

RAHMENRICHTLINIEN GYMNASIUM

ASTRONOMIE

Schuljahrgang 9

Wahlpflichtfach: Schuljahrgänge 9 - 12



KULTUSMINISTERIUM

An der Überarbeitung der Rahmenrichtlinien haben mitgewirkt:

Dr. Grätz, Helmut

Halle

Huch, Klaus-Dieter

Halberstadt

Illig, Ines

Parchau

Richter, Anke

Sangerhausen

Dr. Richter, Volker

Halle (betreuender Dezernent des LISA)

Dr. Stroloke, Winfried

Wittenberg

Verantwortlich für den Inhalt:

Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt

Vorwort

Bildung und Ausbildung sind Voraussetzungen für die Entfaltung der Persönlichkeit eines jeden Menschen wie auch für die Leistungsfähigkeit von Staat, Wirtschaft und Gesellschaft. Schule ist also kein Selbstzweck, sondern hat die jeweils junge Generation so gründlich und umfassend wie möglich auf ihre persönliche, berufliche und gesellschaftliche Zukunft nach der Schulzeit vorzubereiten. Dazu soll sie alle Schülerinnen und Schüler fördern, wo sie Schwächen haben, und in ihren Stärken fordern. Jede(r) soll die ihr bzw. ihm mögliche Leistung erbringen können und die dafür gebührende Anerkennung erhalten.

Dies gilt grundsätzlich nicht nur für Lerninhalte, sondern für alle Bereiche der persönlichen Entwicklung einschließlich des Sozialverhaltens. Gleichwohl haben gerade Rahmenrichtlinien die Schule als Ort ernsthaften und konzentrierten Lernens zu begreifen und darzustellen. Lernen umfasst dabei über solides Grundwissen hinaus alles, was dazu dient, die Welt in ihren verschiedenen Aspekten und Zusammenhängen besser zu verstehen und sich selbst an sinnvollen Zielen und Aufgaben zu entfalten.

Die Rahmenrichtlinien weisen verbindliche Unterrichtsziele und -inhalte aus. Sie können und sollen jedoch nicht die pädagogische Verantwortung der einzelnen Lehrerin und des einzelnen Lehrers ersetzen:

- Die Vermittlung der verbindlichen Unterrichtsinhalte füllt keineswegs alle Unterrichtsstunden aus. Daneben besteht auch Zeit für frei ausgewählte Themen oder Schwerpunkte. Dies bedeutet nicht zwangsläufig neue oder mehr Unterrichtsinhalte. Weniger kann unter Umständen mehr sein. Entscheidend für eine erfolgreiche Vermittlung von Wissen und Schlüsselkompetenzen ist, dass dem Erwerb elementarer Grundkenntnisse und -fertigkeiten ausreichend Zeit und Raum gewidmet wird. Soweit erforderlich, ist länger daran zu verweilen und regelmäßig darauf zurück zu kommen.
- Rahmenrichtlinien beschreiben nicht alles, was eine gute Schule braucht. Ebenso bedeutsam für die Qualität einer Schule ist die Lern- und Verhaltenskultur, die an ihr herrscht. Eine Atmosphäre, die die Lernfunktion der Schule in den Vordergrund stellt und die Einhaltung von Regeln des Miteinanders beachtet, kann nicht über Vorschriften, sondern nur durch die einzelne Lehrkraft und das Kollegium in enger Zusammenarbeit mit Eltern und Schülern erreicht werden.

Die Rahmenrichtlinien haben ein Anhörungsverfahren durchlaufen, an dem sich sehr viele Institutionen und Einzelpersonen beteiligten. Nach dieser Anhörung erfolgte eine redaktionelle Bearbeitung der vorliegenden Rahmenrichtlinien.

Die in diesem Heft enthaltenen Rahmenrichtlinien treten am 1. August 2003 in Kraft. Sie unterliegen einer vierjährigen Erprobungszeit. In dieser Zeit bitte ich alle Lehrerinnen und Lehrer um Hinweise oder Stellungnahmen, damit wir die Rahmenrichtlinien evaluieren, Probleme erkennen und Verbesserungen erarbeiten können.

Allen, die an der Entstehung dieser erneuerten Rahmenrichtlinien mitgewirkt haben, danke ich herzlich.

Ich wünsche allen Lehrerinnen und Lehrern bei der Planung und Gestaltung ihres Unterrichts viel Erfolg und Freude bei der pädagogischen Arbeit.

Magdeburg, im Mai 2003



Prof. Dr. Jan-Hendrik Olbertz
Kultusminister

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Aufgaben des Faches Astronomie am Gymnasium 6
2	Ziele, Qualifikationen und fachdidaktische Konzeption 7
3	Zur Arbeit mit den Rahmenrichtlinien..... 10
4	Grundsätze der Unterrichtsgestaltung 12
4.1	Didaktische Grundsätze 12
4.2	Unterrichtsverfahren und Unterrichtsorganisation 13
4.3	Fächerübergreifendes Arbeiten 14
4.4	Leistungen und ihre Bewertung 15
5	Inhalte 17
5.1	Übersichten 17
5.1.1	Fachspezifische Themen des Pflichtfaches im Schuljahrgang 9..... 17
5.1.2	Fachspezifische Themen des Wahlpflichtfaches Astronomie im Schuljahrgang 9 und im Schuljahrgang 10 (Einführungsphase)..... 18
5.1.3	Fächerübergreifende Themen in den Schuljahrgängen 5 – 10 19
5.1.4	Themen und Kurse in den Schuljahrgängen 11/12 (Qualifikationsphase)..... 20
5.2	Darstellung der Themen 21
5.2.1	Fachspezifische Themen des Pflichtfaches im Schuljahrgang 9..... 21
5.2.2	Fachspezifische Themen des Wahlpflichtfaches Astronomie im Schuljahrgang 9..... 36
5.2.3	Fachspezifische Themen des Wahlpflichtfaches Astronomie im Schuljahrgang 10 (Einführungsphase)..... 43
5.2.4	Fächerübergreifendes Thema 48
5.3	Themen und Kurse in den Schuljahrgängen 11/12 (Qualifikationsphase)..... 52
6	Anhang..... 61

1 Aufgaben des Faches Astronomie am Gymnasium

Das Fach Astronomie am Gymnasium ist hinsichtlich seines Gegenstandes sowie seiner Lern- und Arbeitsmethoden als integraler Bestandteil des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts anzusehen. Die Aufgaben gehen im Rahmen des fächerübergreifend zu betrachtenden Bildungs- und Erziehungsprozesses über den naheliegenden Bezug zu den naturwissenschaftlichen Fächern hinaus. Der Astronomieunterricht am Gymnasium wird im Schuljahrgang 9 als Pflichtfach erteilt. Dort werden wesentliche Grundlagen vermittelt. Darüber hinaus wird das Fach im Schuljahrgang 9, im Schuljahrgang 10 (Einführungsphase) sowie in den Schuljahrgängen 11/12 (Qualifikationsphase) als Wahlpflichtfach angeboten, so dass eine fachliche Vertiefung insbesondere auch bezüglich der theoretischen Grundlagen astronomischer Vorgänge und Erscheinungen möglich ist.

Die dynamische Entwicklung der astronomischen Forschung sowie die moderne Raumfahrt und deren Anwendung bedingen eine ständige Erweiterung und Wichtung der Unterrichtsinhalte und Arbeitsmethoden. Dabei kommt es auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen der Vermittlung astronomischer Grundlagen und entsprechender Arbeitsmethoden, der Darstellung von historischen Entwicklungen sowie der Vorstellung und Einbeziehung neuer Erkenntnisse der Astronomie, der Astrophysik und der Raumfahrt an. Der Astronomieunterricht weist einen besonders engen Bezug zum Fach Physik auf, kann sich aber mit Blick auf die Aufgabe, astronomische Kenntnisse und Erkenntnisse sowie deren Anwendungen auch im gesellschaftlichen Kontext zu betrachten, nicht allein darauf beschränken. Für die Gestaltung eines lebensnahen und anschaulichen Astronomieunterrichts haben einfache Himmelsbeobachtungen einen besonderen Wert, die hinsichtlich ihrer Deutungen und Erklärungen auch mit den zugrundeliegenden astronomischen und astrophysikalischen Gesetzmäßigkeiten verknüpft werden.

