



LAND BRANDENBURG

Ministerium
für Bildung,
Jugend und Sport

Rahmenlehrplan

Astronomie

Sekundarstufe I

Rahmenlehrplan

Astronomie
Wahlpflichtbereich

Sekundarstufe I

Gültigkeit des Rahmenlehrplans Astronomie/WP/Sekundarstufe I:

Gültig ab 1. August 2002 *

(*Schülerinnen und Schüler, die sich zu diesem Zeitpunkt in der Jahrgangsstufe 10 befinden, beenden den Bildungsgang auf der Grundlage des Vorläufigen Rahmenplanes für den Lernbereich Naturwissenschaften - Plan Nr.: 3030.51)

Erarbeitet und koordiniert durch das Pädagogische Landesinstitut Brandenburg im Auftrag des Ministeriums für Bildung, Jugend und Sport.

Pädagogisches Landesinstitut Brandenburg (PLIB)

14974 Ludwigsfelde-Struveshof

Hinweise, Vorschläge oder Erfahrungsberichte für den Stufenplan senden Sie bitte an das Pädagogische Landesinstitut Brandenburg.

Verantwortlich: Prof. Dr. Hans Leutert

Tel.: 03378 / 821-134

E-Mail: hans.leutert@plib.brandenburg.de

Hermann Zöllner

Tel.: 03378 / 821-129

E-Mail: hermann.zoellner@plib.brandenburg.de

Hinweise, Vorschläge, Kritiken oder Erfahrungsberichte für den Rahmenlehrplan für das Fach Astronomie senden Sie bitte an das Pädagogische Landesinstitut Brandenburg.

Verantwortlich: Christine Teichmann

Tel.: 03378 / 821-173

E-Mail: christine.teichmann@plib.brandenburg.de

Herausgeber:

Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg, Postfach 900 161,
14437 Potsdam

Druck und Verlag:

Wissenschaft und Technik Verlag, Dresdener Straße 26, 10999 Berlin, Tel.: 030/616602 - 22,
Fax: 030/616602-20

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten.

Dieser Rahmenlehrplan wurde auf umweltfreundlichem Papier gedruckt.

1. Auflage August 2002
© 2002 Wissenschaft und Technik Verlag
Printed in Germany
ISBN 3-89685-....-

Die Deutsche Bibliothek - CIP - Einheitsaufnahme

Potsdam, 17. Mai 2002

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

Schulentwicklung im Land Brandenburg ist in den letzten Jahren wesentlich durch die erweiterte Selbstständigkeit der einzelnen Schulen und durch Maßnahmen zur Sicherung und Entwicklung der Qualität von Schule und Unterricht bestimmt. Die Entwicklung und Einführung der neuen Rahmenlehrpläne in der Sekundarstufe I ist ein weiterer wesentlicher Baustein unserer gemeinsamen Bildungsoffensive und steht neben einer Reihe von weiteren Maßnahmen. Dazu gehören die Novellierung des Schulgesetzes, die Umstrukturierung der staatlichen Schulämter, die Flexibilisierung des Stundenrahmens, die Ausstattung der Schulen mit neuen Medien und die entsprechende Fortbildung der Lehrkräfte des Landes, die Einführung des Zentralabiturs, die Einführung landesweiter Vergleichsarbeiten in den Jahrgangsstufen 5 und 8 sowie die Prüfungen zum Ende der Jahrgangsstufe 10.

Die vorliegenden neuen brandenburgischen Rahmenlehrpläne in der Sekundarstufe I sind in einem mehrjährigen Arbeitsprozess am Pädagogischen Landesinstitut Brandenburg unter Einbeziehung vieler Lehrkräfte entwickelt worden. Kolleginnen und Kollegen aus der Praxis und Partner aus der Öffentlichkeit haben sich in der Diskussion der Entwürfe zu diesen Rahmenlehrplänen zu Wort gemeldet und ihre Meinungen und Hinweise geäußert, z. B. im Internet oder im Rahmen von Veranstaltungen in der Region bzw. an den Schulen. Dieser fast einjährige Diskussionsprozess hat dem Landesinstitut nützliche Anregungen und Hinweise für die weitere Bearbeitung der Entwürfe gegeben und dazu beigetragen, das neue Konzept in den Schulen und in der Öffentlichkeit bekannt zu machen und auch schon manches im Klassenzimmer mit seinen Schülerinnen und Schülern auszuprobieren.

Die Rahmenlehrpläne basieren auf Ergebnissen eines intensiven Evaluationsprozesses, in dem die Erfahrungen aus der Praxis des Unterrichts im Land Brandenburg gesammelt und ausgewertet wurden. Auch die Erkenntnisse nationaler und internationaler Bildungsforschung, z. B. Konsequenzen aus solchen Untersuchungen wie PISA, sind – genauso wie Erfahrungen anderer Bundesländer – darin eingeflossen. Wenn man diesen Entwicklungsprozess zurück verfolgt, kann man gut davon sprechen, dass die neuen Rahmenlehrpläne ein echtes „Teamwo(e)rk“ sind. Mein besonderer Dank gilt deshalb allen Mitgliedern der Rahmenlehrplangruppen, in denen Lehrkräfte, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit den Referentinnen und Referenten des Pädagogischen Landesinstituts Brandenburgs gemeinsam erfolgreich gearbeitet haben.

Für Rahmenlehrpläne ist wesentlich, dass sie einen neuen Zuschnitt von „Offenem“ und von „Verbindlichem“ enthalten. Sie lösen damit praktisch zwei sehr verschiedene Generationen von Plänen ab – die Lehrpläne und die Rahmenpläne – und führen das Gute aus beiden in einer neuen Einheit eines Rahmenlehrplans zusammen. Einerseits setzen sie einen **festen curricularen Rahmen (Kerncurriculum)**, der im Wesentlichen in der verbindlichen Festlegung von ausgewählten Qualitätsstandards wie den Qualifikationserwartungen zum Ende der Jahrgangsstufe 10, von Inhalten, Methoden und Medien und dem gewünschten Maß an fächerverbindendem Unterricht besteht. Das ist ein wichtiger Schritt in Richtung der eigenen Planungssicherheit. Es stützt aber auch die Vergleichbarkeit von Konzepten und Unterrichtsergebnissen innerhalb der Schule, mit anderen Schulen, im gesamten Land Brandenburg und zunehmend auch darüber hinaus. Aus solchen Vergleichen kann man auch gut entsprechende Rückschlüsse für den eigenen Unterricht ziehen. Andererseits setzen die Pläne bewusst darauf, dass auf Grundlage eines bestimmten curricularen Rahmens dann in der **Schule ein spezifisches Profil und ein entsprechendes Unterrichts- und Lernangebot entwickelt werden, das den individuellen Voraussetzungen und Möglichkeiten**

der Schülerinnen und Schüler gerecht wird. In der Schule kommt es vor allem auf die Qualität des Lernens und des Unterrichts an. Die Rahmenlehrpläne bedürfen also einer Ausgestaltung durch die einzelne Schule, z. B. in Bezug auf die Konkretisierung der Inhalte, das Setzen von fachlichen Profilierungen oder die Berücksichtigung der unterschiedlichen Anforderungen in den Bildungsgängen der Sekundarstufe I. Die Pläne machen so eine gemeinsame Absprache innerhalb des Kollegiums und insbesondere der Fachkonferenzen erforderlich. Das ist die neue Qualität von Zusammenarbeit, die nötig ist und die neue Qualität von Unterricht, die möglich wird. Durch solche Verabredungen und Festlegungen in den schuleigenen Lehrplänen werden die Zusammenarbeit in der Schule gefördert, Schulorganisation, Unterricht und Lernen an der Schule für Schülerinnen und Schüler wie für Eltern transparenter gemacht. Damit geben die neuen Rahmenlehrpläne zugleich auch Anstöße für die Schulentwicklung. Die Umsetzung der neuen Rahmenlehrpläne an den weiterführenden Schulen der Sekundarstufe I wird ein Schwerpunkt für längere Zeit bleiben, weil es letztlich um die Qualitätsentwicklung der Schule und des Unterrichts geht. Das ist ein Anspruch an alle, die mit Bildung und Schule zu tun haben. Es schließt das Besinnen auf die eigenen guten Erfahrungen genauso ein wie effektives Weiterlernen, praktisches Ausprobieren von Neuem und vor allem Austausch von Ideen, Konzepten und praktischen Lösungen. Ich bitte Sie sehr, auf diesem Wege zu einer höheren Bildungsqualität Partner aus der interessierten Öffentlichkeit, vor allem Eltern sowie Schülerinnen und Schüler einzubeziehen.

Im Pädagogischen Landesinstitut wird jetzt die Arbeit an den Grundschulrahmenlehrplänen aufgenommen. In zwei Jahren, im Sommer 2004, wird dann auch für die Grundschule ein neues Rahmenlehrplanwerk vorhanden sein.

Ich selber wünsche mir, dass es möglichst bald eine länderübergreifende Zusammenarbeit mehrerer oder gar aller Länder gibt. Und ich freue mich, dass Berlin dieser Anregung schon folgen will.

Ich wünsche Ihnen viel Erfolg und gute Ideen bei der schöpferischen Umsetzung der Rahmenlehrpläne und bitte Sie, Vorschläge und Hinweise aus Ihrer Arbeit an das Pädagogische Landesinstitut Brandenburg zu übermitteln.

Mit freundlichen Grüßen

The image shows a handwritten signature in black ink. The signature is written in a cursive style and reads "Stefan Reiche". The first name "Stefan" is written in a larger, more prominent script, while "Reiche" is written in a smaller, more compact script. The signature is positioned at the end of the letter, below the closing "Mit freundlichen Grüßen".

Inhalt

TEIL I: STUFENPLAN

1	ANLIEGEN DES STUFENPLANS	7
2	PÄDAGOGISCHE AUFGABEN UND ZIELE IN DER SEKUNDARSTUFE I	7
3	SOLIDE GRUNDBILDUNG IN DEN BILDUNGSGÄNGEN DER SEKUNDARSTUFE I: FACHUNTERRICHT „PLUS“ FACHÜBERGREIFENDE UND FÄCHERVERBINDENDE ARBEIT	9
4	LERNEN UND LEHREN	14
5	ENTWICKLUNG DER QUALITÄT SCHULISCHER ARBEIT: LEHRERKOOPERATION UND SCHULEIGENER LEHRPLAN	18

TEIL II: RAHMENLEHRPLAN FÜR DAS FACH ASTRONOMIE

1	BEITRAG DES FACHES ASTRONOMIE ZUR GRUNDBILDUNG IN DER SEKUNDARSTUFE I	21
2	ZIELE, QUALIFIKATIONSERWARTUNGEN UND FACHDIDAKTISCHE KONZEPTION	23
2.1	Ziele	23
2.2	Qualifikationserwartungen zum Abschluss der Jahrgangsstufe 10	23
2.3	Fachdidaktische Konzeption	24
3	GRUNDSÄTZE DER UNTERRICHTSGESTALTUNG	29
3.1	Unterrichtsorganisation	29
3.2	Gestaltung des Lehrens und Lernens	29
4	INHALTE DES UNTERRICHTS	34
4.1	Gesamtübersicht	34
4.2	Zum Umgang mit den Themenfeldern und Themen	36
4.3	Tabellarische Darstellung der Themenfelder und Themen	37
4.4	Fachübergreifende und fächerverbindende Aufgaben	52
5	UMGANG MIT LEISTUNGEN	53
5.1	Voraussetzungen einer Leistungsbewertung	54
5.2	Formen der Leistungsermittlung und -bewertung	54
5.3	Anforderungsniveaus und Kriterien	55
6	WEGE ZUM SCHULEIGENEN LEHRPLAN	56
6.1	Fachliche Kooperation und Arbeit in der Fach- bzw. Lernbereichskonferenz	56
6.2	Ansprüche an die Entwicklung schuleigener Lehrpläne	57
6.3	Schulformspezifische Hinweise	57

Teil I: Stufenplan

1 Anliegen des Stufenplans

Der Stufenplan versteht sich als eine pädagogische Orientierung für den Unterricht in allen Fächern der Sekundarstufe I. Er ist im Zusammenhang mit den Rahmenlehrplänen der Fächer zu sehen und zu lesen. Beide Teile sind die inhaltliche Grundlage für die Erteilung des Unterrichts an den Schulen.

Der pädagogische Orientierungsrahmen beinhaltet:

- gemeinsame Zielperspektiven in der Sekundarstufe I,

- qualitative Ansprüche an Lernen und Unterricht in allen Fächern,
- Inhalte und Wege der Lehrkooperation,
- Gestaltung der Schule als Lebens- und Erfahrungsraum.

Daher ist der Stufenplan besonders für die Diskussion von Qualitätsansprüchen für Schule und Unterricht in der Schule und mit Bildungspartnern geeignet.

2 Pädagogische Aufgaben und Ziele in der Sekundarstufe I

Die Rahmenlehrpläne berücksichtigen die individuellen und gesellschaftlichen Aspekte einer veränderten Kindheit und Jugend, die insbesondere durch vier Zusammenhänge beeinflusst werden: den Wandel der Arbeit, die Pluralisierung der Lebensformen und Werte, die neuen Medien und den Wandel der Familie.

Für die Arbeit in den Jahrgangsstufen und Klassen sind hinsichtlich der individuellen Schullaufbahn besonders bedeutsam:

- *der Übergang der Schülerinnen und Schüler aus der Grundschule in die Sekundarstufe I*

Die Schülerinnen und Schüler müssen in der (meist) neuen Schule und Klasse erst ihren Platz finden. Im Neuanfang liegen große Chancen, er weckt aber auch Ängste. Die Schülerinnen und Schüler gewöhnen sich erst an eine veränderte Organisationsstruktur, neue Mitschülerinnen und Mitschüler, neue Lehrkräfte. Deshalb ist es für die Lehrkräfte notwendig, ihre Aufmerksamkeit zunächst auf die Förderung der Klassengemeinschaft zu legen. Sie ist eine Voraussetzung für erfolgreiches Lernen.

- die Entscheidung für einen beruflichen Ausbildungsweg bzw. einen weiterführenden Bildungsweg

Fragen der persönlichen Lebensplanung und Berufswahl bestimmen zunehmend die letzte Entwicklungsphase in der Sekundar-

stufe I. Das Bedürfnis, auch der Druck, sich mit der eigenen Zukunft nach Abschluss der Sekundarstufe I auseinander zu setzen, nehmen zu.

Die folgenden **vier** Ziele bilden in ihrem Zusammenhang einen Eckpfeiler für die Bildung in der Sekundarstufe I. Auf ihrer Basis erfolgte in allen Fächern die Überarbeitung der Fächerprofile, d.h. die Auswahl und Strukturierung von Zielen, Inhalten und Methoden. Sie gelten darüber hinaus in den Jahrgangsstufen 7 bis 10 als wichtige Ansatzpunkte für die gesamte pädagogische Arbeit.

Anschlussfähigkeit und lebenslanges Lernen

Es ist eine Illusion, heute noch anzunehmen, mit einem schulischen Wissensvorrat könne man in seinem gesamten Leben auskommen. Deshalb muss anstelle eines Bildungsvorrates und anstelle der Anhäufung von vielem Detailwissen eher Anschlussfähigkeit für nachfolgendes Lernen zum Ziel schulischer Bildung werden. Dafür werden sicher verfügbares Wissen als Basis und Orientierung, aber ebenso personale, soziale und methodische Kompetenz benötigt. Lernen und Lehren in der Sekundarstufe I bekommen so einen Zuschnitt, der auch vom sicheren und selbstverständlichen Umgang mit den neuen Medien geprägt wird. In

einer Welt, in der die Wissenschaften alle Lebensbereiche beeinflussen, werden verstärkt Fähigkeiten benötigt, die eine Reflexion des eigenen Wahrnehmens und Denkens sowie einen selbstkritischen Umgang mit den eigenen Urteilen ermöglichen.

Mitbestimmungs- und Teilhabefähigkeit

Demokratische Gesellschaften sind auf mündige Bürgerinnen und Bürger angewiesen. Es ist Aufgabe der Schule, Unterricht und Schulleben so zu gestalten, dass die Schülerinnen und Schüler die Bereitschaft und das Vermögen zur Mitgestaltung der Gesellschaft in der Schule erfahren, lernen und entwickeln können.

Mitbestimmungs- und Teilhabefähigkeit bezeichnen die Bereitschaft und die Fähigkeit zur Mitgestaltung der Gesellschaft. Zu ihr gehören zunächst die Kenntnis und Einsicht, dass die Verhältnisse gestaltbar sind; weiter die Fähigkeit zur Entwicklung von Entwürfen für die eigene Zukunft und die des gesellschaftlichen Umfeldes; die Fähigkeit, an allgemeinen gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen kompetent teilhaben zu können und die dem eigenen Einfluss zugängliche gesellschaftliche Umwelt mitzugestalten; schließlich die Fähigkeit und Bereitschaft zur Selbstverantwortung und Selbstbestimmung, die den unaufgebbaren Kern der Bildung darstellen. Selbstverantwortung und Selbstbestimmung sind eingebunden in die Werteordnung demokratischer Gesellschaften, deren Kern in der Achtung der Menschenrechte, der Ablehnung jeder Gewaltherrschaft und in diesem Rahmen der Toleranz gegenüber unterschiedlichen Kulturen, Völkern, Lebensformen sowie religiösen, weltanschaulichen oder politischen Überzeugungen besteht.

Ausbildungsfähigkeit

Ausbildungsfähigkeit umfasst

- die Selbstverantwortung der einzelnen Schülerinnen und Schüler für die Ausbildung der Kompetenzen, die sie benötigen, um den beruflichen Anforderungen nachzukommen mit dem Ziel, die eigene ökonomische Selbstständigkeit zu sichern,
- die Verfügung über grundlegendes Wissen, Kulturtechniken und Qualifikationen,

- Wahrnehmungs-, Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit sowie die Fähigkeit zu sozialer Verantwortung,
- ein Verständnis für die Zusammenhänge und Entwicklungen der Arbeits- und Wirtschaftswelt.

Aufgabe der Schule ist es, Aneignungs-, Erfahrungs- und Reflexionsgelegenheiten zu schaffen, in denen sich die Schülerinnen und Schüler mit den Anforderungen der weiterführenden Institutionen auseinandersetzen und die Bereitschaft und Fähigkeit entwickeln, eigene Ziele in der Arbeitsgesellschaft zu setzen und sie zu verfolgen.

Stärkung der Persönlichkeit

Persönlichkeitsbildung schließt grundlegendes, verfügbares Wissen, Fähigkeiten zum selbstständigen Lernen und zum Umgang mit den Medien, aber auch Selbstwahrnehmung, Selbstbewusstsein und Selbstverantwortung, die Entwicklung der eigenen Geschlechterrolle, moralische Urteilsfähigkeit sowie die Entwicklung sozialer Bindungen zu Gleichaltrigen ein. Zu ihr gehört auch die Bereitschaft, sich existenziellen Grundfragen zu stellen und eigene Antworten zu finden. Die allgemein bildende Schule hat die Aufgabe, die Entwicklung solcher Fähigkeiten und Kräfte der Schülerinnen und Schüler zu fördern, um sie zu befähigen, ihren eigenen Lebensentwurf zu entwickeln und zu verfolgen. Die Chancen und Unsicherheiten unserer Gesellschaft, die aus der Abhängigkeit von Wissenschaft und Technik erwachsen, führen dazu, dass die Verantwortung für Entscheidungen zur Planung des eigenen Lebens noch stärker auf den Einzelnen verlagert wird. Moderne Gesellschaften zeichnen sich in hohem Maße durch politische, wirtschaftliche, kulturelle und soziale Verflechtungen aus. Das verlangt von der Schule, persönliche Entfaltung des Einzelnen und soziale Verantwortung in das Zentrum der pädagogischen Arbeit zu stellen. Dazu gehört es, die eigene kulturelle Identität sowie fremde Kulturen wahrzunehmen, zu reflektieren und sich damit auseinander zu setzen. Die Kenntnis des Verbindenden der eigenen Kultur und ihrer Geschichte ist eine Möglichkeit, das Trennende zwischen den Generationen und den Kulturen in der eigenen Gesellschaft zu überwin-

den sowie mit den Geltungsansprüchen und Lebensformen unterschiedlicher Kulturen umzugehen.

3 Solide Grundbildung in den Bildungsgängen der Sekundarstufe I: Fachunterricht „plus“ fachübergreifende und fächerverbindende Arbeit

□ Ganzheitliches Kompetenzmodell – vier Dimensionen schulischen Lernens

Alle Rahmenlehrpläne gehen vom kompetenzfundierten Lernansatz aus und sehen so schulisches Lernen und individuelle Persönlichkeitsbildung im Zusammenhang. Kompetenzen bezeichnen ein Vermögen des einzelnen Menschen, das ihn befähigt, sein persönliches, berufliches und gesellschaftliches Leben verantwortlich und persönlich befriedigend zu führen und seine Umwelt mitzugestalten. Kompetenzen werden im individuellen Entwicklungsprozess aufgebaut und immer weiter vervollkommen. Die Schule kann diesen Prozess fördern und unterstützen. Deshalb muss sie sich in Unterricht und Erziehung auf die Förderung der Kompetenzen hin orientieren.

Was ist unter den einzelnen Kompetenzen zu verstehen?

Sachkompetenz

zielt auf den Erwerb sachlicher Kenntnisse und Einsichten in einem Fachgebiet und an seinen Schnittstellen zu anderen Gebieten, auf die Anwendung der Kenntnisse und ihre Verknüpfung in lebensnahen Handlungszusammenhängen. Im Unterschied zu den anderen Kompetenzbereichen ist Sachkompetenz fachspezifisch bestimmbar. Sie zu erwerben, schließt die individuelle Aneignung von Kenntnissen (Fakten, Regeln, Gesetzen, Begriffen, Definitionen), das Erkennen von Zusammenhängen, das Verstehen von Argumenten, Erklärungen sowie das Urteilen und Beurteilen z.B. von Thesen, Theorien ein.

Methodenkompetenz

beinhaltet, den eigenen Lernprozess in seinen fachspezifischen, sozialen und personalen Dimensionen bewusst, zielorientiert, ökonomisch und kreativ zu gestalten und dabei auf ein Repertoire von Aneignungs-

Verarbeitungs- und Präsentationsweisen zurückzugreifen. Sie fördert damit die Entscheidungsfreiheit und Souveränität des Einzelnen. Die Aneignungs-, Erkenntnis- und Arbeitsmethoden sind teils fachspezifisch und teils fachunabhängig. Letztere umfassen folgende Dimensionen: die Aneignung und Verarbeitung von Informationen aus unterschiedlichen Medien (Text, Bild, Film, CD, Internet) sowie von Erfahrungen, vor allem eine entwickelte Lesefähigkeit, die Gesprächsführung und Kooperation, die Selbstwahrnehmung und Selbstreflexion sowie die Strukturiertheit individuellen Handelns (Methoden der Selbstorganisation des Lernens, Arbeitens, Übens, Leistens). Auch der sachgerechte Umgang mit Medien gehört dazu.

Sozialkompetenz

ist darauf gerichtet, in wechselnden sozialen Situationen, bei unterschiedlichen Aufgaben und Problemen die eigenen bzw. übergeordneten Ziele erfolgreich im Einklang mit den anderen Personen zu verfolgen. Im Zentrum stehen das Verantwortungsbewusstsein für sich selbst und für andere, d.h. Selbstwahrnehmung, Selbstverantwortung, Selbstorganisation, und das Verantwortungsbewusstsein für den Umgang mit anderen, d.h. Fremdwahrnehmung, solidarisches Handeln, Kooperations- und Konfliktfähigkeit.

Personale Kompetenz

umfasst zentrale Einstellungen, Werthaltungen und Motivationen, die das Handeln des Einzelnen beeinflussen. Man kann dies auch das Selbstkonzept nennen, das sich auf Selbstvertrauen und Selbstwertgefühl gründet, also auf Einstellungen zur eigenen Person, emotionale Unabhängigkeit, Zuversicht in die eigenen Fähigkeiten. Zum Selbstkonzept gehören außerdem die kritische

Selbstwahrnehmung in Auseinandersetzung mit der Umwelt und der eigenen Position in ihr; schließlich die moralische Urteilsfähigkeit und die Auseinandersetzung mit Sinnfragen sowie Religionen und Weltanschauungen.

Die curriculare Absicht dieser Konstruktion besteht darin, Beiträge schulischen Lernens und individuelle Persönlichkeitsentwicklung wieder stärker im Zusammenhang zu sehen. Allen Fächern der Sekundarstufe I wird so eine zentrale Idee für ihr „Fachprofil“ geboten, was wesentliche Bildungsinhalte und ihre Strukturierung betrifft.

Kompetenzentwicklung und Unterricht in allen Fächern			
Lernen bezieht sich auf solche Ziele und Inhalte:			
Beitrag zur Sachkompetenz	Beitrag zur Methodenkompetenz	Beitrag zur Sozialkompetenz	Beitrag zur personalen Kompetenz
z.B. – fachspezifische Kenntnisse – Erkenntnis von Zusammenhängen – Verständnis und Anwendung – Fachliches Urteilen und Beurteilen	z.B. – Lesefähigkeit – Aneignen, Verarbeiten und Präsentieren von Informationen/ Erfahrungen – Organisation des eigenen Lernens, Arbeitens, Übens, Leistens – Gesprächsführung und Kommunikation	z.B. – Zusammenarbeit mit anderen – Klärung von Kommunikationsprozessen – Verantwortung für gemeinsames Lernen – Umgang mit Konflikten	z.B. – sich selbst Lern- und Verhaltensziele setzen – Selbsteinschätzung der eigenen Stärken und Grenzen – Bewusstmachen von Einstellungen und Werten – Auseinandersetzen mit Wertesystemen

Die Ziele in den Rahmenlehrplänen werden im Spannungsfeld von **Kompetenzentwicklung** und **Qualifikationserwartungen am Ende der Jahrgangsstufe 10** bestimmt. Während ersteres auf längerfristige Prozesse zielt, für die schulisches Lernen nicht

allein verantwortlich sein kann, beziehen sich die Qualifikationserwartungen auf verwertbare und abrechenbare Ergebnisse des schulischen Lernens, nämlich zum Abschluss der Jahrgangsstufe 10.

Wie fördern die Unterrichtsfächer in der Sekundarstufe I Kompetenzentwicklung gemeinsam bzw. in ihrem wechselseitigen Zusammenhang?

Bildung in der Sekundarstufe I vollzieht sich in fachlichen und überfachlichen Strukturen. Das Schulfach bleibt eine wichtige Organisationsform schulischen Lernens. Es reduziert die Komplexität des Wissens, es enthält fachbezogene Denk- und Arbeitswei-

sen. Fachunterricht ermöglicht kumulativen und systematischen Wissensaufbau, lässt die Unterscheidung von Bildungs- und Alltagswissen erfahrbar werden und schafft die Basis für eine begründete Bewertung von Lernzuwächsen.

