

Zur astronomischen Schulbildung in Deutschland

Eine Studie aus ostdeutscher Sicht, wo seit 46 Jahren an den Schulen Astronomie als selbständiges obligatorisches Unterrichtsfach erfolgreich erteilt wird.

Verfasser: OStR Dr. Helmut Bernhard - Chefredakteur der Zeitschriften Astronomie in der Schule von 1964 bis 1991 und ASTRONOMIE+RAUMFAHRT im Unterricht von 1991 bis 2000 - Mitglied des Herausgeber- und Redaktionsbeirates der Zeitschrift ASTRONOMIE+RAUMFAHRT im Unterricht - Keplerpreisträger der MNU - Ehrenvorsitzender des Vereins der Bruno-Bürgel-Sternwarte Sohland/Spree e. V. und Mitglied des Fördervereins der Schulsternwarte "Johannes Franz" Bautzen e. V.

Inhalt

Schulastronomie in den Letzten sechs Jahrzehnten

Zum Platz der Astronomie in der Schule

Das zeitgemäße astronomische Weltbild im Unterricht

Organisationsformen des Unterrichts in Astronomie

Zukünftige Chancen astronomischer Schulbildung

Epilog

Gedanken

An die Kultusminister der deutschen Bundesländer, an die Ständige Konferenz der Kultusminister deutscher Länder, an alle Bildungspolitiker im Bundestag und in den Landtagen der Bundesländer, an Bildungstheoretiker, Fachwissenschaftler für Astronomie und Raumfahrt, Fachdidaktiker und Lehrende in Astronomie sowie an alle Interessenten für Schulastronomie in deutsche Ländern

Sohland am 26. Februar 2005

Zur astronomischen Schulbildung in Deutschland

Schulastronomie in den letzten sechs Jahrzehnten

1. Astronomie an deutschen Schulen nach 1945

Nach Kriegsende gab es in Deutschland kein einheitliches Schulwesen mehr. In den Westzonen (spätere BRD) etablierte sich anknüpfend an die Weimarer Republik ein föderalistisches Schulsystem. Mit Rehabilitierung der unter dem Nationalsozialismus diskreditierten Geisteswissenschaften trat der Bildungswert der Naturwissenschaften in den Hintergrund. Sie wurden an den Rand des Spektrums der Unterrichtsfächer gedrängt. Einen besonders schlechten Stand hatte dabei die Astronomie. Da sie keine für jedermann praktischen Anwendungsmöglichkeiten erkennen ließ, wurde sie im Verlauf der Entwicklung in den westdeutschen Bundesländern zunächst, bis auf wenige Reste, aus den Lehrplänen der Schulen verdrängt.

In der Ostzone (spätere DDR) entstand ein zentralistisches Schulsystem. Dort verabschiedeten die Verantwortlichen 1946 eine Schulreform, die eine Einheitsschule (Grund- und Oberschule) für alle Kinder vorsah, um so bestehende Bildungsprivilegien zu überwinden. Geistes- und Naturwissenschaften trugen in der Schule annähernd paritätischen Charakter. So wurden Themen der Astronomie mit einem relativ großen zeitlichen Rahmen in den Oberschulen im Rahmen der mathematischen Erd- und Himmelskunde sowie in Verbindung mit der Physik gelehrt.

1948 tagte in der Treptower Sternwarte der *erste Nachkriegskongress deutscher Volkssternwarten*. Daran nahmen etwa 100 Delegierte aus den damaligen vier Besatzungszonen teil. Fach- und Amateurastronomen, Sternfreunde und Lehrer waren nach Berlin gekommen um über das Leitmotiv der Tagung zu beraten, welches lautete: *"Stärkere Berücksichtigung der Himmelskunde in der Schule und Einführung eines Unterrichtsfaches Astronomie an den allgemein bildenden Schulen."* Im Ergebnis einer streitbaren Diskussion entstand eine Resolution mit dem Verlangen, *Astronomie zu einem eigenen Unterrichtsfach zu erheben und die bildenden Aspekte der Astronomie zugleich als weltbildformend zu erkennen.*

Da die Besatzungszonen Militärregierungen leiteten und deutsche Verwaltungen erst in Anfängen bestanden, hatte die Entschließung leider kaum direkte Adressaten und zeigte deshalb relativ wenig Wirkung.

1952 fand in der Schulsternwarte Bautzen eine *Tagung zur volkstümlichen Astroonomie in der DDR* statt, deren Träger der Deutsche Kulturbund war. Ein wichtiges Ergebnis: Verabschiedung einer Resolution an das Ministerium für Volksbildung (MfV) mit der Forderung, *Astronomie als eigenständiges Fach* in den

Schulunterricht fest einzubinden. Die Entschließung schlummerte mehrere Jahre im Schubkasten der obersten Schulbehörde.

2. Schubkraft Raumfahrt - Konsequenzen für die Bildungspolitik

Folgerungen in der DDR

Der Start des Ersten künstlichen Erdsatelliten Sputnik I (1957) veranlasste Bildungspolitiker der DDR über damit verbundene Konsequenzen für den Schulunterricht nachzudenken, wozu auch Überlegungen zur Aufnahme des Faches Astronomie in die Stundentafel der allgemein bildenden Schule gehörten. Es erscheint wenig sinnvoll darüber zu orakeln, ob politisch-ideologische oder fachliche Gründe zu diesem Schritt führten. Fest steht, die damals fortschreitende Modernisierung, Mechanisierung und Automatisierung der industriellen Produktion sowie die Einführung neuer technischer Verfahren in der Landwirtschaft zwangen Umfang und Niveau der mathematisch-naturwissenschaftlichen Schulbildung zu erhöhen. Die Orientierung auf eine Erweiterung und Verbesserung des Unterrichts in diesem Bildungsbereich war sicher *Ursache*, der Beginn der praktischen Raumfahrt jedoch *Schubkraft* für die Entscheidung, Astronomie in der Schulbildung einen höheren Stellenwert zu geben.

