mehr als eine Größenklasse über denjenigen der Sputnikschiffe der WOSTOK-Serie lagen, ließ sich unschwer schlussfolgern, daß hier ein gänzlich neuer und wesentlich größerer Typ eines Erdsatelliten für bemannte kosmische Flüge in der praktischen Erprobung steht. Mit diesen interessanten Beobachtungen wurden auch die Erklärungen des ersten Kosmonauten, Juri GAGARIN, bestätigt, die er uns im Verlaufe einer Aussprache im Oktober vorigen Jahres gab. GAGARIN sagte damals, daß man in der Sowjetunion an der Entwicklung mehrsitziger Sputnikschiffe arbeitet (siehe „Astronomie in der sozialistischen Schule“, Heft 11–12/1963).

Am 6. Oktober 1964 wurde mit dem Start des künstlichen Erdsatelliten KOSMOS 47, einem weiteren unbemannten Sputnikschiff, die Testserie dieses neuen, mehrsitzigen Raumfahrzeugs erfolgreich abgeschlossen.

Kurz vor Beginn der 17. Erdumkreisung am Morgen des 13. Oktober erhielt der Kommandant des Sputnikschiffes WOSCHOD, Oberst-Ingenieur KOMAROW, von dem Bodenkontrollzentrum den Befehl zur Vorbereitung und Einleitung des Rückkehrmanövers, der schwierigsten Etappe des Fluges. Über dem zentralafrikanischen Raum erfolgte daraufhin die Zündung des Bremstriebwerkes und nach einigen tausend Kilometern langsamen Abstieges erfolgte um 10.47 Uhr Moskauer Zeit (8.47 Uhr MEZ) der Niedergang des Schiffes im vorgesehenen Zielgebiet. Damit hatte der bisher in der Geschichte der Astronautik bemerkenswerteste bemannte kosmische Flug seinen erfolgreichen Abschluß gefunden.

Beinahe sensationell mutete uns die Nachricht an, daß die Kosmonauten bei diesem Flug auf die bisher sowohl auf sowjetischer als auch auf amerikanischer Seite übliche kosmische „Dienstkleidung“ verzichten konnten und stattdessen während des Fluges eine leichte und sportliche Kleidung trugen. Das bedeutet für die Kosmonauten nicht nur eine wesentlich größere Bewegungsfreiheit und Bequemlichkeit sowie einen weitaus geringeren Platzbedarf für den einzelnen, sondern spricht auch für die völlig sichere Konstruktion der Kabine des Schiffes. Dieses wurde durch ein System hochwirksamer Brems- und Landefallschirme sowie durch ein besonderes Landesystem zu einer weichen Landung gebracht, so daß die drei Kosmonauten beim Landevorgang im Inneren ihres Schiffes verbleiben konnten.

Die Fernsehkameras an Bord des Schiffes ermöglichen wiederum über die bewährte KOS-

MOVISION, daß Millionen Menschen unserer Erde einen Blick in das die Erde umkreisende Sputnikschiff tun könnten.

Bei diesem Flug war es erstmalig möglich geworden, medizinisch-biologische Forschungen unmittelbar im kosmischen Raum durch einen Arzt-Kosmonauten durchführen zu lassen. Von besonderem Interesse für die Astronomie und vor allem die Geophysik dürften die Beobachtungen und Aufnahmen sein, die der Kosmonaut und Wissenschaftler FEOKTI-STOW im Verlaufe der 16. Erdumkreisungen des Schiffes durchführte.

Der gleich im Anschluß an diesen Flug am 14. Oktober 1964 erfolgte Start des künstlichen Erdsatelliten KOSMOS 48 scheint anzudeuten, daß in naher Zukunft weitere Flüge mit mehrköpfigen Besatzungen folgen werden. Mit der Möglichkeit, durch Wissenschaftler an Bord von Raumfahrzeugen direkte Untersuchungen im kosmischen Raum vornehmen zu können, hat die sowjetische Raumfahrt eine neue Seite im Buch der Astronautik aufgeschlagen. Wir dürfen von weiteren Unternehmen dieser Art eine Fülle interessanter wissenschaftlicher Ergebnisse erwarten. Der Tag rückt immer näher, an dem mit Wissenschaftlern verschiedenster Disziplinen besetzte kosmische Stationen unseren Erdball umrunden werden. Unser herzlicher Glückwunsch gilt deshalb der sowjetischen Wissenschaft und Technik sowie den drei Kosmonauten, die mit dem Flug des Sputnikschiffes WOSCHOD eine weitere wichtige Etappe auf dem Wege zur Erforschung des kosmischen Raumes zurückgelegt haben.