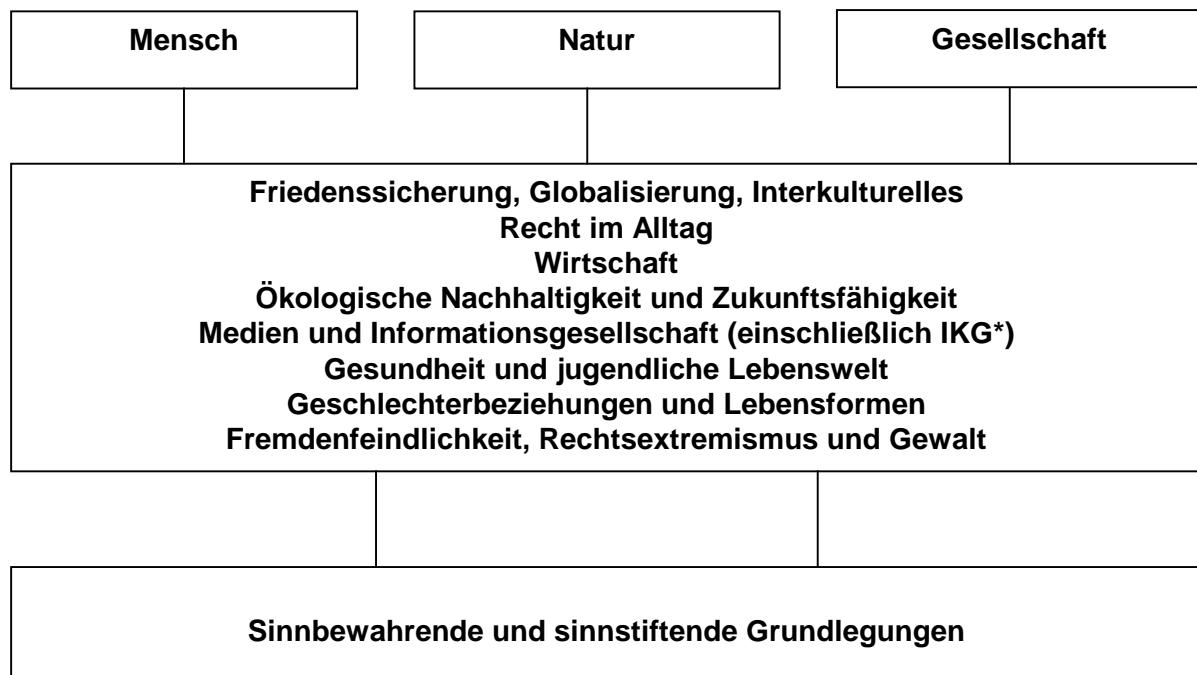
□ Übergreifende Themenkomplexe (ÜTK)

Bildung in unserer Zeit ist nicht denkbar ohne die Auseinandersetzung mit soziokulturellen und politisch-gesellschaftlichen Kernproblemen bzw. Grundfragen. In diese diskursiven Klärungsprozesse und handelnden Auseinandersetzungen gehören auch die Frage nach sinnstiftenden Grundlegungen sowie ihre möglichen religiösen und weltanschaulichen Antworten. Solche Grundfragen und Aufgaben werden in den übergreifenden Themenkomplexen erfasst. Übergreifende Themenkomplexe sind Bildungsangebote für den Unterricht in allen Schulstufen. Sie sind aber kein in sich abgeschlossenes System oder gar ein „Stoffkatalog“, **der neben den Fächern** steht. Sie sind Bezugsrahmen für die schulische Bildung und werden im Unterricht der Fächer fachübergreifend und im fächerverbindenden Unterricht realisiert. In allen Rahmenlehrplänen wird unter 4 darauf eingegangen, wie im Fachunterricht und im fächerverbindenden Unterricht mit den ÜTK umzugehen ist.

Außerunterrichtliche Angebote können die Auseinandersetzung mit solchen Grundfragen bereichern. Für die Bestimmung der Themen und Inhalte sind folgende allgemeine Gesichtspunkte leitend:

- Die Themen orientieren sich an der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler, nehmen jugendspezifische Fragen auf. Sie bieten den Schülerinnen und Schülern Erfahrungs-, Orientierungs- und Handlungsmöglichkeiten.
- Die Themen knüpfen an die gegenwärtige rechtliche, politische, wirtschaftliche u.a. Situation des Landes Brandenburg an, in der sich die Schülerinnen und Schüler befinden.
- Die Themen spiegeln wichtige, zumeist hoch interdisziplinäre Bildungs- und Erziehungsaufgaben der Sekundarstufe I wider.

Die folgenden Themenkomplexe bilden die Grundlage für die angemessene Einbeziehung in die Planung und Gestaltung des Unterrichts:



* IKG: Informations- und kommunikationstechnologische Grundbildung

Zum besonderen Bildungsauftrag der brandenburgischen Schule gehören die Vermittlung von Kenntnissen über den historischen Hintergrund und die Identität der Sorben (Wenden) sowie das Verstehen der sorbischen (wendischen) Kultur. Für den Unterricht bedeutet dies, Inhalte aufzunehmen,

die die sorbische (wendische) Identität, Kultur und Geschichte berücksichtigen. Dabei geht es sowohl um das Verständnis für Gemeinsamkeiten in der Herkunft und die Verschiedenheit der Traditionen als auch um das Zusammenleben.

□ **Fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten**

In der Sekundarstufe I vollzieht sich schulisches Lernen in fachbezogenen, fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterrichtsformen. Sie ergänzen sich wechselseitig.

Fachübergreifender Unterricht schafft ausgehend vom Thema eines konkreten Unterrichtsfaches übergreifende Bezüge zu einem oder mehreren anderen Fächern, da der Gegenstand in inhaltlicher Hinsicht auch Gegenstand eines anderen Faches bzw. anderer Fächer ist und dort aus anderer Fachperspektive betrachtet wird. Umfang und Zielrichtung sind aber durch das jeweilige Unterrichtsfach geprägt. Fachübergreifender Unterricht kann organisatorisch in jedem Fachunterricht von der unterrichtenden Lehrkraft realisiert werden. Fachübergreifender Unterricht bedarf in der Regel keines besonderen Organisationsaufwandes für die Unterrichtsgestaltung. Sinnvoll ist jedoch eine inhaltliche Abstimmung auf Jahrgangsebene.

Im **fächerverbindenden Unterricht** werden Unterrichtsphasen geschaffen, in denen zwei oder mehr Fächer an einer gemeinsamen, übergreifenden Themenstellung arbeiten. Das setzt ein anderes konzeptionelles Vorgehen, vor allem eine entfaltete Kooperation von Lehrkräften und auch der Schülerinnen und Schüler voraus, das heißt auch ein anderes Planungshandeln mit

mehr Organisationsaufwand. Dabei besteht zugleich die Möglichkeit von jahrgangsübergreifendem Unterricht und schulübergreifender Zusammenarbeit. Fächerverbindender Unterricht kann organisiert werden unter Beibehaltung der Stundentafel z.B. als gemeinsame Einführung, arbeitsteilige Phase, gemeinsame Präsentation, (zeitweiser) Aufhebung der Stundentafel z.B. als thematisch durchgeplante Vorhaben in Blockstunden, für die alle Fächer Stundenteile abgeben, oder als eine geschlossene zeitliche Phase (z.B. ein oder mehrere Tage, eine Woche). Wichtig ist der Grundsatz, dass alle beteiligten Fächer Zeit zum fächerverbindenden Unterricht abgeben. Den Rahmenlehrplänen liegt ein Konzept zugrunde, dass in jeder Klasse mindestens einmal pro Halbjahr ein solches fächerverbindendes Vorhaben realisiert wird.

Lernbereichsunterricht - als eine besondere Form der Fächerintegration - liegt vor, wenn entsprechend dem Brandenburgischen Schulgesetz und der Sekundarstufe-I-Verordnung die Fächer des naturwissenschaftlichen oder des gesellschaftswissenschaftlichen Lernbereichs integriert als ein Lernbereich unterrichtet werden. Dabei werden nach entsprechenden Konferenzbeschlüssen die Fächer als Einzelfächer nicht zeitweilig, sondern mindestens für ein Schuljahr aufgehoben.

□ **Der neue Zuschnitt von Verbindlichem und Offenem**

Rahmenlehrpläne sollen Lehrkräften, Schülerinnen und Schülern sowie Eltern und Bildungspartnern klare Orientierungen für grundlegende Anforderungen, Inhalte und Methoden des Unterrichts liefern. Den Fachkonferenzen sollen sie Planungssicherheit bei der Bestimmung der Spielräume

geben, die Vergleichbarkeit der Ergebnisse innerhalb und außerhalb der Schule erhöhen und damit die Qualität des Unterrichts insgesamt fördern. In den Rahmenlehrplänen wird die Orientierung, was für alle verbindlich und was im Gestaltungsspielraum der Schule liegt, folgendermaßen gegeben:

Zum **verbindlichen Kerncurriculum** gehören:

- die Qualifikationserwartungen am Ende der Jahrgangsstufe 10,
- dem jeweiligen Fachprofil entsprechende bestimmte Inhalte, Methoden und Medien,
- das Maß an fächerverbindender Arbeit.

□ **Bildungsgangorientierte Differenzierung**

Im Land Brandenburg gelten der Stufenplan und die Rahmenlehrpläne jeweils für alle Schulformen. Grundlage für die bildungsgangorientierte Differenzierung in den Rahmenlehrplänen der Sekundarstufe I sind die Vorgaben des Brandenburgischen Schulgesetzes und der KMK-Vereinbarung über die Schularten und Bildungsgänge im Sekundarbereich I. Bildungsgänge sind in der Sekundarstufe I

- der Bildungsgang zum Erwerb der Fachoberschulreife (FOR). Er vermittelt eine **erweiterte allgemeine Bildung**. Seine Beschreibung bildet die „Klammer“ für die Differenzierung der Bildungsgänge;
- der Bildungsgang zum Erwerb der erweiterten Berufsbildungsreife (EBR). Er vermittelt eine **grundlegende allgemeine Bildung**;
- der Bildungsgang zum Erwerb der allgemeinen Hochschulreife in den Jahrgangsstufen 7 bis 10 (AHR). Er vermittelt eine **vertiefte allgemeine Bildung**.

In den Rahmenlehrplänen wird die bildungsgangorientierte Differenzierung folgendermaßen berücksichtigt:

In 2 werden die Qualifikationserwartungen am Ende der Jahrgangsstufe 10 entsprechend der Bildungsgangbeschreibung differenziert. In den Fächern, in denen aus im jeweiligen Fach liegenden Gründen diese drei Anforderungsniveaus nicht klar unterscheidbar zu definieren sind, wird vom Niveau der erweiterten allgemeinen Bildung (FOR-Niveau) ausgegangen und werden

Weiterhin weisen die Rahmenlehrpläne ebenfalls aus, was **offen** bleibt (Gestaltungsfreiräume mit Vorschlägen und Wahlmöglichkeiten im Unterricht der Fächer). In jedem Rahmenlehrplan werden dazu Hinweise und Orientierungen gegeben.

nachfolgend die unterschiedlichen Anforderungen für die grundlegende allgemeine Bildung (EBR) und die Anforderungen für die vertiefte allgemeine Bildung (AHR) gekennzeichnet.

In 3 werden didaktische Hinweise und Vorschläge für eine den Bildungsgängen entsprechende Planung und Gestaltung des Unterrichts gegeben, d.h. in Bezug auf Kriterien der unterschiedlichen Inhalts- und Aufgabenstrukturierung, in Bezug auf binnendifferenzierende Maßnahmen bzw. die Berücksichtigung von Lernvoraussetzungen und Lernmöglichkeiten.

In 4 sind die Inhalte und Themen in allen Fächern auf das Zielniveau der **erweiterten allgemeinen Bildung (FOR) zugeschnitten**, und dafür sind die als verbindlich ausgewiesenen Inhalte und Themen prinzipiell für alle Bildungsgänge gültig. Damit wird das Prinzip der Durchlässigkeit gewährleistet. Dazu können Hinweise, Vorschläge und Beispiele für die bildungsgangorientierte Differenzierung kommen.

In 6 sind - wo erforderlich - zur bildungsgangorientierten Differenzierung notwendige schulformspezifische Aussagen zusammengefasst: Hinweise zur Integration der Bildungsgänge, zum leistungsdifferenzierten Unterricht und zum Wahlpflichtunterricht. Zu den Ansprüchen schuleigener Pläne gehört es, die Anforderungen der Bildungsgänge für Schülerinnen und Schüler sowie für die Erziehungsberechtigten offen zu legen.

4 Lernen und Lehren

Ein auf Kompetenzentwicklung bedachter Unterricht bezieht fachliche Ziele und Inhalte auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler im Zusammenhang von inhaltlich-fachlichem, methodisch-strategischem, sozial-kommunikativem und selbsterfahrendem und selbstbeurteilendem Lernen. Schulisches Lernen ist immer so anzulegen, dass es das individuelle Potenzial zum Lernen fördert, indem es die Verfahren und Instrumente erfolgreichen Lernens selbst einbezieht und zum Lerngegenstand macht. Der Unterricht ist auf die Planung, Inszenierung, Ausgestaltung und Evaluation von schulischen Lernprozessen ausgerichtet. Er setzt den inhaltlichen und organisatorischen Rahmen, dass effektiv und erfolgreich gelernt wird.

Schaffen und Aufrechterhalten guter Sozialbeziehungen

Eine gute Arbeits- und Unterrichtsatmosphäre ermöglichen es, mit Schülerinnen und Schülern offen und ehrlich über Lebensprobleme zu diskutieren, aber auch hohe individuelle und kooperative Leistungen anzustreben. Lernen fällt nun einmal da leichter, wo die sozialen Beziehungen gut sowie Beratung und gegenseitige Hilfe entwickelt sind. Für das besondere Profil der Sekundarstufe I ist es auf dieser Grundlage besonders wichtig, bei den Schülerinnen und Schülern das Selbstbewusstsein und Selbstvertrauen in die eigenen Leistungen zu entwickeln. Ein nicht zu unterschätzendes Wirkungsfeld ist dabei das Vorbild der Erwachsenen an der Schule, wie Schülerinnen und Schüler Lehrkräfte bzw. Lehrerteams im Umgang mit Problemen und Konflikten erleben, wie sie das Zusammenarbeiten der Lehrkräfte erfahren.

Erfahrungen und Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler berücksichtigen

Es muss heute akzeptiert werden, dass die Schülerinnen und Schüler in der Sekundarstufe I sowohl Erfahrungen aus ihrer Lebenswelt, Vorstellungen und zunehmend auch Wissens Elemente mit in die Schule einbringen. Es wird wichtiger, sich darauf

einzustellen, im Lebensalltag und in den Medien erworbenes Wissen, was nicht immer exakt oder gar vollständig sein wird, im Unterricht anzunehmen und zu bearbeiten. Der Unterricht wird deshalb immer weniger von einer ausgeprägten Methodik der Neuvermittlung leben können, die so verstanden wird, als hätten Schülerinnen und Schüler noch nie etwas davon wahrgenommen, gehört oder gelesen. Der Unterricht vermag eher, von Schülerinnen und Schülern Mitgebrachtes angemessen darzustellen, zu ordnen, zu integrieren und zu systematisieren. Die praktische Analyse des Vorwissens und der Erfahrungen bekommt einen höheren Stellenwert - vor allem für den Aufbau von Systemen individuellen Weiterlernens - und ist im normalen Unterrichtsalltag zu berücksichtigen, beispielsweise in der Einstiegsphase von Unterrichtssequenzen.

Mitentscheidung, Mitverantwortung, Mitgestaltung durch Schülerinnen und Schüler

Guter Unterricht gelingt nicht ohne die angemessene Einbeziehung der Schülerinnen und Schüler. Mitentscheidung, z.B. bei Ziel- und Inhaltsakzentuierungen in Planungsprozessen, Mitverantwortung, z.B. für gemeinsam gewählte methodische Wege, Mitgestaltung, z.B. durch eigenständige Schülerbeiträge, sind für die Optimierung des Lernens und für die Persönlichkeitsbildung wichtig. Sie sind nicht einfach nur rechtliche Ansprüche, denen Lehrkräfte neben dem Unterricht auch noch gerecht werden müssen, denn:

- Lernen als aktiver Prozess ist ohne Mitgestaltung der Schülerinnen und Schüler undenkbar.
- Methodisch-strategisches und sozial-kommunikatives Lernen brauchen die aktive Mitwirkung und Mitgestaltung.
- Selbsterfahrendes Lernen ereignet sich in der Reflexion des sozialen Miteinanders in der Schule.
- Erfahrungen des Mitgestaltens gehören zum Spektrum des Ausprobierens in der Jugendphase.

Schülerinnen und Schüler gewinnen durch das Lernen und Leben in der Schule ein erstes Bild von der Gesellschaft. In der Schule kann die Basis für demokratisches Handeln erlernt werden, wenn die Schule über eine Vielzahl von Aufträgen, Beteiligungen, Ämtern, Regeln und Ritualen Mitentscheidung, Mitverantwortung und Mitgestaltung in den Alltag umsetzt.

Vielfalt an Inhalten und Themen - breites Spektrum von Methoden und Medien

In der Sekundarstufe I ist ein breites Fächerspektrum vertreten, das sehr unterschiedliche Inhalte und Tätigkeitsbereiche aus den Naturwissenschaften, der Technik, den Gesellschaftswissenschaften, aus Kunst, Musik und Sport und der Arbeitswelt einschließt. Diese inhaltliche Vielfalt muss ebenfalls die didaktische Gestaltung des Unterrichts durch eine methodische Vielfalt widerspiegeln. Gerade in der Sekundarstufe I sind die Schülerinnen und Schüler sehr daran interessiert, wie, d.h. in welchen Unterrichtsformen und welchen Verfahren, und mit wem, d.h. in welchen Sozialformen, gelernt wird. Daher kommt es darauf an, ein ausgewogenes vielfältiges Methodenrepertoire zu beherrschen und anzuwenden. Dazu gehören eher sprachlich vermittelte Formen wie der Lehrer- oder Schülervortrag, Unterrichtsgespräche in zunehmend qualifizierteren Formen (heuristische Gespräche, Unterrichtsdiskussionen), sinnlich-ästhetische Formen wie bildliche, körperliche und szenische Gestaltungen, individualisierende wie das individuelle Aufgabenlösen im Klassenunterricht und eher im Team vollzogene Unterrichtsformen wie z.B. Gruppenarbeit bzw. der Projektunterricht. Was jeweils der „gute“ oder der „richtige“ Unterricht ist, lässt sich nicht über ein methodisches Vorgehen als den vermeintlichen Königsweg realisieren. Hinzu kommt:

Die neue Informations- und Kommunikationstechnik soll im schulischen Lernprozess der Schülerinnen und Schüler einen festen und sinnvollen Platz einnehmen. Die Lehrkräfte müssen sich beispielsweise fragen, was die Schülerinnen und Schüler heute für die und mit den neuen Medien lernen müssen, was und wie sie mit ihnen besser ler-

nen, was sie eventuell gar nicht mehr (konventionell) lernen, aber auch, was sie „gegen“ sie lernen müssen.

Zusammenhang von systematischem Lernen und situiertem Lernen

Für die Lernkultur in den Schulen der Sekundarstufe I haben beide Lernformen ihre konstitutive Berechtigung. Systematisches bzw. kognitives Lernen kann man als ein weitgehend inhaltsspezifisches und der betreffenden Sachlogik des Wissensbereiches folgendes Lernen ansehen, bei dem neue Wissens Elemente in Vorhandenes integriert werden. Es zielt darauf, z.B. im Unterrichtsfach ein vernetztes System von Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten zu entwickeln, das flexibel genutzt und immer weiter ausgebaut werden kann. Systematisches Lernen ist daher nicht mit der Anhäufung vieler relativ isolierter Einzelkenntnisse zu verwechseln, die dann zu meist wenig anwendungsbereit sind. Es zielt auf ein grundlegendes Verständnis wesentlicher Zusammenhänge ab. Systematisches Lernen ermöglicht, Detailkenntnisse in größere Zusammenhänge einzuordnen und für Handeln transparent zu machen. Systematisch organisierte Lernsituationen mit klar strukturierten Lernabschnitten sind zum Beispiel in Erarbeitungsphasen geeignet, individuelle Fehler bzw. Wissenslücken zu erkennen und rasch zu beseitigen. Auch ein solches Vorgehen ist schülerorientiert. Andere Ziele des Unterrichts in der Sekundarstufe I brauchen andere Strategien für die Unterrichtsarbeit. Für die Entwicklung von Selbstständigkeit, zur Ausbildung von Lernfähigkeiten zum methodisch-strategischen Lernen u.a. Aufgaben ist auch ein anderes Vorgehen notwendig. Hier wird - z.B. im projektorientierten Unterricht - Lernen so organisiert, dass praxisnahe Probleme das Handeln bestimmen, dass die soziale Perspektive und die vielfältigen Erfahrungen stärker ins Blickfeld rücken, möglichst auch eine gezielte Veränderung der Lebensumwelt der Schülerinnen und Schüler bewirken. Es wird in der Regel von bestimmten Situationen des Alltags bzw. von gesellschaftlich interessanten Problemen ausgegangen, werden Handlungssituationen gesucht, in denen mit unterschiedlichen kognitiven und

ästhetischen Verfahren gelernt werden kann. Deshalb wird es als **situieretes Lernen** bezeichnet. Auch diese Form des Lernens ist notwendig, sie hat nicht nur ihre Berechtigung wie die andere, sondern sie ermöglicht, die angestrebten Ziele in Richtung personaler Kompetenz, Methoden- und Sozialkompetenz zu realisieren. Denn zum Unterricht gehört es, dass Lernen mit dem praktischen Leben verbunden bzw. wenigstens lebensnah und anwendungsbereit gestaltet wird.

Allein im Kopf entsteht nicht automatisch alltagstaugliches Wissen. Im situierten Lernen wird Offenheit in den Lernsituationen mit größeren Handlungsspielräumen für Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler, Eltern benötigt. Geeignete Unterrichtsformen dafür sind Wochenplan- und Freiarbeit, Partner- und Gruppenarbeitsformen, aber auch langfristige Aufträge zum Lückenschließen oder Fördern von Stärken, Kompensationsmaßnahmen, Lernkonferenzen, Planspiele, Projektarbeit. Auch hier gilt: Entscheidend ist die Qualität, wie Lernprozesse organisiert und gestaltet werden.

Kumulativen Verlauf des Lernens organisieren

Die Qualität des systematischen Lernens in einem Fach bzw. in Lernbereichen wird entscheidend von dem Umfang, der Organisation und Verfügbarkeit von Kenntnissen bestimmt. Darin sind im weiten Sinne sowohl Fakten, theoretisches Wissen als auch Methoden eingeschlossen. Es gründet sich auf solides, erweiterungsfähiges Basiswissen und auf individuelle Erfahrungen wie auf das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler. Daher gewinnt die Frage an Bedeutung, wie erfolgreiches Weiterlernen - von Unterrichtseinheit zu Unterrichtseinheit - über das Schuljahr, aber auch bis zum Abschluss der Jahrgangsstufe 10 so organisiert werden kann, dass sich bei Schülerinnen und Schülern zunehmend ein solches Wissen aufbaut. Das verlangt einen Unterricht, in dem das Verstehen und Vertiefen wichtiger sind als die „Stoffvermittlung“, einen Unterricht mit gut durchdachten Lernstrukturen, in denen die Ordnung und Sicherung des Grundlegenden, das individuelle Vertiefen und Einordnen in neue Zusammenhänge,

das zunehmend aktive und selbstständige Handeln der Schülerinnen und Schüler im Zentrum stehen.

Erweitertes Verständnis von schulischer Leistung

Wesentlich ist, Leistung auf den Zusammenhang von inhaltlich-fachlichem, methodisch-strategischem, sozial-kommunikativem und selbsterfahrendem-selbstbeurteilendem Lernen als Tätigkeitsfelder der Schülerinnen und Schüler im Unterrichtsfach und nicht nur beispielsweise auf die Aneignung von Kenntnissen zu beziehen. Dies gilt sowohl für den Unterrichtsprozess als auch für Prüfungen, die sich nicht nur am inhaltlich-fachlichen Lernen orientieren können.

Die Qualität des Lernens soll nicht dadurch behindert werden, dass der geringste Lernfortschritt durch ständige Notengebung begleitet wird. Die schlechte Note in der Phase des Lernens und Ausprobierens ist in der Regel keine gute Motivation zum Weiterlernen. Im Lernprozess sind Fehler zu diskutieren, und Strategien zu ihrer Überwindung werden zur Triebfeder und Herausforderung des Lernens. Für die Unterrichtspraxis sind folgende Aspekte wichtig:

- Leistung bezieht sich nicht nur auf die Feststellung und Bewertung des Ergebnisses, sondern bezieht prozessorientierte Kriterien, wie zum Beispiel den Vollzug einer Problemlösung, ein.
- Nicht nur die individuelle Leistung der Schülerinnen und Schüler, sondern die in gemeinsamer Arbeit in Gruppen gehören zum Normalfall des Unterrichts, auch wenn Einzel- und Gruppenleistungen jeweils unterschiedliche Realisierungsformen im Umgang mit Leistung benötigen.
- Fremdeinschätzung ist durch die zunehmende Entwicklung von Selbsteinschätzung und Mitbeurteilung durch die Schülerinnen und Schüler zu ergänzen.
- Befähigung zur Selbstständigkeit und Förderung von Verantwortung erfordern Informationen für die Schülerinnen und Schüler über ihre Entwicklung - und nicht nur über die Schülerinnen und Schüler.
- Für den Umgang mit Leistungen ist Vergleichbarkeit wichtig, die in der Schule z.B. durch Vergleichsarbeiten und Wett-

bewerben, Erst- und Zweitkorrektur, offenen Austausch über die Erwartungsbilder und Bewertungsmaßstäbe und über Musteraufgaben anzustreben ist.

Effektive Unterrichtsorganisation

Die qualitativen Ansprüche an den Unterricht sind mit Fragen der Organisation des Unterrichts an der Schule verbunden. Die Lehrkräfte stehen vor der Frage, sich die Handlungsspielräume und Ordnungsstrukturen für die Arbeit zu schaffen, die sie dafür brauchen. Ein fester Stundenplanaufbau mit der Einteilung schulischer Arbeit nach der starren 45-Minuten-Stunde, einseitig betontem Fachunterricht und den Sitzordnungen und Ritualen des Frontalunterrichts wird dem in vielem nicht mehr gerecht. Es gilt, sich die Organisation zu schaffen, die diese qualitative Arbeit ermöglicht, wobei die Erfordernisse aus dem Zusammenhang von Lernen - Leisten - Handeln erwachsen. Die Organisation soll zugleich Übersicht und Transparenz für die Formen schulischen Lernens schaffen.

Ansatzpunkte sind

- feste Einbindung von Exkursionen, von Projekt-, Werkstatt- bzw. Freiarbeit in die Wochenplanung,
- Gliederung des Schultages in größere Blöcke,
- Aufgliederung des Unterrichts zwischen Klassenverband und Kleingruppen zur flexiblen Differenzierung,
- Aufbau eines „Lernorte-Netztes“ innerhalb und außerhalb der Schule (z.B. Werkstätten, Schülertreffs usw.),
- Organisation von Hilfs- und Unterstützungssystemen für das Lernen (z.B. zum raschen Ausgleich von Rückständen, zur Förderung von Begabungen),
- Ergänzung oder sogar Verzahnung von Unterricht mit Freizeitangeboten, Arbeitsgemeinschaften, Festen und Veranstaltungen für ein interessantes, vielfältiges Schulleben.

Chancen handlungsorientierten Unterrichts für den Schulalltag nutzen

Handlungsorientierter Unterricht will einen handelnden Umgang mit Gegenständen und Inhalten sichern und dabei den veränderten subjektiven und objektiven Bedingungen für Schule, Lernen und Persönlichkeitsbildung entsprechen. Handlungsorientierter Unterricht bezieht Erkenntnisse der Kognitions- und Tätigkeitspsychologie mit ein, z.B. zum Zusammenhang von Denken, Handeln und Sprechen, auf die Ganzheitlichkeit der handelnden Persönlichkeit. Vieles wird dabei aufgegriffen, was reformpädagogisches Gedankengut ist. Eine besondere Chance besteht darin, gewissermaßen die Grenzen des institutionalisierten Lernens im Unterricht aufzubrechen und Lernen mit dem Schulleben und dem Leben in der Gesellschaft zu verbinden.