Ende 1957 kam es in der Treptower Sternwarte zu Gesprächen mit leitenden Mitarbeitern des MfV, wo anknüpfend an die Resolutionen von 1948 und 1952 darüber beraten wurde, wie Astronomie umfassend in den Schulunterricht einbezogen werden kann, um den Schülern Grundlagen des astronomischen Weltbildes zu vermitteln. 1958 fand eine Lehrplanberatung im Deutschen Pädagogischen Zentralinstitut (DPZI) mit folgenden Ergebnissen statt: Für das Schuljahr 59/60 ist die Aufnahme des Faches Astronomie in die dann entstehende zehnklassige Oberschule vorzubereiten, wozu ein Lehrplan mit einem Jahreslehrgang in Astronomie mit 26 Unterrichtsstunden zu konzipieren ist.

Die Inhalte des neuen Faches sollten sich an astronomischen Themen der Realschulen in der Weimarer Republik und am Bildungssystem der damaligen Sowjetunion orientieren, wo seit 1936 an den Schulen das Fach Astronomie unterrichtet wurde.

Das neue Pflichtfach Astronomie, angesiedelt in der 10. Klasse, wurde zum festen und unverwechselbaren Bestandteil der naturwissenschaftlichen Schulbildung. Seine Aufnahme in die Stundentafel war krönender Höhepunkt schul-astronomischer Traditionen in Deutschland, die bis in das Mittelalter reichen und welche im 19. Jahrhundert der Volksschullehrer und Lehrerbildner *Adolph Diesterweg* (1790 bis 1866) wie folgt hervorragend charakterisierte: "*Kein Schüler solle die Schule verlassen, ohne grundlegende Kenntnisse über das Weltall erworben und den Sternhimmel selbst erlebt zu haben.*"

Die Ablösung sporadischer Erörterungen astronomischer Fragmente in Nischen verschiedener Fächer, durch Einblick in die Grundlagen des Weltbildes der Astronomie in einem eigenständigen Unterrichtsfach leitete eine qualitativ höhere Entwicklung astronomischer Schulbildung ein.

Durch die vorbildliche Zusammenarbeit von Fach-, Amateur- und Schulastronomen in der Folgezeit

- entwickelte sich ein interessantes und erfolgreiches System zur Aus- und Weiterbildung der Astronomielehrer,
- erschien eine Fachzeitschrift für Lehrende in Astronomie, die bis heute die einzige astronomie-didaktische periodische Publikation im deutschsprachigen Raum ist,
- wurden Lehr- und Lernmittel entwickelt (z. B. Lehrbücher, drehbare Schülersternkarten), die sich in der Schulpraxis bewährten,
- entstand ein Netz von Volks- und Schulsternwarten, einige mit Planetarien, welche vor allem schulastronomischen Beobachtungen aber auch die Aneignung von Fachwissen vorbildlich unterstützten,
- bekamen alle Schulen, die Astronomie als Unterrichtsfach erteilten, aus staatlichen Mitteln das leistungsfähige Zeiss-Schulfernrohr "Telementor" für Himmelsbeobachtungen zur Verfügung gestellt.

Folgerungen in der alten Bundesrepublik

Der Start des ersten Erdsatelliten (1957) und die erste erfolgreiche Mondlandung von US-Astronauten (1969) leitete auch bei den Bildungs-politikern der alten Bundesländer ein Umdenken ein. So verabschiedete die Ständige Konferenz der Kultusminister 1972 eine Rahmenvereinbarung zur Reform der Oberstufe. Sie ermöglichte, Astronomie als frei wählbares Fach in den Klassenstufen 12 und 13 der Gymnasien einzuführen. Infolge der Kulturhoheit der Länder fand diese Empfehlung unterschiedliche Resonanz. Insbesondere in Bayern und Baden-Württemberg entstanden in der gymnasialen Oberstufe Kurse für Astronomie, die sich durch ein *hohes* Niveau auszeichnen.

Nach Auffassung des bekannten westdeutschen Astronomie-Didaktikers *Otto Zimmermann* sind jedoch diese Wahlkurse kein Ersatz für eine solide astronomische Bildung der Schuljugend. Astronomische Themen werden im obligatorischen Unterricht nach wie vor nur sporadisch behandelt, wobei die Breite und Tiefe von der Interessenlage der Lehrer abhängt.

An dieser Tatsache ändern auch jüngere Bestrebungen nichts, den Naturwissenschaften in der Schule einen höheren Stellenwert einräumen.

Dabei bezieht man sich vor allem auf die traditionellen naturwissenschaftlichen Fächer Physik, Chemie und Biologie, weil Kenntnisse in diesen Disziplinen

unmittelbare Anwendung in der Praxis finden. Astronomie ist dabei kaum gefragt, weil in ihr ein nur relativ geringer Bezug zur gesellschaftlichen Praxis gesehen wird.

3. Astronomische Schulbildung nach 1990

Im Oktober 1990 fand das *Erste deutsche Sternfreundetreffen nach der Wende* mit rund 60 Teilnehmern aus verschiedenen Bundesländern an der Sternwarte Hof statt. Prominentester Gast: Prof. Dr. *Kippenhahn*, Direktor des Max-Planck-Institutes (MPI) für Astrophysik. Wichtigstes Thema der Tagung war die *astronomische Bildung in Deutschland*. Interessiert verfolgten die Zuhörer Berichte über den AU in der ehemaligen DDR und hörten von den Existenzsorgen der Volks- und Schulsternwarten in den neuen Bundesländern.