Für das Fach Astronomie ergibt sich in besonderer Weise die Notwendigkeit, moderne Medien für die Unterrichtsgestaltung zu nutzen. Das betrifft gleichermaßen Computersimulationen, filmische Darstellungen und verschiedenartige aktuelle Informationsangebote über das Internet. Gleichzeitig sollten auch die Angebote von Planetarien und Sternwarten genutzt werden. Damit bestehen einerseits vielfältige Möglichkeiten für eine lebensnahe Unterrichtsgestaltung; andererseits kann das Fach einen Beitrag zur Herausbildung der Medienkompetenz der Schülerinnen und Schüler leisten. Die zunehmend selbstständige Einbeziehung von Informationen und Darstellungen aus verschiedenen Medien fördert die aktive Auseinandersetzung mit den Inhalten und Methoden der Astronomie und ist insbesondere in der Qualifikationsphase im Hinblick auf wissenschaftspropädeutisches Arbeiten bedeutsam.

Vielfältige und wechselseitige Beziehungen bestehen zu Gegenständen der anderen Naturwissenschaften, der Technik, aber auch zu den gesellschaftswissenschaftlichen Fächern. In diesem Rahmen leistet der Astronomieunterricht einen Beitrag zum fächerübergreifenden Lernen und ordnet sich so in das Gesamtkonzept zum fächerübergreifenden Unterricht ein, das gemäß Bildungs- und Erziehungsauftrag des Landes Sachsen-Anhalt in die Rahmenrichtlinien eingebunden ist (vgl. Kapitel 3 und Abschnitte 4.3, 5.1.2 und 5.2). Es gehört damit zu den Aufgaben des Faches Astronomie, dieses Konzept im Interesse einer Öffnung von Fächergrenzen thematisch und inhaltlich zu untersetzen. In der Qualifikationsphase bieten sich Möglichkeiten für die Gestaltung fächerverbindender Kurse, deren inhaltliche und methodisch-didaktische Ausgestaltung in Verantwortung der Lehrkräfte der Schulen liegt.

2 Ziele, Qualifikationen und fachdidaktische Konzeption

Ziele und Qualifikationen

Im Mittelpunkt des Astronomieunterrichts am Gymnasium steht die Auseinandersetzung mit dem Aufbau, der Entwicklung und Erforschung des Weltraumes in Verbindung mit Kernproblemen der Gegenwart und der Zukunft. Der Pflichtbereich des Astronomieunterrichts im Schuljahrgang 9 zielt auf den Erwerb folgender Sach-, Methoden- und Sozialkompetenzen ab. Die Schülerinnen und Schüler

- besitzen grundlegende Kenntnisse über die Stellung der Erde in unserem Sonnensystem und im Kosmos,
- können sich am Sternhimmel orientieren, ohne oder mit einfachen Hilfsmitteln sichtbare Himmelskörper auffinden und deren Bewegung beobachten,
- haben Vorstellungen über den Aufbau, die Bewegungen und die Entwicklung verschiedener Gruppen von Himmelskörpern und durch sie hervorgerufene Naturerscheinungen, können diese Vorstellungen beschreiben und veranschaulichen sowie darüber hinaus einfache quantitative Zusammenhänge darstellen und in Rechnungen nutzen,
- haben auf der Basis ihrer Kenntnisse über Ursprung, Stellung und Zukunft der Menschheit im Kosmos eine kritische Sicht auf utopische Darstellungen und fiktive Denkansätze entwickelt,
- besitzen erste Kenntnisse von den räumlichen und zeitlichen Vorgängen sowie Größenordnungen im Universum,
- besitzen Kenntnisse zu historischen Vorstellungen vom Weltall und Fähigkeiten zur sachgerechten Auseinandersetzung mit philosophischen und religiösen Grundfragen,

- können fächerübergreifend astronomische Kenntnisse und Methoden mit Grundlagen aus anderen Naturwissenschaften verknüpfen,
- verfügen über notwendige Kompetenzen, um traditionelle und moderne Medien bei der Informationsbeschaffung, insbesondere für den Zugriff auf aktuelle Beobachtungs- und Forschungsergebnisse, nutzen zu können.

Der Wahlpflichtbereich im Schuljahrgang 9 und im Schuljahrgang 10 (Einführungsphase) knüpft an die Grundlagen aus dem Pflichtunterricht an und zielt auf die Erweiterung und Vertiefung der erworbenen Kompetenzen ab. Im Mittelpunkt steht dabei, dass die Schülerinnen und Schüler

- erweiterte Kenntnisse über die Erde, die im Sonnensystem ablaufenden Bewegungen sowie deren Auswirkungen auf tägliche und jährliche Abläufe besitzen,
- geeignete Quellen zu astronomischen Vorgängen und Ereignissen aus verschiedenen Medien für die Information und das selbstständige Erarbeiten von Wissen an ausgewählten Beispielen nutzen können,
- ausgewählte astronomische Daten, Materialien und Beobachtungsergebnisse auswerten, aufbereiten sowie diese bei der Darstellung, Veranschaulichung und Präsentation astronomischer Vorgänge und Erscheinungen anwenden können,
- in der Lage sind, Zusammenhänge von astronomischen Sachverhalten und wesentlichen physikalischen Grundlagen herzustellen,
- astronomische Strukturen und Materieformen im Überblick kennen und elementare Vorstellungen zur Entwicklung des Universums haben.

In den Schuljahrgängen 11/12 (Qualifikationsphase) gewinnen Formen wissenschaftlichen und wissenschaftspropädeutischen Arbeitens an Bedeutung. Die Schülerinnen und Schüler

- kennen grundlegende Arbeitsmittel und Arbeitsverfahren der klassischen und modernen Astronomie und können exemplarisch deren Anwendungsmöglichkeiten darstellen,
- können ausgehend von unserem Sonnensystem den Aufbau und die Entwicklung des Weltalls beschreiben sowie grundlegende astronomische und physikalische Gesetzmäßigkeiten einbeziehen und anwenden,
- sind in der Lage, sich auf der Grundlage ihrer Kenntnisse und Fertigkeiten eigenständig neue wissenschaftliche Erkenntnisse zu erschließen und sich kritisch mit unwissenschaftlichen Vorstellungen und Deutungen auseinander zu setzen,
- sind befähigt, astronomische Daten und Messergebnisse mit mathematischen und physikalischen Berechnungen zu verknüpfen und Ergebnisse in astronomische Zusammenhänge einzuordnen.

Fachdidaktische Konzeption

Ausgehend von der Stellung des Faches Astronomie im Fächerkanon der Schuljahrgänge 5 - 10 ist bei der Auswahl der Themen und deren unterrichtlicher Bearbeitung zu berücksichtigen, dass der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht damit eine Ergänzung und Abrundung erfährt. Der Gegenstand der Astronomie als älteste und zugleich zunehmend dynamische Naturwissenschaft stellt in Anbetracht des zur Verfügung stehenden Zeitvolumens hohe Anforderungen an die didaktische Vereinfachung der Lerngegenstände und deren weitgehend exemplarische Behandlung. Für das Pflichtfach enthalten die Rahmenrichtlinien deshalb ein Fundamentum und ein Additum.

Das *Fundamentum* umfasst die Themen und Inhalte, die als anzueignendes astronomisches Grundlagenwissen den Grundbestand an fachlichen Kenntnissen und Erkenntnissen über den Aufbau und die Vorgänge im Weltall enthalten. Weiterhin gehören dazu grundlegende Verfahren und Methoden der Beobachtung und Untersuchung astronomischer Erscheinungen.

Das *Additum* ermöglicht eine Erweiterung, Ergänzung und Vertiefung des Fundamentums über weitere Themenstellungen, die als Auswahlangebot die Möglichkeit der Berücksichtigung von Interessen und Neigungen der Schülerinnen und Schüler oder auch aktueller astronomischer Entdeckungen und Raumfahrtmissionen bieten.

Besonders bedeutsam sind die Beobachtung astronomischer Erscheinungen, die Deutung der Ergebnisse sowie die Anwendung gewonnener Kenntnisse und Vorstellungen zur Orientierung am Sternhimmel und auf der Erde.

Die Dynamik der Gewinnung neuer Erkenntnisse der Astronomie bedingt die Verknüpfung des Astronomieunterrichts mit der astronomischen Forschung und der Raumfahrt. Diese Verbindung wird in den Rahmenrichtlinien integrativ bei den entsprechenden Themen hergestellt und kann über spezielle Wahlthemen vertieft werden.

In der Erweiterung als Wahlpflichtfach werden im Schuljahrgang 9 Themen des Additums aus dem Pflichtfach inhaltlich erweitert zum Lerngegenstand. Im Schuljahrgang 10 (Einführungsphase) werden die Themen des Schuljahrganges 9 erneut aufgegriffen und inhaltlich vertieft. In den Schuljahrgängen 11/12 (Qualifikationsphase) werden für die vier Kurshalbjahre größere, in sich weitgehend abgeschlossene Themenkomplexe behandelt, die an die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten aus den vorangegangenen Schuljahrgängen anknüpfen.

3 Zur Arbeit mit den Rahmenrichtlinien

Die Rahmenrichtlinien sind die Grundlage für die Gestaltung des gesamten Astronomielehrganges. Für die schulische Planungsarbeit bilden die Ziele und Qualifikationen den verbindlichen Rahmen.