Merkmale handlungsorientierter Unterrichtsgestaltung sind

- ganzheitliches Lernen, mit der Aktivierung aller Sinne,
- Entwicklung (und Nutzung) der Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler,
- Produktorientierung,
- praktischer Bezug zum Leben und Handeln (Verändern in der Schule und Gesellschaft).

Dabei ist auf den Zusammenhang aller vier Merkmale zu verweisen. Produktorientierung allein wäre zu wenig. Damit ist nämlich eine beobachtbare Fehlerquelle angesprochen, immer im Unterricht unbedingt etwas herzustellen, z.B. basteln zu müssen. Das Ergebnis kann aber ebenso ein Gesprächsprotokoll, ein Arbeitsblatt, ein Interview oder ein Reportageband sein.

Weitere, für Handlungsorientierung gut nutzbare Unterrichtsformen sind

- Collagen bzw. Standbilder bauen,
- Experimentieren,
- Werkstattarbeit,
- Exkursionsgänge,
- Begriffe legen,
- szenisches Spiel,
- Planspiele,
- Zukunftswerkstatt,

- Erstellen von medialen Präsentationen sowie
- die schon genannten, vielfältig variierbaren Formen des Projektunterrichts.

So oft es möglich und vom Aufwand her vertretbar ist, sind handlungsorientierte Unterrichtsformen im alltäglichen Unterricht zu nutzen.

Differenzierung und Integration

Die Schule kann mit der lebendigen Vielfalt unter den Schülerinnen und Schülern mit dem Gebot von „Gleichheit und Verschiedenheit“ gut umgehen, wenn es ihr gelingt, Differenzierungsmaßnahmen und Integri-

ationsbemühungen nach pädagogischen Gesichtspunkten auszubalancieren. Die pädagogische Bedeutung der Integration liegt für die Schülerinnen und Schüler darin, zu erfahren, inwiefern man sich zwar von anderen unterscheidet, aber dennoch für gemeinsames Handeln fähig ist. Die pädagogischen Chancen der Differenzierung, z.B. Lernen in kleineren Gruppen als dem Klassenverband, liegen darin, gezielter an bestimmten Schwerpunkten zu arbeiten. So können auch die individuellen Leistungsmöglichkeiten von Schülerinnen und Schülern in zeitweise differenzierten Gruppen Berücksichtigung finden.

5 Entwicklung der Qualität schulischer Arbeit: Lehrerkooperation und schuleigener Lehrplan

Die innerschulischen Arbeitsprozesse orientieren sich an der Erarbeitung und Abstimmung pädagogischer Ziele oder Schulprogramme, Entwicklung schuleigener Lehrpläne sowie kontinuierlichen Planung, Durchführung und Auswertung (Evaluation) des Unterrichts.

Qualitätsentwicklung des Unterrichts

Qualitätsentwicklung des Unterrichts ist eine Aufgabe der Schule, in deren Zentrum die Überprüfung bzw. Veränderung des Lern- und Unterrichtskonzepts steht. Sie orientiert sich daran, allen Schülerinnen und Schülern eine umfassende allgemeine Bildung zu vermitteln. Damit wird nach der Leistungsfähigkeit des Unterrichts, nach der Vergleichbarkeit und der Verwertbarkeit der Ergebnisse gefragt, vor allem im Bezug auf einen erfolgreichen individuellen Abschluss der Schule im Rahmen der Bildungsgänge der Sekundarstufe I. Zu dieser Aufgabe gehört es, nationale und internationale Vergleichsuntersuchungen (Leistungsstudien wie PISA) regelmäßig einzubeziehen und auszuwerten.

In allen Fächern sind Ziele und **Qualifikationserwartungen für den Abschluss der Jahrgangsstufe 10** formuliert. Sie sind Orientierung und Maßstab für den schöpferi-

schen Umgang auf der Ebene der Schule. Lehrerteams haben die Aufgabe, auf ihrer Grundlage über Fragen des Lernens und Lehrens an ihrer Schule selbst zu entscheiden, Aufgaben und Maßnahmen untereinander abzustimmen, eine darauf bezogene Praxis von differenzierter Unterrichtsarbeit, Leistungsbewertung und Evaluation von Unterricht zu entwickeln. Sie können zu einer guten Vergleichbarkeit grundlegender schulischer Anforderungen beitragen und helfen, die Planungssicherheit in Bezug auf die Ziele und Inhalte des Unterrichts zu erhöhen. Sie sind sowohl nach außen als auch nach innen gerichtet und können daher Schülerinnen und Schülern, Eltern und Abnehmern von Absolventen der Jahrgangsstufe 10 in geeigneter Weise öffentlich gemacht werden.

Ein wesentliches Instrument zur Qualitätsentwicklung des Unterrichts an der Schule ist **der schuleigene Lehrplan**.

Ansprüche an die Planung für Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf

Die Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf im gemeinsamen Unterricht haben eine Bildungsempfehlung, die Aussagen über die zielgleiche bzw. zieldifferente Integration und über zu-

sätzliche sonderpädagogische Förderung im gemeinsamen Unterricht trifft. Auf der Grundlage dieser Bildungsempfehlung wird auf der Klassen- bzw. Jahrgangskonferenz für die Zusammenarbeit von Klassen- und Fachlehrkräften sowie Sonderpädagogen ein Förderkonzept erarbeitet, das die individuellen Lernziele auf der Basis der aktuellen Lernvoraussetzungen und der zugrunde liegenden Rahmenlehrplananforderungen beschreibt.

Um individualisierende und differenzierende Maßnahmen in einem pädagogischen Gesamtkonzept zu realisieren, muss der Planung ein Unterrichtskonzept zugrunde liegen, das durch flexible innere Differenzierung auf der Ziel-Inhalts-Methoden- und Organisationsebene gekennzeichnet ist.

Für Schülerinnen und Schüler mit einer Sinnes- oder Körperbehinderung können die Rahmenlehrplananforderungen für die Sekundarstufe I beibehalten und behinderungsspezifisch modifiziert werden. Für Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf im Bereich Lernen wird es auch andere Ziele und notwendige Phasen der systematischen Übung, Festigung und systematischen Entwicklung von Lernstrategien geben müssen, die nicht immer an allen gemeinsamen Lerninhalten stattfinden können.

Um die Planung und die sonderpädagogische Förderung zu optimieren, ist eine regelmäßige Dokumentation der Ergebnisse und des Verlaufs der Förderung erforderlich. Diese Daten sind regelmäßig durch die beteiligten Lehrkräfte auszuwerten (Fortschreibung des Individuellen Förder- und Entwicklungsplans).

Ansprüche an schuleigene Lehrpläne

Schuleigene Lehrpläne sind das „Brückenglied“ zwischen den durch das Land erlassenen Rahmenlehrplänen und der Ausgestaltung des Unterrichts in der Schule. Sie berücksichtigen die Selbstständigkeit der Schule und ihr eigenes, charakteristisches Profil, die Besonderheiten des Standortes, der Schülerinnen und Schüler sowie der Lehrkräfte, der Kooperation mit Schulpartnern.

Inhaltliche Ansprüche an die Entwicklung schuleigener Lehrpläne

- Abstimmung gemeinsamer inhaltlicher Schwerpunktsetzungen entsprechend der Verbindlichkeit der Rahmenlehrpläne und des zeitlichen Rahmens, d.h.
 - Festlegung von schul- bzw. jahrgangsstufenbezogenen Anforderungen,
 - Vereinbarungen zum bildungsgangspezifischen Ausdifferenzieren von Anforderungen und zum individuellen Förder- und Entwicklungsbedarf,
 - Abstimmung von Übungs- bzw. Konsolidierungsschwerpunkten und methodischen Wegen (Systematisierung, Anwendung);
- Verabredungen zum Einsatz von Schulbüchern, Unterrichtsmaterialien, Medien;
- Verabredungen zum Umgang mit Leistung im Fach (z.B. Aufgabenbeispiele, Anzahl und Formen von Kontrollarbeiten) unter inhaltlich-fachlichen und methodisch-strategischen Gesichtspunkten sowie im fächerverbindenden Unterricht;
- Bestimmung von Ansprüchen für die Unterrichtsarbeit und das Schulleben unter den Perspektiven
 - Organisationsstrukturen für den Unterricht,
 - Festlegungen zur fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterrichtsarbeit im Fach,
 - Abstimmung mit pädagogischen Konzepten für die Arbeit in den einzelnen Klassen bzw. Jahrgangsstufen;
- Maßnahmen zur Evaluation des Unterrichts (Formen, Verantwortlichkeiten), z.B. analytische Arbeiten (z.B. Vorwissen ermitteln, Lernstandsdiagnosen);
- Umgang und Weiterschreibung des schuleigenen Lehrplans.

Schuleigene Lehrpläne als „verkürzte Rahmenlehrpläne“ oder als „Stoffverteilungspläne“ werden den neuen Anforderungen nicht gerecht.

Für Form und Struktur der schuleigenen Lehrpläne gibt es keine verpflichtende Vorgabe. Sie können knapp formuliert sein. Sie sollen für das Planungshandeln der Lehr-

kräfte im Schulalltag gut zugänglich und praktisch handhabbar sein (z.B. Tabellen, Übersichten). Es ist empfehlenswert, wenn sich die Teile der konzeptionellen Gesamtsicht (z.B. von der Jahrgangsstufe 7 bis zur Jahrgangsstufe 10) mit den Teilen der einzelnen Jahrgangsstufen bzw. der Unterscheidung von Erweiterungs- und Grundkursen sinnvoll ergänzen. Sie sind fortlaufend zu evaluieren und fortzuschreiben.

Fachkonferenz- und Jahrgangsarbeit

Die Arbeit in den Gremien dient der Abstimmung in den Fächern und zwischen den Fachbereichen. Sie bezieht Ziele, Inhalte und Wege des Unterrichts im Zusammenhang von Lernen und Leisten ein. Sie steht im Zusammenhang zu den verabredeten

gemeinsamen pädagogischen Zielen der Schule. Die dafür zuständigen Gremien sind die Fachkonferenzen, die Jahrgangskonferenzen und die Konferenz der Lehrkräfte. Der pädagogisch zweckmäßige Umgang mit den übergreifenden Themenkomplexen, die fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterrichtsvorhaben erfordern Abstimmungen zwischen Fachkonferenzen und Jahrgangskonferenzen.

Für die individuelle Unterrichtsplanung der Lehrkräfte sind die Verabredungen und Maßnahmen der schuleigenen Lehrpläne bindend. Die Lehrkräfte unterrichten auf ihrer Grundlage in eigener Verantwortung im Rahmen der Beschlüsse der schulischen Gremien.

Teil II: Rahmenlehrplan für das Fach Astronomie

1 Beitrag des Faches Astronomie zur Grundbildung in der Sekundarstufe I

Durch die Einbeziehung des Faches Astronomie in die Sekundarstufe I wurde das Spektrum der Naturwissenschaften um ein zusätzliches Fach erweitert, wodurch zum einen eine breite fachübergreifende, ganzheitliche und integrative Sichtweise in den Naturwissenschaften ermöglicht wird und zum anderen durch fachspezifische Themen der Astronomie eine Interessenförderung in diesem Bereich und Einblicke in typisch astronomische Arbeitsweisen ermöglicht werden.

In neueren wissenschaftlichen Untersuchungen definiert man **naturwissenschaftliche Grundbildung** (scientific literacy) als die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, die die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen. Diese Definition umfasst drei Aspekte:

- naturwissenschaftliche Prozesse,
- naturwissenschaftliche Konzepte und
- Situationen (im Allgemeinen häufig als „Kontext“ bezeichnet).

Ausgewählte naturwissenschaftliche Prozesse sind

1. Fragestellungen erkennen, die naturwissenschaftlich untersucht werden können;
2. Belege/Nachweise identifizieren, die in einer naturwissenschaftlichen Untersuchung benötigt werden;
3. Schlussfolgerungen ziehen und bewerten;
4. gültige Schlussfolgerungen kommunizieren und
5. Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte zeigen.

Wichtige naturwissenschaftliche Themen für naturwissenschaftliche Grundbildung gibt es auch für den Astronomieunterricht:

- Struktur und Eigenschaften von Stoffen,
- atmosphärische Veränderungen,

- chemische und physikalische Veränderungen,
- Energieumwandlungen,
- Kräfte und Bewegung sowie
- Erde und ihre Stellung im Universum.

Die angestrebten Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Unterstützung der Entwicklung der vier Kompetenzbereiche sind eine grundsätzliche Voraussetzung für die Realisierung der vier pädagogischen Ziele der Sekundarstufe I: *Anschlussfähigkeit und lebenslanges Lernen, Mitbestimmungs- und Teilhabefähigkeit, Ausbildungsfähigkeit sowie Stärkung der Persönlichkeit.*

Anschlussfähigkeit und lebenslanges Lernen

Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage,

- zu erkennen, dass ein lebenslanges Lernen notwendig ist, um gegenwärtige und zukünftige Probleme der Gesellschaft zu bewältigen (z. B. leistungsfähige medizinische Gerätetechnik als „Abfallprodukt“ der Raumfahrt, z. B. Fernendoskopie),
- ein astronomisches Basiswissen im Sinne von Allgemeinbildung zu erwerben und zu festigen (z. B. astronomische Vorgänge beeinflussen unser tägliches Leben) und
- insbesondere neue Medien effektiver zu nutzen, um aktuelle astronomische Informationen zu gewinnen (z. B. Aufbau/Nutzen der Internationalen Raumstation ISS).

Mitbestimmungs- und Teilhabefähigkeit

Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage,

- zunehmend selbstständig zu erkennen, dass die Ergebnisse der Raumfahrt das persönliche und gesellschaftliche Leben durchdringen (z.B. weltraumgestützte Navigationssysteme) sowie

- zu erkennen, dass Fantasie Triebkraft geistiger und praktischer Forschung ist (z. B. Problemdiskussion: Sciencefiction – technokratische und antihumane Zukunftsfiktion oder...?).

Stärkung der Persönlichkeit

Sie besteht darin, dass Schülerinnen und Schüler

- über einen astronomischen Sachverhalt (z. B. Sichtbarkeit von Kometen) mithilfe naturwissenschaftlicher Begriffe kommunizieren, miteinander kooperieren, sich gegenseitig helfen, andere Meinungen akzeptieren und einen Konsens finden,
- Argumente anderen gegenüber begründen und dabei den eigenen Standpunkt vertreten (z. B. Problemdiskussion: „Nutzen, Risiken und Grenzen der Raumfahrt“) sowie
- Fähigkeiten erwerben, mit anderen soziale Beziehungen (z. B. Hilfe und Unterstützung beim Schülerexperiment Bildentstehung am keplerschen Fernrohr) einzugehen.

Ausbildungsfähigkeit

Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage,

- sich (wie bei anspruchsvollen Beobachtungsreihen) schrittweise Wissen, Können und Verhaltenseigenschaften für die spätere Berufs-, Fach- und Hochschulausbildung anzueignen (Zuverlässigkeit und Ausdauer, Verantwortungsbereitschaft, Selbstständigkeit, Konzentrationsfähigkeit, Kreativität und Flexibilität, Lern- und Leistungsbereitschaft),
- astronomische Arbeitsergebnisse auszuwerten und selbstbewusst vorzutragen sowie
- in Gruppen miteinander zu lernen und leitend oder untergeordnet astronomische Beobachtungen durchzuführen und diese zu erläutern.

Die Beherrschung von astronomischem Wissen und Können trägt zur Entwicklung kognitiver und emotionaler Strukturen und

zu einer entsprechenden Handlungsfähigkeit bei.

Der Astronomieunterricht ermöglicht dies im Rahmen der Grundbildung, indem er

- die Erkenntnis von der Naturgesetzlichkeit im All fördert,
- die räumliche und zeitliche Stellung des Menschen in der Natur und die Entwicklung des Weltbildes weg von dem räumlichen und zeitlichen Mittelpunktanspruch des Menschen beschreibt,
- die Verbundenheit der Menschen aller Generationen mit dem All, die Abhängigkeit des Lebens insbesondere von der Sonne und die des Lebensrhythmus von Rotation und Jahreslauf der Erde lehrt, aber auch die Grenzen der Einwirkung auf menschliche Verhaltensweisen (Astrologie, Aberglaube, Esoterik ...) erkennbar und einsichtig macht,
- das notwendige Wissen liefert und das Interesse für die aktive Diskussion über aktuelle Fragen weckt sowie
- zum Erwerb wichtiger naturwissenschaftlicher Fähigkeiten (z. B. beim Erläutern von Methoden zur Bestimmung physikalisch-astronomischer Größen wie Entfernung, Zeit und Lichtgeschwindigkeit) führt und der Schulung des logischen und kreativen Denkens dient.

Der Astronomieunterricht vermittelt den Schülerinnen und Schülern grundlegendes Wissen über ausgewählte kosmische Objekte, Vorgänge und Erscheinungen im Weltall sowie über deren Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten. Dazu gehören Kenntnisse über die Bewegung, die physikalischen und chemischen Eigenschaften, die Entstehung und Entwicklung von Himmelskörpern sowie grundlegende Vorstellungen vom Universum.

Die Schülerinnen und Schüler werden mit der besonderen Stellung der Erde im Kosmos und der Verletzlichkeit des Heimatplaneten vertraut gemacht. Erst ein Zusammenwirken unterschiedlicher Sichtweisen lässt erwarten, dass die Schülerinnen und Schüler zu verantwortungsvollem Handeln und Verhaltensänderungen im Hinblick auf den Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen gelangen. Damit leistet der Astronomie-

unterricht gemeinsam mit anderen Fächern einen Beitrag zur Umwelterziehung.

Nicht zuletzt werden die Schülerinnen und Schüler bei der Beschäftigung mit astronomischen Fragestellungen angeregt, über philosophische und religiöse Grundfragen und über ihr eigenes Weltbild nachzudenken. Dies führt in Grenzgebiete, die auch im Unterricht bewusst nicht ausgeklammert werden sollen und in denen der Hinweis auf Philosophie und Religionen, die hier Deutungen und Glaubensaussagen beinhalten, nicht fehlen darf. Untersuchungen zeigen, dass in der jetzigen hoch technisierten Ge-

sellschaft die Gefahr offensichtlich groß ist, sich allzu eifertig an einfache und scheinbar klare Lösungen zu klammern, die durch Glauben an spirituelle Sekten, Horoskope und Esoterik, an allen wissenschaftlichen Erkenntnissen vorbei, das Bedürfnis der Menschen nach Sinnggebung und Bedeutung zu befriedigen suchen. Hier soll Lehrkräften, Schülerinnen und Schülern Mut gemacht werden, diese Sinnfragen auszusprechen und damit Grundlagen für ein ständiges, begründetes und hinterfragtes Weltbild zu legen.

2 Ziele, Qualifikationserwartungen und fachdidaktische Konzeption

2.1 Ziele

Neben der Vermittlung eines überschaubaren, soliden Faktenwissens führt der Astronomieunterricht die Schülerinnen und Schüler auf einem angemessenen Niveau in fachspezifische Denk- und Arbeitsweisen ein. Insbesondere sollen die Schülerinnen und Schüler lernen, Erscheinungen am Himmel zielgerichtet zu beobachten und deren naturwissenschaftliche Deutung zu erfassen. Dabei weckt der Astronomieunterricht Erstaunen vor der räumlichen und zeitlichen Größe des Universums und Freude an der Ästhetik der Himmelserscheinungen (z. B. Sternbildkonfigurationen, Schönheit der Farben). Ausgehend von der Tatsache, dass in früheren Hochkulturen astronomische Zeugnisse nachzuweisen sind, trägt der Astronomieunterricht dazu bei, die Leistungen dieser Menschen zu achten und zu würdigen. Die Schülerinnen und Schüler erhalten in diesem Zusammenhang Einblicke in die Geschichte der Astronomie.

2.2 Qualifikationserwartungen zum Abschluss der Jahrgangsstufe 10

Am Ende der Jahrgangsstufe 10 erfüllen die Schülerinnen und Schüler folgende *verbindliche Qualifikationserwartungen*. Sie bezie-

hen sich schwerpunktmäßig auf die Zielbereiche fachlichen und methodisch-strategischen Lernens und sind von den Schülerinnen und Schülern an den unter 4 dargestellten Lerninhalten zu erwerben. Welche dieser Lerninhalte davon besonders geeignet sind, wird dort kenntlich gemacht. Sie werden auf den Bildungsgang zum Erwerb der *Fachoberschulreife (erweiterte allgemeine Bildung)* bezogen. Weitere Hinweise auf den Bildungsgang zum Erwerb der *Berufsbildungsreife (grundlegende allgemeine Bildung)* und auf den Bildungsgang zum Erwerb der *allgemeinen Hochschulreife (vertiefte allgemeine Bildung)* werden in 2, 4 und 6 gegeben.

Grundlegende, erweiterte und vertiefte allgemeine Bildung unterscheiden sich z. B. durch

- den *Umfang an Kenntnissen* über astronomische Sachverhalte und deren Komplexität,
- den *Grad der Beherrschung* der Fachsprache,
- den *Grad der Selbstständigkeit* bei der Lösung von Aufgaben und der Anwendung wesentlicher astronomischer und anderer naturwissenschaftlicher Tätigkeiten, fachspezifischer Arbeitsweisen, Erkenntnismethoden und -wege.

Qualifikationserwartungen zum Abschluss der Jahrgangsstufe 10

Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage,

- ausgewählte astronomische Begriffe richtig zu verwenden,
- astronomische Vorgänge und Erscheinungen zu beobachten, zu beschreiben, zu vergleichen und zu erläutern, vorausszusagen und zu deuten bzw. zu erklären,
- die Fähigkeit zu entwickeln, Beobachtungen, Experimente und Sachverhalte zu strukturieren, einzuordnen, zu analysieren und in einzelnen Fällen zu bewerten,
- grundlegende astronomische Größen, Einheiten, Symbole, Gleichungen und Gesetze anzuwenden,
- die historische Bedeutung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse in ihrer jeweiligen Zeit zu verstehen und zu bewerten,
- grundlegende Kenntnisse über die Entstehung und Entwicklung von Himmelskörpern sowie über ihre Bewegungen, ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften zu erwerben,
- sich Kenntnisse um die Sonderstellung des "Raumschiffes" Erde für die Menschen innerhalb der gewaltigen Dimension des Universums anzueignen,
- die Verletzlichkeit des Lebensraums "Erde" in Abhängigkeit von physikalischen, chemischen und geologischen Parametern zu erkennen,
- mit Modellen/Idealisierungen zu arbeiten und diese zum Beschreiben, Erläutern und Erklären ausgewählter astronomischer Erscheinungen sowie zur Hypothesenbildung zu nutzen,
- angeleitete bzw. selbstständige Himmelsbeobachtungen mit freiem Auge, mit Fernglas, Fotoapparat, Fernrohr und anderen optischen Geräten durchzuführen,
- Lehrbücher, astronomische Kalender, Sternkarten, Tafelwerke und andere Nachschlagewerke, Taschenrechner und (insbesondere neue) Medien zur Gewinnung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse zu nutzen,
- astronomische Sachverhalte an Beispielen unter Nutzung naturwissenschaftlicher Gesetze zu erläutern,
- astronomische Erscheinungen und Vorgänge auf der Grundlage naturwissenschaftlicher Gesetze zu erklären,
- übersichtlich, aussagekräftig, visualisiert bzw. akustisch (unter Nutzung insbesondere der neuen Medien) Ergebnisse astronomischer Erkenntnisgewinnung zu präsentieren,
- über einen astronomischen Sachverhalt mithilfe naturwissenschaftlicher Begriffe zu kommunizieren, miteinander zu kooperieren, sich gegenseitig zu helfen, andere Meinungen zu akzeptieren und einen Konsens zu finden.

2.3 Fachdidaktische Konzeption

Inhalte des Pflichtunterrichts in den Fächern Physik, Biologie, Chemie und des Wahlpflichtunterrichts Naturwissenschaften stehen vielfach in einem engen inhaltlichen Zusammenhang zum Wahlpflichtunterricht Astronomie. Grundsätzlich gilt auch für den Wahlpflichtunterricht Astronomie die gleiche Herangehensweise an die Erkenntnisgewinnung wie in anderen naturwissenschaftlichen Fächern.

Die Besonderheiten ergeben sich aus der Bildungsvorstellung des Wahlpflichtunterrichts selbst. Während der Pflichtunterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern grundsätzlich die für alle gemeinsamen Inhalte umfasst, ist der Wahlpflichtunterricht durch das Prinzip der Interessendifferenzierung bestimmt. Damit wird dem Verständnis von Bildung als Verbindung von gemeinsamer Grundbildung und Spezialisierung entsprochen. Es ist eine Stärke des Wahlpflichtunterrichts, über das Anknüpfen an individuelle Interessen gemeinsame Bil-

dungsinhalte zu erschließen und Unterschiede auszugleichen. Daraus leitet sich auch die konstitutive Bedeutung der Mitbestimmung für den Wahlpflichtunterricht ab. Deshalb sind im Wahlpflichtunterricht gruppenspezifische, aber auch auf einzelne Schülerinnen und Schüler bezogene curriculare und didaktisch-methodische Schwerpunktbildungen möglich und notwendig.

Der Astronomieunterricht in den Jahrgangsstufen 9 und 10 der Sekundarstufe I baut auf dem *Grundverständnis* naturwissenschaftlicher Phänomene aus der *Primarstufe* und den dort und im naturwissenschaftlichen Fachunterricht der Jahrgangsstufen 7 und 8 erworbenen Qualifikationen sowie auf den Lebenserfahrungen der Schülerinnen und Schüler auf.

Im Rahmen des fakultativen Unterrichts können in allen Schulformen bereits ab Jahrgangsstufe 7 Arbeitsgemeinschaften mit astronomischen Inhalten eingerichtet werden. In den folgenden Jahrgangsstufen muss daher den Schülerinnen und Schülern unabhängig von ihrer astronomischen Vorbildung die Möglichkeit geboten werden, in den Wahlpflichtunterricht Astronomie bzw. Naturwissenschaften der Jahrgangsstufe 9 einzusteigen.

Neben der Vermittlung eines geordneten Wissens über ausgewählte astronomische Prozesse und Naturerscheinungen werden auch Arbeitsmethoden und -verfahren der Fachwissenschaft mit dem Ziel behandelt, die Schülerinnen und Schüler mit astronomischen Betrachtungsweisen vertraut zu machen. Dies erfolgt grundsätzlich genauso wie in anderen Naturwissenschaften im Wechselspiel von Beobachtung und gedanklicher Verarbeitung, Theoriebildung und experimenteller Überprüfung. Im Astronomieunterricht spielt allerdings im Unterschied zur Physik und Chemie nicht die Arbeit mit dem Experiment die vorrangige Rolle, sondern es dominiert die astronomische Beobachtung.

Lebensweltbezogener Unterricht

Wichtige Bezüge sind aktuelle, lebensweltbezogene Fragestellungen, innerhalb derer die sinnstiftenden Beiträge des Faches einsichtig werden und sich zu Sachstrukturen erschließen lassen. Ziel soll es dabei sein, die Sinnhaftigkeit der Beschäftigung mit dem Fach einsichtig zu machen und gleichzeitig aus ihr heraus die Entfaltung der erworbenen Kompetenzen anzubahnen, was zu entsprechendem Handeln führt.

