

Prof. Dr. D. Reimers
Rat Deutscher Sternwarten
Hamburger Sternwarte
Gojenbergweg 112
D-21029 Hamburg
Deutschland



Prof. Dr. Ralf-Jürgen Dettmar
Astronomische Gesellschaft
Ruhr-Universität Bochum
Astronomisches Institut
Universitätsstr. 150
D-44780 Bochum
Deutschland

Empfehlungen zum Astronomieunterricht in Deutschland

Gemeinsame Erklärung des Rats Deutscher Sternwarten und der Astronomischen Gesellschaft

Der Rat Deutscher Sternwarten (RDS) und die Astronomische Gesellschaft (AG) empfehlen die Einrichtung von expliziten Unterrichtseinheiten/Kursen in Astronomie und die verstärkte Einbettung astronomischer Themen in den Unterricht der naturwissenschaftlichen Fächer, speziell der Physik. Astronomie im Unterricht hat sich ausgezeichnet bewährt. Die Astronomie bietet vielfältige Anreize zu interdisziplinär vernetztem Lernen. Sie kann maßgeblich zum Erwerb anschlussfähigen Wissens und zum Erreichen naturwissenschaftlicher Bildungsziele mit den damit verbundenen Kompetenzen beitragen. Die Themen sind für viele junge Menschen spannend und daher sehr motivierend, sich mit Naturwissenschaften zu beschäftigen. Ein Großteil der Studierenden der Physik hat seinen Zugang dazu über die Astronomie erhalten. Mit einer verstärkten Präsenz der Astronomie als „Zugpferd“ im Unterricht wird das Interesse an den Naturwissenschaften gestärkt.

Die Einbettung astronomischer Themen kann bereits in der Primarstufe beginnen, um die Schüler mit den Erklärungen der entsprechenden Phänomene aus der Alltagswelt (z.B. Tages- und Jahreszeiten) vertraut zu machen. In der Sekundarstufe I sollten astronomische Themen verstärkt dazu genutzt werden, mit motivierenden Fragestellungen Naturwissenschaften in vernetzten Kontexten zu entdecken und zu studieren. Das Denken in und mit Modellen wird hierbei besonders gefördert. In der Sekundarstufe II ist es dann möglich, über die Astrophysik umfassende Einblicke in Wesen und Arbeitsweise moderner Naturwissenschaften zu vermitteln.

Ziele des Astronomieunterrichts in den Schulen

Naturwissenschaftliche Bildung und die damit verbundenen Kompetenzen gelten in unserer Gesellschaft zu Recht als grundlegende Kulturgüter und –werkzeuge. Sie haben universelle Bedeutung für das Verständnis der natürlichen, aber auch der sozialen Umwelt und somit für die aktive Teilnahme am gesellschaftlichen Leben durch selbstständiges und verantwortliches Entscheiden und Handeln in Beruf und Alltag. Sie gehören somit unabdingbar zu einer umfassenden Allgemeinbildung und haben für den Wissenschaftsstandort Deutschland einen hohen Stellenwert.

Ziel muss es sein, die viel zu häufig zu verzeichnende schlechte Motivation bis hin zur Abwehrhaltung gerade von Schülerinnen und Schülern in der Mittelstufe (Klassen 8 – 10) gegenüber naturwissenschaftlichen Themen zu überwinden. Speziell im Physikunterricht der Mittelstufe, in der die Schüler vom Kind zum Erwachsenen heranreifen, ist die qualitätsvolle Umsetzung durchdachter didaktischer Konzepte für das weitere Interesse der Menschen an naturwissenschaftlichen Vorgängen von entscheidender Bedeutung.

Ausgangslage und Stand der Unterrichtssituation

Wir betrachten mit Sorge eine bundesweit noch zu geringe Zunahme des naturwissenschaftlichen Interesses in der Öffentlichkeit und in den Bildungseinrichtungen. Die Gründe für eine solche Situation sind nur zum Teil auf die inneren Schwierigkeiten der Fächer zurückzuführen. Naturwissenschaftliche Fächer werden noch zu häufig in einer Weise gelehrt, die additives Wissen ohne vernetzte Kontexte vermittelt und u.a. dadurch große Motivationsdefizite erzeugt. Vielfach werden nebeneinander stehende Fakten und rezeptartig angewandte Formeln vermittelt. Stark verbesserungsbedürftig sind die Motivationslage und die Lernbedingungen für verstehendes Lernen. Hier sollte bereits in der Lehrerausbildung und -fortbildung auch bei der Motivation der Lehrer angesetzt werden.