Für den Astronomieunterricht als Pflichtfach im Schuljahrgang 9 erfolgt die thematische Untersetzung in Pflicht- und Wahlthemen. Für den Unterricht im Pflichtfach sind die Themen des Fundamentums und *mindestens eines* der Wahlthemen aus dem Additum verbindlich. Diese Verbindlichkeit bezieht sich auf die Themen, die zugeordneten Ziele und Qualifikationen sowie die jeweiligen Inhalte. Die Reihenfolge der Themen wurde aus der Sachlogik heraus gewählt, kann aber in Verantwortung der Lehrkraft verändert werden, wenn dadurch der Gesamtzusammenhang erhalten bleibt.

Im Wahlpflichtfach des Schuljahrganges 9 und des Schuljahrganges 10 (Einführungsphase) sind zum Erreichen der Ziele/Qualifikationen die ausgewiesenen Themen und Inhalte verbindlich zu behandeln. Die Kursthemen mit den zugeordneten Zielen, Qualifikationen und Inhalten definieren die Lerngegenstände der Schuljahrgänge 11/12 (Qualifikationsphase).

Die *Hinweise zum Unterricht* enthalten Anregungen zu inhaltlichen Schwerpunktsetzungen, Ausprägungen von Sach-, Methoden- und Sozialkompetenz, Abstimmungen zu anderen Fächern, zur Nutzung von Lehr- und Lernmitteln u. Ä. Diese Hinweise tragen *ausdrücklich Empfehlungscharakter* und stellen eine Planungshilfe dar, wobei entsprechend der Klassensituation unter Berücksichtigung der eigenen Vorstellungen und Erfahrungen der Lehrkraft aus der Vielfalt ausgewählt werden sollte.

Die themenbezogen ausgewiesenen Stundenzahlen sind Zeitrichtwerte und als solche Empfehlungen, verdeutlichen aber eine Wichtung der Einzelthemen in Bezug auf den Gesamtlehrgang. Die als verbindlich ausgewiesenen Themen, Ziele, Qualifikationen und Inhalte sollen in etwa zwei Dritteln der zur Verfügung stehenden Zeit behandelt werden.

Die verbleibende Unterrichtszeit kann in Verantwortung der Lehrkraft genutzt werden für

- die zusätzliche bzw. vertiefende Behandlung von Inhalten entsprechend der Interessen der Schülerinnen und Schüler, wobei auch weitere Wahlthemen Berücksichtigung finden können,
- die Berücksichtigung aktueller astronomischer Erscheinungen und Vorhaben der Raumfahrt,
- das Üben fachspezifischer Arbeitstechniken bzw. die Anwendung übergreifender Arbeitstechniken im Fach,
- Wiederholungen, Zusammenfassungen, Systematisierungen,
- die Durchführung von Freiarbeit, projektorientiertem Unterricht u. a.

Neben den spezifischen Themen enthalten die Rahmenrichtlinien für das Gymnasium auch Anregungen und Hinweise für fächerübergreifendes Arbeiten in den Schuljahrgängen 5 – 10. Der Abschnitt 5.1.2 gibt eine Übersicht der übergreifenden Themenkomplexe und Themen mit Zuordnung zu den didaktischen Einheiten 7/8 bzw. 9/10, die für alle Fächer aus dem Bildungs- und Erziehungsauftrag des Landes Sachsen-Anhalt abgeleitet wurden. Die graue Hinterlegung verdeutlicht, an welchen fächerübergreifenden Themen des Gesamtkonzeptes die Beteiligung des Astronomieunterrichts besonders sinnvoll ist. Das vorgesehene Thema wurde des Weiteren in den Rahmenrichtlinien an verschiedenen Stellen mit unterschiedlicher Intention verankert:

- In den fachspezifischen Thementabellen (Abschnitt 5.2.1) weisen grau gekennzeichnete Felder auf solche Fachinhalte hin, die auch in einem fächerübergreifenden Thema behandelt werden können. Die betreffenden Inhalte werden entweder vollständig verlagert oder erfahren innerhalb des Projektes eine Erweiterung, Ergänzung bzw. Vertiefung.
- Die integrative Darstellung des Themas (Abschnitt 5.2.4) ist als Angebot für eine lebensweltbezogene Behandlung in Form von Projektwochen anzusehen.
- Die fächerverbindenden Paralleldarstellungen (ebenfalls Abschnitt 5.2.4) sollen die Abstimmung zwischen den Fächern unterstützen. In ihnen sind die spezifischen Beiträge aller am jeweiligen fächerübergreifenden Thema beteiligten Fächer zusammengestellt.

Inwieweit grau hinterlegte Inhalte im Fachunterricht, im Rahmen des fächerübergreifenden Projektes oder auch als Verknüpfung beider Formen unterrichtet werden, wird je nach pädagogischer Intention der Gesamtkonferenz bzw. der Lehrkräfte der jeweiligen Fachschaften an der Schule entschieden.

4 Grundsätze der Unterrichtsgestaltung

4.1 Didaktische Grundsätze

Die dargestellten didaktischen Grundsätze umreißen Prinzipien der Unterrichtsgestaltung, die die Basis für eine langfristige Unterrichtsplanung bilden.

Orientierung an beobachtbaren Erscheinungen und der Lebenserfahrung

Im Interesse einer schülerorientierten Unterrichtsgestaltung muss der Astronomieunterricht vorhandene Erfahrungen und Vorstellungen (auch Fehlvorstellungen) der Lernenden aufgreifen. Auf dieser Basis soll eine Korrektur, Erweiterung, Vertiefung und Systematisierung von Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten zu den Grundlagen der Astronomie, verbunden mit aktuellen Erkenntnissen und Forschungsvorhaben erreicht werden. Geeignete Lehr- und Lernmittel sollen die Veranschaulichung von Vorgängen und Objekten unterstützen. Der Verknüpfung von Beobachtung, Vorstellungsbildung und Veranschaulichung kommt eine besondere Bedeutung zu. Im Wahlpflichtbereich des Astronomieunterrichts können auch neue Methoden astronomischer Erkenntnisgewinnung unter dem Aspekt der enormen Erweiterung der Möglichkeiten der klassischen Himmelsbeobachtung reflektiert werden. Medienangebote können zusätzlich den Bezug zum astronomischen Sachverhalt vereinfachen, das Verständnis erleichtern sowie Zugänge zu den Lerninhalten anschaulicher gestalten.

Die Einbeziehung der Schülerinnen und Schüler in die Planung und Gestaltung des Lehr- und Lernprozesses eröffnet Möglichkeiten, die Lebenserfahrungen im Unterricht zu nutzen, wobei für die Modifikation der Unterrichtsinhalte das Angebot an Wahlthemen nutzbar ist.

Handlungsorientierung

Handlungsorientierter Unterricht eröffnet Möglichkeiten zur aktiven Auseinandersetzung mit den Gegenständen der Astronomie und deren grundlegenden Erkenntnismethoden. Der Unterricht im Fach Astronomie soll die Schülerinnen und Schüler befähigen, eigene Beobachtungen vorzunehmen, Hilfsmittel selbstständig zu nutzen sowie astronomische Erkenntnisse aus Medien zu erschließen. Unter Berücksichtigung der individuellen Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler können auch fremdsprachliche Darstellungen astronomischer Erscheinungen in den Unterricht einbezogen werden.

Gewonnene Ergebnisse sind zu erklären und anschaulich zu präsentieren. Vielfältige Methoden, wie Beobachten, Experimentieren, Kartieren sowie das Bauen von Modellen können den Lernprozess fördern bzw. selbst zum Gegenstand des Unterrichts werden. Insbesondere sind moderne Medien geeignet, neue Formen der Präsentation und Dokumentation für den Unterricht zu erschließen. Die erworbene Handlungskompetenz sollen die Schülerinnen und

Schüler in neuen Handlungszusammenhängen auch außerhalb des Unterrichts nutzen und unter Beweis stellen.

Vermittlung von Basiskonzepten und deren kumulative Erweiterung

Dem Fach Astronomie kommt durch den Beginn als Pflichtfach im 9. Schuljahrgang eine Sonderstellung zu. Das bedeutet, dass zur Sicherung von Anschaulichkeit und Fasslichkeit besonderer Wert auf das exemplarische Lernen zu legen ist. Grundlegende Basiskonzepte zu Inhalten und Methoden der Astronomie sind in Verbindung mit ihrer Erarbeitung hinreichend zu festigen und zu üben, so dass für die spätere Ergänzung das notwendige Fundamentum vorhanden ist. Außerdem ist auf quantitative Betrachtungen Wert zu legen. Erweiterungen können über die Wahlthemen zwar nur punktuell vorgenommen werden, ermöglichen aber eine exemplarische Vertiefung von einzelnen Themen.