Die lebensweltlichen Kontexte spiegeln sich darin wider, dass jede Jahrgangsstufe in Themenfelder gegliedert wird, denen Themen zugeordnet werden. Die fachlichen Inhalte der Jahrgangsstufen 9 und 10 wurden lebensweltorientiert (manchmal als Fragen) formuliert. Sie bilden Brücken zur Lebenspraxis oder zu anderen Unterrichtsfächern. Auch Projekte oder fachübergreifende bzw. fächerverbindende Vorhaben können an diese Themenfelder angekoppelt werden.

Namhafte Forscherinnen und Forscher sowie Nobelpreisträgerinnen und Nobelpreisträger u.a. haben schon vor Jahren gefordert, dass öffentliche Bildungseinrichtungen, die mit Steuergeldern finanziert werden, die Aufgabe haben, die Astrologie als das darzustellen, was sie tatsächlich ist, nämlich Aberglaube und Pseudoreligion. Im Astronomieunterricht staatlicher Schulen müssen sich aus diesem Spannungsfeld, nämlich wissenschaftliche Kenntnisse zu vermitteln und das Recht auf Glaubensfreiheit zu wahren, auch Konsequenzen für die Auswahl der Inhalte und die didaktisch-methodische Gestaltung des Unterrichts ergeben (vgl. 1).

Um das *Verständnis* der Schülerinnen und Schüler für Umwelt und technische Entwicklung zu fördern und ihr *Interesse* für naturwissenschaftliche Fragestellungen zu wecken, muss der Unterricht im Fach Astronomie auf das *Aufnahmevermögen*, die *Vorerfahrungen* und das *Lernvermögen* abgestimmt sein. Dabei sind folgende *Grundsätze* zu beachten:

- Astronomieunterricht muss an die Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler anknüpfen und in einer elementarisierten Form der Jahrgangsstufe gemäß angeboten werden.

- Die Klärung grundlegender Fragen ist einer Anhäufung von Fachwissen und Themen vorzuziehen.
- Schülerexperimenten bzw. eigenständigem Beobachten, Messen und Auswerten ist gegenüber Demonstrationsexperimenten bzw. Darstellungen durch Lehrkräfte der Vorzug zu geben.
- Der Einsatz mathematischer Verfahren und Methoden erleichtert die Erfassung der astronomischen Gegenstände. Er ist im Unterricht der Sekundarstufe I in einer Reihe von Fällen sinnvoll und beabsichtigt. Die Überbetonung eines mathematischen Formalismus kann allerdings auch bei Schülerinnen und Schülern zu einer Ausblendung des naturwissenschaftlichen Verstehens führen.
- Die Schülerinnen und Schüler eignen sich den Inhalt von Tätigkeiten fundiert an, damit sie diese sicher anwenden können. Das ist deshalb wichtig, da es neben Tätigkeiten, die in allen Fächern gleiche Bedeutung haben (z. B. Beschreiben, Erläutern ...), außerdem solche Tätigkeiten gibt, die sich von dem Inhalt in anderen Fächer(gruppe)n unterscheiden (z. B. Erklären, Interpretieren).
- Themen, die den Erfahrungsbereichen der Schülerinnen und Schüler entstammen, sind verstärkt in den Unterricht einzubeziehen. Dies gilt insbesondere ebenfalls für Umwelt- und Technologiefragen, die in der Öffentlichkeit diskutiert werden und denen durch sachimmanente Behandlung im Fach Astronomie unter Umständen eine neue Sichtweise zugeordnet werden kann.
- In der Sekundarstufe I steht der empirische Erkenntnisweg im Vordergrund.

Nachfolgend werden *Fachkonzepte* und *wesentliche Tätigkeiten, fachspezifische Arbeitsweisen, Erkenntnismethoden bzw. -wege* tabellarisch dargestellt, an denen sich die didaktische Konzeption orientieren soll.

Fachkonzepte (nach W. Winnenburg: Astronomie heute; 1995)

	Die Schülerinnen und Schüler
Astronomie weist den Übergang von mystischen Anfängen zu rationaler Weltanschauung	<ul style="list-style-type: none"> – kennen <i>wesentliche Schritte der Entwicklung der Astronomie von mystischen Anfängen bis zur modernen Naturwissenschaft¹</i>, – begreifen das Experiment als „Frage und Antwort“ an bzw. auf die Natur, – erkennen und reflektieren die Entwicklung menschlichen Denkens am Beispiel der Astronomie als Entwicklung zur rational physikalischen Methode der Naturerkenntnis und gegen irrationale Einwirkungen.
Astronomie durchleuchtet die räumliche und zeitliche Stellung des Menschen in der Welt	<ul style="list-style-type: none"> – kennen und verstehen an überschaubaren Beispielen dieses Konzept, – erkennen das Konzept als Beitrag zum Prozess der Versachlichung der Umwelt und der Einordnung der eigenen Persönlichkeit in die Gesamtheit der Welt und handeln entsprechend.
Astronomie eröffnet Perspektiven zur naturphilosophischen Welter-schließung	<ul style="list-style-type: none"> – wissen, dass das 20. Jahrhundert in der Kulturgeschichte als die Periode eingeht, in der der Mensch sich von der Erde gelöst hat und messend weit in den Weltraum vorgestoßen, aber gleichermaßen auch tief in den Mikrokosmos eingedrungen ist, – erkennen, dass die Beantwortung naturphilosophischer Fragen eine Voraussetzung für die Selbsterkenntnis des Menschen und für seine Selbstbestätigung als geistiges Wesen ist.
Astronomie öffnet den Blick für die Vielschichtigkeit erfahrbarer Realität	<ul style="list-style-type: none"> – wissen, dass <i>das Erkenntnisvermögen begrenzt ist und man daher stets nur Teilaspekte der erfahrbaren Realität wahrnehmen kann</i>, die Welt also vielschichtig ist.
Astronomie betont die Bedeutung internationaler Kooperation	<ul style="list-style-type: none"> – wissen, dass die Astronomie mit ihren universell gültigen Gesetzen geradezu zur Zusammenarbeit aller Astronomen prädestiniert ist und viele astronomische Messreihen einer Beobachtung von verschiedenen Erdorten aus bedürfen, – erkennen, dass gemeinsame Anstrengungen bei der Enträtselung des Weltalls auch zur Achtung und zum persönlichen Kennen lernen der Forschungspartner und zur Praktizierung von Toleranz gegenüber fremd wirkenden Einstellungen und Verhaltensweisen, zum Verständnis für andersartige Mentalitäten führen.
Astronomie weist auf die Einheit von Mensch und Natur	<ul style="list-style-type: none"> – wissen, dass <i>Naturwissenschaft und Technik heute weitgehend ihr Leben und ihre Vorstellungen von der Welt beeinflussen</i>, – wissen, dass das Weltall wie auch das Leben einer Evolution unterliegen und der Mensch selbst einen nicht vernachlässigbaren Faktor der Entwicklung seiner Umwelt verkörpert, – erkennen, dass Astronomie im Verbund mit den Naturwissenschaften Voraussetzungen, Bedingungen und Folgen einschließlich übergreifende Themenkomplexe des menschlichen Lebens und Überlebens in die Bemühungen um Erkenntniszuwachs einzubeziehen hat.
Astronomie wirft die Frage nach verantwortlichem Handeln auf	<ul style="list-style-type: none"> – wissen, dass <i>naturwissenschaftliche Entwicklungen in der Vergangenheit zu großartigen technischen Fortschritten, aber auch zu traurigen Konsequenzen und Gefahren geführt haben</i>, – wissen, dass die Astronomie als naturwissenschaftliche Disziplin nicht wertfreie Wissenschaft und durch ihre Wechselwirkung mit Physik und anderen Fächern nicht losgelöst von Verantwortlichkeit ist, – erkennen, dass Vermeidung jeglicher Art des Missbrauchs ihres Wissens und Könnens ein Gebot der Vernunft ist, wobei die Entscheidung für ihr Handeln auf (ethischen) Normen beruht.

¹ Empfehlungen für die Bildungsgangdifferenzierung betreffs *grundlegender allgemeiner Bildung* werden durch Kursivdruck dargestellt.

Rahmenlehrplan Astronomie Wahlpflichtbereich
Sekundarstufe I

Astronomie klärt die Beeinflussung des Menschen durch kosmische Vorgänge	<ul style="list-style-type: none"> – wissen, dass der Mensch durch seine Eingebundenheit in das Weltall zahlreichen kosmischen Einflüssen ausgesetzt ist, – wissen, dass die Astronomie im Gegensatz zu physikalisch nachweisbaren kosmischen Einflüssen auf Erde und Mensch die von der Astrologie postulierten persönlichkeitsformenden Einflüsse gewisser Sternbilder und Planeten negiert, – wissen, dass es der Astrologie bis heute nicht gelungen ist, einen Beweis für die Seriosität ihrer Aussagen zu erbringen und dass die Abhängigkeit vieler Menschen von Horoskopaussagen eine Fehlentwicklung ist, der am effektivsten durch eine einsichtige Aufklärung entgegengewirkt werden kann.
---	--

Wesentliche Tätigkeiten und fachspezifische Arbeitsweisen; Erkenntnismethoden bzw. -wege

	Die Schülerinnen und Schüler
wesentliche geistige Schülertätigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> – kennen <i>Begriffsinhalt wesentlicher geistiger Tätigkeiten (Beschreiben, Beobachten, Erläutern, Vergleichen, Begründen, Erklären, Voraussagen) und können die Tätigkeit</i> in der Regel ohne und <i>teilweise mit Anleitung</i> (Interpretieren von Diagrammen und Gleichungen) nachvollziehen, – erkennen das Arbeiten mit Begriffen und naturwissenschaftlichen Gesetzen als wichtige Vorgehensweise beim naturwissenschaftlichen Denken und Arbeiten.
Planung, Durchführung und Auswertung astronomischer Beobachtungen	– erkennen diese als typische, naturwissenschaftliche Arbeitsweise, können die Schritte dabei anwenden und reflektieren.
Sammeln, Ordnen, Strukturieren	– <i>wenden die Tätigkeiten in überschaubaren Sachzusammenhängen bei vorgegebenen Strukturierungskriterien an.</i>
Fragestellung	– formulieren, identifizieren und reflektieren die Fragestellung in überschaubaren Sachzusammenhängen.
Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten	– wenden diese Schritte an, erkennen und reflektieren sie als typische, naturwissenschaftliche Arbeitsweise.
induktive und deduktive Erkenntnismethode	– sollen beide Methoden anhand konkreter Themen kennen lernen, anwenden und als typische Erkenntnismethoden der Astronomie reflektieren.
empirischer und theoretischer Erkenntnisweg	– lernen beide Wege anhand konkreter Themen kennen und <i>können</i> häufiger den <i>empirischen Erkenntnisweg anwenden.</i>
Hypothesenbildung	– wenden sie als typische, naturwissenschaftliche Arbeitsweise an, erkennen und reflektieren sie.
Arbeit mit Modellen	<ul style="list-style-type: none"> – verwenden naturwissenschaftliche Modelle in konkreten Situationen, – <i>unterscheiden Modell und Realität,</i> – reflektieren Modelle als Mittel zur Veranschaulichung und Erkenntnisgewinnung.
Modellierung	– nehmen Modellierung an konkreten, praktischen Fällen mit und ohne Anleitung vor und reflektieren sie als wichtige Methode der Naturwissenschaften.
Analogiebildung	<ul style="list-style-type: none"> – unterscheiden Analogie und Realität, – vollziehen Analogiebildungen nach, beschreiben sie angemessen und erkennen ihre Bedeutung als Mittel zur Erkenntnisgewinnung.
Sicherheit	– beachten Sicherheitsbestimmungen für die eigene Sicherheit und die anderer Menschen in konkreten Situationen und entwickeln Verantwortung.

3 Grundsätze der Unterrichtsgestaltung

3.1 Unterrichtsorganisation

Die grundlegende Organisationsform ist auch im Wahlpflichtunterricht Astronomie die 45-Minuten-Unterrichtsstunde in Kursform. Weitere Organisationsformen sind aber nicht nur möglich, sondern zwingend notwendig. Je nach Themenstellung, Jahreszeit und örtlichen Möglichkeiten sind Veranstaltungen außerhalb der Unterrichts-räume wie astronomische Beobachtungen, Exkursionen zu Planetarien, Sternwarten und anderen astronomischen Forschungseinrichtungen und Denkmälern sowie die Projektarbeit an und außerhalb der Schule einzuplanen.

Die astronomischen *Beobachtungen* sind so zu organisieren, dass die Schülerinnen und Schüler unbedingt (insbesondere bei der Sonnenbeobachtung!) die gesetzlichen Bestimmungen (hier besonders zum Schutz der Augen vor Schäden durch elektromagnetische Strahlungen hoher Strahlungsdichte) beachten.

Da einige Beobachtungen nur in den Abendstunden durchgeführt werden können, sind die Erziehungsberechtigten rechtzeitig über diese obligatorischen Schulveranstaltungen zu verständigen. Es sind die entsprechenden gesetzlichen Bestimmungen zu beachten (z. B. Fürsorge- und Aufsichtspflicht der Lehrkräfte, Gesundheitsschutz, Belehren der Schülerinnen und Schüler).

Es hat sich bewährt, *Fachhelferinnen und -helfer* einzusetzen. Die Befähigung für diese Tätigkeit können Schülerinnen und Schüler durch individuelle Anleitung seitens der Lehrkraft oder in einer besonderen Arbeitsgemeinschaft erwerben, um ihre Aufgaben engagiert zu erfüllen.

Die Fachhelferinnen und -helfer entlasten nicht nur die Lehrkraft bei der Vorbereitung und Durchführung des Unterrichts (insbesondere bei Beobachtungen und Experimenten). Die Fachhelfertätigkeit ist auch ein deutlicher Beitrag zur Entwicklung personaler Kompetenz. Die Lehrkraft kann den organisatorischen Ablauf besser koordinieren

und an einzelnen Stationen nach Bedarf besser eingreifen. Die Fachhelferinnen und -helfer können folgende Aufgaben übernehmen:

- Bereitstellen der Geräte und Hilfsmittel (in einigen Fällen auch Aufbauen der Geräte),
- Einstellen von Objekten am Fernrohr, Mithilfe beim Fokussieren und Nachführen des Fernrohrs und bei anderen Arbeitstechniken,
- Hinweisen auf Wesentliches bei der Erfassung eines Objekts und so Beitragen zur Entwicklung der Beobachtungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler,
- Mitwirken beim organisatorischen Ablauf sowie
- Abbauen und Sicherstellen der Geräte und Hilfsmittel.

3.2 Gestaltung des Lehrens und Lernens

Der Erfolg des Unterrichts hängt entscheidend davon ab, wie weit es auch in der Lerngruppe gelingt, die Anforderungen auf die individuelle Persönlichkeit der Schülerinnen und Schüler mit ihren unterschiedlichen Vorerfahrungen und Interessen, ihren Denk- und Gefühlsstrukturen abzustimmen. Eine schülerorientierte, lebendige Gestaltung des Lehrens und Lernens ist das anzustrebende Ziel des Unterrichts. Die Entwicklung von Kompetenzen der einzelnen Schülerinnen und Schüler wird durch eine Planung und Gestaltung der Lernprozesse ermöglicht, die u.a. folgende *didaktische Grundsätze* berücksichtigen:

Orientierung an Phänomenen der Umwelt und Lebenserfahrung

Bei der Planung und Gestaltung des Astronomieunterrichts ist von den Erlebnissen und von der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler auszugehen. Viele Unterrichtsgegenstände können aus den Alltagserfahrungen erschlossen werden. Zum Grundbestand der Erfahrungen gehören auch die am menschlichen Körper erlebbaren Vorgänge (wie z. B. Tag-Nacht-Rhythmus, "Sonnen-

brand“). In vielen Fällen können astronomische Kenntnisse (z. B. Tages- und Jahreslauf astronomischer Objekte) solche Körpererfahrungen näher beschreiben und die Schülerinnen und Schüler zu bewusster Lebensgestaltung führen. Eine besondere Bedeutung kommt der medienvermittelten Erfahrung zu (vgl. ♦ Medien im Astronomieunterricht). Die Auseinandersetzung mit astronomischen Problemen ist stets so zu führen, dass Verständnis erzielt und die Bereitschaft zum Lernen gefördert wird.

Handlungsorientierung

Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, sich mit der Lebenswelt auseinander zu setzen. Dies bedingt eine ganzheitliche und schüleraktive Unterrichtsgestaltung. Handlungsorientiertes Arbeiten entspricht im hohen Maße dem Streben nach Selbstständigkeit und Identifikation der Schülerinnen und Schüler mit dem Unterricht. Selbst handeln, sich selbst ausprobieren, ein eigenes Produkt erstellen öffnen sie für das selbstständige Arbeiten an neuen Problemstellungen. Handlungsorientierter Unterricht ist die Grundlage für entdeckendes und forschendes Lernen. Durch die Verbindung von Kopf- und Handarbeit können sich die Schülerinnen und Schüler mit ausgeprägtem handwerklichem Geschick verstärkt in den Unterricht einbringen. Der Astronomieunterricht bietet ein weites Feld für handlungsorientiertes Arbeiten wie Beobachten, Schülerexperimente, projektorientierte Lernabschnitte und Werkstattarbeit.

Exemplarität

Der Astronomieunterricht in der Sekundarstufe I baut auf dem Grundverständnis naturwissenschaftlicher Phänomene aus der Grundschule und den dort angebahnten Kompetenzen sowie auf den unmittelbaren und mittelbaren Lebenserfahrungen der Schülerinnen und Schüler auf. Er vermittelt ihnen *keinen vollständigen* Überblick über die verschiedenen Gebiete der Fachwissenschaft, sondern ermöglicht exemplarisch das tiefere Verständnis der Astronomie und ausgewählte Arbeitsmethoden und Denkstrukturen. Die Auswahl und Abfolge der Unterrichtsinhalte müssen sich daran orientieren, dass in der Ausbildung fachspezifische Kompetenzen Vorrang vor einem Auf-

bau vermeintlich geschlossener Wissensbestände haben.

Wissenschaftsorientierung

Das aus der Alltagserfahrung stammende Vorverständnis erweist sich in vielen Fällen als unzureichend, um weiterführende Einsichten zu erzielen und Handlungen in begründeter Weise abzuleiten. Die Orientierung des Unterrichts an der Fachwissenschaft Astronomie schließt dementsprechend die Einbeziehung fachlicher Grundlagen ebenso ein wie wesentliche Sicht- und Arbeitsweisen der Astronomie. Das ist für das Verständnis der elementaren Erscheinungen und Vorgänge in Natur und Technik jeweils erforderlich. Im Rahmen des exemplarischen Vorgehens bei der Auswahl der Inhalte des Unterrichts ist es unmöglich, alle Aspekte der astronomischen Beschreibung der Wirklichkeit zu beachten. Demzufolge erlangt die Berücksichtigung der wesentlichen Schritte bei der Erkenntnisgewinnung eine besondere Bedeutung. Die Schülerinnen und Schüler sollen jeweils die zum ausgewählten Thema gehörenden zentralen Ordnungselemente der Astronomie (Gesetze, Begriffe und ihre mathematische Darstellung) kennen lernen, damit sie diese auch in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern einsetzen und auf Situationen des Alltags anwenden können.

Eine zentrale Frage der Unterrichtsplanung ist die, in welchem Maße die Schülerinnen und Schüler selbsttätig Inhalte er- bzw. bearbeiten können. Hier haben die Lehrkräfte zu prüfen, inwieweit strukturierende und informierende Hilfen ihrerseits unabdingbar sind. Andererseits ist der Aufbau von Kompetenzen so zu fördern und zu nutzen, dass sich die Schülerinnen und Schüler in Unterrichtsformen und jeweils adäquat erscheinenden Sozialformen zunehmend selbstständig produktiv in den Lernprozess einbringen können. Die Entscheidung über die jeweilige Unterrichtsmethode wird vor dem Hintergrund getroffen, jegliche Einseitigkeit zu vermeiden.

Im Folgenden wird speziell auf jene Unterrichtsformen eingegangen, die im hohen Maße die Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler fördern und damit wesentlich zur Kompetenzentwicklung beitragen:

◆ **Beobachten astronomischer Vorgänge und Erscheinungen**

Bei der Verbindung der Himmelsbeobachtungen mit dem unterrichtlichen Erkenntnisprozess ist die zeitliche Stellung der jeweiligen Beobachtung zu den zugehörigen Unterrichtsinhalten wesentlich. Beobachtungen, die vor der unterrichtlichen Behandlung durchgeführt werden, liefern empirische Grundlagen für deren Weiterverarbeitung im nachfolgenden Erkenntnisprozess. Die Beobachtungsbefunde oder -ergebnisse

- werden im Unterricht entweder in Verallgemeinerungen einbezogen (das erfordert meist Ergänzungen und Vervollständigungen durch Heranziehen weiterer Beobachtungen aus der Astronomie, z. B. durch Bildmaterial)
- oder/und erfahren im Unterricht eine Erklärung.

Beobachtungen, die nach der unterrichtlichen Behandlung durchgeführt werden, können Voraussagen bestätigen, die aus theoretischen Unterrichtsinhalten hervorgehen. Das gemeinsame Erlebnis, die Freude beim Betrachten des Sternhimmels und die gewonnene Einsicht, Erkenntnisse und Strukturen tiefer erkannt und zum Teil auch durch das Schauen begriffen zu haben, verbinden Lehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler. An einigen Stellen können das Betrachten und Skizzieren zu planvollem Beobachten ausgebaut werden.

◆ **Experimentieren**

Die Schülerinnen und Schüler haben eine natürliche Experimentierlust, die der Astronomieunterricht aufgreift, als eine der typischen naturwissenschaftlichen Erkenntnismethoden hervorhebt und entwickelt. Die Schülerinnen und Schüler sollen während des Astronomieunterrichts die im Unterricht anderer naturwissenschaftlicher Fächer beim Experimentieren erworbenen Fähigkeiten und Fertigkeiten festigen und erweitern. Dies geschieht auch hier anfänglich mehr nach vorgegebenen Anleitungen, später zunehmend nach eigenen Planungsüberlegungen. Das selbstständige Experimentieren fördert die methodische Handlungskompetenz der Schülerinnen und Schüler. Es hilft,

- geistige und manuelle Arbeiten zu kombinieren sowie damit gleichzeitig die Wahrnehmung zu schärfen,
- das Verständnis naturwissenschaftlicher Gesetze und Probleme durch Eigentätigkeit zu vertiefen und
- sich in experimenteller Partner- bzw. Gruppenarbeit zu üben.

Für die experimentelle Betätigung der Schülerinnen und Schüler bieten sich vielfältige Möglichkeiten an, wie

- größere Unterrichtsexperimente mit Messprotokoll und Auswertung,
- kleine Anwendungs-, Kontroll- und Bestätigungsexperimente mit geringem gerätetechnischen Aufwand,
- experimentelle Untersuchungen in Verbindung mit Arbeitsprojekten bzw. Referaten,
- Hausbeobachtungen und -experimente mit einfachen Versuchsanordnungen unter Verwendung von Materialien bzw. Geräten des Alltags sowie
- Beteiligung von Schülerinnen und Schülern an der Vorbereitung von Demonstrationsexperimenten.

◆ **Projektorientiertes Arbeiten**

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten gemeinsam in Kleingruppen an einer innerhalb des gewählten Rahmenthemas gestellten Arbeitsaufgabe (Durchführung eines kleinen Forschungsauftrages), die als Ziel die Klärung eines bestimmten astronomischen Sachverhalts hat. Ein möglicher Lösungsweg ist innerhalb der Gruppe zu entwickeln, ggf. experimentell zu prüfen, schriftlich zu dokumentieren und der Klasse abschließend in einer Präsentation vorzustellen. Kaum eine andere Unterrichtsform bietet den Schülerinnen und Schülern mehr Möglichkeiten, aktiv den Unterricht mitzugestalten, und birgt gleichzeitig vielseitige Ansätze zur Kompetenzentwicklung. Besonders hervorzuheben sind hier jene Kompetenzen, die durch andere Sozialformen des Unterrichts nur wenig gefördert werden:

- Teamfähigkeit (kooperative und kommunikative Arbeit in der Gruppe),
- Entwickeln von Handlungsstrategien für das experimentelle Arbeiten,
- Fähigkeit, unterschiedliche Medien zur Informationsgewinnung zu nutzen und

- Präsentationsfähigkeit von Arbeitsergebnissen.

Die Aufträge werden relativ offen formuliert, sodass ein ausreichender Freiraum für die Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Auswahl der Inhalte, Mittel bzw. Wege zur Bearbeitung und Gestaltung ermöglicht wird. Die projektorientierte Unterrichtsform bietet sich selbstverständlich auch für Projekttage an, in denen es für die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeiten gibt, erlernte Arbeitsmethoden selbstständig anzuwenden und ein Problem aus der Perspektive, eventuell auch fachübergreifend, zu sehen.

◆ **Werkstattarbeit: Lernen an Stationen**

Die Werkstattarbeit vereint in sich sonst häufig getrennte Unterrichtstätigkeiten, die vorrangig durch Selbsttätigkeit gekennzeichnet sind. Hier wird ähnlich wie beim Schülerexperiment in kleineren Lerngruppen gearbeitet. Die Aufgabenstellung für einen begrenzten Lernabschnitt ist so strukturiert, dass verschiedene Handlungsprofile zum Lösen dieser angesprochen werden. Als tragende Elemente der Aufträge bieten sich an:

- Ausführen kleiner experimenteller Untersuchungen zum Phänomen (z. B. Entstehung von Halb- und Kernschatten; Entstehung einer Sternparallaxe),
- Durchführung von Simulationsexperimenten am Computer (z. B. Gezeitenkräfte für verschiedene Punkte der Erdoberfläche),
- Bau kleiner Objekte zur Veranschaulichung (z. B. Bau eines Modells zur räumlichen Darstellung eines Sternbildes),
- Informationsgewinn aus verschiedenen Medien (Literatur, Videosequenzen, Hypertext) für naturwissenschaftliche Grundlagen bzw. praxisbezogene Anwendungen sowie
- Lösen von Berechnungsaufgaben.

Die Schülerinnen und Schüler durchlaufen z. B. in der Reihenfolge versetzt alle Arbeitsstationen, an denen jeweils die zugeordneten Teilaufgaben gelöst werden. Diese Aufteilung ermöglicht neben der Entwicklung der Teamfähigkeit zugleich die Bereitstellung gleichen Arbeitsmaterials für eine Vielzahl von Arbeitsgruppen zu verringern. Die Gruppenarbeit ist besonders geeignet, die unmittelbare Interaktion zwischen den

Schülerinnen und Schülern in der Erarbeitungsphase zu fördern. Hypertextorientierte und multimediale Arbeitsumgebungen erlauben den Zugriff auf bisher kaum verfügbare Wissensbestände. Die Lehrkraft erhält in der Werkstattarbeit verstärkt die Rolle des lenkenden Begleiters.