In einer verabschiedeten Presseerklärung hieß es u.a. *wenn auch dem Schulwesen der DDR der westdeutsche Bildungshaube übergestülpt wird, sollten im Reformeifer nicht die astronomischen Lehrinhalte an den Schulen der alten Bundesländer kritiklos übernommen werden. An die Bildungspolitiker der fünf neuen Bundesländer wurde appelliert, den AU auf Dauer zu erhalten. Weil astronomische Schulbildung in den alten Bundesländern bis dt. ohne geregelten Schulunterricht auskommen muss, sollte überlegt werden, den Astronomieunterricht in den neuen Ländern auf alle Länder der Bundesrepublik auszudehnen.* Angesichts der Kulturhoheit der einzelnen Bundesländer war sicher letztere Forderung nur Wunschdenken und bleibt wahrscheinlich vorerst eine Illusion.

1990 entstanden in den neuen Bundesländern *Landesverbände für astronomische Bildung e. V.*, in denen sich engagierte Fach- Amateur- und Schulastronomen vereinigten, die sich um den Erhalt und die Neuprofilierung des Faches Astronomie in der demokratischen Schule bemühten und mit Denkschriften an die Kultusminister der ostdeutschen Länder wandten. Ihrem Wirken ist es wesentlich mit zu verdanken, dass in *Thüringen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern* das Fach Astronomie nach Neu-profilierung insbesondere seiner Ziele in der Sekundarstufe I erhalten blieb, wobei die astronomischen Inhalte aus den vorhergehenden Lehrplänen fast unverändert übernommen werden konnten.

Bleibt festzustellen, das seit nunmehr 45 Jahren - trotz allem wenn und aber - das Unterrichtsfach Astronomie erfolgreich wirkt und sich bewährt, weil es

1. Einblick in kosmische Strukturen und Entwicklungsprozesse - angefangen vom Planeten Erde bis zu den Grenzen des gegenwärtig überschaubaren Weltalls - und damit verbundener Gesetze, sowie in den historischen Werdegang dieser Erkenntnisse und dabei angewandter Methoden sowie Geräte gibt,
2. Verständnis für die Stellung von Erde und Mensch im Universum fördert, wobei auch philosophische, ethische und religiöse Grundfragen angesprochen werden, welche zum Nachdenke über das eigene Weltbild

- anregen,
3. den Sternhimmel durch eigene Himmelsbeobachtungen und damit das Nachvollziehen des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses erleben lässt, wobei neben schauen, messen und rechnen auch solche Eigenschaften wie Ausdauer Genauigkeit, Freude an der Schönheit des Sternhimmels und Ehrfurcht vor Natur geprägt werden,
 4. zur Auseinandersetzung mit ungewohnten Vorstellungen und Argumenten zwingt, wobei zum fachübergreifenden Denken und Arbeiten mit den anderen Naturwissenschaften sowie den Geistes- und auch Technikwissenschaften angehalten wird und sich dadurch die Kritikfähigkeit gegenüber der wachsenden Flut pseudowissenschaftlicher Informationen erhärtet.

Zum Platz der Astronomie in der Schule

Tragweite astronomischer Wissenschaft und Schulunterricht

Astronomie fristet leider - bis auf Ausnahmen - im Unterricht an deutschen Schulen ein mehr oder weniger beachtetes "Nischendasein". Das bezieht sich vor allem auf Inhalte, Umfang, Zeitvolumen und Organisationsformen zur unterrichtlichen Behandlung astronomischer Sachverhalte. Selbst verantwortliche Bildungspolitiker verstehen unter naturwissenschaftlicher Schulbildung meist nur Inhalte der traditionellen Fächer Physik, Chemie und Biologie und betrachten Astronomie meist als Nebensache.

Die Diskussion um den Stellenwert der Astronomie im Unterricht ist vor allem dann immer wieder aktuell, wenn es um inhaltliche Veränderungen der Schulbildung geht. Zwei gegenwärtige Beispiele zeigen die sehr unterschiedlichen Entwicklungstendenzen astronomischer Bildung in der Bundesrepublik. Nach über langjähriger relativer Abstinenz der astronomischen Schulbildung im Bundesland *Brandenburg*, wo Astronomie nur im Wahlpflichtfach bzw. in Nischen anderer Fächer vermittelt wurde, besteht ab 2005 die Möglichkeit, das *Pflichtfach* Astronomie in die Stundentafeln der Schule aufzunehmen. Bei der bevorstehenden Bildungsreform im Bundesland

Sachsen will man dagegen ab 2007 das *eigenständige Fach Astronomie* in den 10. Klassen der Mittelschulen und Gymnasien *einfrieren* und zukünftig astronomische Bildung als Lehr- bzw. Sachgebiete in verschiedene Fächer insbesondere in die Physik integrieren.

Es erscheint notwendig, den Platz der Astronomie im Schulunterricht genauer zu bestimmen. Da sich die Lehre wesentlich am jeweiligen Erkenntnisstand der Fachwissenschaft, ihren Entwicklungstendenzen und damit verbundener gesellschaftlicher Interessen insbesondere politischer Machtkonstel-

lationen orientiert, ist es sinnvoll, das Anliegen heutiger Astronomie kurz zu charakterisieren.