Im Wahlpflichtbereich werden die erneut aufgegriffenen Themen auf einem höheren Abstraktionsgrad bearbeitet und erweitert.

Wissenschaftsorientierung und Anwendung vermittelter Grundlagen der Astronomie

Orientierung an der Fachwissenschaft kann für den Astronomieunterricht nicht heißen, ein möglichst vollständiges Abbild der historischen und modernen Astronomie zu vermitteln. Die vorgegebene Relation von Inhalten, Methoden und der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit bedingt eine Auswahl, die sach- und schülergemäß vorzunehmen ist. Entsprechend des vorhandenen Anspruchsniveaus können einzelne, möglichst aktuelle Erkenntnisse der modernen astronomischen Wissenschaft helfen, das Unterrichtsgeschehen attraktiver zu gestalten. Dazu gehört auch die Abgrenzung der Astronomie als Naturwissenschaft von unwissenschaftlichen Darstellungen.

Gegenüber dem Schuljahrgang 9 nehmen im Schuljahrgang 10 (Einführungsphase) und in den Schuljahrgängen 11/12 (Qualifikationsphase) astrophysikalische Betrachtungen zu. Neue Erkenntnisse können durch die Schülerinnen und Schüler verstärkt direkt aus Veröffentlichungen in verschiedenen Medien erschlossen und im Unterricht genutzt werden. Eine kritische Distanz zu den in den Medien dargestellten Ergebnissen ist angebracht.

4.2 Unterrichtsverfahren und Unterrichtsorganisation

Erkenntnismethoden sowie Einordnung von Himmelsbeobachtungen und Experimenten

Der Astronomieunterricht ist – soweit möglich – mit konkret am Himmel beobachtbaren Erscheinungen zu verknüpfen. Dabei sollen die Schülerinnen und Schüler an selbstständiges Arbeiten herangeführt werden und im Sinne wissenschaftspropädeutischen Arbeitens zunehmend eigenverantwortlich ihr Vorgehen bestimmen und reflektieren. Zum Verständnis

von astronomischen Bewegungen und Erscheinungen sowie der Herausbildung von Vorstellungen über den Aufbau des Kosmos sind - neben den realen Beobachtungen - auch die Arbeit mit Modellen und Modellexperimenten, Computersimulationen sowie Realexperimente in den Lernprozess einzubinden. Nicht nur die konkrete Erscheinung, sondern auch die Methoden der Erkenntnisgewinnung sind Gegenstände des Unterrichts.

Der Astronomieunterricht nutzt verschiedene Formen der Unterrichtsorganisation, wie selbstständige Schülertätigkeiten, Unterrichtsgespräche, Vorträge und problemhafte Vorgehensweisen. Dabei sind entsprechend der konkreten Lernsituation geeignete Kombinationen von Organisationsformen notwendig. Auf Erkenntnisgewinn ausgerichtete Phasen sollen sich mit stärker anwendungsorientierten Phasen abwechseln.

Organisatorische Gestaltung des Unterrichts

Die Lösung von Aufgaben- und Problemstellungen kann im Astronomieunterricht in Abhängigkeit von der Themenstellung, der Jahreszeit, den Beobachtungsbedingungen und den örtlichen Möglichkeiten mit Veranstaltungen an außerschulischen Lernorten verknüpft werden. Exkursionen (z. B. Planetarium, Sternwarte, Planetenwanderweg) sind dabei thematisch einzubinden, angemessen vorzubereiten und im Unterricht auszuwerten.

Zur Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler auf lebenslanges Weiterlernen steht auch der Astronomieunterricht im Fächerkanon vor der Aufgabe, Wege und Verfahren der Gewinnung von wissenschaftlichen Erkenntnissen und die Nutzung von Informationsquellen anzuwenden und die dazu notwendigen Kompetenzen zu vermitteln. Neben der Nutzung „klassischer“ Informations- und Rechenhilfsmittel, wie Fachliteratur, Lehrbücher, Formelsammlungen und Taschenrechner kommt der Nutzung elektronischer informationsverarbeitender Technik eine besondere Bedeutung zu.

Das Angebot an audiovisuellen Lehr- und Lernmitteln einschließlich Software sowie die mediendidaktische Beratung durch Medienstellen sind in geeigneter Weise in die Unterrichtsorganisation einzubeziehen.

4.3 Fächerübergreifendes Arbeiten

Das Fach Astronomie ist auf Grund seines Umfangs und seiner Stellung im Fächerkanon in besonderer Weise auf Vorleistungen anderer Unterrichtsfächer angewiesen. Darüber hinaus muss ein Astronomieunterricht, der aktuelle Fragestellungen der Lebenswirklichkeit berücksichtigt, Sachverhalte auch unter philosophischem und kulturhistorischem Aspekt betrachten. Komplexe Fragestellungen und die in diesem Zusammenhang zu entwickelnden Lösungsstrategien können nur bei fächerübergreifendem Herangehen vermittelt werden.

Somit besteht die Möglichkeit, aus umfassender Sicht Lösungsmöglichkeiten vernetzter Probleme zu diskutieren bzw. die Bedeutung neuer astronomischer Erkenntnisse zu werten. Neben punktuellen Abstimmungen zwischen einzelnen Fächern haben die in den Rahmenrichtlinien aufgeführten fächerübergreifenden Themenkomplexe und Themen besondere Bedeutung. Der Astronomieunterricht ist mit Inhalten explizit in ein Thema integriert, wobei zu weiteren Themen je nach Schulsituation Verbindungen hergestellt werden können. Zwischen den fächerübergreifenden Themen und dem Fachunterricht bestehen wechselseitige Verknüpfungen. Durch sie können Kenntnisse und Fähigkeiten aus dem Fachunterricht vertieft, erweitert und in größere Zusammenhänge eingeordnet, neue Inhalte, Betrachtungsweisen und Methoden vermittelt und Grundlagen für den weiteren Fachunterricht gelegt werden.

Die Arbeit an den fächerübergreifenden Themen ist langfristig zu planen. In welcher Form Verbindungen hergestellt werden, hängt u. a. davon ab, zu welchem Zeitpunkt das jeweilige übergreifende Thema Gegenstand des Unterrichts ist und inwieweit im Kollegium Möglichkeiten für Fachabstimmungen bestehen. Der zeitliche Umfang sollte in der Regel eine Woche betragen, kann aber auch lediglich einzelne Unterrichtstage oder Unterrichtsstunden umfassen.

Bei der Entscheidung für das Thema „Ökologisch verantwortlich mit Ressourcen umgehen“ ist der Gesamtumfang der zu erwartenden fächerübergreifenden Arbeit zu berücksichtigen. In den Schuljahrgängen 11/12 (Qualifikationsphase) können thematische Bezüge zwischen den Kursen hergestellt bzw. nach schulischer Intention auch fächerverbindende Kurse angeboten werden.

4.4 Leistungen und ihre Bewertung

Leistungsbewertungen sind Bestandteil des Unterrichts. Sie beziehen sich auf die im Unterricht vermittelten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Sie sollen zeigen, inwieweit die Qualifikationen bei der Behandlung der Themen erworben worden sind und verfolgen das Ziel, den Schülerinnen und Schülern sowie den Eltern Informationen über die Lernergebnisse und über den Leistungsstand zu vermitteln.

Über Formen und Anzahl von Leistungskontrollen entscheidet die Lehrkraft auf der Basis gültiger Erlasse.

Insbesondere sind folgende fachspezifische Leistungen bei der Leistungsbewertung zu berücksichtigen:

- Beschreiben und Erklären von Naturobjekten und Himmelserscheinungen,
- Sammeln von Materialien und Anfertigen von Präsentationen, Dokumentationen und Modellen,

- Auswerten von Daten aus Tabellen, grafischen Darstellungen und Übersichten,
- Planung, Durchführung und Auswertung von Beobachtungen,
- Fertigkeiten bei der Handhabung der drehbaren Sternkarte.

Schriftliche Leistungsnachweise

Bewertet werden reproduktive Leistungen (Wiedergabe von Fakten, Daten, Aussagen aus abgegrenzten Gebieten), Leistungen der Reorganisation (Auswählen, Anordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte und das Übertragen des Gelernten auf vergleichbare bzw. neue Situationen) und Leistungen, die bei der Lösung von im Unterricht noch nicht gestellten Fragen und komplexen Problemen erbracht werden (problemlösendes Denken).

Mündliche Leistungsnachweise

Die Aufträge (Fragen, Aufforderungen zur Wiederholung und Systematisierung, vorgegebene Gliederungen für Vorträge) sind so zu gestalten, dass Leistungen in den o. g. Anforderungen erbracht werden können. Es sind im Rahmen mündlicher Leistungsnachweise die Beteiligung am Unterrichtsgespräch und der Grad der Selbstständigkeit bei der Gruppenarbeit sowie die Kooperationsfähigkeit zu bewerten.