◆ **Schülerreferate**

Das Referat dient dem Fortgang und der Bereicherung des Unterrichts. Es ist besonders geeignet, die Entwicklung der Präsentationsfähigkeit einzelner Schülerinnen und Schüler als Beitrag zur Entwicklung personaler Kompetenz zu unterstützen. Das Thema muss eindeutig formuliert und so begrenzt sein, dass es in der vorgesehenen Vorbereitungs- und Vortragszeit bewältigt werden kann. Referate werden von den Schülerinnen und Schülern meist freiwillig übernommen. Damit alle Schülerinnen und Schüler durch das Referat die notwendigen Informationen für den laufenden Unterricht erhalten können, ist im Einzelnen eine Betreuung für sie in der Vorbereitung zwingend notwendig, um den Erfolg des Vortrags zu sichern. Dabei sind folgende Hinweise zu berücksichtigen:

- Einführen in das Thema bei Übergabe an die einzelnen Schülerinnen bzw. Schüler. Soll eine experimentelle Untersuchung zum Vortrag gehören, ist ihnen ein Zeitraum einzuräumen bzw. Material zu deren Durchführung zu empfehlen bzw. zu übergeben;
- Vorstellen der Gliederung und Klären von offenen Fragen in der Betreuungsphase;
- Besprechen des Einsatzes von Medien und Materialien, die das Thema illustrieren helfen;
- Sondieren der als endgültig vorgesehenen Fassung in einem Gespräch, gegebenenfalls Änderungshinweise.

◆ **Hausaufgaben**

Hausaufgaben ergänzen die Arbeit im Astronomieunterricht. Sie dienen zur Festigung und Sicherung des Erarbeiteten sowie zur Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler auf die nächsten Stunden. Sie unterstützen den Lernprozess durch

- Schulung der Fähigkeit, einen Sachverhalt mündlich bzw. schriftlich darzulegen,

- Einüben fachmethodischer Techniken,
- Anwenden von Unterrichtsergebnissen,
- Selbstkontrolle der Schülerinnen und Schüler, wie weit sie den behandelten Stoff verarbeitet haben bzw. welche weiteren Fragen sich gegebenenfalls ergeben.

Bei der Aufgabenstellung sind Hausbeobachtungen und -experimente sowie die Arbeit mit Informationsmaterialien in ausreichendem Umfang zu berücksichtigen.

◆ Medien im Astronomieunterricht

Es ist heute Aufgabe der Schule, dass Schülerinnen und Schüler mit Medien umgehen lernen. Das bedeutet, neben den traditionell verwendeten visuellen, auditiven und audiovisuellen Medien wie Bücher, Dia-Ton-Reihen, Folien, Filme etc. auch neue Medien zu nutzen. Videokassette, Audio- und Foto-CD bzw. DVD ermöglichen schnellere Zugriffszeiten als dies früher möglich war. Eingriffe in den zeitlichen Ablauf (Zeitlupe, Standbild, Einzelbild, Rücklauf, Zeitraffung, Zoom usw.) lassen didaktische Varianten zu.

Im Astronomieunterricht werden *statische Medien* (z. B. Wandbild/Poster, Lichtbild, Ausstellungsstück), *dynamische Medien* (z. B. Film/Video, Tellurium, Planetarium) und *interaktive Medien* (z. B. moderne Planetariumshow, PC-Programm) eingesetzt.

Der Computer als zentrales Steuerungsmedium ist dort einzusetzen, wo er im Vergleich zu den übrigen Medien einen besseren Lernprozess ermöglicht.

Nachfolgende Gründe sprechen für den Einsatz des Computers im Astronomieunterricht:

- Die Beschäftigung mit dem Medium Computer trägt zur Medienkompetenz bei.
- Das überwiegend große Interesse der Schülerinnen und Schüler am Medium Computer fördert die Schülerorientiertheit des Unterrichts.
- Moderne Lernsoftware unterstützt spielerisches und freudvolles Lernen und erhöht daher die Leistungsbereitschaft.
- Der Computer kann in Verbindung mit entsprechender Software als Mess- und

- Arbeitsgerät dienen (z. B. Berechnung und Darstellung von Konstellationen).
- Computergestützte Visualisierungen machen dynamische und komplexe Vorgänge anschaulicher (z. B. Bewegungsabläufe von Himmelskörpern wie Eigenbewegung der Sterne, Bewegung eines Doppelsternsystems etc.).
- Computersimulationen bieten
 - eine Modellbildung und Simulation langwieriger und/oder gefährlicher Vorgänge und Experimente (z. B. Entstehung von Planetenschleifen, Finsternisse, Radioaktivität etc.),
 - die Entwicklung von Szenarien (z. B. Folgen der steigenden atmosphärischen CO₂-Konzentration, Vergrößerung des Ozonlochs etc.) und
 - eine Darstellung zufallsgesteuerter Prozesse (Kernfusion etc.).

Besonders zu empfehlen ist Lernsoftware, die es den Lehrkräften ermöglicht, eigene Übungen und Beispiele einzubauen. Das Internet ermöglicht den Zugang zu aktuellen Daten und Informationen. Weltweite Vernetzung schafft neue Kommunikationsmöglichkeiten und Chancen für interkulturelles, grenzüberschreitendes Lernen. Für das computerbasierte Lernen sind ebenfalls die Kriterien der Medienauswahl relevant, so dass das Lernen mit den neuen Medien in einen sinnvollen Zusammenhang mit dem realen Handeln (Beobachten, Experimentieren, Zeichnen) gestellt wird.

Auch im Unterricht des Wahlpflichtfaches Astronomie ist es notwendig, Ziele und *Inhalte der Informations- und Kommunikationstechnologischen Grundbildung (IKG)* umzusetzen. Dabei ist es möglich, *Informations- und Kommunikationssysteme, Modellbildung/Simulation, Multimediale Systeme, Prozessdatenverarbeitung, Standard-systeme* in differenzierter Form entsprechend der Spezifik der Jahrgangsstufe, der Klasse/dem Kurs, dem Schulprofil und den ggf. an fächerverbindenden Themen beteiligten Fächern zu behandeln.

Nachfolgend werden Beiträge des Astronomieunterrichts zu den Themenfeldern der Informations- und Kommunikationstechnologischen Grundbildung (IKG) dargestellt. Beispiele für deren exemplarische Realisie-

rung bzw. Verweise auf mögliche Verbindungen zu IKG sind unter 4 vorhanden.

Standardsysteme:

- Schreiben und Layouten von Texten,
- Rechnen in Tabellen,
- Erstellen von Diagrammen,
- Bilder bearbeiten.

Informations- und Kommunikationssysteme:

- Suchen und Recherchieren im Internet unter Nutzung von Suchmaschinen,
- Auswerten und Bewerten von naturwissenschaftlichen Informationen,
- Kommunizieren mithilfe von WWW-Diensten.

Prozessdatenverarbeitung:

- Aufnehmen und Verarbeiten von Messgrößen unter Nutzung von Zusatzgerä-

ten (Messinterfaces), die Daten auswerten und grafisch aufbereiten.

Modellbildung/Simulation:

- Modellieren dynamischer Vorgänge,
- Variieren und Erweitern von Modellen,
- Simulieren von Vorstellungen und Vorgängen im Weltall,
- Erstellen von Szenarien.

Multimediale Systeme (im Rahmen der Förderung von Fähigkeiten, Interessen und Neigungen):

- Erstellen von Medien,
- Zusammenstellen multimedialer Präsentationen,
- Entwerfen von Webseiten.

4 Inhalte des Unterrichts

4.1 Gesamtübersicht

Inhaltsstruktur

Die Auswahl und Strukturierung der Inhalte des Astronomieunterrichts der Sekundarstufe I werden nicht vordergründig durch die Systematik der Fachwissenschaft bestimmt, sondern vor allem durch den

- Beitrag des jeweiligen Themenfeldes zur Entwicklung der Kompetenzen und zum Erwerb von Qualifikationen, die den Intentionen eines weiten Lernbegriffs und neueren Untersuchungen zum Erwerb naturwissenschaftlicher Kompetenz (vgl. 1) folgen,
- notwendigen Wechsel der Ebenen zwischen Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler und den wirkenden Naturgesetzen,
- zu erwartenden Entwicklungsstand der Schülerinnen und Schüler in der jeweiligen Altersstufe.

Der systematischen und schrittweisen Entwicklung von Kompetenzen wird der Vorrang gegenüber einer Anhäufung von Fachwissen gegeben. Bei der Auswahl und Strukturierung der Inhalte (Welche The-

menfelder sind festzulegen? Welche Fragen an Natur und Technik sind zu stellen und zuzuordnen?) waren folgende Überlegungen bestimmend:

- Das jeweilige Themenfeld erfasst stets typische, grundlegende und zugleich überschaubare Bereiche der Welt des Kosmos. Das erfordert Stoffentlastung und zugleich Modernisierung der Themenanordnung.
- Die Themenfelder und Themen stellen einerseits eine Mischung aus traditionellen fachlichen und methodischen Inhalten und solchen Themenfeldern und Themen dar, die deutlichen Neuigkeitswert auf teilweise sehr unterschiedlichen Ebenen aufweisen.
- Mit den Themenfeldern werden Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler aufgegriffen, im Erkenntnisprozess berücksichtigt und zu naturwissenschaftlichen Vorstellungen verallgemeinert.
- Die Schülerinnen und Schüler werden dazu angeregt, sich selbstständig und in Gruppen Informationen zu beschaffen, diese zu verarbeiten, auszutauschen und zu präsentieren.

Beim Auseinandersetzen mit den astronomischen Inhalten eignen sich die Schülerinnen und Schüler vorrangig naturwissen-

schaftliche bzw. fachspezifische Denkweisen und Methoden an, ohne geschlossene Wissensbestände anzustreben (exemplarisches Vorgehen). Zugleich wird innerhalb jedes Themenfeldes der an der Fachwissenschaft Astronomie orientierte Überblick ermöglicht.

Die Schwerpunkte, die innerhalb der Jahrgangsstufen gesetzt werden, und die Abfolge der einzelnen Themen werden durch das jeweilige Schulkonzept bestimmt. Das gilt insbesondere für fachübergreifende und fächerverbindende Themen (vgl. 4.4), die in den einzelnen Jahrgangsstufen pro Schulhalbjahr angelegt sind.

In der folgenden Übersicht werden Lerninhalte in Form von Themenfeldern dargestellt. Zur detaillierten Darstellung der Themenfelder und Themen sowie zum Umgang mit ihnen informiere man sich in 4.2 bzw. in 4.3.

Jahrgangsstufe	Themenfelder
9	Unser Leben und die Astronomie verstehen lernen
9	Ohne Grundlagen geht es nicht
9	Orientieren am Sternhimmel - aber wie?
9	Das Sonnensystem - ein Planetensystem im Weltall
9	Leben mit der Gravitation
9	Raumfahrt – ein gemeinsames Haus vieler Wissenschaften
9	Raumfahrt – Forschung für die Zukunft
9	Leben wir unter kosmischen Einflüssen?
10	Kosmos - vor allem naturwissenschaftlich betrachtet
10	Größenvorstellungen - und das (nicht nur) bei wahrhaft „astronomischen Zahlen“
10	Sciencefiction – Zukunftsträume, Fantasien, Visionen
10	Die Sonne - unser Stern
10	Optische Spektren – faszinierende Phänomene
10	Andere Sterne – Geschwister der Sonne
10	Die kosmische Welt der Galaxis, der extragalaktischen Sternsysteme und die Kosmologie

4.2 Zum Umgang mit den Themenfeldern und Themen

Die detaillierten Themenfelder und zugeordneten Themen können den Übersichten in 4.3 entnommen werden. Eine unangemessen weitgehende Behandlung fachspezifischer Inhalte anderer naturwissenschaftlicher Fächer ist in den einzelnen Themenfeldern bewusst nicht vorgesehen.

Für das eigenständige Wahlpflichtfach Astronomie werden 15 verschiedene Themenfelder angeboten. Sie sind so konzipiert, dass bei allen eine *fachübergreifende* Arbeitsweise möglich und sinnvoll ist. Einige Themenfelder bieten genügend Ansatzpunkte aus mehreren naturwissenschaftlichen Fächern, bei anderen zeigt sich eine stärkere Dominanz einzelner Fächer bei aller fachübergreifenden Orientierung.

Im vorliegenden Rahmenlehrplan Astronomie werden in einigen Themenfeldern Vorschläge für fächerverbindendes Arbeiten unterbreitet.

Die **fett gedruckten 7 Themenfelder** (vgl. 4.1) sind für die Realisierung der Ziele und Qualifikationserwartungen pädagogisch *besonders bedeutsam*, ebenso die in den Themenfeldern *fett gedruckten Themen und fachlichen Inhalte (inkl. wesentlicher Tätigkeiten und fachspezifischer Verfahren)*. Deshalb sind sie im eigenständigen Wahlpflichtfach Astronomie in der Gesamtschule und im Gymnasium **verbindlich zu unterrichten**. Dies ist insbesondere auch wegen der Vergleichbarkeit von Leistungen der Schülerinnen und Schüler (z. B. bei Klassenarbeiten, die im Wahlpflichtfach zu schreiben sind) geboten. Die Zuordnung dieser 7 Themenfelder zu den Jahrgangsstufen ist z. B. aus Gründen der Fasslichkeit bzw. der Abstimmung mit anderen Rahmenlehrplänen sinnvoll.

Von den anderen (**nicht durch Fettdruck hervorgehobenen**) **8 Themenfeldern** sind im **Gymnasium wenigstens 4** und in der **Gesamtschule** im eigenständigen Wahlpflichtfach Astronomie **wenigstens 2 zu unterrichten**. Da Inhalte des Wahlpflichtunterrichts Naturwissenschaften vielfach in einem engen inhaltlichen Zusammenhang zum Wahlpflichtunterricht Astronomie stehen (vgl. 2.3), wird bei Beachtung der Konzeption des Rahmenlehrplans „Naturwissenschaften Wahlpflichtbereich“ für die **Realschule** empfohlen, Anregungen für die Gestaltung der astronomischen Themen auch aus dem Rahmenlehrplan Astronomie Wahlpflichtbereich zu entnehmen.

Die in den **ausgewählten Themenfeldern fett hervorgehobenen wesentlichen Tätigkeiten und fachspezifischen Verfahren sind im Wahlpflichtunterricht Astronomie verbindlich**.

Offen und als Gestaltungsspielraum (z. B. auch im Hinblick auf die Profilbildung der Schule) gedacht sind die nicht fett gedruckten Themenfelder, die zugeordneten Themen und fachlichen Inhalte (inkl. Tätigkeiten und fachspezifischer Verfahren). Welche von diesen unterrichtet werden, soll in Absprache zwischen Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern geklärt werden. Empfehlungen für Bildungsgangdifferenzierungen werden durch Kursivdruck (*grundlegende allgemeine Bildung*) bzw. durch Normaldruck (vertiefte allgemeine Bildung) dargestellt; Bezüge zu anderen Fächern werden z. B. durch → Geografie 7 bzw. → Mathematik 10 gekennzeichnet. Bezüge zu den übergreifenden Themenkomplexen (ÜTK) und zur Informations- und Kommunikationstechnologischen Grundbildung (IKG) werden z. B. durch → ÜTK Wirtschaft bzw. → IKG verdeutlicht.

4.3 Tabellarische Darstellung der Themenfelder und Themen

Im Eingangsthemenfeld **Unser Leben und die Astronomie verstehen lernen** erfolgt eine Einführung in das Unterrichtsfach Astronomie. Hierbei sollen das Interesse der Schülerinnen und Schüler am Fach und ihre Bereitschaft zu aktiver Mitwirkung auch dadurch geweckt werden, dass gegenseitiges Kennen- und Verstehenlernen gefördert werden sowie eine Angleichung der unterschiedlichen Ausgangsniveaus betreffs astronomischer Erscheinungen und Vorgänge erfolgt. Wichtig ist das Motivieren/Aufschließen der Schülerinnen und Schüler für eine vertiefende bzw. neue Behandlung astronomischer und damit zusammenhängender (auch fachübergreifender) Frage- und Aufgabenstellungen. Es soll von der Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler ausgegangen werden. Dabei erleben sie durch die zielgerichtete praktische Beobachtungstätigkeit einen neuen Erkenntniszuwachs. Durch die Tagesbeobachtung wird langfristig auf die abendlichen Beobachtungstätigkeiten vorbereitet, die ungewohnte Beobachtungsbedingungen und andere Organisationsformen erfordern. Ob ein historischer Einstieg (unter Nutzung methodisch gut aufbereiteter Schulbücher) oder unter motivischer Sicht beeindruckende Experimente, traditionelle oder moderne Medien in einer „multimedialen Show“ eingesetzt werden können bzw. gute Erfolge zeigen, muss in der konkreten schulischen Situation entschieden werden.

Wichtige Begriffe für Himmelsbeobachtungen

- **scheinbare Himmelskugel (natürlicher und mathematischer Horizont, Himmelsrichtungen, Zenit, Nadir, Meridian, Himmelsnordpol, Himmelsäquator)**
- „Freihand“-Methoden für das Abschätzen von Winkelabständen an der Himmelskugel (Mond, Sonne, Sterne)

Medieneinsatz im Fach Astronomie

- aktuelle Printmedien
- audio-visuelle Medien
- Videofilme
- Hinweise auf aktuelle Fernsehsendungen
- **Internet (Suchen, Recherchieren, Auswerten, Bewerten von Informationen, multimediale Show) → IKG**

Wesentliche Tätigkeiten und fachspezifische Verfahren

- **Tagesbeobachtung: Bewegungen von Sonne (unbedingt Gesundheitsschutz der Augen beachten! Belehrung!) und Mond**
- Schätzen von Winkelabständen der Himmelskörper mittels „Freihand“-Methoden
- **Demonstrieren der scheinbaren und wahren Bewegungen von Erde und Erdmond, Sonne (z. B. am Tellurium, an Modellen, Computerprogrammen, Videos)**
- Vermitteln und Anwenden der Denk- und Arbeitsweisen in der Naturwissenschaft Astronomie

Unser Leben und die Astronomie verstehen lernen

Erde, Erdmond und Sonne – kennen wir die nicht schon?

- Was die Schülerinnen und Schüler von diesen drei Objekten im Allgemeinen bisher wissen:
- **die Erde: Rotation, Revolution, Jahreszeiten, Gestalt und Aufbau → Geografie 7**
 - **Erdmond: Lichtgestalten (Mondphasen)**
 - **Sonne: Auf- und Untergang, Tagesbogen zu verschiedenen Jahreszeiten; sichtbares Licht, Wärmestrahlung, UV-Strahlung („Sonnenbrand“)**
 - **Finsternisse als besondere astronomische Ereignisse**

Bewegungen - scheinbar oder wahr?

- Unterscheidung von krummlinigen Umlauf-/Bahnbewegungen und Rotationsbewegungen
- **tägliche (scheinbare) Bewegung der Sonne**
- **jährliche (scheinbare) Bewegung der Sonne (langfristige Beobachtungsaufgabe) → Geografie 7**
- **tägliche (scheinbare) Umlaufbewegung des Erdmondes (Ursache dieser Bewegung)**
- **wahre Bewegung des Erdmondes**

Im Themenfeld **Ohne Grundlagen geht es nicht** werden die Schülerinnen und Schüler mit der Entstehung und historischen Entwicklung der Astronomie bekannt gemacht. Sie erfahren, welchen Untersuchungsgegenstand die Astronomie hat und welcher Instrumente sowie Methoden sie sich bedient. Zur Vorbereitung weiterer Beobachtungen in der Natur wird das Raumvorstellungsvermögen weiter gefestigt, indem wichtige Begriffe zur groben Orientierung am Sternhimmel eingeführt werden, ohne zunächst Himmels-Koordinatensysteme zu verwenden. Bei der Vertiefung und Erweiterung strahlenoptischer Grundlagen aus dem Physikunterricht der Primarstufe steht das Linsenfernrohr im Mittelpunkt. Das Spiegelfernrohr wird so weit behandelt, dass die Schülerinnen und Schüler die prinzipielle Arbeitsweise und Leistungsfähigkeit dieses wichtigen Beobachtungsgerätes und das Prinzip der Radioastronomie später verstehen können. In dem Themenfeld sind gute Möglichkeiten eines erlebnis- und handlungsorientierten Unterrichts gegeben.

Vom Schattenstab zum Riesenspiegel

- **praktische Bedürfnisse**, die zur Entstehung der Wissenschaft Astronomie führten (**Orientierung, Zeitbestimmung, Kalender**)
- **wesentliche historische Etappen** und Zeugnisse der Astronomie der alten Kulturvölker und des Mittelalters (Bauten, Totenkult, Sternenlisten, **geozentrische Weltbilder und heliozentrisches Weltbild**) → Geschichte 7
- **Herausbildung eines modernen astronomischen Weltbildes** (durch mathematische Beschreibung, physikalische Begründungen/Erklärungen, Entstehung und Entwicklung der Astrophysik, Raumfahrt, Fotografie und immer leistungsfähigere Beobachtungs- und Messtechnik) → Geschichte 8

Entdecken - aber wie?

- **Gegenstand: Untersuchung aller natürlichen Objekte im Weltall und des Weltalls in seiner Gesamtheit (Aufbau, Bewegung, Eigenschaften, Entstehung, Entwicklung kosmischer Objekte)**
- **Instrumente: Schattenstab, Dreistab, Linsenfernrohr und Spiegelteleskop, Mehrfach-Spiegelteleskop, Spektroapparat, Radioteleskop, Verbundsysteme von Radioteleskopen, Raumflugkörper, CCD-Kamera, moderne Rechentechnik zur Speicherung/Auswertung der Beobachtungs- und Messdaten**
- **Methoden: Beobachtung, Experiment, Modellierung, Simulation am Computer**

Wesentliche Tätigkeiten und fachspezifische Verfahren

- **Erläutern wesentlicher Etappen der historischen Entwicklung der Astronomie**, insbesondere der Bedeutung des heliozentrischen Weltbildes für die Weiterentwicklung der Astronomie
- **Selbstbau eines (einfachen) astronomischen Instruments** (z. B. Schattenstab, Dreistab, Sonnenring) und **Erklären seiner Funktionsweise**
- **Aufsuchen wichtiger Sternbilder, der Sterne des Sommerdreiecks und des Polarsterns, Bestimmen der Himmelsrichtungen am Horizont**
- *Verfolgen der Lageveränderung horizontaler Sterne und Sternbilder relativ zum natürlichen Horizont*
- *Schülerexperiment: experimentelles Nachweisen des Strahlenverlaufs an der Sammellinse, am ebenen Spiegel und Hohlspiegel*
- **Schülerexperiment: Bildentstehung am keplerschen Fernrohr**
- *Schülerexperiment: Bau des Funktionsmodells eines keplerschen Fernrohrs*
- **Sammeln, Aufbereiten und Präsentieren von Informationen zu „Fernrohre der Welt“ und „Astronomie im Land Brandenburg“** (z. B. in Projektform)

Astronomie im Land Brandenburg

Planetarien, Sternwarten und andere Forschungseinrichtungen (Astrophysikalisches Institut Potsdam [Einsteinurm Potsdam, Radioteleskop Tretsdorf], Geoforschungszentrum Potsdam, Universität Potsdam, Max-Planck-Institut Potsdam-Golm)

Ohne Grundlagen geht es nicht

Astronomie lebt von Beobachtungen

- **Erde als Beobachtungsstandort, Rolle der Erdatmosphäre dabei**
- **Sternbilder und Sterne:**
 - **grobe Orientierung am Sternhimmel mithilfe bestimmter Sternbilder (Großer Wagen als Teil des Sternbildes Große Bärin, Sterne des Sommerdreiecks)**
 - **Aufsuchen des Himmelsnordpols und des Himmelsäquators mithilfe von Sternen/Sternbildern**
- **Orientierung an Abbildungen des Sternhimmels (Sternkarten, Fotos, Computermonitor...)** zur Vorbereitung der Himmelskoordinatensysteme und weiterer Beobachtungen in der Natur

Strahlenoptische Grundlagen

- *Reflexion und Brechung des Lichts*
- **Strahlenverlauf und Bildentstehung am (keplerschen) Linsenfernrohr**
- Spiegelfernrohr
- *Beispiele für große Fernrohre und deren Standort*
- **Schulfernrohr** (Aufstellung; Hinweise zur Handhabung des Gerätes)
- **Abhängigkeit der Leistungsfähigkeit des Fernrohrs von Brennweite und Durchmesser des Objektivs**

Im Themenfeld **Orientieren am Sternhimmel - aber wie?** erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass Sternbilder nur ein grobes Orientierungsmittel darstellen und zur genauen Angabe eines Sternortes Koordinaten notwendig sind. Vorteile und Nachteile der beiden zu behandelnden Koordinatensysteme werden den Schülerinnen und Schülern bei ausreichender Anschaulichkeit deutlich gemacht. Sichere Kenntnisse beider Koordinatensysteme sind für die Arbeit mit der drehbaren Sternkarte von großer Wichtigkeit. In diesem Zusammenhang muss darauf orientiert werden, dass die Einheit zwischen Handhabung der drehbaren Sternkarte und der praktischen Beobachtung am Sternhimmel unbedingt realisiert werden muss. So wird die Grundlage zur selbstständigen, erfolgreichen Beobachtung im Weiteren abgesichert. Hinsichtlich Anschaulichkeit und Fasslichkeit der Koordinatensysteme ist deutlich auf die Positionen des Beobachters (von innen, von außen) aufmerksam zu machen.

Ordnung im Weltall

- *geografische Koordinaten (Beobachterstandort)* → Geografie 7
- **Horizontsystem (Horizontebene, Azimut α , Höhe h , Ortsgebundenheit)**
- **rotierendes Äquatorsystem (Himmelsäquator, Rektaszension α , Deklination δ)**
- Vor- und Nachteile der Koordinatensysteme

Praktische Arbeit am Sternhimmel

- **Sternbilder als Orientierungshilfe**
- *scheinbare tägliche Bewegung des Sternhimmels und ihre Ursache*
- *Entstehung von Tag und Nacht* (→ Geografie 7)
- Schätzen von Winkelabständen der Sterne (z. B. Sternbild Großer Wagen)
- **Angabe eines Sternortes mithilfe von Koordinaten (Koordinatensysteme** → Mathematik 7; → Physik 7
- Abhängigkeit der Polhöhe vom Beobachtungsort

Wesentliche Tätigkeiten und fachspezifische Verfahren

- **Aufsuchen wichtiger Sternbilder am Herbsthimmel, Skizzieren der Lageveränderung zum natürlichen Horizont**
- Aufsuchen des Polarsterns, Lage des Meridians/Himmelsäquators
- **Schätzen** und Messen der **Horizontkoordinaten** von den Hauptsternen des Sommerdreiecks
- **Beobachtungsergebnisse mit der drehbaren Sternkarte überprüfen bzw. voraussagen**
- langfristige Beobachtungsreihen beginnen, in denen bestimmte Sternbilder bzw. Einzelsterne in einem längeren Zeitraum beobachtet werden: Koordinatenveränderungen
- Arbeit mit Sternkalendern
- *Besuchen eines Planetariums*
- *Anfertigen von Astrofotografien*
- *Bestimmen des Zeitpunkts des Auf- und Untergangs sowie der Kulmination von Sternen und Sternbildern*

Sternkarte und Sternkalender

- Einführung in die Arbeit mit Sternkalendern
- *Bestimmung von Planeten-, Mond- und Kometenpositionen mittels drehbarer Sternkarte*
- **Überprüfung der Positionsbestimmungen am abendlichen Sternhimmel**

Orientieren am Sternhimmel - aber wie?