H. J. Nitschmann

## **Mitteilung an alle Bezieher der ehemaligen Zeitschrift „Astronomie-Astronautik in der Schule“, herausgegeben vom Pädagogischen Bezirkskabinett Dresden**

Bitte vergessen Sie nicht, die Bestellung des Jahrganges 1965 der Zeitschrift „Astronomie in der Schule“ rechtzeitig bei Ihrem zuständigen Postamt aufzugeben. Mit Heft 3/1964 erfolgt durch die Redaktion letztmalig ein direkter Versand an die Bezieher der früheren Zeitschrift „Astronomie-Astronautik in der Schule“. In der Zwischenzeit hat der Postzeitungsvertrieb diese Aufgabe übernommen.

**Die Redaktion**



In den Monaten November und Dezember steht das Sternbild der Andromeda hoch im Südosten. Der Name dieses Sternbildes entstammt der griechischen Sagenwelt. Er steht im engen Zusammenhang mit den Namen der anderen in der Nähe befindlichen Sternbilder. Andromeda war eine äthiopische Königstochter, deren Mutter Cassiopeia die Meerjungfrauen gekränkt hatte, weil sie sich ihrer Schönheit zu sehr rühmte. Zur Strafe wurde Andromeda — an einen Felsen geschmiedet — einem Meeresungeheuer zum Fraß vorgesetzt. Perseus befreite sie und machte sie zu seiner Frau.

Das Sternbild besteht nach Heiss aus 139 Sternen bis zur Größenklasse 6,7 m. Die drei hellsten Sterne gehören zur zweiten Größenklasse. Sie sind also etwa so hell wie die bekannten Sterne des Großen Bären. Sie tragen die Namen Alpheratz oder Sirrah, Mirach und Alamak. Sirrah ist ein Riesenstern der Hauptreihe. Er sendet uns sein Licht aus 120 Lichtjahren zu. Die beiden anderen sind rote Riesen, deren Entfernung 80 bzw. 260 Lichtjahre betragen. Außerdem sind beide Doppelsterne. Der Begleiter von Mirach ist allerdings Amateurinstrumenten nicht zugänglich. Dagegen bildet Alamak mit seiner Komponente schon für kleine Instrumente ein schönes Sternenpaar. Der Hauptstern besitzt ein rötlich-gelbes Licht, während der Begleiter bläulich-weiß strahlt. Die scheinbaren Helligkeiten betragen 2,28 m und 5,08 m, der gegenseitige Abstand ergibt sich zu 10 Bogensekunden.

Wir finden in diesem Sternbild noch einige andere interessante Beobachtungsobjekte, von denen der Andromedanebel das bekannteste ist. Der Andromedanebel ist das einzige extragalaktische Objekt, das wir auf der Nordhalbkugel mit bloßem Auge

erkennen können. Dieses gewaltige Sternsystem, das aus etwa 150 bis 200 Milliarden Sternen besteht, sendet uns sein Licht aus rund 2 Mio. Lichtjahren zu. Der Andromedanebel ähnelt in seinem Aufbau unserem Milchstraßensystem. Hubble gelang es am Andromedanebel erstmalig, ein außergalaktisches Objekt in seinen Randpartien in Einzelsterne aufzulösen. 1944 konnte Baade auch im Kerngebiet Einzelsterne nachweisen. Es wurden dieselben Objekte gefunden, wie wir sie in unserem Milchstraßensystem haben, z. B. Delta-Cephei-Sterne, Überriesen, rote Riesen, Kugelsternhaufen, offene Sternhaufen und andere. Schon ein Gerät von 100 mm Öffnung zeigt uns die beiden Begleiter des Andromedanebels. Mit seinen beiden Begleitern gehört der Andromedanebel zu einer Gruppe von extragalaktischen Objekten, die gemeinsam mit unserem Milchstraßensystem die sogenannte lokale Gruppe bilden. In den beiden Berichtsmonaten können wir unsere hellen Planeten Jupiter und Saturn am Abendhimmel beobachten. Venus ist noch immer Morgenstern und geht etwa drei Stunden vor der Sonne auf. Mars erscheint anfangs gegen Mitternacht und Ende Dezember bereits vor 22 Uhr über dem Horizont.

Am 19. Dezember können wir bei schönem Wetter eine totale Mondfinsternis beobachten. Der Eintritt in den Kernschatten erfolgt kurz vor 2 Uhr MEZ. Von 3 h 7 m bis 4 h 7 m währt die Totalität. Der Austritt aus dem Kernschatten erfolgt um 5 h 15 m. Es wird also gegen Ende der Finsternis möglich sein, auch Schülerbeobachtungen zu organisieren; dieser Sonnabend ist der letzte Schultag vor den Weihnachtsferien, so daß die Schüler ausschlafen können.

G. Lampe