Kriterien der Leistungsbewertung

Die Aufgaben sollen vom Umfang her und aus fachlicher Sicht so aufgebaut sein, dass jede Note erreichbar ist. Schwerpunktmäßig sind Leistungen nach folgenden Kriterien zu beurteilen:

- Richtigkeit und Vollständigkeit des Sachwissens sowie Beherrschung der entsprechenden Methoden,
- Grad der Selbstständigkeit und die Sicherheit bei der Darstellung einfacher und komplexer Zusammenhänge,
- Qualität der sprachlichen Darstellung und der logischen Abfolge der Darlegungen.

5 Inhalte

5.1 Übersichten

5.1.1 Fachspezifische Themen des Pflichtfaches im Schuljahrgang 9

Pflichtthemen (Fundamentum)		Zeitrictwert Stunden
1	Astronomie als Naturwissenschaft	2
2	Orientierung am Sternhimmel	4
3	Unser Sonnensystem	6
4	Die Sonne	3
5	Sterne und Sternsysteme	5
6	Kosmologie	2

Wahlthemen (Additum)		Zeitrictwert Stunden
1	Erforschung der Planeten des Sonnensystems	4
2	Monde des Sonnensystems	4
3	Kleinkörper des Sonnensystems	4
4	Galaxien	4
5	Raumfahrt	4
6	Astronomische Modelle	4
7	Erkenntnisse aus Raumfahrtmissionen	4
8	Verfolgen beobachtbarer astronomischer Ereignisse	4

5.1.2 Fachspezifische Themen des Wahlpflichtfaches Astronomie im Schuljahrgang 9 und im Schuljahrgang 10 (Einführungsphase)

Schuljahrgang 9

Themen		Zeitrichtwert Stunden
1	Zeiteinteilung und astronomischer Kalender	8
2	Informationsgewinnung und -auswertung zu astronomischen Ereignissen	6
3	Raumfahrtmissionen	7
4	Planetenforschung	8
5	Erdmond und andere Monde	8
6	Kleinkörper des Sonnensystems	7
7	Astronomische Modelle	8

Schuljahrgang 10 (Einführungsphase)

Themen		Zeitrichtwert Stunden
1	Arbeitstechniken und -methoden der Astronomen	12
2	Die Sonne	13
3	Größere Strukturen im All	4
4	Entwicklungsaspekte der Astronomie	8
5	Raumfahrt	13

5.1.3 Fächerübergreifende Themen in den Schuljahren 5 – 10

Übergreifende Themenkomplexe	Fächerübergreifende Themen	Schuljahrgänge Fächer
Die Erde bewahren und friedlich zusammenleben	Miteinander leben	5/6 Mu, Ku, RU/EU
	Wir leben mit Menschen anderer Kulturen zusammen	7/8 Geo, Sk, Mu, RU/EU
	Europa – vom Schlachtfeld zur guten Nachbarschaft	9/10 Ge, Sk, Eng
Ökologisch verantwortungsvoller Umgang mit natürlichen Ressourcen	Luft, Wasser und Boden als natürliche Lebensgrundlagen	7/8 Ch, Bio, Ph, Geo, EU
	Ökologisch verantwortlich mit Ressourcen umgehen	9/10 Ph, Bio, Geo, EU, Astro
Eine Welt von Ungleichheiten	Herr-liche Zeiten vorbei? Ist die Gleichberechtigung verwirklicht?	7/8 Sk, RU/EU, Ge
	Arme Welt – reiche Welt – Eine Welt	9/10 Geo, Sk, kath. RU, Eng
Leben mit Medien	Mit Technik und Medien leben	5/6 Deu, Ku, Ph, Mu
	Kreatives Handeln mit Medien	7/8 Deu, Ku, Mu, Eng
	Medien als wirtschaftliche und politische Faktoren der Gesellschaft	9/10 Deu, Sk, ev. RU/EU
	Informations- und Kommunikationstechnik anwenden	9/10 Ma, Ph, Deu, Ku, Sk
Gesundes Leben	Gesund leben in einer gesunden Umwelt	5/6 Bio, Ph, Ma, ev. RU/EU
	Sicher und gesund durch den Straßenverkehr	7/8 Ph, Bio, Ma, VE*, Sp
	Gesund und leistungsfähig ein Leben lang – Lebensgestaltung ohne Sucht und Drogen	9/10 Sp, Ch, Bio, ev. RU/EU
Aktiv das Leben gestalten	Zwischen Vergangenheit und Zukunft leben	5/6 Geo, Ge, Ma, Mu, RU/EU
	Freizeit – sinnvoll gestalten	7/8 Mu, Sk, Sp
	Mit Kultur und Künsten leben	9/10 Mu, Ku, Deu, Eng
	Demokratie im Nahraum – nachhaltige Raumentwicklung	9/10 Sk, Geo, Deu, Ku

* ist in Sachsen-Anhalt kein Unterrichtsfach, sondern eine alle Fächer umfassende Aufgabe der Schule

Abkürzungen:

Astro	Astronomie	ev. RU	Religionsunterricht, evangelisch	Mu	Musik
Bio	Biologie	Ge	Geschichte	Ph	Physik
Ch	Chemie	Geo	Geographie	RU	Religionsunterricht, ev. und kath.
Deu	Deutsch	kath. RU	Religionsunterricht, katholisch	Sk	Sozialkunde
Eng	Englisch	Ku	Kunsterziehung	Sp	Sport
EU	Ethikunterricht	Ma	Mathematik	VE	Verkehrserziehung

5.1.4 Themen und Kurse in den Schuljahrgängen 11/12 (Qualifikationsphase)

Kurse und Themen		Zeitrichtwert Stunden
<i>Kurs 1</i>		
Thema 1.1	Beobachtungstechnik	10
Thema 1.2	Himmelsmechanik	15
<i>Kurs 2</i>		
Thema:	Die Sterne	25
<i>Kurs 3</i>		
Thema 3.1	Entwicklung der Sterne	12
Thema 3.2	Galaxien	13
<i>Kurs 4</i>		
Thema 4.1	Kosmologie	10
Thema 4.2	Leben im Kosmos	8

5.2 Darstellung der Themen

5.2.1 Fachspezifische Themen des Pflichtfaches im Schuljahrgang 9

Thema 1: Astronomie als Naturwissenschaft

ZRW: 2 Std.

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler besitzen einen Überblick über den Aufbau des Weltalls und die Stellung der Erde im All. Sie wissen, dass die Strahlung aus dem Weltall die wichtigste Informationsquelle der Astronomie ist. Die Schülerinnen und Schüler haben erkannt, dass das Weltbild des Menschen zu allen Zeiten wesentlich durch die Astronomie als älteste Naturwissenschaft geprägt worden ist und durch neue Erkenntnisse ständig vervollkommnet wird.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Gegenstand der Astronomie und Abgrenzung zur Astrologie	Einbeziehung der Erfahrungswelt und der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler; Bildmaterial astronomischer Objekte nutzen
Arbeitsmethoden der Astronomen	Darstellung der Entwicklung der astronomischen Beobachtungstechnik im Überblick Verwendung eines astronomischen Fernrohrs Besuch einer Sternwarte Verbindung zum Fach Physik: „Ausbreitung, Eigenschaften und Entstehung des Lichtes“
Astronomie und Weltbild	Behandlung historischer Weltbilder und deren Weiterentwicklung Himmelsscheibe von Nebra Einordnung in historische Zusammenhänge Verbindung zum Fach Geschichte: „Frühe Lebensformen der Menschen“