Drehbare Sternkarte

- **Aufbau**
- **Anwendung**
 - **Bestimmung der Koordinaten von Sternen für einen Beobachtungszeitpunkt und des Namens beobachteter Sterne**
 - **Zeitpunkt des Auf- und Untergangs sowie der Kulmination von Sternen und Sternbildern**
 - Ermittlung einer günstigen Beobachtungszeit für Sterne und Sternbilder

Astrofotografie - selbst ausgeführt

- **Wie führe ich eine Sternspuraufnahme durch?**
 - **Zenitaufnahme**
 - Polarsternaufnahme
 - Himmelsäquatoraufnahme in Richtung Süden
- Planetenaufnahmen
- Mondaufnahmen
- Unterschiede von Sternspuraufnahmen, Planeten- und Mondaufnahmen

Im Themenfeld **Das Sonnensystem – ein Planetensystem im Weltall** vergleichen die Schülerinnen und Schüler bekannte physikalische Größen unserer Erde mit denen der anderen Planeten. Die keplerschen Gesetze, die auch für andere kosmische Objekte gelten, werden als Beleg dafür behandelt, dass den Vorgängen im Sonnensystem erkennbare Naturgesetze zugrunde liegen. Am historischen Aspekt kann dargestellt werden, dass der astronomische Wissenserwerb der Menschheit schrittweise erfolgte und dabei auch Rückschläge auftraten. Bei der Behandlung von Phasen- und Finsterniserscheinungen sind geo- bzw. heliozentrische Betrachtungsweisen gründlich zu erarbeiten und anschaulich darzustellen.

Überblick über das Sonnensystem

- die Sonne – das Masse- und Gravitationszentrum
- Planeten
- Monde
- Kleinkörper: Planetoiden (Kleinplaneten), Meteoriten, Kometen
- interplanetare Materie (Staub und Gase)
- Felder

Planetenatmosphären

- Erde
- andere Planeten (Auswahl)

Kleinkörper des Planetensystems

- Planetoiden
- **Kometen** (Aufbau, Schweifbildung)
- Meteoriten (Einfluss auf andere Himmelsobjekte)
- **Gas, Staub** (Hinweis auf Sternentstehung)
- **Felder** (bes. Magnet- und Gravitationsfelder)

Weltbilder des Altertums

- Darstellung des geozentrischen (ptolemäischen) Weltbildes
- Widerspruch zwischen Theorie und Praxis

Weltbilder des Mittelalters

- Darstellung des heliozentrischen Weltbildes → Geschichte 7
- Durchsetzung des heliozentrischen (kopernikanischen) Weltbildes → Geschichte 7

Keplersche Gesetze

- Bahnen von Planeten (1. keplersches Gesetz)
- Bewegung der Planeten längs ihrer Bahn um die Sonne (2. keplersches Gesetz)
- Zusammenhang zwischen der großen Halbachse der Ellipsenbahn (dem Radius der angenäherten Kreisbahn) zweier Planeten und den jeweiligen Umlaufzeiten dieser Planeten um die Sonne (3. keplersches Gesetz)
- Folgerungen aus dem 2. und 3. keplerschen Gesetz (u.a. Planetenschleifen)
- Gültigkeitsbereich der keplerschen Gesetze auch für Monde und künstliche Satelliten

Einteilung der Planeten

- innere und äußere Planeten
- erdähnliche und jupiterähnliche Planeten

Physikalische Eigenschaften von ausgewählten Planeten

- Radien, Massen und Dichten
- Möglichkeiten von Lebensformen auf entsprechenden Planeten

Das Sonnensystem – ein Planetensystem im Weltall

Der Erdmond

- physikalische Bedingungen (Vergleich Erde-Erdmond hinsichtlich ausgewählter physikalischer Größen, z. B. Masse, Fluchtgeschwindigkeit, Fallbeschleunigung)
- Ursachen und Folgen fehlender Atmosphäre → Physik 9 → Biologie 7

Sichtbarkeit von Planeten und Monden

- Mondphasen
- Planetenphasen
- Verfinsterungen

Wesentliche Tätigkeiten und fachspezifische Verfahren

- **Definieren der Begriffe Sonne, Planet, Mond**
- **Beschreiben des Aufbaus des Sonnensystems**
- Durchführen von Formen des situativen Lernens (Entdeckung neuer astronomischer Objekte, Auswertung aktueller Forschungsergebnisse)
- **Beschreiben bzw. Erklären der Bewegungen der Planeten**
- **Erwerben von Erkenntnissen durch vergleichende Tätigkeiten**
- Bewerten, Beurteilen, Stellung nehmen zu historischen – wissenschaftlichen Entwicklungstendenzen
- **Anfertigen bzw. Besichtigen von gegenständlichen Modellen und Übersichten zu Größenvergleichen in unserem Planetensystem**
- **Aufsuchen von Planeten am Sternhimmel:**
 - Venus (Phasen, Helligkeit)
 - Mars (Bewegung, Farbe)
 - Jupiter (Oberfläche, Abplattung, galileische Monde)
 - Saturn (Ringsystem)
- **Anwenden des 3. keplerschen Gesetzes bei Berechnungen**

Im Themenfeld **Leben mit der Gravitation** werden die Schülerinnen und Schüler mit einem fundamentalen Naturgesetz bekannt gemacht. Sie wenden das Gravitationsgesetz auf Vorgänge in der Natur an. Es wird als weiterer Beleg dafür behandelt, dass den Vorgängen im Sonnensystem erkennbare Naturgesetze zugrunde liegen. Am Beispiel des Gravitationsfeldes festigen, vertiefen und erweitern die Schülerinnen und Schüler die Erkenntnis, dass es aus naturwissenschaftlicher (physikalischer) Sicht auf der Welt (außer Stoffen) nur noch Felder gibt. Die Kenntnisse über die Existenz und den experimentellen Nachweis unsichtbarer Objekte (elektrisches Feld) werden vertieft und erweitert. Für den Nachweis weiterer unsichtbarer Objekte (magnetisches Feld, IR-, UV- und radioaktive Strahlung) werden wichtige Grundlagen gelegt. Am Beispiel der Bestimmung der Gravitationskonstanten – einer universellen Naturkonstanten – ist ein anspruchsvolles Experiment zu behandeln, das zum ersten Mal in der Region Berlin-Brandenburg durchgeführt wurde.

Gravitation - ein Höhepunkt in der Entwicklung der Mechanik

- **Newtons physikalischer Ansatz:** Ist die Radialkraft, die den Erdmond auf eine Kreisbahn um die Erde zwingt, dieselbe Kraft, die auch einen fallenden Apfel in die Richtung zum Mittelpunkt der Erde zieht?
- **Entdeckung des newtonschen Gravitationsgesetzes**
- **Bedeutung dieser Entdeckung (Bruch mit der Unterscheidung von „irdischer“ Mechanik und „Himmelsmechanik“, Gravitation als universelle Eigenschaft aller Massen)**

Bestimmung der Gravitationskonstante - einer universellen Naturkonstante

- **experimenteller Nachweis der Gravitation auf der Erde (Anordnungen von Cavendish 1798 und Richarz 1896) und Bestimmung der Gravitationskonstanten**
- Konstanz der Gravitationskonstanten im gesamten Weltall

Wesentliche Tätigkeiten und fachspezifische Verfahren

- **Berechnen der Gravitationskraft zwischen zwei Himmelskörpern bzw. zwischen zwei Personen auf der Erde**
- Verschaffen von Größenvorstellungen der Gravitationskräfte zwischen Himmelskörpern und zwischen Körpern auf der Erde
- **Berechnen der Masse eines Planeten (Erde)**
- **Interpretieren der Gleichungsform des Gravitationsgesetzes $F = \gamma \cdot (m_1 \cdot m_2) / r^2$ unter besonderer Beachtung des Ableitens von funktionalen Abhängigkeiten**
- **Erklären, warum die Gewichtskraft eines Körpers am Pol von der am Äquator verschieden ist**
- **kommentierendes Herleiten der Gleichung für die Fallbeschleunigung $g = \gamma \cdot m_E / r^2$ (Abhängigkeit von der Erdmittelpunktentfernung r) m_E .. Erdmasse γ .. Gravitationskonstante**
- *Würdigen des Lebens und Wirkens von Isaac Newton (Materialsammlung, Schülerreferat ...)*

Gravitation im Pflanzen- und Tierreich (Beispiele) → Biologie 8-10

- **ohne Gravitation keine Atmosphäre**
- **Einfluss geänderter Schwerkraft** auf das ZNS von Fischen und Fröschen (im All bzw. Simulation auf der Erde)
- **Einfluss der Gravitation (Gezeiten)** auf die Entwicklung der Lebensgemeinschaft von Tieren und Pflanzen z. B. im Wattenmeer → Geografie 7
- **Wachstumsbewegungen** von Wurzel und Spross (Geotropismus)

Leben mit der Gravitation

Raumfahrt und Gravitation (Beispiele)

- **biologische Probleme veränderter Schwerkraftbedingungen** (Muskelschwund und Kalkabbau; Blutkreislauf; starker Reiz auf Nervensystem) → Biologie 10
- **Zusammenwirken von Gravitations- und Beschleunigungs Kräften** (Start und Landung beim Raumflug)

Anwendung des Gravitationsgesetzes

- **Gravitationskräfte zwischen zwei Körpern auf der Erde**
- **große Gravitationskräfte zwischen Himmelskörpern**
- **Massebestimmung von Himmelskörpern natürlich ohne Waage – aber wie?**
- **Geschwindigkeit von Satelliten (1. kosmische Geschwindigkeit)**
- **Abhängigkeit der Fallbeschleunigung von der Erdmittelpunktentfernung**
- **kleine Störungen der Planetenbahnen infolge der Gravitation zwischen den Planeten (Neptun - am Schreibtisch vorausberechnet)**
- *Entstehung von Ebbe und Flut - insbesondere durch das Einwirken der Gravitationskraft des Erdmondes*
- **Wirkungen der infolge der zwischen Sonne und Erde wirkenden (etwa konstanten) Gravitationskraft (nahezu kreisförmige Bahnbewegung der Erde um die Sonne und dadurch annähernd gleichmäßige Energiezufuhr für die Erde) → Geografie 7**

Gravitationsfelder - eine neue Feldart

- Arten physikalischer Felder: elektrisches Feld → Physik 9 und magnetisches Feld → Physik 10
- Merkmale dieser physikalischen Felder: Zustand des Raumes um Körper, in dem (elektrische bzw. magnetische) Kräfte auf geeignete andere Körper wirken → Physik 9, Physik 10
- **Gravitationsfeld: Zustand des Raumes um Körper, in dem aufgrund deren Masse gegenseitige Anziehungskräfte wirken**
- **alles, was aus physikalisch-materieller Sicht im Weltall (und damit auch auf der Erde) existiert, ist Stoff oder Feld**

Das Themenfeld **Raumfahrt – ein gemeinsames Haus vieler Wissenschaften** ist von seinem Ansatz besonders geeignet, fächerverbindend unterrichtet zu werden. Im Mittelpunkt des Themenfeldes stehen Aufgaben der Raumfahrt und Beispiele für deren Nutzung in verschiedenen Bereichen unserer Gesellschaft. Die Schülerinnen und Schüler sollen vielfältige Möglichkeiten nutzen, um zur Thematik „Raumfahrt“ Medienangebote zu finden, auszuwählen und zu nutzen sowie Mediengestaltungen zu verstehen und zu bewerten. Da, wo es möglich und sinnvoll ist, soll eine Öffnung von Unterricht/Schule erfolgen, indem Forschungseinrichtungen bzw. Produktionsbetriebe besucht werden, die mit Raumfahrt bzw. der Nutzung ihrer Ergebnisse zu tun haben.

Was fehlende Schwerkraft im Kosmos bewirkt (Beispiele) → Biologie

- **Verlagerung von Blut und Gewebeflüssigkeit aus den unteren Extremitäten zum Kopf (erhöhter Augeninnendruck auf der Erde führt zur Entstehung von „Grünem Star“)**
- hoher Flüssigkeitsverlust (20% der Flüssigkeit verliert ein Astronaut)
- Störung des dynamischen Gleichgewichts zwischen dem Auf- und Abbau der Enzyme des aeroben Stoffwechsels
- **Muskelschwund (Sport ist ein „Muss“)**
- **durch Calciumabbau Veränderung des Knochengewebes**

Globale Umweltbeobachtung (Beispiele)

- **Umweltveränderungen** (Ozonloch, Zustand des tropischen Regenwaldes, Ausbreitung von Wüsten) → Geografie 9
→ ÜTK Ökologische Nachhaltigkeit und Zukunftsfähigkeit
- **Aufspüren von Umweltsünden** (Ableitung von Chemikalien in Flüsse, Missbrauch landwirtschaftlicher Nutzung in der EU [Subventionsbetrug])
- **Umweltunfälle/Kriege** (Ölkatastrophen durch Tanker, Golfkrieg)
- Naturkatastrophen (Wirbelstürme, Überschwemmungen, El Niño)
- **Landesplanung und -entwicklung (Vermessung und Kartierung, Erstellung von Erntepronosen, Verkehrsentwicklungsplanung, Erforschung von Lagerstätten, Wasservorräten)**

Warum erd- und welt- raumgebundene Beobachtungen? (Beispiele)

- **Wellen- und Teilchenstrahlung**
- „Strahlungssembargo“ durch die Erdatmosphäre
- auch im Kosmos mithilfe der Spektralanalyse „**kosmische Spurensicherung**“
- Diskussionen über beide Beobachtungsmethoden hinsichtlich Kostenminimierung

Wesentliche Tätigkeiten und fachspezifische Verfahren

- Verschaffen von Größenvorstellungen über Gravitationskräfte zwischen 2 Himmelskörpern bzw. zwischen 2 Körpern auf der Erde
- **Erklären, warum die Gewichtskraft eines Körpers in größerer Entfernung über einem Punkt der Erdoberfläche geringer ist**
- Vergleichen von Fallbeschleunigungen mit den Beschleunigungen bei Start und Landung einer Rakete
- Projekt: „Raumfahrt – ein gemeinsames Haus vieler Wissenschaften“ (**Recherchieren mittels traditioneller und moderner Medien, Dokumentieren und Präsentieren der Ergebnisse**) → ÜTK Medien und Informationsgesellschaft → IKG (**Suchen, Recherchieren, Auswerten, Bewerten von Informationen**)
- Diskutieren zum Thema „Raumfahrt – Risiken und gegenwärtige Grenzen“
- Zusammenstellen und Diskutieren von Beispielen europäischer Zusammenarbeit in der Raumfahrt (ESA) → **ÜTK Wirtschaft**

Raumfahrt – ein gemeinsames Haus vieler Wissenschaften

Erdbeobachtungssysteme – Fernerkundung (Beispiele) technische Verfahren

- Bildaufnahme durch SAR (Synthetic Aperture Radar) in drei Wellenlängenbereichen (z. B. der Regenwaldbeschaffenheit; von der Baumkrone bis zur Wurzel)
- wetterunabhängige Mikrowellen-Radarsensoren
- Auswertung der empfangenen Daten und Rücksendung zur Erde
 - Einsatz von Hochleistungscomputern
 - hohe Kreativität der Bildauswerter

Ein Labor im Weltall – ISS (Beispiele)

- **Vorbereitung der Astronauten auf der Erde**
 - Zentrifuge
 - Tauchtank - Bewegungsabläufe bei Außenbordarbeiten üben
 - Handhabung von Spezialgeräten im Übungszentrum
- **medizinische/biologische Untersuchungen**
 - Ödembildung (Blutkreislauf) → Biologie
 - Osteoporose (Calciummangel)
 - telemedizinische Verfahren (Fernüberwachung)
 - Züchtung von größeren Proteinkristallen, um ihren Aufbau kennen zu lernen (Biotechnologie)
- **High-Tech-Werkstoffe „made in space“** → ÜTK Wirtschaft
 - Metalllegierungen, um hochstabile, leichtgewichtige Aluminiumkarosserien zu bauen
 - Gleitlager für Motoren
 - Halbleiterkristall Galliumarsenid

Getestet im Orbit (Beispiele)

- **Verbesserung der Technologie in der Fernsteuerung**
- **Fern-Endoskopie**
- **höchste Anforderungen an die eingesetzten Materialien (z. B. extreme Langlebigkeit und Zuverlässigkeit)**
- **Industrieroboter mit intelligenter Steuerung**
- **Herzschrittmacher (Miniaturisierung)**
- Mikrofaserisolierung
- **Untersuchungsgerät für den Hals-Nasen-Ohrenbereich**

Im Themenfeld **Raumfahrt – Forschung für die Zukunft** werden die Schülerinnen und Schüler mit der geschichtlichen Entwicklung, bedeutsamen Ersterfolgen und theoretischen Grundlagen der Raumfahrt bekannt gemacht. Ein besonderer Schwerpunkt hinsichtlich Fasslichkeit sind die mathematisch-physikalische Beschreibung des Raketensprinzips und vor allem das inhaltliche Verständnis der Raketengrundgleichung, zumal auf zusätzliche Quellen zurückgegriffen werden muss. Der fachübergreifende Ansatz dieses Themenfeldes soll an vielen Stellen sinnvoll genutzt werden, um neben den astronomischen Aspekten auch physikalische, mathematische, biologische, chemische, medizinische, psychologische, technische, geografische, meteorologische und ethische Aspekte zu nutzen. Besondere Potenzen liegen auch in der Umwelt- und Medienerziehung.

Der Traum des Ikarus wird Wirklichkeit
 – geschichtliche Entwicklung und bedeutsame Ersterfolge der Raumfahrt
 – Schaffung theoretischer Grundlagen für die Raumfahrt (Ziolkowski, Oberth, Goddard, von Braun)

Das Raketensprinzip
 – Wechselwirkungsgesetz und newtonsches Grundgesetz (Rückstoßprinzip) → Physik 9
 – Durchsatz $D = m_T / t_B$ m_T ..Treibstoffmasse t_B ..Brenndauer
 – Schubkraft $F_S = D \cdot v_T$ v_T ..Ausströmgeschwindigkeit
 – Raketengrundgleichung: $v_E = v_T \cdot \ln (m_0 / m_L)$
 m_0 ...Startmasse; m_L ...Leermasse; m_0/m_L Massenverhältnis; Zahl e, ln x (Exponentialfunktionen; exp. Wachstum/Zerfall → Mathematik 10; → Physik 10 → Biologie
 – Mehrstufenraketen

Physikalische Aspekte der Raumfahrt
 – **Anwendung der keplerschen Gesetze in der Raumfahrt**
 – **Schwerelosigkeit** bzw. Mikrogravitation
 – **Strahlung** (IR-, UV-, Röntgen-, radioaktive und kosmische Strahlung)
 – **Beschleunigungen** (2,8 g bis 8 g bei Start bzw. Landung)
 – Absicht, durch Rotation des Raumfahrzeuges um eine Achse Fliehkräfte zu erzeugen, um so die fehlende Schwerkraft zu kompensieren
 – Außenbordarbeiten

Wesentliche Tätigkeiten und fachspezifische Verfahren

- **Herleiten der Gleichung für die Fallbeschleunigung in Abhängigkeit von der Erdmittelpunktentfernung r:**
 $g = \gamma \cdot m_E / r^2$
- **Berechnen von Gravitationskräften und Fallbeschleunigungen**
- Verschaffen von Größenvorstellungen der Gravitationskräfte zwischen Himmelskörpern bzw. zwischen Körpern auf der Erde
- **Erklären, warum die Gewichtskraft eines Körpers in größerer Entfernung über einen Punkt der Erdoberfläche geringer ist**
- *Beschaffen von Informationsmaterialien aus verschiedenen Medienbereichen und Dokumentieren/Präsentieren der Ergebnisse*
- Problemdiskussion/Rollenspiel zum Thema „Raumfahrt - Nutzen, Risiken und Grenzen“
- Nutzen von Möglichkeiten der Beobachtung von Satelliten bis 2 Stunden vor Sonnenaufgang bzw. ab 2 Stunden nach Sonnenuntergang
- *Festigen der Arbeit mit Modellen*
- Lösen quantitativer Aufgaben, z. B. Berechnen des Durchsatzes, der Schubkraft und der Endgeschwindigkeit einer Rakete nach der Raketengrundgleichung
- **Berechnen der Höhe eines geostationären Satelliten**

Raumfahrt – Forschung für die Zukunft

Biologische, medizinische und psychologische Aspekte der Raumfahrt (insbesondere bei Langzeitflügen)
 – **Wahrnehmung von Beschleunigungen** (Labyrinth im Ohr)
 – **starker Reiz auf das Nervensystem bei Schwerelosigkeit**
 – **Muskelschwund und Kalkabbau im Knochenskelett**
 – **Ernährung und Atmung** → Biologie 7
 – **Zusammenleben auf engem Raum**
 – **räumliche Orientierung**
 – **Blutkreislauf** (Veränderungen des Blutvolumens innerhalb des menschlichen Körpers) → Biologie 8
 – „**Raumfahrtkrankheit**“ (Zusammenwirken von optischen Eindrücken und Gleichgewichtszuständen)

Raketen
 – Feststoffraketen, **Flüssigkeitsraketen**
 – Ausblick auf Photonen- und Ionenantriebe
 – **Treibstoffe**
 – **Energieversorgung**

Andere Raumflugkörper
 – **Satelliten**
 – **Raumsonden**
 – **Raumstationen**

Berufsbild Astronaut
 – geistige, psychische, soziale und körperliche Voraussetzungen
 – aus der Ausbildung der Astronauten

Beispiele der Nutzung der Raketentechnik und Raumfahrt
 – **Wettersatelliten**
 – **Kommunikationssatelliten (geostationärer Satellit)**
 – Navigationssatelliten
 – **neue Werkstoffe** (Legierungen, Isoliermaterialien)
 – Erdvermessungen
 – Lagerstätten erkundung
 – **Miniaturisierung von Gebrauchsgütern**
 – militärische Nutzung
 – **Umweltbeobachtung** (Warnung vor tropischen Wirbelströmen)
 – schnelle Erfassung von Umweltschäden

„Weltraumtourismus“
 – gegenwärtige Möglichkeiten/Realisierungen von „Mondtourismus“ (ISS)
 – **technische, biologische und medizinische Überlegungen zu Langzeitflügen innerhalb des Sonnensystems**
 – weitere Ziele bemannter Raumfahrt

Kommunikation und Informationsübermittlung
 – Ausstrahlung u. Empfang hertzscher Wellen → Physik 10
 – Informationsverarbeitung durch Mensch und moderne Technik → IKG

Leben wir unter kosmischen Einflüssen? ist in der menschlichen Entwicklung stets eine Fragestellung gewesen. Sie ist für Schülerinnen und Schüler auch heute noch sehr interessant. Dieses Themenfeld regt die Neugier der Schülerinnen und Schüler an und trägt dazu bei, das ökologische Bewusstsein weiterzuentwickeln bzw. zu festigen. Auch der Auseinandersetzung mit der Astrologie/Volksaberglaube ist in diesem Themenfeld Aufmerksamkeit zu widmen. Es soll ebenso deutlich gemacht werden, dass eine Reihe vermuteter meteorologischer und biologischer Erscheinungen in ihren Zusammenhängen einer weiteren Klärung und Prüfung bedarf. Panikmache und voreiligen Schlussfolgerungen (z. B. im Zusammenhang mit Asteroidenfurcht) ist durch Analysieren und kritisches Bewerten von bestimmten Informationen im Hinblick auf ein wissenschaftliches Weltbild zu begegnen.

Atmosphäre der Erde

- Entstehung der Erdatmosphäre
- „Schutzschildfunktion“
- **Treibhauseffekt**
- Ozonloch
- Rolle des Kohlendioxids
- Gefahren durch FCKW
- **globale Erwärmung**

Erdmond

- **Ebbe und Flut** (bes. Rolle des Erdmondes)
- Unsere Erde verformt sich.
- **Hat der Erdmond einen Einfluss auf das Erdwetter?** (Haloerscheinungen, Wärmewirkung wie eine Kerze aus 15 m Entfernung)

Planeten

- **Gravitationswirkungen** beim „Überholen“ eines anderen Planeten (**Hinweis auf Störungen der Uranusbahn durch den danach entdeckten Neptun**)

Wesentliche Tätigkeiten und fachspezifische Verfahren

- Reaktivieren der Kenntnisse über die Atmosphäre der Erde
- Erkennen von Ursache – Folgen (Kausalität) bei solar-terrestrischen Beziehungen
- **Auseinandersetzen mit volkstümlich verbreiteten Anschauungen (z. B. Bauernregeln, Grundaussagen der Astrologie, Horoskope u.Ä.) mit Sicht auf naturwissenschaftliche Erkenntnisse**
- kritisches Werten von Informationen, die noch nicht ausreichend wissenschaftlich belegt sind (z. B. Heliobiologie)
- experimentelles Bestimmen der Solarkonstante
- **Diskutieren des Einflusses von kosmischen Objekten auf Bewohner der Erde**
- **Beobachten des Erdmondes**
 - **Lichtgestalt (Phasen)**
 - **Oberfläche (helle und dunkle Gebiete)**
 - **Oberflächenformen**
 - **Bestimmen des scheinbaren Durchmessers**
- Beobachten von Kometen, Meteoren, Meteoritenschwärmen

Leben wir unter kosmischen Einflüssen?

Vielfalt der Erscheinungen auf der Sonne/

Leben mit der Sonne (solar-terrestrische Beziehungen)

- **Sonnenaktivität**
 - Einflüsse auf Dickenwachstum von Bäumen, Herz-Kreislauf-Störungen, Geburtsvorgänge, Wetterlage/Großwetter, Häufungen von Cholera und Pest in vergangenen Jahrhunderten
- **Licht/Strahlung**
 - Heilung/Gefahren (z. B. für Haut bzw. Augen)
 - Verschlechterung des Kurzwellenempfangs
 - Überreichweiten bei Längswellen
- **Sonnenwind**
 - Polarlichter
 - Veränderungen der Magnetosphäre (magnetische Stürme)
- **Gravitation (entscheidender Einfluss auf die Erdbahn)**
- **die Sonne im Dienste der Menschen**
 - Möglichkeiten der Energienutzung
 - gegenwärtiger technischer Entwicklungsstand → ÜTK Wirtschaft

Planeten- und Sternkonstellationen

- **Astrologie**
 - **Ursachen für die Entstehung und Entwicklung der Astrologie**
 - **Astrologie heute (z. B. Wie entsteht ein Horoskop?)**
 - Haben die Planeten- und Sternkonstellationen einen voraussagbaren Einfluss auf das Schicksal des einzelnen Menschen?
- **Asteroiden-/Kometenfurcht**
 - Kometenaberglaube (Entstehung von Kriegen?)
 - Gefahr und Wert von Asteroiden (z.T. ähnliche Wirkungen wie Massenvernichtungsmittel, spektralanalytische Untersuchung eines Asteroiden [d=2 km] ergab: Er enthielt Fe, Ni, Co im Wert von etwa 13 Billionen Euro.)
 - „Schutzmöglichkeiten“ vor einem Asteroiden (seine Flugbahn von der Erde weglenken)
 - Kometen in der darstellenden Kunst und Literatur (z. B. Stern von Bethlehem – ein Komet oder eine Planetenkonstellation?)

Im Themenfeld **Kosmos – vor allem naturwissenschaftlich betrachtet** lernen die Schülerinnen und Schüler verschiedene Methoden von Entfernungs-, Zeit- und Lichtgeschwindigkeitsbestimmungen kennen. Neben einer vorwiegend fachbezogenen naturwissenschaftlichen Ausrichtung des Themenfeldes wird auch die Darstellung des Kosmos in Kunst, Literatur und in den Medien betrachtet. Dazu eignen sich zugleich zeitweise fachübergreifende bzw. fächerverbindende Arbeitsformen. Die Behandlung von Gravitationslinsen stellt hohe Anforderungen an das Verständnis der Schülerinnen und Schüler, zumal auf zusätzliche Quellen zurückgegriffen werden muss. Deshalb soll eine gute grafische Veranschaulichung des Gravitationslinseneffekts (evtl. unter Einsatz verschiedener Medien) erfolgen.