Wir haben andererseits mit Freude feststellen dürfen, dass in den neuen Bundesländern auch nach der Wende die Astronomie im Unterricht – häufig als eigenständiges Unterrichtsfach - immer noch einen hohen Stellenwert besitzt. Die Situation in den alten Bundesländern ist dagegen sehr heterogen, die Behandlung astronomischer Themen ist vielfach von der Initiative einzelner Schulen und Lehrer abhängig.

Vorgaben der Kultusministerkonferenz

Die Kultusministerkonferenz (KMK) der Länder stellte in ihrem Beschluss vom 16. 12. 2004 zu den **Bildungsstandards im Fach Physik** (das wir hier exemplarisch herausgreifen) für den Mittleren Schulabschluss fest: „Naturwissenschaft und Technik prägen unsere Gesellschaft in allen Bereichen und bilden heute einen bedeutenden Teil unserer kulturellen Identität.“ Weiter heißt es: „Naturwissenschaftliche Bildung ermöglicht dem Individuum eine aktive Teilnahme an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklung und naturwissenschaftliche Forschung und ist deshalb wesentlicher Bestandteil von Allgemeinbildung. Ziel naturwissenschaftlicher Grundbildung ist es, Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache und Historie der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Ergebnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinander zu setzen.“ Schließlich: „Somit wird eine Grundlage für die Auseinandersetzung der jungen Menschen mit naturwissenschaftlichen Themen und ihren gesellschaftlichen Zusammenhängen gelegt.“

Im Folgenden werden vier Kompetenzbereiche für das Fach Physik formuliert (Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung), wobei der erste Bereich durch vier übergeordnete Basiskonzepte („Materie“, „Wechselwirkung“, „System“, „Energie“) vertikal vernetzt wird, um den Schülern kumulatives Lernen zu erleichtern. Zugleich wird auf der Basis des Fachwissens der Kompetenzerwerb in den anderen Bereichen ermöglicht und das Fachwissen in gesellschaftlichen und alltagsrelevanten Kontexten angewandt. Der Prozess der Erkenntnisgewinnung wird durch eine hierarchisch gestaffelte Abfolge von Tätigkeiten beschrieben (wahrnehmen, ordnen, erklären, prüfen, Modelle bilden).

Wir sehen darin die Bestrebung, von alten additiven „Norm-Curricula“ wegzukommen und hin zu einer umfassenden Behandlung von Themenfeldern. Für den Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Deutschland sehen auch wir das Erreichen der Bildungsstandards als wesentliche Voraussetzung für den gesellschaftlichen Fortschritt an. „Künftig sollte verstärkt Wert auf den Erwerb anschlussfähigen vernetzten Wissens insbesondere durch die Orientierung auf fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen gelegt werden, damit die Kompetenzentwicklung und Werteorientierung der Schüler vorangetrieben werden kann. Denn beim Übergang zur Wissensgesellschaft nimmt die Bearbeitung komplexer Probleme erheblich zu, und der Wert und der Nutzen des vorhandenen Wissens hängen in erheblichem Maße von seiner Verknüpfung und Vernetzung ab“ (Sächs. Lehrerverband). Wir sind auch der Ansicht, dass keine Fähigkeit zur Bewältigung des Lebens für junge Menschen so unabdingbar ist wie gerade dieses Denken in Zusammenhängen. Nur dann sind die Menschen in der Lage, sich mit kontrovers diskutierten Themen kritisch und kompetent auseinanderzusetzen.

Didaktische Leitgedanken zur Astronomie in der Schulbildung

Es hat sich gezeigt, dass die Nutzung von astronomischen Themen im Unterricht hervorragend geeignet ist, die auf ein umfassendes naturwissenschaftliches – d.h. die Einzeldisziplinen

übergreifendes – rationales Weltbild gerichteten Bildungsziele zur Vermittlung von naturwissenschaftlichem Denken und dessen Vernetzung mit gesellschaftswissenschaftlichen Themen zu erreichen. Gerade die Astronomie verbindet nicht nur alle Naturwissenschaften untereinander, sondern diese auch mit gesellschaftswissenschaftlichen Fachrichtungen wie Geschichte und Philosophie, und sie ist außerdem von allergrößter kulturhistorischer Bedeutung.