In den Letzten Jahrzehnten entwickelte sich die Astronomie zunehmend zu einer interdisziplinären Wissenschaft mit integrativem Charakter und profilierte sich als Bindeglied zwischen den Naturwissenschaften. Zu den grundlegenden Fundamenten, welche die Entwicklung der Wissenschaft und das naturwissenschaftliche Weltbild im 21. Jahrhundert entscheidend prägen, gehören neben Erkenntnissen der Chaosforschung, Bionik, Biochemie, Gentechnik, Relativitäts- und Quantentheorie auch Erkenntnisse der Kosmologie. Gleichzeitig zeigen sich mit steigender Tendenz immer deutlicher kooperative Beziehungen der astronomischen Forschung mit Hochtechnologien, insbesondere in der Geräteentwicklung, präzisen Meßtechnik, sowie in der Raumfahrt- und Computerindustrie. Astronomie und Raumfahrt mittels leistungsfähiger Rechnersysteme haben heute wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung von Wissenschaft und Technik.

Zeitgemäßes astronomisches Weltbild im Unterricht

Unter einer angemessenen astronomischen Schulbildung, versteht man *zuerst* die Aneignung von Grundkenntnissen über das gegenwärtige Bild vom Weltall für **alle** Schüler. Für besonders Interessierte sollte es darüber hinaus ein **erweitertes** Angebot an astronomischer Bildung geben, wie das in Wahl- und Wahlpflichtkursen auf hohem Niveau bereits in einer Reihe von Bundesländern erfolgreich praktiziert wird. Unsere Schüler von heute, die Produzenten von morgen, werden immer mehr in ihre Lebens- und Arbeitswelt den Weltraum einschließen. Deshalb müssen sie auf diese Anforderungen gründlich vorbereitet sein. Dazu gehört unbedingt auch eine hochwertige Schul- und Hochschulbildung im naturwissenschaftlichen Bereich. Jedoch besteht gegenwärtig die Gefahr, dass Deutschland auch auf diesem Gebiet den Anschluss an vergleichbare Länder verliert.

Denke man nur an das *zeitgemäße* astronomische Weltbild, welches darauf abzielt, das *Universum als Ganzes, seine Größe, seine Strukturen, seinen Anfang, sein Werden und seine mögliche Zukunft* sowie damit verbundene Fragen und Probleme zu beschreiben. Hypothesen, Theorien, Modelle und Beobachtungsdaten *der Kosmologie* - deren Gegenstand die Welt als Ganzes ist - welche mittels hochmoderner erd- und weltraumgebundener Geräte- und Auvwerttechnik gewonnen werden, üben auf dieses Bild entscheidenden Einfluss aus und verdeutlichen immer überzeugender die Verzahnung der größten Dimensionen des Weltalls mit den kleinsten Dimensionen der subatomaren Welt. Die gigantischen Erkenntnisfortschritte besonders der letzten beiden Jahrzehnte gehen jedoch lei-

der fast spurlos an der Jugend vorbei, weil der Unterricht ungenügenden Einblick in diese Entwicklungen gibt.

Oft wird argumentiert, Schülern fehlen zum Verständnis kosmologischer Fragen die dazu notwendigen Kenntnisse aus der Mathematik und Physik. Ähnliche Diskussion gab es bereits früher, bei Einbeziehung neuer komplizierter Inhalte der Fachwissenschaft in den Unterricht, z. B. Sachverhalte der Sternevolution. Jedoch gelang es Fach- und Schulastronomen mittels kluger fachlich-didaktischer Konzepte diese Bedenken in relativ kurzer Zeit zu zerstreuen. Schülerfragen belegen immer wieder das große Interesse an der Kosmologie, wobei oft auch philosophisches, ethisches und religiöses Gedankengut eingebunden ist. Antworten der Experten bezeugen, dass es möglich ist, wichtige und interessante kosmologische Fragen mit einem *Minimum* an mathematischen und physikalischen Kenntnissen *spannend* und *verständlich* darzustellen, um damit die Jugendlichen zur weiteren Beschäftigung mit dieser Problematik zu motivieren. Daraus ergibt sich eine Herausforderung an Bildungspolitiker und Bildungstheoretiker, als auch an Fachastronomen und Fachdidaktiker: Dem Kosmos als Ganzes ist im Unterricht größere Aufmerksamkeit zu widmen, die dafür erforderliche Zeit einzuräumen, die Erörterung kosmologischer Sachverhalte sollte mit begleitenden fachlich-didaktischen Hilfen unterstützt werden..

Zu Organisationsformen astronomischer Schulbildung

1. Eigenständiges Unterrichtsfach Astronomie

Neben den Inhalten geht es auch um die Organisationsform, mit der sich astronomische Bildung für *alle* Schüler wirkungsvoll vermitteln lässt. **Langjährige Erkenntnisse und Erfahrungen führen zu dem Schluss, dass ein eigenständiges Unterrichtsfach Astronomie die *optimalste Variante* für astronomische Bildung in der Schule ist.** Die Existenz eines solchen Faches rechtfertigen vor allem zwei Gründe.