Entfernungsbestimmungen

- **Laufzeitmethoden**
 - **Laufzeitmessungen mithilfe von Radar- oder Laserimpulsen (nur im Nahbereich der Erde)**
 - Ist eine Planetenentfernung im Planetensystem bekannt, so erhält man mit dem 3. Keplerschen Gesetz bei Kenntnis der Umlaufzeiten auch die Entfernungen der übrigen Planeten.
- **geometrische Methoden**
 - **trigonometrische Parallaxe p ; $r = 1/p$ (p in “, r in pc, für $r \leq 100pc$)**
- photometrische Methoden
 - $m - M = 5 \log r - 5$ (scheinbare Helligkeit m , absolute Helligkeit M , Entfernungsmodul $m-M$)

Zeitbestimmung

- Sanduhr
- **Sonnenuhr**
- **Sternhimmel und Datumsbestimmung**
- **Jahreszeiten**
- **Zeitbestimmung in der Natur** (Jahresringe, Gesteinsformationen, Ablagerungen, Radioaktivität → Physik 10)
- **moderne Zeitmesser**

Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit

- bei astronomischen Entfernungen (**Methode von Römer; 1675/76**)
- nicht astronomische Methoden: **Methoden von**
 - Fizeau
 - Foucault
 - Michelson

Wesentliche Tätigkeiten und fachspezifische Verfahren

- **Erläutern von Methoden zur Bestimmung von Entfernungen, Zeiten und Lichtgeschwindigkeiten im Kosmos**
- **Berechnen von Entfernungen bzw. Parallaxen mit der trigonometrischen Entfernungsbestimmung**
- **kommentierendes Berechnen der Lichtgeschwindigkeit aus Messwerten**
- *Projekt: Der Mensch lebt vom und durch Licht*
- Anfertigen einer Skizze des „Strahlenverlaufs“ (der Wellennormale der Lichtwellen) eines weit entfernten Quasars unter dem Einfluss einer lichtbeugenden Punktmasse

Einfluss der Sonne auf den Lebensrhythmus des Menschen

- *Tag und Nacht*
- Nachtarbeit (Biorhythmus)
- **Einfluss auf das Wohlbefinden**
- **Sonnenlicht zur Heilung**
- Erkrankungen durch/Schutz vor Sonnenstrahlung

Kosmos - vor allem naturwissenschaftlich betrachtet

Der Kosmos – seine Darstellung in Kunst, Literatur und in den Medien

- **Beispiele aus der Kunst** (vgl. z. B. astronomische Fachzeitschriften oder Internetrecherchen)
- **Beispiele aus der Literatur** (z. B. B. Brecht: Leben des Galilei...)
- **Möglichkeiten des Medieneinsatzes**
 - **anschauliche „Aktionsmedien“** (Kugelmodelle, Weg-Modelle [Planetenwege, naturhistorische Wege])
 - **audiovisuelle Medien** (Poster, Lichtbild, Folien, Film, Video, Foto-CD, Hologramm)
 - **moderne Medien** (z. B. Multimedia-Produkte, interaktiver Charakter)

Gravitationslinsen im All - eine neue Art von Linsen

- Brechung und Beugung von Licht → Physik 10
- Voraussage Einsteins 1912: Gravitationslinse als Objekt, das unter bestimmten Bedingungen Lichtbündel entfernter Lichtquellen wie eine Linse fokussieren kann
- **Existenz von Gravitationslinsen** (Beispiel grafisch veranschaulichen!)
 - Einfluss einer lichtbeugenden Punktmasse auf den Strahlengang eines weit entfernten Quasars (Einstein-Formel $\alpha = 4 \gamma M/c^2 b$ ohne Herleitung!; α ..Beugungswinkel; γ ..Gravitationskonstante; M .. Punktmasse; c .. Lichtgeschwindigkeit; b .. Abstand zwischen Lichtstrahl und Punktmasse)
 - Entdeckung eines Quasars (1979), zunächst als Doppelquasar gedeutet (**optische Täuschung in kosmischer Größenordnung**), **Ausfindigmachen einer elliptischen Galaxie zwischen Erde und Quasar als Gravitationslinse**
- Mithilfe der Einsteinformel verfügt man bei Vorhandensein von Gravitationslinsen über eine einfache und genaue Massenbestimmungsmethode.

Im Themenfeld **Größenvorstellungen - und das (nicht nur) bei wahrhaft „astronomischen Zahlen“** wird den Schülerinnen und Schülern ausgehend von Beispielen aus verschiedenen Naturwissenschaften deutlich, dass Größenvorstellungen häufig durch Vergleichen und Veranschaulichen gebildet werden können. Aus der Vielzahl der Möglichkeiten des Vergleichens sollen diejenigen gewählt werden, die besonders überzeugend und einprägsam sind. Es wird deutlich, dass häufig schon durch die Verwendung einer sinnvollen, dem Sachverhalt angepassten Einheit, durch Veranschaulichen der Einheit bzw. der gesamten Größenangabe beim Vergleichen bessere Größenvorstellungen entwickelt werden.

Vergleichen - was ist das?

- ...elementare Form des Erkennens des Gemeinsamen, Ähnlichen oder Unterschiedlichen in wesentlichen Merkmalen zweier oder mehrerer Erscheinungen oder Objekte bezüglich bestimmter Vergleichsaspekte
- Bedeutung des Vergleichens und Veranschaulichens für die Entwicklung von Größenvorstellungen (Beispiele)
- Rolle von (gegenständlichen) Modellen hinsichtlich Anschaulich- und Fasslichkeit (Beispiele)

Vergleich von Beträgen naturwissenschaftlicher Größen aus Natur und Technik

- Einheitenvorsätze
- Potenzschreibweise
- Beispiele aus Physik, Chemie, Biologie (Länge, Zeit, Winkel, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Kraft, Masse, Druck, Dichte, Energie, Temperatur, Frequenz, Wellenlänge, Stoffmenge, molare Größen)

Vergleiche in der Astronomie

- Astronomie nur „Wissenschaft der extrem großen Zahlen“ ?
- irdische und astronomische Einheiten (z. B. km - Lichtjahr - Parsek; Strahlungsleistungen/Leuchtkräfte auf der Erde und im All)
- Astronomie auch als „Wissenschaft der sehr kleinen Zahlen“ (z. B. mittl. Dichte von Betheuze $10^{-7} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, mittl. Massendichte im Kosmos $10^{-31} \dots 10^{-29} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, Energie bei der Fusion von 4 H-Kernen zu 1 He-Kern $4,2 \cdot 10^{-12} \text{ J}$)

Wesentliche Tätigkeiten und fachspezifische Verfahren

- Erläutern der Bedeutung naturwissenschaftlicher Größen (qualitative und quantitative Begriffsmerkmale)
- Suchen nach Möglichkeiten, Größenvergleiche (überzeugend, anschaulich) anzustellen, und Präsentieren der Ergebnisse
- Umrechnen von Größenangaben (Verwendung verschiedener Einheiten, Potenzschreibweise, Einheitenvorsätze)
- Anfertigen von gegenständlichen Modellen und Übersichten zu Größenvergleichen in der Astronomie und anderen Naturwissenschaften

Größenvorstellungen - und das (nicht nur) bei wahrhaft „astronomischen Zahlen“

Vergleiche zum Themenfeld „Das Sonnensystem...“

- Durchmesser, Volumen und Entfernungen von Planeten
 - Massenvergleiche im Sonnensystem
 - Massenverlust der Sonne
 - Gravitationskräfte (zwischen Körpern auf der Erde bzw. zwischen zwei Himmelskörpern...)
- Erkenntnisse:**
- ⇒ Sonnensystem als Raum im Weltall, in dem die Gravitationskraft der Sonne die der anderen Sterne übertrifft
 - ⇒ das Sonnensystem ist viel größer als der Bereich des Planetensystems

Vergleiche zum Themenfeld „Andere Sterne...“

- Entfernung der Sterne voneinander
 - Durchmesser der Sterne
 - Sternmassen
 - mittlere Dichten der Sterne
 - Leuchtkräfte der Sterne
 - Fallbeschleunigung an der Sternoberfläche
 - Geschwindigkeit eines frei fallenden Körpers am Ende der ersten Sekunde
- Erkenntnisse:**
- ⇒ Sterne stehen im Weltraum in unendlicher Vereinzelung. Daher sind Zusammenstöße zwischen ihnen (außer in extrem dichten Sternhaufen) äußerst unwahrscheinlich.

Vergleiche zum Themenfeld „Galaxis... Sternsysteme... Kosmologie“

- Durchmesser und Abstände von Galaxien
 - lokale Gruppe
 - andere nahe Galaxien
 - Galaxienhaufen
 - schwarze Löcher (mit vielen Mill. Sonnenmassen)
- Erkenntnisse:**
- ⇒ Durchmesser und Entfernungen der Galaxien liegen in vergleichbaren Größenordnungen
 - ⇒ „Zusammenstöße“ zwischen Galaxien und Wechselwirkungen dabei gehören (im Unterschied zu Sternen) zum „kosmischen Alltag“

vgl. M. Schukowski: Zum Vergleich im astronomischen Unterricht. In: Astronomie heute, 1995

Das Themenfeld **Sciencefiction – Zukunftsträume, Fantasien, Visionen** ist von seinem Ansatz besonders geeignet, fächerverbindend unterrichtet zu werden. Im Mittelpunkt des Themenfeldes stehen Beispiele für Sciencefiction aus verschiedenen Bereichen unserer Gesellschaft. Die Schülerinnen und Schüler sollen vielfältige Möglichkeiten nutzen, um zur Thematik Medienangebote zu finden, auszuwählen und zu nutzen sowie Mediengestaltungen zu verstehen und zu bewerten. Am Beispiel von Sciencefiction erleben die Schülerinnen und Schüler einerseits, wie die Fantasie Triebkraft geistiger Forschungsarbeit sein kann. Andererseits wird auch deutlich, dass antihumane Zukunftsfiktionen häufig mit kriegerischen Auseinandersetzungen verbunden sind.

Sciencefiction in der Literatur der Vergangenheit und Gegenwart

- **Johannes Kepler**
Idee: Flug zum Mond mit Luftschiff, das den Wind zwischen den Planeten ausnutzt
- **Jules Verne**
Aussagen zur Schwerelosigkeit im Roman haben große Ähnlichkeit mit den späteren Mondlandemissionen
- **Stanislaw Lem** (z. B. Ansichten zu Nutzen und Risiken der Antimaterie)

Sciencefiction in Fernseh- und Filmproduktionen

- **Star Wars-Serie** (als Beispiel oder ein aktueller Film)
 - Sternenkrieg – atemberaubende Weltraumschlachten
 - Lichtschwerer u.a.
 - alle Handlungen werden in fernste Galaxien und Planeten verlagert
 - Weltraumstationen werden gebaut
- **Star Trek-Serie** (als Beispiel oder ein aktueller Film)
 - alle Handlungen werden in das Milchstraßensystem verlagert (10 000 ly Entfernung)
 - Weltraumstationen werden mit 30% Materialien an Ort und Stelle gebaut, Rest des Materials stammt aus der Zentralwelt Cardassia (5,25 ly Entfernung)
 - Einsatz von intelligenten Robotern (Selbstständigkeit, künstliche Intelligenz)
 - Visionen bzw. Realität des Beamens (Entdeckung in den 60er-Jahren durch Bell, Möglichkeit des Beamens von Atomen mit einem Bell-Apparat durch Zeillinger)

Wesentliche Tätigkeiten und fachspezifische Verfahren

- **Problemdiskussion:**
„**Sciencefiction – wissenschaftlich-utopische (geschriebene bzw. verfilmte) Literatur, technokratische und antihumane Zukunftsfiktion oder ..?**“
- *selbstständiges Sammeln, Aufbereiten und Präsentieren von Informationen zu Sciencefiction aus traditionellen und neuen Medien*
- **Umrechnen von Größenangaben (Verwendung verschiedener Einheiten, Potenzschreibweise, Einheitenvorsätze)**
- **Beschreiben des prinzipiellen Aufbaus technischer Geräte und Erläutern bzw. Erklären derer Wirkungsweise**
- Aufzeigen einiger von Wissenschaft und Technik (bisher) ungelöster Probleme von Sciencefiction-Visionen (z. B. des Beamens)
- Auseinandersetzen mit Visionen und Ängsten von Stephen Hawking über die Zukunft der Erde (und damit auch der Menschheit):
 - „Die Menschheit kann nur überleben, wenn sie sich in den Weltraum ausbreitet.“
 - „Ein nuklearer Unfall oder die Erderwärmung wird das Leben auf der Erde auslöschen.“

Sciencefiction – Zukunftsträume, Fantasien, Visionen

Sind Ideen und Gedanken der Sciencefiction Realität geworden?

<ul style="list-style-type: none"> • Der Flug zum Erdmond und zu einigen Planeten wurde Wirklichkeit. • Eine entscheidende Frage ist dabei weiterhin die Suche nach neuen Antriebsformen (z. B. Photonenantrieb, Warpantrieb). • „Urknall“, der das Weltall erschuf, hat etwa dieselbe Menge von Atomen und Antiatomen entstehen lassen. Was ist mit den Antiatomen geschehen? Man konnte sie nirgends finden. (Stanislaw Lem) 	<ul style="list-style-type: none"> • Die flachen rechteckigen Datenspeicher von Mr. Spock wurden als Disketten Wirklichkeit. • Laser („Lichtschwerter“) werden mittlerweile in vielen Bereichen unserer Gesellschaft genutzt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Waffensysteme auf Grundlage von Lasertechnik in der Serie sind physikalisch erklärbar. • Heute sind Anwendungen der Lasertechnik nicht nur im Militärwesen möglich bzw. realisiert.
---	---	--

Rund 400 000 km ist der Mensch in den Weltraum eingedrungen. Mit Raumflugkörpern erhöht sich gegenwärtig diese Entfernung immer mehr.
Stephen Hawking: „**Sciencefiction von heute ist der Sciencefact von morgen.**“

Im Themenfeld **Die Sonne - unser Stern** wird die Sonne als Prototyp eines Sterns betrachtet, für den jedoch infolge seiner geringen Entfernung von der Erde besonders gute Beobachtungsmöglichkeiten bestehen. Bei der Behandlung der Strahlungsleistung und der mittleren Dichte sowie der Temperatur und der chemischen Zusammensetzung der Photosphäre wird den Schülerinnen und Schülern bewusst, dass durch Messung und Berechnung physikalische Eigenschaften der Sonne ermittelt werden können, obgleich sie direkten Untersuchungen nicht zugänglich sind. Die Schülerinnen und Schüler sind ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass sie nie mit ungeschützten Augen in die Sonne sehen dürfen, dass Sonnenbrillen kein ausreichender Augenschutz für eine Sonnenbeobachtung sind und dass der Blick in die Sonne mit einem Fernrohr ohne besondere lichtdämmende Hilfsmittel zu schweren Sehschäden bis zur Erblindung führen kann. Daher ist die Projektionsmethode zur Beobachtung vorzuziehen.

<p><u>Die Sonne als Kultsymbol</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - mythische Verehrung der Sonne - Stellung der Sonne in den Weltbildern der alten Kulturen - Sonne und Kalender - Astrologie 	<p><u>Die Sonne erforschen</u></p> <p>Beobachtungs- und Messmethoden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bestimmung von Entfernung und Durchmesser - Oberflächenbeobachtung mittels Fernrohr (Projektionsmethode) - Bestimmung der Leuchtkraft - moderne Sonnenforschung 	<p><u>Steckbrief der Sonne</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Zustandsgrößen (Durchmesser, Masse, mittlere Dichte, Schwerebeschleunigung an der Oberfläche, Rotationsdauer, Leuchtkraft [Strahlungsleistung], Oberflächentemperatur) - Berechnung der Leuchtkraft der Sonne 	<p><u>Wesentliche Tätigkeiten und fachspezifische Verfahren</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bestimmen des scheinbaren Durchmessers der Sonne in Horizonznähe • Beobachten der Sonne mit der Projektionsmethode und Bestimmen des Längsdurchmessers einer großen Sonnenflecken-gruppe • Erläutern der Auswirkungen von solar – terrestrischen Beziehungen auf Mensch und Technik • experimentelles Bestimmen der Solarkonstante • Vergleichen der Radien und Massen von Sonne und Erde • Schülerexperiment: Erzeugen, Betrachten und Beschreiben eines kontinuierlichen Spektrums (Glasprisma, „Wasserprisma“, Gitterfolien bzw. Transmissionsgitter) • Demonstrationsexperiment: Erzeugen eines Emissions-Linien- spektrums • Beschreiben des Sonnenspektrums und Erläutern seiner Entstehung • Verdeutlichen der Bedeutung der Spektralanalyse in der Astronomie und in anderen Bereichen • Erläutern von physikalischen und chemischen Veränderungen der Sonne infolge Kernfusion und Strahlung
<p><u>Die Strahlung der Sonne</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Strahlungsarten <ul style="list-style-type: none"> • elektromagnetische Wellen • Teilchenstrahlung - Sonnenspektrum als Absorptionslinienspektrum (Aussehen, Entstehung) - Spektrometrie, Photometrie - Bedeutung der Spektralanalyse in der Astronomie und in anderen Bereichen 	<p>Die Sonne – unser Stern</p>	<p><u>Die Sonne verändert ihr Aussehen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sonnenflecken - Sonnenfackeln - Protuberanzen - Eruption - Aktivitätszyklus - solar-terrestrische Beziehungen (Deformation des Erdmagnetfeldes, Strahlungsgürtel, Polarlichter) 	
<p><u>Energieerzeugung und Transport</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Kernfusion → Physik 10 - Proton-Proton-Prozess (in zentrumnahen Gebieten) → Physik 10 - Energietransport im Sonneninneren (Strahlung, Konvektion) → Physik 10 - Energieabstrahlung 		<p><u>Die Sonne weckt die Lebensgeister</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Voraussetzungen für die Entstehung von Leben → Biologie 10 - Sonne als Energiespender (Photosynthese, Wasserkreislauf, Klima, Solarenergie) → Chemie 8 → Geografie 7 - Erhalt der Öko- und Biosphäre (Treibhauseffekt, Ozonloch) 	

Im Themenfeld **Optische Spektren - faszinierende Phänomene** wird der Begriff Spektrum eingeführt, der in der Folge eine mehrfache Erweiterung erfährt. Im Mittelpunkt stehen kontinuierliche und Linienspektren. Bedeutsam ist vor allem der Informationsgewinn aus Spektren von Gasen (z. B. über die chemische Zusammensetzung von Körpern). Es wird mit der Spektralanalyse eine wichtige Anwendung behandelt. Die Schülerinnen und Schüler wissen, dass die schwarzen Linien im Spektrum des Sonnenlichts durch Absorption bestimmter Anteile des ursprünglich ausgesandten Lichts entstehen. Die Schülerinnen und Schüler erleben bei Experimenten zur Wellenoptik überzeugend, wie wichtig sorgfältiges Arbeiten ist. Es bieten sich viele Möglichkeiten der Teamarbeit, des Einsatzes von verschiedenen Medien und eines handlungsorientierten Unterrichts an. Die Schülerinnen und Schüler erleben die Ästhetik der Farberscheinungen (z. B. im Zusammenhang mit kontinuierlichen Spektren beim Regenbogen).

Begriff Spektrum - seine historische Entstehung und Entwicklung

- Experimente von Newton (Grimaldi, Young, Fresnel, Huygens)
- Spektrum - durch Lichtzerlegung entstehendes Farbband → Physik 10
- Erweiterung des Begriffsinhalts auf unsichtbare optische Spektren
- Erweiterung auf andere elektromagnetische Strahlungen (Wellenskale nach Lebedew)
- Zusammenhang zwischen Lichtfarbe und Wellenlänge (Frequenz)

Arten optischer Spektren - wie entstehen sie?

- durch verschiedene **physikalische Vorgänge der Zerlegung (Brechungs-, Interferenzspektrum)**
- durch verschiedene **Aggregatzustände und unterschiedliche physikalische und chemische Bedingungen der Strahlungsquelle (kontinuierliches Spektrum, Linienspektrum, Bandenspektrum)**
- dadurch, dass sich **zwischen Strahlungsquelle und Empfänger ein Stoff befindet, der bestimmte Anteile des Lichts absorbiert oder nicht (Emissions-, Absorptionsspektrum)**

Infrarote und ultraviolette Strahlung

- **Entdeckung der infraroten Strahlung (Herschel)**
- **Eigenschaften und Anwendung**
- **Nachweis unsichtbarer Objekte (Nutzen der Eigenschaften/Wirkungen dieser Objekte in Wechselwirkung mit geeigneten Körpern)**
- **Entdeckung der UV-Strahlung (Ritter)**
- **Eigenschaften, Anwendung, Gesundheitsschutz**
- **IR- und UV-Strahlung im Tier- und Pflanzenreich**

Wesentliche Tätigkeiten und fachspezifische Verfahren

- **Schülerexperiment: Erzeugen, Betrachten und Beschreiben eines kontinuierlichen Spektrums** (Glasprisma, „Wasserprisma“, Gitterfolien bzw. Transmissionsgitter)
- **Erläutern des Prinzips des experimentellen Nachweises unsichtbarer Objekte (allgemeine Verfahrenkenntnis und am Beispiel der IR- oder UV-Strahlung)**
- **Demonstrationsexperiment: Erzeugen eines Emissions-Linienspektrums**
- Schüler-Demonstrationsexperiment: Nachvollziehen des historischen Experiments von Kirchhoff und Bunsen (Modell eines einfachen Handspektroskops, z. B. aus Aufbauteilen der Physik-Sammlung)
- **Beschreiben der Entstehung und des Aussehens des Sonnenspektrums**
- **Erläutern der Bedeutung der Spektralanalyse am Beispiel der Sonne**
- Sammeln, Aufbereiten und Präsentieren von Informationen (z. B. in Projektform) zu „Spektralanalytische Untersuchungen im Land Brandenburg“ (z. B. Besuch von Forschungsstätten)

Optische Spektren - faszinierende Phänomene

Die Geburtsstunde der Spektralanalyse

- Bunsen und Kirchhoff entdecken die Spektralanalyse (mit Bezug zu Himmelskörpern)
- **Prinzip der (klassischen) Spektralanalyse**
- **Aufbau und Funktionsweise eines Spektralapparates**
- **Informationsgewinn aus Spektren (physikalische und chemische Beschaffenheit der untersuchten Körper)**

Anwendungen der Spektralanalyse in verschiedenen Bereichen (Beispiele)

- **Vorteile gegenüber anderen Analyseverfahren** (berührungsloses Verfahren, sehr geringe Stoffmengen)
- **Anwendungen:** z. B. Multispektalkameras zur Bodenerkundung, Spuren-/Indiziennachweis in der Kriminalistik, Spektralanalyse in der Chemie, Medizin ...
- spektralanalytische Untersuchungen in für den Menschen nicht sichtbaren Wellen(längen)bereichen

Spektralanalyse in der Astronomie (Astrophysik)

- **Bedeutung der Spektralanalyse für die astronomische Forschung**
- **Untersuchung des Sonnenspektrums** (Fraunhofer)
- **Sternspektren** (Arten, Aussehen, Entstehung)
- **Informationsgewinn aus Sternspektren** (Farben, Temperaturen der Sternphotosphären; Leuchtkraft, chemische und physikalische Beschaffenheit der Sterne)

Im Themenfeld **Andere Sterne – Geschwister der Sonne** ist der Zusammenhang von Entfernung, scheinbarer Helligkeit und Leuchtkraft herauszuarbeiten. Um den Schülerinnen und Schülern Vorstellungen über die riesigen Entfernungen von selbst der Erde nahe gelegenen Sternen und über die Größe der Radien der Sterne zu vermitteln, sind immer wieder anschauliche Vergleiche durchzuführen und Modelle einzusetzen (→Themenfeld „Größenvorstellungen...“). Anhand des Hertzsprung-Russel-Diagramms (HRD) werden den Schülerinnen und Schülern Zusammenhänge zwischen den messbaren physikalischen Eigenschaften der Sterne erläutert. Die Schülerinnen und Schüler sollen befähigt werden, aus dem HRD Aussagen über physikalische Eigenschaften von praktisch unerreichbaren Sternen abzuleiten und das HRD als Zustands- und Entwicklungsdiagramm zu begreifen. Sie erfahren, wie Sterne entstehen. Die Schülerinnen und Schüler sollen zur Einsicht gelangen, dass die Entwicklung der kosmischen Objekte und die in großen Zeiträumen im Weltall ablaufenden Prozesse erkennbar sind.

Helligkeit, Leuchtkraft und Entfernung von Sternen

- physikalische Bedeutung der scheinbaren Helligkeit, Formelzeichen m , Einheit Größenklasse m
- Zusammenhang von scheinbarer Helligkeit, Leuchtkraft und Entfernung der Sterne
- Entfernungsbestimmung mithilfe der Parallaxe
- Parsek (pc) und Lichtjahr (ly) als Einheiten der Entfernung
- trigonometrische Parallaxe p ; $r = 1/p$ (p in “, r in pc, Gültigkeitsbereich: für $r \leq 100$ pc)
- Möglichkeit der Bestimmung der Entfernung eines Sterns aus seiner Leuchtkraft und scheinbaren Helligkeit

Absolute Helligkeit von Sternen

- physikalische Bedeutung der absoluten Helligkeit, Formelzeichen M , Einheit Größenklasse m
- Zusammenhang scheinbare Helligkeit – absolute Helligkeit – Entfernung (ohne Herleitung!) ($m - M = 5 \log r - 5$)
- Entfernungsmodul $m-M$

Farben und Spektren der Sterne

- Temperaturen der Sternphotosphären
- Spektralklassen der Sterne
- Möglichkeit der Bestimmung der Temperatur und der Leuchtkraft aus dem Spektrum
- Temperatur-Leuchtkraft-Diagramm

Wesentliche Tätigkeiten und fachspezifische Verfahren

- Erläutern des Zusammenhangs von scheinbarer Helligkeit, Leuchtkraft und Entfernung der Sterne
- Berechnen der Entfernung eines Sterns (in pc und ly) aus der Parallaxe
- Anwenden der Gleichung für das Entfernungsmodul
- Einordnen von Sternen nach gegebener Temperatur und gegebener Leuchtkraft in das HRD
- Vergleichen der Radien zweier Sterne gleicher (verschiedener) Leuchtkraft und verschiedener (gleicher) Temperatur
- Bestimmen der Masse eines Hauptreihensterns aus Temperatur und Leuchtkraft mithilfe des HRD
- Vergleichen physikalischer Eigenschaften eines Sterns mit denen der Sonne anhand des HRD
- Beschreiben der Entstehung und Entwicklung eines Sterns am Beispiel der Sonne

Andere Sterne – Geschwister der Sonne

Weitere Zustandsgrößen von Sternen

- Massen, Radien und mittlere Dichten von Sternen
- mittlere Dichte eines Sterns (bei Kugelform): $\rho = \frac{m}{V} = m \cdot \frac{3}{4\pi \cdot R^3}$
- weitere Angaben über Sterne: **Doppelsterne und Bedeckungsveränderliche** als Sonderfall eines Doppelsterns

Hertzsprung-Russell-Diagramm (HRD) als Zustandsdiagramm

- Begriff Zustandsgröße
- Zustandsgrößen von Sternen (Masse M , Radius R , mittlere Dichte ρ , Oberflächentemperatur T , Spektralklasse und Leuchtkraft L)
- Struktur des HRD und die Arbeit mit ihm
- Häufungsgebiete im HRD

Die Entstehung und Entwicklung der Sterne

- Entstehung aus interstellarem Gas und Staub
- weitere physikalische bzw. chemische Vorgänge der Entstehung und Entwicklung von Sternen
- Ortsveränderung der Diagrammpunkte im HRD als Ausdruck der Sternentwicklung
- Neutronensterne, schwarze Löcher als die gegenwärtig anzunehmende Endphase
- Entstehung von Planetensystemen (Ausblick)

Im Themenfeld **Die kosmische Welt der Galaxis, der extragalaktischen Sternsysteme und die Kosmologie** eignen sich die Schülerinnen und Schüler Wissen über die Struktur und Entwicklung der Galaxis, der Galaxien sowie des beobachtbaren Teils des Universums an. Sie sollen erkennen, dass die Astronomen mit modernster Technologie die Strukturen der Objekte im Universum und des Universums selbst immer detailreicher erforschen, wobei die Grenzen des beobachtbaren Teils des Universums immer weiter hinausgeschoben werden. Bei der Behandlung des Urknalls und der Expansion des Universums erfahren die Schülerinnen und Schüler, dass unser Weltall das größte Labor des Physikers ist, wie sich astronomische, physikalische und chemische Forschungen durchdringen und dabei philosophische Betrachtungen berührt werden.