Durch die geschlossene Behandlung des heutigen naturwissenschaftlichen Weltbildes hat die Astronomie innerhalb der Naturwissenschaften eine abrundende und gleichzeitig synthetisierende Funktion. Astronomie nutzt das Wissen anderer Fächer und fügt es zu einem Gesamtbild zusammen; sie ist fächerübergreifende Klammer der Naturwissenschaften.

Astronomie stößt vor allem in der jüngeren Bevölkerung generell auf ein breites natürliches Interesse, sie ist für junge Menschen oftmals der erste fruchtbare Kontakt mit Naturwissenschaften überhaupt und fördert dabei stark die Motivation, sich mit Naturwissenschaft zu beschäftigen. Auch die Deutsche Forschungsgemeinschaft stellt in ihrer letzten Denkschrift (Status und Perspektiven der Astronomie in Deutschland, Weinheim 2003, S. 190) fest: „Ein sehr positives Beispiel für die öffentliche Bildung ist der Schulunterricht in Astronomie in einigen der neuen Bundesländer – ein Beispiel, welches im wahrsten Sinne des Wortes `Schule` machen sollte.“

Astronomie motiviert zur Beschäftigung mit Naturwissenschaften

Die Astronomie kann demnach maßgebliche und nachhaltige Beiträge zum Erreichen von naturwissenschaftlichen Bildungsstandards leisten. Im Einzelnen führen wir an:

- Die Astronomie als Naturwissenschaft des „Ganzen“ regt zu vielfältigen fächerverbindenden Betrachtungen an, sie integriert Sachverhalte und Zusammenhänge aus vielen Teilwissenschaften und fördert umfassende Sichtweisen und den Aufbau eines systematischen Weltbildes, in dem Menschen selbständig und kompetent sich bewegen und handeln können. Sie lokalisiert die Position des Menschen in Raum und Zeit. Die Beschäftigung mit Astronomie bietet somit in hervorragender Weise Anreize zu interdisziplinär vernetztem Lernen in Kontexten und kann darüber hinaus die Auswirkungen menschlichen Handelns in einem globalen Zusammenhang verdeutlichen. Sie ist damit ein wertvoller und wesentlicher Teil von Allgemeinbildung.
- Die Astronomie verdeutlicht, dass die Naturgesetze überall im Universum in gleicher Weise gültig sind, und sie führt deren gegenseitige Vernetzung vor Augen.
- Viele Phänomene sind (mit einfachen Mitteln) direkt beobachtbar (handlungsorientiertes Lernen) - anders als z.B. in der Atomphysik. Es wird dabei u.a. verdeutlicht, Wissenschaft nicht „künstlich im Labor zu erzeugen“, sondern in der Natur zu beobachten und zu studieren.
- Die Astronomie lässt langfristige Entwicklungsprozesse in der unbelebten Natur erkennbar werden. Sie ist damit der einzige Unterrichtsgegenstand, in dem solche Prozesse für Schüler in verständlicher Weise erörtert werden.
- Die Astronomie fordert und fördert in hohem Maß den Gebrauch von Modellen und modellhaftem Denken, was sowohl für die wissenschaftliche Erschließung von Natur und Umwelt als auch für die Orientierung eines jeden Menschen im Alltag von zentraler Bedeutung ist.
- Die Astronomie ist hervorragend geeignet, die spannende historische Entwicklung der Naturwissenschaften (einschließlich ihrer Irrwege) aufzuzeigen und somit Wissenschaft als spannenden – und unfertigen! – Prozess begreifen zu lassen, an dem die Schüler teilhaben können und sollen (entdeckendes Lernen).
- Die Astronomie verdeutlicht die Notwendigkeit internationaler wissenschaftlicher Zusammenarbeit und Kommunikation. Sie lässt den herausragenden Wert der irdischen Lebensbedingungen deutlich werden und fördert das Verantwortungsbewusstsein für unsere Lebensgrundlage und ihre Erhaltung.
- Durch die Auswirkungen astronomischer Phänomene und Vorgänge auf das Leben auf der Erde besitzt ihre Behandlung im Unterricht einen hohen Alltagsbezug.