***Erstens** vermittelt das Fach Wissen über kosmische Erscheinungen, Vorgänge und Objekte, sowie damit verbundene Gesetzmäßigkeiten, also eine Zusammenschau vom gegenwärtigen Bild des Universums und bereichert so das naturwissenschaftliche Weltbild der Schüler.*

*Damit hat das Fach Astronomie innerhalb des naturwissenschaftlichen Bildungsbereichs eine **ergänzende** und **abrundende** Funktion.*

***Zweitens** zielt das Fach auf eine geschlossene Erfassung von elementaren Erkenntnissen des heutigen naturwissenschaftlichen Weltbildes ab, die auf der Erde und im Weltall gleichermaßen gelten. Somit hat das Fach Astronomie im naturwissenschaftlichen Unterrichtsbereich auch eine **synthetisierende** Funktion.*

Aus den genannten Gründen heben sich die Bildungselemente des Unterrichtsfaches Astronomie qualitativ von denen anderer naturwissenschaftlicher Disziplinen ab, womit die Existenz eines *eigenständigen Faches Astronomie* mit seinem *unverwechselbaren Platz* in diesem *Fächerkanon* berechtigt ist.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft beim Rat der Deutschen Sternwarten stellt in ihrer 2003 herausgegebenen Denkschrift zum "Status und Perspektiven der Astronomie in Deutschland in den Jahren 2003 bis 2016" fest: "*Ein sehr positives Beispiel ist der Schulunterricht Astronomie in einigen neuen Bundesländern, ein Beispiel, welches im wahrsten Sinne des Wortes 'Schule' machen sollte.*" Auch Erkenntnisse und Erfahrungen mit dem Unterrichtsfach Astronomie in der DDR und dessen Fortführung nach 1990 an den Schulen der meisten ostdeutschen Bundesländer bestätigen, dass zur Vermittlung des gegenwärtigen Bildes vom Kosmos eine eigenständige Fachdisziplin die optimalste Variante ist.

2. Astronomie als Lehrgebiet im Physikunterricht

Die genannten Dimensionen moderner Weltallforschung gehen weit über Ziele der Einzelwissenschaften, z. B. der Physik hinaus. Infolge rasanter Entwicklung der Astronomie, besonders in den letzten Jahrzehnten, bedingt durch wesentliche technologische Fortschritte einerseits und bedeutenden Erkenntniszuwachs andererseits, rückte die Astrophysik in das Zentrum physikalischer Forschungen, weil das Universum ein einzigartiges und unverzichtbares Laboratorium für sie ist. Das bezeugen u. a. die Entdeckung Dunkler Materie und Dunkler Energie. Bei der Erforschung früher Zustände des Universums verflochten sich Teilchenphysik und Astrophysik, die sich gegenseitig ergänzen und fördern.

Auf Grund dieser Entwicklungstendenzen ist zu überlegen, ob und unter welchen Bedingungen eine Ansiedlung der Astronomie im Unterrichtsfach Physik denkbar wäre.

Warum braucht Astronomie Physik?

1. Physikalische Theorien sind Grundlage für Voraussagen noch unbekannter Objekte (Neutronensterne)
2. Physikalische Gesetze sind zum Verstehen astronomischer Sachverhalte notwendig (Strahlungsgesetz)
3. Physikalische Methoden sind zum Erkenntnisgewinn in der Astronomie erforderlich (Spektralanalyse)
4. Die Entwicklung astronomischer Beobachtungsgeräte erfolgt mittels physikalischer Wirkprinzipien (Fernrohr, Radioteleskop)

Astronomische Inhalte im Physikunterricht haben zunächst den Vorteil, dass deutlich wird, Astrophysik ist eine *Anwendung physikalischer Erkenntnisse* auf das Weltall. Daraus könnte man schließen, Astronomie in den physikalischen Lehrstoff einzuordnen.

Trotz inhaltlicher Verzahnung bestehen jedoch zwischen Astronomie und Physik gravierende Unterschiede:

1. Während sich physikalische Untersuchungen hauptsächlich auf unsere Erde konzentrieren, dringt die astronomische Forschung über den erdnahen Raum hinaus in die unvorstellbaren Weiten des Universums vor. Erkenntnisse der Astronomie erweitern und bereichern unsere Vorstellungen über die Materie um die Objekte des Kosmos.
2. Die Astronomie befasst sich mit den Weiten des Universums, dessen Größe in Raum und Zeit mit der Erde bzw. mit irdischen Verhältnissen nicht vergleichbar sind. So werden unvorstellbare riesige Entfernungen kosmischer Objekte z. B. mit Lichtjahren angegeben. Deshalb Astronomie die räumliche Anschauung eine weit größere Bedeutung als in der Physik, weil sie Raum- und Zeitvorstellungen sowie Kenntnisse über die Dimensionen des Kosmos einschließt.
3. Im Weltall existieren physikalische Parameter, die mit der Erde nicht vergleichbar sind. So finden z. B. im Sterninnern bei außerordentlich hohen Temperaturen Kernprozesse statt, die zur Energiewandlung führen, was im irdischen Labor nicht nachvollziehbar ist. Jedoch sind mittels bekannter Naturgesetze über diese extremen Zustände Aussagen möglich.
4. Die Allgemeingültigkeit von Naturgesetzen lässt die astronomische Forschung über begrenzte irdische und zeitliche Erfahrungen hinaus Vorgänge im Weltall erkennen, die sich der unmittelbaren direkten Untersuchung entziehen, z. B. die Entwicklung der Himmelskörper oder die Evolution des Universums als Ganzes.
5. In der Astronomie treten physikalische Aussagen für Geltungsbereiche auf, die unsere irdischen Vorstellungen überfordern. In der Physik werden physikalische Vorgänge vor allem nur im Bereich technischer Prozesse erörtert.
6. Während Experimente in der Physik hauptsächlich qualitative Veränderungen des Untersuchungsgegenstandes aufdecken, spüren astronomische Beobachtungen quantitative Veränderungen der kosmischen Materie auf.
7. Forschungsmethoden der Astronomie besitzen wesentliche erkenntnistheoretische Bedeutung. Sie führen u. a. zur Einsicht, dass auf der Erde und im Weltall gleiche Naturgesetze gelten. Außerdem fördern sie die wissenschaftliche Denkweise in kosmischen Dimensionen, z. B. die Raum-Zeit-Vorstellungen

Astronomie *erweitert* und *vertieft* die Erkenntnisse über die Natur und erbringt *Beweise* für die Allgemeingültigkeit und die Grenzen physikalischer Theorien und Gesetze. Sie bestätigt getroffene theoretische physikalische Aussagen (3-K-Strahlung) und leitet aus Beobachtungen neue physikalische Erkenntnisse (Kosmische Strahlung) ab.