Die Galaxis (das Milchstraßensystem) – unser Sternsystem

- **Entdeckung der Galaxien**
 - frühere Vorstellungen von der Struktur des Universums (Herschel, Kant)
 - die Weltinseldebatte und der Nachweis extragalaktischer Sternsysteme im 20. Jahrhundert durch Hubble
- **Überblick über die Struktur, Ausdehnung, Aufbau der Galaxis und deren Bewegung**
 - flache Scheibe, Zentralgebiet, Halo und dunkle Korona
 - Größenverhältnisse und Zusammensetzung der Strukturen in der Galaxis
 - Stabilität der Galaxis durch Rotationsbewegung
- **Ort unseres Sonnensystems in der Galaxis**
- **Erforschung der Struktur der Galaxis mithilfe radioastronomischer Instrumente**
- **Erklärungsversuche der Spiralstruktur; Kosmogonie der Galaxis**
- **Vergleich von Durchmessern und Abständen von Galaxien und Galaxienhaufen mittels „Metermodell“ des Milchstraßensystems ($d'_{\text{Milchstr.}} = 1\text{m}$)**

Sternsysteme außerhalb der Galaxis

- **Einteilung von Galaxien nach ihrem äußeren Erscheinungsbild**
 - Hubbleklassifikation und deren Deutung
- Radiogalaxien - Quasare
- **Galaxiengruppierungen**
 - Galaxienhaufen
 - Supergalaxienhaufen – „Schwammstruktur“ des Universums
- Forschung mit modernster Satellitentechnik z. B. im IR-Bereich, Röntgenbereich u.a. sowie das **Hubbleteleskop**

Wesentliche Tätigkeiten und fachspezifische Verfahren

- **Beschreiben der Struktur der Galaxis**
 - **Einordnen unseres Sonnensystems in die Galaxis**
 - **Vergleichen von Durchmessern und Abständen von Galaxien und Galaxienhaufen**
 - **Erläutern, dass durch Anwendung radioastronomischer Instrumente sowie modernster Satelliten für die anderen Spektralbereiche die Beobachtungsmöglichkeiten erweitert wurden**
 - **Beobachten des Verlaufs der Milchstraße¹⁾ am Sternhimmel**
 - **Beobachten von offenen Sternhaufen (z. B. Plejaden) und Kugelsternhaufen (z. B. M13)²⁾**
 - **Beobachten von Galaxien (z. B. Andromedanebel)**
 - **Sammeln, Aufbereiten und Präsentieren von Informationen aus traditionellen und modernen Medien zu „Außerirdisches Leben“ bzw. „Informationen über offene Fragen der astronomischen Forschung“ (z. B. Vortrag, Poster, in Projektform)**
- ^{1) 2)} Beobachtung bereits im Herbst- Winter- Zyklus durchführen!

Die kosmische Welt der Galaxis, der extragalaktischen Sternsysteme und die Kosmologie

Die Kosmologie

- **kosmologisches Prinzip**
- **Beobachtungsergebnisse**
 - die Bewegung der Galaxien und die Hubblebeziehung
 - die **Mikrowellenhintergrundstrahlung** (3-K-Strahlung)
- **Weltmodelle**
 - gekrümmte Räume und die **Friedmannmodelle** der kosmischen Entwicklung
- **Anfangsphase der kosmologischen Entwicklung (Urknalltheorie)**
- Ären der Universalgeschichte im grafischen Überblick
- Strahlungskosmos und Materiekosmos

Information über offene Fragen

- Bleibt die Erde für absehbare Zeit ein Planet, auf dem Leben möglich ist?
- Wie entstanden großräumige Strukturen im Weltall?
- Expandiert das Weltall ewig?
- Woher stammen die schwarzen Löcher?
- Viele Fragen zu den Frühphasen des Weltalls sind modernes Forschungsgebiet.

4.4 Fachübergreifende und fächerverbindende Aufgaben

Bei der Erteilung von Astronomieunterricht innerhalb des Wahlpflichtfaches Naturwissenschaften in Gesamt- und Realschulen (vgl. 6.3) bzw. als eigenständiges Wahlpflichtfach (in Gymnasien und Gesamtschulen) werden neben fachbezogenem Unterrichten auch Fachübergreifendes und Fächerverbindendes mitgeplant. Viele komplexe Frage- und Problemstellungen können in den Grenzen eines Faches nicht gelöst werden. Wissen und Denken müssen daher in verschiedenen Disziplinen vernetzt werden. Im Astronomieunterricht (als eigenständigem Wahlpflichtfach) dominieren zwar astronomische Inhalte, aber immer sind ebenfalls Möglichkeiten der Entwicklung von Sach-, Methoden-, Sozial- und Personalkompetenz anderer Fächer, insbesondere naturwissenschaftlicher, mit zu bedenken. Sowohl im Rahmenlehrplan des Wahlpflichtfaches Astronomie als auch im Rahmenlehrplan des Wahlpflichtbereiches Naturwissenschaften sind Themenfelder und Themen zu astronomischen Inhalten enthalten, die nach Beratung und Entscheidung der zuständigen schulischen Gremien jeweils auch in der anderen Form des naturwissenschaftlichen Wahlpflichtunterrichts verwendet werden können. Das ist schon deshalb sinnvoll, weil in einigen Fällen das Fach Astronomie für andere naturwissenschaftliche Fächer Vorleistungen schafft, aber ebenso vielfach auf Wissen und Können aus diesen Fächern angewiesen ist. Die Schülerinnen und Schüler lernen, auch bei fachübergreifendem und fächerverbindendem Arbeiten selbstständig wachsende Anforderungen zu erfüllen. Dafür eignen sich folgende *Entwicklungsstufen*:

- Erarbeitung eines fachbezogenen Themas mit fachübergreifenden Bezügen,
- Erarbeitung eines fachübergreifenden Themas, für dessen Bearbeitung Informationen aus anderen Fächern eingeholt werden,

- Bearbeitung eines fächerverbindenden Projekts.

Schülerinnen und Schüler brauchen ein Methodentraining für stärkeres selbst gesteuertes Arbeiten. Einzelimpulse und Materialien von durchgeführten Projekten oder Arbeiten sollen gesammelt und bereitgestellt werden.

Dem Rahmenlehrplan Astronomie liegt ein Konzept zugrunde, das vorsieht *in jedem Kurs mindestens einmal pro Halbjahr ein fächerverbindendes Vorhaben* zu realisieren.

Für den **fächerverbindenden Unterricht** sind lebensnahe und problemorientierte Themen zu wählen, die gemeinsam mit anderen Fachlehrkräften bearbeitet werden. Die Themen können sich sowohl aus fachlichen Gesichtspunkten als auch aus den übergreifenden Themenkomplexen des Brandenburgischen Schulgesetzes ergeben.

Fächerverbindender Unterricht lässt sich auf verschiedene Weise organisieren. Es ist z. B. eine geschlossene zeitliche Phase über einen oder mehrere Tage möglich. Auch die Realisierung in einer Doppelstunde je Woche, für die von den beteiligten Fächern ein bestimmtes Stundenvolumen zur Verfügung gestellt wird, ist möglich. Dies erfordert konkrete Absprachen zwischen den beteiligten Lehrkräften bzw. den Fachkonferenzen, um gemeinsame Anknüpfungspunkte zu finden und so eine Basis für fächerverbindendes Unterrichten zu schaffen. Nachfolgend werden Themenfelder und Themen für diejenigen fächerverbindenden Vorhaben aufgeführt, die sich an den übergreifenden Themenkomplexen (ÜTK) orientieren, wie sie im Brandenburgischen Schulgesetz aufgeführt sind. Aus der Sicht des Astronomieunterrichts sind dabei die folgenden ÜTK von besonderer Bedeutung:

ÜTK	Themenfelder (TF) bzw. Themen
Ökologische Nachhaltigkeit und Zukunftsfähigkeit	Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt (Raumfahrtmedizin; Raumfahrtkrankheit; Astronautenausbildung ...)
	Mit Mikroskop und Fernrohr neue Welten erschließen
	Raumschiff Erde
Wirtschaft	Mobilität – Transportsysteme im erdnahen Bereich und im Weltraum
	Raumfahrt – ein gemeinsames Haus vieler Wissenschaften (TF)
	Optische Spektren – faszinierende Phänomene (TF)
Medien und Informationsgesellschaft (einschließlich IKG)	Astronomie und Astrologie – zwei ungleiche Schwestern (geschichtliche Entwicklung mit Gemeinsamkeiten, Probleme der Wissenschaftlichkeit, Toleranz, Lebensbewältigung, Erschließungsmöglichkeiten von Natur und Gesellschaft u.a.)
	Sciencefiction – Zukunftsträume, Fantasien, Visionen (TF) (wissenschaftlich-utopische [geschriebene oder verfilmte] Literatur oder technokratische und antihumane Zukunftsfiktion oder ...? Zukunftsentwürfe, Katastrophentheorien u.Ä.)
	Kosmos – vor allem naturwissenschaftlich betrachtet (TF) (auch mit Darstellung des Kosmos in Kunst, Literatur und Medien)
	Größenvorstellungen – und das (nicht nur) bei wahrhaft „astronomischen Zahlen“ (TF)
Friedenssicherung, Globalisierung, Interkulturelles	Weltbilder im Wandel (vorwissenschaftliche Weltbilder; geozentrisches und heliozentrisches Weltbild; Physik des 20. Jahrhunderts.; Evolutionstheorie und ihre gesellschaftlichen Auswirkungen; Fortschrittsoptimismus und Forschungsskepsis heute)

5 Umgang mit Leistungen

Ermittlung und Bewertung der Leistungen sind unterrichtsimmanente, vor allem pädagogische Maßnahmen. Sie geben einerseits über den Stand des Lernprozesses Aufschluss, sollen andererseits den Schülerinnen und Schülern Ansporn sein, ihr Lern- und Arbeitsverhalten entsprechend einzurichten. Lernkontrollen dienen nicht nur der Feststellung des Leistungsstandes der Schülerinnen und Schüler, sondern sind darüber hinaus für die Lehrkräfte Möglichkeiten, anhand der erzielten Ergebnisse die Ziele und Methoden ihres Unterrichts kritisch zu reflektieren und gegeb-

nenfalls zu modifizieren. Die Leistungsermittlung (als zielgerichtete Wahrnehmung pädagogischer Ergebnisse und Prozesse) und die Leistungsbewertung sind wesentliche Bestandteile des Unterrichts. Dazu gehören insbesondere:

- Bei der Leistungsbewertung ist neben der Bewertung des aktuellen Standes der Kompetenzen auch der individuelle Lernfortschritt festzustellen.
- Wie in Phasen des Lernens sind auch in den Phasen des Leistens Beiträge zur *Entwicklung aller 4 Kompetenzbereiche* zu erbringen.

- Leistungsbewertung bezieht sich auf das *Ergebnis* und den *Prozess* des Lernens.
- Eine motivierende Leistungsbewertung setzt voraus, dass für die Schülerinnen und Schüler die zu *bewertenden Bereiche*, das *Anforderungsniveau* und die *Kriterien der Leistungsbewertung* transparent und nachvollziehbar sind. Das erfordert Bewusstheit und Befähigung der Lehrkräfte für die Koordinierung der Kriterien bezüglich Beurteilung und Notengebung. Unabdingbar ist dafür eine Unterrichtsgestaltung, die die individuellen Leistungsdispositionen der Schülerinnen und Schüler beachtet, die zur Einbringung von Leistungen motiviert und Gelegenheiten bietet, Leistungsfähigkeit zu erproben und weiter zu entwickeln. Im Laufe eines Schuljahres werden *mündliche, schriftliche und praktische Kontrollen* durchgeführt.
- Bei allen Fragen, die die Leistungsnachweise und die Leistungsbewertung im Wahlpflichtunterricht Astronomie betreffen, sind die einschlägigen Rechtsvorschriften zu beachten. Das gilt insbesondere auch für das Schreiben von Klassenarbeiten. Über die Anzahl und Formen von Lernerfolgskontrollen sowie die Zuweisung der Anforderungsniveaus entscheidet, soweit Bestimmungen nicht bereits durch Erlasse festgelegt sind, die Lehrkraft eigenverantwortlich auf der Basis der Beschlüsse und Empfehlungen der zuständigen schulischen Gremien bzw. der Arbeitsgrundlage der überschulischen Fachkonferenz.

5.1 Voraussetzungen einer Leistungsbewertung

- Die Schülerinnen und Schüler müssen über die Anforderungen im Unterricht informiert werden und sich auf diese vorbereiten können.
- Die Aufgaben zur Leistungsbewertung sind vom Umfang her so aufzubauen, dass jede Note erreichbar ist.
- Bewertungskriterien sind von der Lehrkraft offen zu legen; Kriterien für die Notengebung sind von den Fachlehrkräften zu koordinieren.
- Den Schülerinnen und Schülern muss hinreichend Gelegenheit gegeben werden, die geforderten Leistungen auch zu erbringen.
- Es ist eine klare Unterscheidung zwischen Phasen des Lernens und Leistens vorzunehmen.
- Schülerinnen und Schüler müssen unterscheiden lernen, wann Fehler zulässig oder gar erwünscht sind und wann sie konsequent vermieden werden müssen. Letzteres trifft für alle Leistungssituationen zu, in denen sie bewertet bzw. zensiert werden. Dies setzt ein Klima voraus, in dem Fehler nicht diffamiert, sondern ernsthafter Diskussionsgegenstand werden.

5.2 Formen der Leistungsermittlung und -bewertung

Schriftliche Arbeiten

Umfangreichere schriftliche Arbeiten (1-2 Unterrichtsstunden) werden – im Unterschied zu Klassenarbeiten im Klassenverband – im Wahlpflichtunterricht in der Regel als Kursarbeiten geschrieben.

In diesen schriftlichen Arbeiten können die Schülerinnen und Schüler Sach- und Methodenkompetenz nachweisen. Es ist darauf zu achten, dass unterschiedliche Aufgabentypen verwendet werden.

Sonstige Leistungen

Sonstige Leistungen können durch folgende bzw. in folgenden Formen ermittelt werden:

- mündliche Beiträge,
- kurze schriftliche Arbeiten,
- praktische Arbeiten,
- astronomische Beobachtungen,
- schriftliche Tests,
- Schülerexperimente,
- Kurzreferate,
- Jahresarbeiten,
- Beiträge in Gruppen- und Unterrichtsgesprächen,
- Aufträge wie Selbstbau von Modellen und Geräten, Wettbewerbsbeiträge, Projektaufträge incl. deren Präsentation,
- Mitwirkung bei Demonstrationsexperimenten und bei der fachlichen Betreuung von Schülerexperimenten und astronomischen Beobachtungen.

5.3 Anforderungsniveaus und Kriterien

Exemplarisch werden nachfolgend Ermittlungs- und Bewertungsabschnitte für das Lösen von (astronomischen) Beobachtungsaufgaben dargestellt:

Vorbereitung der Beobachtung

- Bereitstellen theoretischer Grundlagen zur Erfassung und Auswertung der Beobachtungsdaten,
- Feststellen der Bedingungen (z. B. der Sichtbarkeitsbedingungen),
- Planen technisch-organisatorischer Vorbereitungsmaßnahmen und des organisatorischen Ablaufs der Beobachtung unter Beachtung der Bestimmungen für den Gesundheits- und Arbeitsschutz,
- Realisieren der technisch-organisatorischen Maßnahmen zur Vorbereitung, z. B. Bereitstellen der Geräte und Hilfsmittel, Aufbauen des Geräts/der Geräte.

Durchführen der Beobachtung

- Aufsuchen des Beobachtungsobjekts und gegebenenfalls Einstellen des Objekts am Beobachtungsgerät,
- Beobachten des Objekts und Ausführen begleitender Tätigkeiten, z. B. Fokussieren, Nachführen des Geräts,
- Registrieren (evtl. Protokollieren) der Beobachtungsbefunde und -bedingungen.

Auswerten der Beobachtung

- Auswerten der Beobachtungsbefunde (-daten) und
- Formulieren des Beobachtungsergebnisses.

Bei Beobachtungshausaufgaben werden in der Regel alle Tätigkeiten nach rechtzeitiger und angemessener Anleitung im Unterricht von den Schülerinnen und Schülern ausgeführt.

Bereitschaft und Fähigkeit zur

- Argumentation, Kritik und Selbstkritik,
- Partner- und Gruppenarbeit,
- selbstbewussten Präsentation von Lernergebnissen,

- Zuverlässigkeit und Ausdauer, Verantwortung, Selbstständigkeit, Konzentration, Kreativität, Flexibilität.

Bei der Leistungsermittlung und -bewertung sind folgende Anforderungsniveaus zu berücksichtigen:

Bewertung von Reproduktionsleistungen

- Wiedergeben bekannter Fakten, Begriffe, Aussagen aus abgegrenzten Lerninhalten und
- Beschreiben und Anwenden von erlernten Verfahrens- und Arbeitstechniken auf ein begrenztes Gebiet in einem zu wiederholenden Zusammenhang.

Bewertung von Reorganisations- und Transferleistungen

- selbstständiges Auswählen, Ordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte,
- Übertragen des Gelernten auf neue Situationen bzw. auf veränderte Zusammenhänge.

Bewertung von Konstruktionsleistungen

- planmäßiges Verarbeiten komplexer Gegebenheiten mit dem Ziel, zu selbstständigem Deuten, Folgern, Begründen oder Werten zu gelangen,
- Anpassen oder Auswählen gelernter Denkmethode bzw. Lernverfahren zum Bewältigen von neuen Aufgaben,
- Erfassen und Lösen von Problemen mit jeweils angemessenen Methoden und sprachlich einwandfreies Darstellen in logischer Abfolge.

Jeweils am Ende der Jahrgangsstufe und des Schulhalbjahres erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Zeugnisnote, in der zum Ausdruck kommt, inwieweit ihre Leistungen den im Unterricht gestellten Anforderungen entsprochen haben. Die Bewertung am Schuljahresende berücksichtigt alle im Laufe des Jahres erbrachten Leistungen.

6 Wege zum schuleigenen Lehrplan

6.1 Fachliche Kooperation und Arbeit in der Fach- bzw. Lernbereichskonferenz

Da in der Regel an einer Schule kaum mehr als eine im Fach Astronomie ausgebildete Lehrkraft tätig ist, sind einer fachlichen Kooperation dort Grenzen gesetzt. Die Fachkonferenzen sind in den meisten Fächern das Forum für die fachliche Diskussion und die Entwicklung eines Fachprofils innerhalb einer Schule. Die Fachlehrkraft steht vor der Aufgabe, sich sowohl auf überschulischer Ebene auf astronomischem Gebiet als auch im schulischen Bereich um kooperative Arbeitsformen mit Lehrkräften anderer Fächer zu bemühen.

Das kooperative Zusammenarbeiten führt zu einer gemeinsamen Identität und einem pädagogischen Grundkonsens, in dem sich ein Wertesystem und gemeinsame Perspektiven entwickeln. Das zentrale Anliegen ist es, die Lern- und Erziehungsarbeit im Interesse der Schülerinnen und Schüler effizienter und damit einen Weg zu bestmöglichen Qualifikationen zu gestalten.

Beschlüsse von schulischen bzw. überschulischen Fachkonferenzen und schulischen Lernbereichskonferenzen gehen von den obligatorischen Anforderungen der Rahmenlehrpläne aus und berücksichtigen die pädagogische Selbstverantwortung der Lehrkräfte sowie die regionale Besonderheit und die Individualität der Einzelschule.

Im Einzelnen berät und entscheidet die Fach-/Lernbereichskonferenz in folgenden Punkten:

Grundsätzliches

- Klärung fachlicher Anforderungen auf jeder Jahrgangsstufe,
- Entwicklung von Prüfungsaufgaben, Durchführung und Evaluation der Ergebnisse, Erarbeitung von Folgerungen für die Arbeit in den nachfolgenden Jahrgangsstufen,
- Absprachen zu dem Abschlussprofil der Jahrgangsstufe 10,

- Absprachen pädagogischer Ziele und ihrer methodisch-didaktischen Umsetzungen,
- Übereinkunft über fachliche curriculare Kooperationen, besonders des fachübergreifenden Arbeitens und des fächerverbindenden Unterrichts,
- Wechselwirkungen von Schule und schulischem Umfeld,
- Zusammenarbeit mit außerschulischen Institutionen und
- Entwicklung des schuleigenen Lehrplans.

Koordination/Innovation

- Absprachen bei Auswahl und Anordnung der Unterrichtsinhalte unter Berücksichtigung der spezifischen Bedingungen in der jeweiligen Schulform (z. B. hinsichtlich der Stundentafel),
- Erarbeitung von (neuen) Unterrichtsthemen und -schwerpunkten und Bereitstellung des Materials,
- Auswertung neuer Entwicklungen in der allgemeinen Didaktik und Fachdidaktik und deren Umsetzung in innovativen Lernarrangements,
- Absprachen über die Entwicklung der Lernkompetenz der Schülerinnen und Schüler (z. B. selbstständiges Arbeiten, Lernstrategien, Selbstorganisation),
- Prüfung und Einführung neuer Medien,
- Auswahl von Lehr- und Lernmitteln,
- Nutzung moderner Kommunikationsmöglichkeiten,
- Einrichtung von Fachräumen,
- Koordination von Themen und Schwerpunkten zum fächerverbindenden und fachübergreifenden Lernen,
- Zusammenarbeit mit anderen Schulen,
- Übergangsproblematik sowie
- Fortbildungsplanung.

Kontrolle/Beurteilung/Evaluation

- Klärung der Differenz von Lernen und Leistung und der Notwendigkeit von individuellen Rückmeldungen und Leistungsnachweisen,
- Erstellung von Aufgaben für Klassenarbeiten,

- Entwicklung schuleigener Vergleichsarbeiten,
- Sicherung der Vergleichbarkeit der Bewertungsmaßstäbe (evtl. durch beispielhafte Korrekturen bzw. Wichtung) und
- Absprachen über Formen der Selbstevaluation der Schülerinnen und Schüler.

6.2 Ansprüche an die Entwicklung schuleigener Lehrpläne

Der schuleigene Lehrplan gibt einen Überblick über die allgemeinen Ziele und die Fachziele der Einzelschule. Er ist die schulspezifische Konkretisierung der Rahmenlehrpläne unter Berücksichtigung vielfältiger Unterrichtsbedingungen, der Erfahrungen und der Standortgegebenheiten der Schule. Er spiegelt die Lernkultur der Schule wider, greift Aspekte des Schulleitbildes auf und trägt so zur Schulentwicklung bei.

Der schuleigene Lehrplan Astronomie befähigt die Lehrkraft/Lehrkräfte zur Selbststeuerung in der fachlichen und kulturell-gesellschaftlichen Orientierung, stärkt die Leistungsfähigkeit des Astronomieunterrichts als eigenständiges Wahlpflichtfach bzw. im Wahlpflichtunterricht Naturwissenschaften, hilft methodische Prinzipien zu verankern und so neue Motivation zur Zusammenarbeit mit anderen Lehrkräften zu erlangen. Im Regelfall entwickelt die Fachlehrkraft den schuleigenen Lehrplan (ggf. auf der Grundlage der in der überschulischen Fachkonferenz Astronomie konzipierten Arbeitsgrundlage „Überschulischer Lehrplan“). Sie kooperiert wiederum mit Lehrkräften anderer Fächer an der Schule, stellt Konsens für den Unterricht her und diskutiert Alternativen und Modifikationen. Alle diese Entscheidungen finden ihren Niederschlag im schuleigenen Lehrplan.

Zur Erstellung des Lehrplans ist es sinnvoll, zuerst die Stärken und Schwächen des Bestehenden zu analysieren, dann Entwicklungsziele zu formulieren, die Maßnahmen und ihre Umsetzung abzustimmen und über Verbindlichkeiten in der Durchführung übereinzukommen. Mit den Maßnahmen sollen auch die Instrumente der Evaluation im Rahmen der Fach-/Lernbereichskonferenz festgelegt werden, um später den schuleigenen Lehrplan fortschreiben zu können. In

diesem schrittweisen Vorgehen entwickelt sich die gemeinsame Annäherung an eine bestmögliche Ausbildung und Förderung der Schülerinnen und Schüler.

6.3 Schulformspezifische Hinweise

Sind an einer Schule die personellen und materiellen Bedingungen für das Fach Astronomie vorhanden, kann dieses Fach in **Gesamtschulen und Realschulen** in den **Jahrgangsstufen 9 und 10 im Rahmen des Wahlpflichtbereiches Naturwissenschaften** oder in **Gesamtschulen und Gymnasien** im neu beginnenden Wahlpflichtunterricht in den **Jahrgangsstufen 9 und 10 auch als eigenständiges Wahlpflichtfach** angeboten werden.

Die einzelnen Schulformen unterscheiden sich im Zeitpunkt des Beginns des Wahlpflichtunterrichts und in der Anzahl der Wochenstunden. Dies ist in den entsprechenden Rechtsvorschriften geregelt.

An der **Gesamtschule** werden der Wahlpflichtbereich I und der Wahlpflichtbereich II unterschieden. Der Bereich I beginnt in der Jahrgangsstufe 7 und endet mit der Jahrgangsstufe 10. In der Jahrgangsstufe 9 beginnt dann neu der Bereich II und ist damit der Wahlpflichtbereich, in dem Astronomie als eigenständiges Wahlpflichtfach oder im Wahlpflichtfach Naturwissenschaften angeboten werden kann.

An der **Realschule** wird er in der Regel von der Jahrgangsstufe 7 bis 10 durchgeführt. Das Fach Astronomie darf im Wahlpflichtfach Naturwissenschaften ab Jahrgangsstufe 9 angeboten werden (s.o.).

Im **Gymnasium** beginnt der Wahlpflichtunterricht mit der Jahrgangsstufe 9 und wird in der Jahrgangsstufe 10 fortgesetzt.

An diesem Rahmenlehrplan haben mitgewirkt:

Dr. Peter Freudenberger

Leibniz-Gymnasium Potsdam, zzt. Pädagogisches
Landesinstitut Brandenburg

Fritz Metschies

Gesamtschule „Marie Curie“ Potsdam