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler kennen Erscheinungen am Himmel als Folge der Bewegung der Erde. Sie finden selbstständig ausgewählte Sternbilder am Sternhimmel und können diese als Orientierungsmittel nutzen. Sie sind in der Lage, unter Nutzung der drehbaren Sternkarte und der Koordinaten des Horizontsystems astronomische Objekte aufzufinden. Sie können ein astronomisches Fernrohr als Hilfsmittel bei der Beobachtung nutzen sowie eigene Beobachtungsergebnisse in geeigneter Form aufzeichnen und präsentieren.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Rotation und Revolution</p> <p>Scheinbare Himmelskugel</p> <ul style="list-style-type: none"> - Punkte und Linien (Zenit, Horizont, Ekliptik, Himmelsnordpol, Meridian) <p>Sterne und Sternbilder als Orientierungsmittel (Polarstern und zirkumpolare Sternbilder, Sternbilder der Jahreszeiten)</p> <p>Sternortangabe mit Hilfe von Koordinaten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Horizontsystem <ul style="list-style-type: none"> • Azimut und Höhe • Abhängigkeit von Ort und Zeit - drehbare Sternkarte <p>Beobachtung des Sternhimmels</p>	<p>Veranschaulichung mit Modellen, Computersimulation</p> <p>Exkursion in ein Planetarium ggf. Erweiterung durch Nadir, Himmelsäquator, Himmelssüdpol</p> <p>Verbindung zum Fach Geographie: räumliche Orientierung als themenübergreifender Inhalt; geographische Breite</p> <p>Nutzung einer Wandkarte/Arbeitskarte: Nördlicher Sternhimmel mögliche Ergänzungen: Polhöhe, Tierkreissternbilder, Sternbilder des südlichen Sternhimmels Sternbildsagen</p> <p>Nutzung von Sternkarten</p> <p>Projektionsfolie, Schülersternkarten</p> <p>Anwendung von astronomischen Fernrohren, Exkursion in eine Sternwarte Durchführung von Beobachtungen am Abend bzw. in den Wintermonaten auch am Morgen</p>

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler haben elementare Kenntnisse vom Aufbau unseres Sonnensystems. Sie kennen die Bedeutung der Sonne als Zentralstern und können die Anordnung der Planeten, ihre Bewegungen sowie typische Merkmale ausgewählter Planeten beschreiben. Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, quantitative Aussagen aus den physikalischen Gesetzmäßigkeiten zu gewinnen. Sie besitzen Fähigkeiten und Fertigkeiten, selbstständig verschiedene Medien zu nutzen, um sich Informationen über neuere astronomische Forschungsergebnisse bzw. laufende Raumfahrtmissionen zu Planeten zu beschaffen. Sie verfügen über Kenntnisse zum Erdmond und seine Wechselwirkungen mit der Erde. Sie sind über Kleinkörper sowie deren Bewegungen im Sonnensystem informiert.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Aufbau des Sonnensystems - Sonne als Zentralstern - Anordnung der Planeten - Existenz der Kleinkörper	Betrachtungen zur historischen Entwicklung der Vorstellungen vom Sonnensystem Nutzung eines Planetenwanderweges, Recherchen über das Internet zur Thematik
Bewegungen der Planeten und ihre Gesetze - Kepler'sche Gesetze - Gravitationsgesetz - Berechnungen zur Anwendung dieser Gesetze - Beobachtbarkeit	Verbindung zum Fach Physik: „Gesetze der mechanischen Bewegung – Bewegungsänderungen und Kräfte im Straßenverkehr“ Würdigung von Galilei, Kepler und Newton Einbeziehung von Computersimulationen zur Planetenbewegung
Erd- und jupiterähnliche Planeten Venus, Mars, Jupiter, Saturn Zuordnung grundlegender Eigenschaften, wie - Aufbau - Größe - Masse - mittlere Dichte - typische Besonderheiten, Monde, Möglichkeit der Existenz von Leben	Verwendung vielfältiger Anschauungsmaterialien, z. B. Fotos und Videosequenzen Exkursion in ein Planetarium aktuellen Forschungsstand berücksichtigen

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Erdmond</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bewegungen, gebundene Rotation - Phasen - Finsternisse - Aufbau und Oberfläche - Auswirkungen auf die Erde - Mondbeobachtungen <p>Kleinkörper des Sonnensystems</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arten - Bewegungen - Beobachtbarkeit <p>Ausblick auf weitere Planeten außerhalb unseres Sonnensystems</p>	<p>Einsatz von Modellen, Kartenmaterial, Mondglobus, Modellexperiment</p> <p>mögliche Vertiefung: Erforschung des Mondes, Apollo-Missionen</p> <p>Veranschaulichung durch verschiedene Medien</p> <p>aktuellen Forschungsstand berücksichtigen</p>

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler wissen, dass die Sonne der Garant für das Leben auf der Erde ist. Sie können Grundzüge des Aufbaus der Sonne darlegen sowie Prozesse für die Erzeugung und den Transport der Energie beschreiben. Sie sind in der Lage, Berechnungen zur Strahlungsleistung der Sonne durchzuführen. Die Schülerinnen und Schüler kennen Erscheinungsformen der Sonnenaktivität sowie solar-terrestrische Beziehungen und können deren Bedeutung als ökologische Einflussfaktoren exemplarisch darstellen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
der Aufbau der Sonne - physikalische Daten - Struktur: Sonneninneres, Photosphäre, Chromosphäre und Korona	Vergleich mit Planetendaten Verwendung vielfältiger Anschauungsmaterialien, z. B. Fotos und Videosequenzen mögliche Vertiefung: Aufbau des Sonneninneren, Granulation
Erzeugung und Transport der Energie im Sonneninneren - Kernfusion als Quelle der Energie - Transportmechanismen	Verbindung zum Fach Physik: „Atome – Atomkerne – Kernenergie“
Erscheinungen der Sonnenaktivität - Sonnenflecken - Protuberanzen - Eruptionen	Möglichkeiten der Visualisierung nutzen
die Sonne als Energiespender - Aufbau, Aktivitätszyklen, Strahlungsarten, Strahlungsleistung, Leuchtkraft - Einfluss der Sonne auf die Bedingungen auf der Erde (Licht, Temperatur)	➤ fächerübergreifendes Thema: „Ökologisch verantwortlich mit Ressourcen umgehen“ Modellrechnung zu Leuchtkraft und Strahlungsleistung Nutzung von aktuellen Daten aus Wetterstationen Verbindung zum Fach Geographie: „Ausgewählte globale Menschheitsprobleme“
ökologische Wirkungen der Sonnenstrahlung: Erdatmosphäre als Schutzschild (Ozonschicht, Treibhauseffekt, Schutz vor Strahlung)	Verbindung zum Fach Physik: „Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken“ Verbindung zum Fach Biologie: „Wechselbeziehungen in Ökosystemen“
Magnetfeld der Erde als Schutzschild (Polarlichter)	Verwendung vielfältiger Anschauungsmaterialien

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler kennen wichtige Zustandsgrößen der Sterne, können ihre Zusammenhänge darstellen und Sternentfernungen berechnen. Sie haben einen Einblick in die Entstehung und Entwicklung von Sternen unterschiedlicher Masse gewonnen, besitzen Kenntnisse über die Existenz anderer Sternsysteme und deren großräumige Strukturen. Sie wissen, dass der Blick in das Weltall unterschiedliche Alters- und Entwicklungsstufen der Galaxien und ihrer Sterne repräsentiert.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Sternspektren und ihre Interpretation	Einsatz von Anschauungsmaterialien farbiger Sternspektren Demonstrationsexperiment zu Linienspektren Verbindung zum Fach Physik: „Ausbreitung, Eigenschaften und Entstehung des Lichtes“
Zustandsgrößen der Sterne (Masse, Radius, Temperatur und Leuchtkraft) <ul style="list-style-type: none"> - Zusammenhang von Masse, Radius und Dichte - Zusammenhang von Oberflächentemperatur und Sternfarbe - Zusammenhang von Oberflächentemperatur und Leuchtkraft 	Einsatz von Anschauungsmaterialien zum Hertzsprung-Russell-Diagramm Hinweis auf Temperatur-Leuchtkraft-Beziehung im Hertzsprung-Russell-Diagramm
Sternentfernungen <ul style="list-style-type: none"> - experimentelle Veranschaulichung des Zusammenhangs von Entfernung und scheinbarer Helligkeit - Einführung der Einheiten Lichtjahr [ly] und Parsec [pc] - Berechnung von Sternentfernungen mit Hilfe der Parallaxe p 	Hinweis auf andere Methoden der Entfernungsbestimmung
Lebensweg von Sternen <ul style="list-style-type: none"> - Entwicklung der Sonne von der Kontraktionsphase bis zum Endstadium - Lebensweg anderer Sterne; Vergleich von massearmen, sonnenähnlichen und massereichen Sternen 	Einsatz von Computeranimationen, Dias und Unterrichtsfolien Hinweis auf Planetenentstehung und Braune Zwerge Darstellung der Besetzungsgebiete im Hertzsprung-Russell-Diagramm Nova und Supernova, Zwergstern, Neutronenstern, Schwarzes Loch aktuellen Forschungsstand berücksichtigen

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Aufbau des Milchstraßensystems (Galaxis) Zentralgebiet, Spiralarme und Halo Extragalaktische Sternsysteme	Hinweis auf Position der Sonne, Ausdehnung und Bewegung des Milchstraßensystems Arbeit mit Animationen Computersimulationen, Internetrecherchen Exkursion in ein Planetarium in Bezug auf das gesamte Themengebiet Einsatz von geeigneten Videosequenzen

Thema 6: Kosmologie

ZRW: 2 Std.