Grundsätzliches zur möglichen Integration der Astronomie in den Physikunterricht

Mit der Entstehung der Astrophysik um 1860 verlagerte sich folgerichtig der Schwerpunkt astronomischer Unterweisungen aus den bisherigen Fächern Geographie und Mathematik allmählich in den Physikunterricht, was bis zur Gegenwart anhält. Deshalb tendieren nicht wenige Bildungspolitiker und -theoretiker zu der traditionsgebundenen Auffassung, Astronomie sei vor allem Astrophysik und gehöre deshalb in den Physikunterricht, wie das seit dem 19. Jahrhundert im deutschen Schulwesen praktiziert wird und sich auch noch heute im naturwissenschaftlichen Schulunterricht der alten Bundesländer widerspiegelt.

Das genannte neue Niveau im Verhältnis von Astronomie und Physik zwingt zu dem Schluss: Inhalte der Astronomie heben sich qualitativ von denen der Physik ab. Deshalb kann im Physikunterricht Astronomie weder *fragmentarisch* gelehrt, noch der Physik *untergeordnet* werden. Astronomische Sachverhalte können auch nicht lediglich als Anwendungsgebiete erarbeiteter abstrakter physikalischer Themen dienen, um den Unterricht interessanter zu gestalten. **Akzeptabel wäre, wenn Physik und Astronomie im Physikunterricht als gleichwertige in sich abgeschlossene Lehrgebiete existieren, die sich gegenseitig bedingen.** In diesem Sinne könnte in den Physikunterricht ein **systematischer** Lehrgang Astronomie integriert werden, der den Schülern *Grundkenntnisse* über das gegenwärtige Bild vom Weltall, Einsichten über die Stellung der Erde im Kosmos und Einblicke in die Wechselbeziehungen zwischen Mensch und Kosmos vermittelt.

Im Unterricht Astronomie ist die Himmelsbeobachtung eine wichtige Methode zur Erkenntnisgewinnung. Da sich Vorgänge am Sternhimmel in längeren Zeiträumen vollziehen - die Periode der Wiederkehr der Mehrzahl astronomischer Erscheinungen dauert mindestens ein Jahr - an deren Beobachtung der Unterricht anknüpft oder bereits erworbene astronomische

Kenntnisse in der Praxis bestätigt. Deshalb ist es sinnvoll und erforderlich, den astronomischen Lehrstoff nicht in wenigen Unterrichtswochen sondern auf das gesamte Schuljahr verteilt zu behandeln. Daraus ergibt sich die Konsequenz, Astronomie als **Jahreslehrgang** möglichst in einer Klassenstufe anzusiedeln, um Vorgänge am Sternhimmel **ganzjährig** verfolgen zu können. Das entspricht auch den von *A. Höfler* (1913) formulierten anerkannten Grundsätzen der Fachdidaktik.

3. Astronomie als Sachgebiet in einzelnen Fächern und Klassenstufen

Die Schüler begegnen auf verschiedenen Klassenstufen und in unterschiedlichen Fächern Erkenntnissen und Methoden der Astronomie. Altersgerecht erhalten sie astronomisches Wissen vermittelt und erleben den Sternhimmel. So

befassen sich bereits im *Sachunterricht der Grundschule* meist in den 3. und 4. Klassen bestimmte Lernbereiche (bzw. ihre Teilbereiche) z. B. mit Raum und Zeit, und den Himmelsraum. Hier wird u. a. erstes Wissen über die Erdrotation und den Jahreslauf der Erde, über den Tagbogen der Sonne und den Sonnenstand in den verschiedenen Jahreszeiten, über die Färbung der Sonne sowie über Mondphasen vermittelt. Erstmals beobachten die Schüler gezielt den Sternhimmel. Sie lernen einige auffallende Sternbilder kennen und versuchen diese zu skizzieren. Gleichzeitig sollen sie lernen, mit dem Polarstern die Nordrichtung zu bestimmen. Im Sachunterricht haben astronomische Unterweisungen fragmentarischen und vorwiegend beschreibenden Charakter dringen also meist nicht zu den Ursachen der Erscheinungen und Vorgänge vor. Die Schüler erwerben erste elementare Vorstellungen über das astronomische Weltbild.

Geografie, Physik aber auch andere Fächer, wie *Chemie, Biologie, Ethik* und *Religion* bereiten ebenfalls mit Lernbereichen den Astronomieunterricht in der 10. Klasse vor. Der Geografieunterricht beinhaltet u. a. Lerninhalte zur Erde als Planet z. B. ihre Bewegungen, Neigung der Erdachse, Beleuchtungsverhältnisse, Bedeutung von Sonne und Mond (Gezeitenwirkungen) für die Erde. Der Physikunterricht erörtert bei der Licht- und Schattenwirkung von Körpern u.a. Mondphasen und Finsternisse. Ferner geht er auf physikalische Größen wie Masse, Dichte, Temperatur und Geschwindigkeit ein, behandelt Bewegungsgesetze, Fernrohre und Kernprozesse.