Darüber hinaus rückt die Astronomie derzeit mit jüngsten, für die gesamte Naturwissenschaft

fundamentalen Forschungsergebnissen ins Zentrum gegenwärtiger naturwissenschaftlicher Forschung, wobei sie Forschungsinhalte anderer Naturwissenschaften und technologische Entwicklungen maßgeblich beeinflusst hat. Es zeigen sich zunehmende wechselseitige Beziehungen der astronomischen Forschung mit Hochtechnologien, womit der Bezug zu ingenieurwissenschaftlichen und technischen Ausbildungsgängen deutlich wird, den es zu betonen gilt. Astronomische Forschung ist somit in vieler Hinsicht von hoher Aktualität, und dies spiegelt sich auch in einer hohen Präsenz astronomischer Themen in den Medien wider; solchen Themen sollte auch in der Schulbildung ein somit in vieler entsprechendes Gewicht zukommen, wobei der Unterricht auch einen kritischen Umgang mit den Medien einschließen sollte.

Empfehlung: Verstärkter Einsatz astronomischer Themen im Unterricht

Wir empfehlen den Erhalt und die Einrichtung von expliziten Unterrichtseinheiten/Kursen in Astronomie/Astrophysik als auch auf die verstärkte Einbettung astronomischer Themen in den Unterricht der naturwissenschaftlichen Fächer, speziell der Physik (bzw. des Sachunterrichts der Grundschule). Dabei ist es wichtig, nicht nur die klassischen Aspekte der Astronomie zu berücksichtigen, sondern zu betonen, dass Astronomie eine sehr moderne Wissenschaft ist. Dies bedeutet, dass neben grundlegenden Themen zum Verständnis unserer Lebenslage wie die Eigenschaften der Sonne oder die Entstehung von Tages- und Jahreszeiten auch moderne Themen (exosolare Planeten, Sternexplosionen und Elementsynthese, Schwarze Löcher, aktive Galaxien, etc.) Eingang in den Unterricht finden, wobei neben neu entwickelten auch klassische Untersuchungsmethoden herangezogen werden, die Schüler nachvollziehen können (z.B. die Kepler-Gesetze zur Untersuchung der Eigenschaften des vermuteten Schwarzen Lochs im Zentrum der Milchstraße durch Sternbewegungen).

Die zur schulischen Aufbereitung in den einzelnen Schulstufen nötigen didaktischen Reduktionen sind von engagierten Lehrkräften aus Schulen und Universitäten geleistet worden und stehen in einer Fülle von vorhandenen Materialien für eine erfolgreiche Nutzung in den Schulen zur Verfügung, so z.B. astronomiedidaktische Fachzeitschriften sowie Lehr- und Lernmittel (Schulbücher, Arbeitsblätter, Software, Demonstrationsmodelle, einfache Gerätebausätze, etc.) und Kinder- und Jugendbücher. U.a. befinden sich in Schulatlanten häufig Astronomieseiten, die im Lehrerhandbuch z.T. ausführlich erläutert werden. Man findet ein Netz von Volks- und Schulsternwarten vor, welche die Aneignung von Fachwissen oder auch astronomische Beobachtungen vorbildlich unterstützen. Es gibt bereits regelmäßig astronomische Fortbildungsveranstaltungen für Lehrer, auf denen Lehrern didaktisch aufbereitetes Material für attraktive Unterrichtseinheiten nahegebracht wird. Daneben finden sich vielfältige Informationen – z.B. zu erfolgreichen Schulprojekten – im Internet, u.a. auf der Web-Seite der Astronomischen Gesellschaft (Schulkommission). Der Ausbau der Angebote zur Lehreraus- und Weiterbildung sollte breite Unterstützung seitens der Bildungspolitik erfahren.

Primarstufe:

Didaktische Erkenntnisse lehren, dass mit astronomischen Themen früh begonnen werden sollte (spätestens ab der 3. Klasse). Astronomische Themen lassen sich großteils leicht in Bereiche der Lehrpläne einbetten, z.B. Tages- und Jahreslauf (Zeit), Sonne (Licht und Wärme). Um eine Abschreckung in jedem Fall zu verhindern sollten nur grundlegende Phänomene aus der Alltagswelt behandelt und erste einfache Erklärungen gegeben werden, später in der Sekundarstufe I erfolgt dann die Wiederbegegnung mit Differenzierung und Vertiefung. Hier sollten einfache Beobachtungsaufgaben gestellt werden; dabei sollte auch die Fähigkeit der Schüler zum Staunen genutzt werden. Einfache Modelle z.B. zu Tag/Nacht können leicht als Spiele realisiert werden (handlungsorientiertes Lernen).