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler besitzen Basiswissen zu gegenwärtig gesicherten astronomischen Erkenntnissen über die Größe und Entwicklung des Universums. Sie wissen, dass der Mensch auch zukünftig immer genauer in den Kosmos „schauen“ kann und dass der Blick ins All ein Blick in die Vergangenheit ist.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
kosmologische Betrachtungen Problem der Veranschaulichung kosmischer Großstrukturen „Urknall“ und 3 K-Strahlung Strukturbildung Galaxienflucht und Ausdehnung des Weltalls	Wiederholung und Vertiefung des behandelten ersten Überblicks über den Aufbau des Alls und der Stellung der Erde. Videosequenzen zur Veranschaulichung von Größenverhältnissen Einbeziehung der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über ein sich ausdehnendes All und dessen Frühzustand Erkenntnis: Das All hat kein Zentrum einfache Modelle zur Veranschaulichung der Ausdehnung des Raumes zwischen den Galaxien

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sind mit Methoden und Ergebnissen der Planetenforschung vertraut und wissen, dass zurzeit auf den anderen Planeten lebensfeindliche Bedingungen vorherrschen. Sie kennen die drei wesentlichen Möglichkeiten der Planetenforschung: erdgebundene Beobachtung, Beobachtung mit Hilfe von Satelliten und Planetenerkundung mit Raumsonden. Die Schülerinnen und Schüler verfügen über einen Gesamtüberblick zu unserem Planetensystem.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Planetenbeobachtung von der Erde <ul style="list-style-type: none">- Sichtbarkeit der Planeten- Bestimmung der siderischen aus der synodischen Umlaufzeit- Bestimmung von Masse und Volumen eines Planeten	Exkursion in ein Planetarium Nutzung eines Planetenwanderweges Beobachtung mit einem astronomischen Fernrohr Beispiel Jupiter
Planetenerforschung mit Hilfe von Satelliten und Raumsonden <ul style="list-style-type: none">- historischer Überblick über spezielle Missionen und ihre Ergebnisse- eine Mission im Detail	Aufnahmen des Hubble Space Telescope (HST) aktuellen Forschungsstand berücksichtigen Eingehen auf eine spezielle Methode der Planetenerkundung, z. B. die Radio-Echo-Methode z. B. Magellan, Voyager II, Galileo, Pathfinder, Mars Global Surveyor
Gesamtbetrachtung unseres Planetensystems	Verwendung vielfältiger Anschauungsmaterialien zu den einzelnen Planeten

Ziele/Qualifikationen

Ausgehend von grundlegendem Wissen zum Erdmond haben die Schülerinnen und Schüler ihre Kenntnisse auf die Monde der anderen Planeten unseres Sonnensystems erweitert. Sie können für ausgewählte Monde grundlegende physikalische Merkmale und Besonderheiten erläutern sowie diese mit dem Erdmond vergleichen. Über die historische Entwicklung der Erkenntnisse zu den Monden unseres Sonnensystems und ihrer Anzahl sind sie informiert.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Monde der Planeten unseres Sonnensystems	eigene Recherchen
Marsmonde (Phobos, Deimos)	Bezug zur griechischen Mythologie in den Namen
Vergleich der Marsmonde mit Asteroiden	Nutzung von Asteroidenaufnahmen (Gasptra, Ida, Eros)
Galilei'sche Monde des Jupiters (Io, Europa, Ganymed, Callisto) - Besonderheiten - Beobachtbarkeit - Möglichkeiten der Existenz von Leben	mögliche Erweiterung: weitere Monde gemäß dem aktuellen Forschungsstand berücksichtigen Würdigung der Fernrohrbeobachtungen Galileis und der Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit durch Römer Beobachtung der Galilei'schen Monde
Vergleichen ausgewählter Monde anderer Planeten mit dem Erdmond	Beispiele für andere Monde: Saturnmond Titan Uranusmond Miranda Neptunmond Triton

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler besitzen erweiterte Kenntnisse zum Aufbau und zu den Bewegungen der Kleinkörper unseres Sonnensystems. Sie können den verschiedenen Arten wesentliche Eigenschaften zuordnen. Durch Kleinkörper hervorgerufene Naturerscheinungen können von ihnen gedeutet und ihr Entstehen erklärt werden.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Überblick über die Kleinkörper</p> <ul style="list-style-type: none"> - Meteorite - Kometen - Asteroiden - interplanetare Materie - Daten ausgewählter Kleinkörper <p>Eigenschaften der einzelnen Kleinkörper</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bewegungen - Beobachtbarkeit - Verhalten in Erd- bzw. Sonnennähe - Entstehung und Herkunft - hauptsächliche Aufenthaltsgebiete - ungefähre Anzahl bekannter Objekte <p>Naturerscheinungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Krater auf Erde und Erdmond - Sternschnuppen - Kometenschweife <p>mögliche Gefahren für Erde und Raumfahrt</p>	<p>Verwendung von Anschauungsmaterialien Perseiden, Hoba Halley, Hale Bopp Gaspra, Ida, Eros</p> <p>Einbinden von Schülervorträgen</p> <p>Unterscheidung zwischen Hypothesen und gesicherten Erkenntnissen Internetnutzung zur Information über aktuelle Forschungen mögliche Ergänzungen: Arten von Meteoriten und Kometen, transneptunische Kleinkörper</p> <p>Bildmaterial über Meteoritenfunde und Krater auf Erde und Erdmond Beobachtung Internetnutzung für aktuelle Beobachtungsmöglichkeiten: Oort'sche Wolke Bezug zu Aberglauben und historischen Vorstellungen</p> <p>Einbeziehung laufender Raumfahrtmissionen</p>

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler können den Aufbau von Galaxien beschreiben. Sie kennen die wichtigsten Arten und können diese voneinander unterscheiden. Die Schülerinnen und Schüler wissen, dass im Universum neben sichtbaren Galaxien auch Galaxien existieren, die nur im nicht sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums nachweisbar sind und kennen mögliche Wechselwirkungen von Galaxien untereinander.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Aufbau einer Galaxie und ihr Rotationsverhalten</p> <p>Einteilung nach der Hubble-Klassifikation in drei Grundarten</p> <ul style="list-style-type: none"> - elliptische Galaxien - Spiralgalaxien - irreguläre Galaxien <p>Beschreibung der Galaxienarten entsprechend der Lebensstufen</p> <p>Wechselwirkende Galaxien</p> <p>Optisch nicht sichtbare Galaxien</p> <ul style="list-style-type: none"> - Radiogalaxien - Röntngalaxien <p>Quasare als Formen der am weitesten entfernten Objekte</p> <p>Lokale Gruppe, Galaxienhaufen und Superhaufen als Formen der Materieansammlung im Universum</p>	<p>Dias, Folien und Farbbilder als mögliches Vergleichsmaterial</p> <p>Computersimulation rotierender Galaxien</p> <p>Erstellen von Unterrichtsfolien</p> <p>Einsatz des Vergleichsmaterials unter neuen Gesichtspunkten</p> <p>aktuellen Forschungsstand berücksichtigen</p> <p>Differenzierung:</p> <p>Nutzung geeigneter fremdsprachiger Sachtexte</p> <p>Dias, Folien und Farbbilder</p> <p>Internetnutzung – „Merging Galaxies“</p> <p>aktuelle Dias oder Bilder</p> <p>ROSAT – Videomaterial</p> <p>Hinweis auf Gravitationslinseneffekte</p> <p>Internetnutzung – „Hubble Deep Field“</p> <p>Einsatz von Videosequenzen und Animationen</p>

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler besitzen Grundkenntnisse über die Entwicklung der Raumfahrt und über wesentliche physikalisch-technische Probleme ihrer Realisierung. Sie kennen die zum Erreichen von Flugbahnen erforderlichen Geschwindigkeiten und haben Vorstellungen zu real erreichbaren Geschwindigkeiten. Sie können an je einem ausgewählten Beispiel die Nutzungsmöglichkeiten der bemannten und der unbemannten Raumfahrt darstellen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Physikalisch-technische Probleme <ul style="list-style-type: none"> - Überwindung der Erdanziehung, 1. und 2. kosmische Geschwindigkeit - Antriebs- und Steuerprinzip von Raketen Entwicklung der Raumfahrt <ul style="list-style-type: none"> - unbemannte Raumfahrt - Beginn der bemannten Raumfahrt - Raumfahrt zum Mond - bemannte Raumstationen - Raumfahrt zum Mars - Probleme der bemannten Raumfahrt Satelliten und Raumsonden <ul style="list-style-type: none"> - Umlaufbahnen von Satelliten - Anwendung von Satelliten - Sonden zur Erkundung von weiteren Himmelskörpern 	Videomaterial zur Geschichte der Raumfahrt Abgrenzung von unwissenschaftlichen Vorstellungen Nutzung von Videosequenzen z. B. Ablauf des Apollo-Programms Internetnutzung als Informationsquelle Nutzung von Materialangeboten und Daten z. B. DLR, NASA Einbindung von aktuellen Daten auch aus dem Internet Problematik des entstandenen Weltraumschrotts