Genannte und andere direkte oder indirekte astronomische Sachverhalte sind nicht auf den Unterrichtsgegenstand Astronomie, sondern auf Inhalte des jeweiligen Lehrfaches ausgerichtet. Ferner fehlen Schülern niederer Klassenstufen zum Verständnis astronomischer Sachverhalte die dafür notwendigen mathematisch-physikalischen Kenntnisse. Eine Verteilung des astronomischen Stoffes auf mehrere Unterrichtsfächer fügt das erworbene Wissen **nicht** zu einem *ganzheitlichen Bild vom Weltall* zusammen. Dazu wäre eine *Vernetzung* der angeeigneten Kenntnisse erforderlich, welche zweckmäßig im Unterricht Astronomie der 10. Klasse mittels Reaktivieren des in niederen Klassenstufen erworbenen Wissens mit dem dafür notwendigen *zusätzlichen Zeitaufwand* erfolgen kann.

Astronomie in Nischen verschiedener Fächer **unterstützt**, aber **ersetzt nicht** das geforderte Niveau astronomischer Bildung der Schuljugend. Außerdem kommt es auch nicht darauf an, *wieviele* Sachkenntnisse über den Kosmos angeboten werden, sondern *was* im Unterricht vermittelt wird, damit sich die Schüler erforderliche Grundvorstellungen über das heutige astronomische Weltbild aneignen.

Bei allem Für und Wider über Organisationsformen astronomischer Bildung bleibt stets die Frage entscheidend: Wie können allen Schülerinnen und Schülern optimal Grundvorstellungen über das zeitgemäße Bild vom Weltall vermittelt werden?

Zukünftige Chancen astronomischer Bildung

Obige Ausführungen lassen die hohe Verantwortung der Schulpolitik für Ziele, Inhalte und Strukturen von Bildungsstrategien erahnen.. An der Tagespolitik orientierte kurzschlüssige Festlegungen werden meist früher oder später von den Forderungen der Realität eingeholt und zwingen zu Revisionen, was die Bildungschancen der Jugend nicht fördert, sondern hemmt. Entscheidungen über neue Bildungskonzepte sollten deshalb, weise getroffen, stets weitsichtig, zukunftsträchtig und auch innovativ sowie visionär geprägt sein. Den Gedankengängen des bekannten NASA-Strategen *Jesco Frhr. von Puttkamer* folgend, sollten sich Bildungsstrategien für Astronomie und Raumfahrt von nachstehenden Überlegungen leiten lassen:

Der Kosmos gehört zur Zukunft des Menschen. Noch in diesem Jahrhundert werden Erdbewohner den Planeten Mars und vielleicht auch andere Himmelskörper des Sonnensystems betreten und dort festen Fuß fassen, um dann in Sprüngen stetig weiter in den Weltraum vorzudringen. Dieser Trieb zur Erforschung des Unbekannten ist nicht nur Neugier der irdischen Intelligenz, sondern einfach auch notwendig, um das Leben auf der Erde physisch und psychisch voranzubringen. Gleichzeitig geht es um die Gewinnung neuer Lebensräume, um langfristig das weitere Leben auf der Erde zu ermöglichen. Dieses Programm wird das größte globale Unternehmen sein, welches die Menschen jemals unternommen haben. Deshalb ist es kein Abenteuer einiger weniger, sondern wird in die ganze Kultur der irdischen Gesellschaft integriert sein. Mit dieser edlen aber auch hohen Zielstellung sind ungeheure Herausforderungen an die Wissenschaft und Technologie verbunden. Neben anderen wissenschaftlich-technischen Bereichen haben dabei vor allem Astronomie und Raumfahrt eine zentrale Bedeutung. Sie sind Quell starker belebender Visionen. Der Schritt ins Universum braucht Menschen, die sich nicht auf die engen Horizonte unserer traditionellen Umwelt beschränken, sondern für die der Kosmos eine ständig sich erweiternde Lebens- und Arbeitswelt ist. Damit öffnen sich besonders für die Jugend Perspektiven, für die es sich lohnt, zu leben und zu wirken. Das phantastische Vorhaben der Erdbewohner stellt völlig neue und außerordentlich hohe Ansprüche an das Wissen und Können der Schaffenden in Wissenschaft und Produktion. Für die ältere Generation ergibt sich daraus die Verpflichtung, bereits heute die Jugend zielstrebig und gründlich auf diese kommende Entwicklung, welche unser Leben qualitativ total verändern wird, vorzubereiten.

Epilog

Im 21. Jahrhundert bleiben die Himmelskörper des Sonnensystems nicht nur Abenteuer oder Faszination für die Menschheit, sondern sicher werden sie schrittweise in die Lebens- und Arbeitswelt der Erdbewohner einbezogen. Dazu ist die weitere Erforschung vor allem unserer kosmischen Heimat des Sonnensystems, wie das unlängst die erfolgreiche Landung der Huygensonde auf

dem Saturnmond Titan demonstrierte, eine wesentliche und notwendige Voraussetzung, wobei die Astronomie als älteste Naturwissenschaft (!) fundamentale Bedeutung im Konglomerat der Wissenschaften hat. Gleichzeitig werden technische Möglichkeiten geschaffen, um natürliche Ressourcen und andere Bedingungen benachbarter Himmelskörper zu nutzen, um die weitere Existenz der irdischen Menschheit zu sichern. Wahrscheinlich entsteht innerhalb von 30 Jahren eine ständig benutzte Basis irdischer Astro-nauten und Wissenschaftler auf dem Planeten Mars. Gleichzeitig werden in den nächsten Jahrzehnten Wege beschritten um auf anderen Himmelskörpern Voraussetzungen zu schaffen, damit dort Erdbewohner angesiedelt werden können. Das bleibt im 21. Jahrhundert keine Vision sondern wird sicher Realität!