Sekundarstufe I (Unter- und Mittelstufe der weiterführenden Schulen):

Hier beginnt die Ausdifferenzierung der Wissenschaften in Fächer, hier ist die Astronomie als Klammer der Naturwissenschaften bedeutsam. Die im curricularen Alltag sehr differenzierte Vielfalt der naturwissenschaftlichen Phänomene und Gesetze – die im Unterricht hier nach wie vor präzise analytisch herauszuarbeiten sind – bildet insgesamt eine Einheit im Kosmos; diese gilt es im Auge zu behalten, um bei der unterrichtlichen Behandlung von Einzelthemen in den verschiedenen Fächern die

Sicht zum Verstehen des ganzen Systems nicht zu verstellen. Das Denken in und mit Modellen wird hierbei besonders gefördert. Insbesondere hat sich gezeigt, dass eine solche Vorgehensweise speziell bei den weniger an Technik interessierten Mädchen erfolgversprechend ist. Gerade in der Sekundarstufe I sollte die Heranführung von Mädchen an naturwissenschaftliche Fragestellungen gefördert werden, wobei die Astronomie eine bedeutsame Rolle spielen kann.

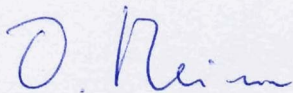
Besonders in der Mittelstufe müssen die größten Anstrengungen unternommen werden, um die Akzeptanz und das Erreichen von Lernzielen in den Naturwissenschaften und speziell in der Physik zu verbessern. Die von der KMK vorgegebenen Basiskonzepte für das Fachwissen in Physik (s. o.) lassen sich in idealer Weise gerade mit astronomischen Inhalten erfolgreich didaktisch realisieren. Dieses Potenzial sollte in jedem Fall genutzt werden, um bei jungen Menschen die Beschäftigung mit Naturwissenschaften zu fördern. In Bundesländern ohne Astronomie-Unterricht sollten daher vorzugsweise im Physik-Unterricht bei den behandelten Themen Bezüge zur Astronomie hergestellt und altersstufengerecht erläutert werden (z.B. Energie/Wärme – Sonne; Klima/Wetter – Planetenoberflächen/-atmosphären; Licht und Schatten – Mondphasen/Finsternisse; Magnetfelder – Erdmagnetfeld und Sonnenaktivität; atomare Spektren – Sternspektren; etc.). Wir empfehlen darüber hinaus, die astronomischen Themenbereiche schließlich in einer verbindenden Unterrichtsreihe (z.B. in einem Projekt) untereinander zu vernetzen. Keine Schülerin und kein Schüler sollte die Mittelstufe bzw. Haupt- oder Realschule ohne Grundkenntnisse zum modernen naturwissenschaftlichen Weltbild verlassen.

Sekundarstufe II:

Nach dem Erwerb von astronomischen Grundkenntnissen sollten hier Möglichkeiten bestehen/geschaffen werden, durch entsprechende Unterrichtseinheiten in interessante Themenbereiche vertieft der Astrophysik einzusteigen, um interessierten Schülern umfassend Strukturen unseres Universums erkennen zu lassen bis hin zu einer modernen Kosmologie. Eine hierbei erfolgende Vernetzung mit anderen Bereichen der modernen Forschung vermittelt tiefe Einblicke in das Wesen und die Arbeitsweise der Naturwissenschaften.

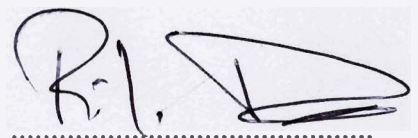
Im Rahmen der Verbesserung der Lehrerbildung empfehlen wir schließlich, durch geeignete Lehrveranstaltungen an den Hochschulen die Lehrer künftig noch stärker zu befähigen, naturwissenschaftlichen Unterricht unter Nutzung astronomischer Themen kompetent und interessant zu gestalten. Die Bildungspolitik hat jüngst Anstöße zur Verbesserung der Lehrerbildung gegeben (KMK-Ad-hoc-Arbeitsgruppe „Inhaltliche Anforderungen“: Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken der Lehrerinnen- und Lehrerbildung, 17. 6. 2008). Darin heißt es zu den geforderten fachbezogenen Kompetenzen u.a. (Kap. 2.1): “Studienabsolventen können sich aufgrund ihres Einblicks in andere Disziplinen weiteres Fachwissen erschließen und damit fächerübergreifende Qualifikationen entwickeln“. Die Astrophysik ist dazu hervorragend geeignet.

20. Januar 2009



Prof. D. Reimers

Vorsitzender Rat Deutscher Sternwarten



Prof. R.-J. Dettmar

Vorsitzender Astronomische Gesellschaft