Diese und andere faszinierende Vorhaben sind eine ungeheure wissenschaftlich-technische Herausforderung, verbunden mit dem Einsatz riesiger finanzieller Mittel, was sich nur global, durch internationale Kooperation, realisieren läßt. Die heute noch für viele Erdenbürger unvorstellbare Aufgabe setzt ein unbedingtes Miteinander und nicht Gegeneinander der Menschheit voraus. Kosmisches Denken, Handeln und Fühlen stehen zukünftig fortschreitend im Blickpunkt der Menschheit. Bereiten wir deshalb unsere Jugend - die Mitgestalter der sich ständig erweiternden kosmischen Lebenswelt sein wird - rechtzeitig, zielstrebig und gründlich auf die wohl größte Herausforderung seit Bestehen der irdischen Zivilisation vor.

Die Bewältigung der Zukunftsaufgaben von kosmischer Tragweite, erfordert bei den Akteuren auch ein fundiertes Bild von den Strukturen und der Entwicklung des Universums, dessen Grundlagen in der Schule geschaffen werden. Aus 43jährigen Erkenntnissen und Erfahrungen erlebter Schulastronomie appelliert der Verfasser aus der Sicht eines 80jährigern an alle für die Schulastronomie Verantwortlichen und Interessierten dahin zu wirken, dass astronomische Bildung einen festen, selbständigen und unverwechselbaren Platz im Kanon naturwissenschaftlicher Schulfächer besitzt.

Literatur

- Bernhard, H.; 40 Jahre Astronomieunterricht in Ostdeutschland. In: A+R 37 (2000) 1.
- Bienioschek, H.: Überlegungen zur Weiterentwicklung astronomischer Bildung in unserer Schule. In: AiSch 27 (1990) 4.
- Denkschrift der DFG zu Status und Perspektiven der Astronomie in Deutschland., Weinheim 2003.
- Deutsches Sternfreundetreffen in Hof. In: AiSch 27 (1990) 6.
- Diesterweg, A.: Lehrbuch der mathematischen Geographie und populären Himmelskunde, Berlin 1840.
- Feitzinger, J. V.: Astronomie zur Jahrtausendwende. In: A+R 36 (1999) 4.
- Feitzinger, J. V.: Kosmische Horizonte. Heidelberg/Berlin 2001.
- Fürst, D.; Rothenberg, E. (Hrsg): Wege der Erkenntnis. Frankfurt/M 2004.
- Gebhardt, W.: Zu einigen Aspekten der Beziehungen zwischen Physik- und Astronomieunterricht. In: AiSch 13 (1976) 6.
- Hawking, S.: Das Universum in der Nußschale. Hamburg 2001.
- Herrmann, B. Dieter: Zur Entstehung der Astrophysik. In: AiSch 16 (1979) 1.
- Höfler, A.: Didaktik der Himmelskunde und der astronomischen Geographie. Leipzig/Berlin 1913.
- Hopf, K./Redaktion: Deutsches Sternfreundetreffen in Hof. In: AiS 27 (1990) 6.
- Kippenhahn, R.: Kosmologie für die Westentasche. München 2003
- Kanitscheider, B.: Kosmologie, Stuttgart 1984.
- Liebscher, D.-E.: Kosmologie - quo vadis. In: A+R 36 (1999) 4.
- Lindner, K.: Astronomieunterricht - brauchen ihn wir noch? In: AiSch 27 (1990) 5.
- Lindner, K.: Astronomie im Unterricht. In: A+R. Sonderausgabe 1990.
- Lindner, K.: TIMSS, PISA und der Astronomieunterricht. In: A+R 40 (2003) 3.
- Lindner, K.: Astronomie und Physikunterricht. In A+R 42 (2005) 1.
- Lotze, K.-H.: Astronomieunterricht als didaktische Herausforderung. In: PdN, Physik 45 (1996) 7.
- Lotze, K.-H.: Das Weltmodell der Newton'schen Kosmologie. In: Wege der Physikdidaktik, Jena 2002.
- Protokoll des ersten Nachkriegskongresses deutscher Volkssternwarten, Berlin 1948.
- Protokoll der Tagung zur volkstümlichen Astronomie, Bautzen 1952.
- Protokoll der Beratung des DKB, MfV und DPZI zum Astronomieunterricht, Berlin 1959
- Puttkamer, J.v.: Raumfahrt: Aufbruch zu neuen Ufern. In: A+R 38 (2001) 2.
- Schmidt, K.-H.: Einige Aspekte der Astronomie im 20. Jahrhundert. In: A+R 36 (1999) 4.
- Schukowski, M.: Adolph Diesterwegs astronomie-methodische Auffassungen. In AiSch 27 (1990) 3.
- Schukowski, M.: Fach Astronomie - ja oder nein? In: AiSch 27 (1990) 2.
- Treder, H.-J.: Philosophische Probleme des physikalischen Raumes. Berlin 1974.
- Uffrecht, U.: Astronomie und Raumfahrt gehören in die Schule! Studie. Buxtehude 2004.
- Wattenberg, D.: Gestirnter Himmel über mir. Berlin 1984.
- Winnenburg, W.: Ziele, Inhalte und Aufgaben astronomischer Bildung. In: Astronomie heute. Velber 1995.
- Winnenburg, W.: Weltmodelle im Wandel der Zeit. In A+R 34 (1997) 4.
- Zimmermann, O.: Zur Lage des Astronomieunterrichts in der Bundesrepublik Deutschland. In: AiSch 27 (1990) 4.
- Zimmermann, H.: Warum Astronomieunterricht an den Schulen? In: Wege in der Physikdidaktik, Jena 2002.

Verfasser: Dr. *Helmut Bernhard*, Bruno-Bürgel-Sternwarte, **02689 Sohland**,
helmut.bernhard@sz-online.de