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler vertiefen ihre Kenntnisse zu einem ausgewählten Inhaltsschwerpunkt durch bewusste Nutzung verschiedener Informationsquellen. Sie sind in der Lage, reale Sachverhalte in modellhafte Darstellungen zu überführen und in konkreter Gestaltung anzufertigen, zu interpretieren und zur Erklärung der jeweiligen Erscheinung zu nutzen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Inhaltsschwerpunkt: Sonne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ermitteln der Solarkonstanten - Bestimmen des Sonnendurchmessers mit Hilfe des Schattenwurfes - Beobachten der scheinbaren Sonnenbahn (Tagbogen) sowie der Sonnenhöhe - Experiment zur Streuung des Sonnenlichtes (blauer Himmel, Abendrot) 	<p>Bildung von Lerngruppen nach Intention der Lehrkraft</p> <p>Veranschaulichung im Modellexperiment</p> <p>Selbstbau einfacher Geräte, wie Gnomon Höhenschattenwerfer, Sonnenuhr</p> <p>auch als Hausexperiment möglich</p>
<p>Inhaltsschwerpunkt: Planeten und Erdmond</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entwickeln und Gestalten eines Planetenwanderweges - Entwickeln von Modellvorstellungen zur scheinbaren und wahren Bewegung des Mondes - Ermitteln des Durchmessers des Mondes - Erstellen von Anordnungen zur Darstellung von Mondphasen und von Mond- und Sonnenfinsternissen 	<p>Nutzung des Schulgeländes</p> <p>Veranschaulichung mittels Globus oder Tellurium</p> <p>z. B. mittels Lochscheibe</p> <p>Demonstration der Erscheinung im Modellexperiment</p>
<p>Inhaltsschwerpunkt: Sterne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entwickeln von Möglichkeiten zur Projektion oder Darstellung von Sternbildern im Klassenraum - Anfertigen von Hilfsmitteln zur Himmelsbeobachtung - Experimente zu Spektren (Farbe und Temperatur), Fraunhofer'schen Linien, Lichtintensitäten (Abstandsgesetz) 	<p>z. B. Anfertigen von Pappkärtchen (mit Nadelstichen versehen), Tafeln mit Leuchtschern</p> <p>Jakobstab, Schablonen zu Winkelabständen</p> <p>Nutzung von Experimentieranordnungen aus dem Physikunterricht</p>

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler können Informationen aus verschiedenen Medien nutzen, um sich über aktuelle bzw. bereits abgeschlossene Raumfahrtmissionen zu informieren. Sie besitzen die Fähigkeit, verschiedene Informationen auszuwerten, zusammenzustellen und zu dokumentieren bzw. zusammenhängend unter Nutzung von Anschauungsmitteln und Medien zu präsentieren.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Ziele <i>einer</i> ausgewählten Raumfahrtmission, z. B. Apollo, Pathfinder, Cassini, ISS	Formen für Gruppenarbeit und selbstständiges Arbeiten zielgerichtet nutzen
beteiligte Länder und Einbindung in Raumfahrtprogramme	Internetrecherchen, Zusammenstellen einer Sammlung bzw. Erarbeiten einer Netzpräsentation
zeitlicher und räumlicher Verlauf	Möglichkeiten fächerverbindenden Arbeitens nutzen, z. B. mit den Fächern Kunsterziehung und Deutsch
erwartete bzw. schon gewonnene Ergebnisse in Form von Messdaten, Bildern und Materialien und deren Bedeutung	Präsentation auch außerhalb des Unterrichts

Wahlthema 8: Verfolgen beobachtbarer astronomischer Ereignisse **ZRW: 4 Std.**

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler können auf der Grundlage eigener Planung - auch über einen längeren Zeitraum - ein aktuelles astronomisches Ereignis verfolgen, ihre Beobachtungen aufzeichnen und dokumentieren. Sie sind in der Lage, zur Erklärung Kenntnisse aus dem vorangegangenen Unterricht anzuwenden und diese selbstständig zu erweitern. Unter Einbeziehung weiterer Informationsquellen können sie eigene Dokumentationen anfertigen und diese präsentieren.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Erkunden aktuell beobachtbarer Ereignisse	Nutzung von verschiedenen Medien, z. B. Informationsmaterial aus Fachzeitschriften und astronomischen Jahrbüchern
Erfassen der Erscheinung und des physikalischen Hintergrundes	Nutzen von geeigneter Literatur und anderer Medien
Erkunden von Beobachtungsmöglichkeiten mit und ohne Hilfsmittel	Exkursion in eine Sternwarte
Verfolgen und Dokumentieren des Verlaufs der Erscheinung	eigene Beobachtungen bzw. Nutzung von Medienangeboten
Ergebnispräsentation	Nutzung von schulischen Höhepunkten

5.2.2 Fachspezifische Themen des Wahlpflichtfaches Astronomie im Schuljahrgang 9

Thema 1: Zeiteinteilung und astronomischer Kalender

ZRW: 8 Std.

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler besitzen einen Überblick über die astronomischen Grundlagen unserer Zeitrechnung. Sie wissen, wie Tag und Jahr mit der Rotation und dem Umlauf der Erde verbunden sind und können den gregorianischen Kalender charakterisieren.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
unser Tag als mittlerer Sonnentag - Sonnentag und Sterntag - Notwendigkeit eines mittleren Sonnentages - Zeitzonen	Hinweis auf Sonnenuhren Stundeneinteilung als Beispiel einer Zeiteinheit ohne astronomischen Bezug Hinweis auf Sommerzeit
Woche und Monat - 7-Tage-Woche	Kulturgeschichtliche Bedeutung der Zahl Sieben Unterschied zum synodischen Monat
unser Jahr als tropisches Jahr - tropisches und siderisches Jahr - Jahreszeit und Deklination des Sonnenmittelpunktes	Hinweis auf Präzession der Erdachse Länge von Sommer- und Winterhalbjahr
unser Kalender als Sonnenkalender - julianischer und gregorianischer Kalender - Osterregel	das Jahr Null 2000 als Schaltjahr mögliche Ergänzung: Kalender verschiedener Kulturen im Vergleich

**Thema 2: Informationsgewinnung und -auswertung
zu astronomischen Ereignissen**

ZRW: 6 Std.

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler kennen fundierte Quellen in verschiedenen Medien, die Informationen wichtiger astronomische Vorgänge und Erscheinungen darstellen, kommentieren und dokumentieren. Sie sind in der Lage, diese Quellen zielgerichtet zu nutzen, um sich über aktuelle astronomische Ereignisse und Forschungsergebnisse zu informieren, Aufzeichnungen anzufertigen und Beobachtungsergebnisse zu protokollieren. Dabei können sie vorhandene Kenntnisse und Fertigkeiten auf die astronomischen Vorgänge und Ereignisse anwenden. Die Schülerinnen und Schüler können wesentliche Ergebnisse ihrer Arbeit dokumentieren und auf geeignete Weise präsentieren.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Erkunden aktuell beobachtbarer Ereignisse und Erscheinungen	Informationen aus verschiedenen Medien und Materialien sammeln, analysieren z. B. Finsternisse, Kometen, Planetenkonstellationen
Zeit- und Arbeitsplanung	ereignisbezogen realistische Zeitvorgaben entwickeln
astronomische und physikalische Grundlagen der Erscheinung	Nutzung eigener Aufzeichnungen, vorhandener Sachdarstellungen in Lehrbüchern, Zeitschriften und im Internet
direkte und mittelbare Beobachtungsmöglichkeiten	Fernrohrbeobachtungen, Exkursion in eine Sternwarte, Internetrecherchen, Nutzung von Videoaufzeichnungen
Ergebnisaufzeichnung, Dokumentation, Veranschaulichung und Präsentation	Anfertigen von Belegarbeiten, Ausgestaltung von Fachräumen, Foliensammlungen

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler können sich Informationen aus verschiedenen Medien – vor allem aus dem Internet – erschließen, um sich über zwei Raumfahrtmissionen zu informieren. Sie besitzen die Fähigkeit, verschiedene Informationen auszuwerten, zusammenzustellen und zu dokumentieren bzw. zusammenhängend unter Nutzung von verschiedenen Anschauungsmitteln und Medien zu präsentieren.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Ziele einer ausgewählten abgeschlossenen Raumfahrtmission <i>oder</i> Ziele einer ausgewählten aktiven Raumfahrtmission <i>oder</i> Ziele einer ausgewählten zukünftigen Raumfahrtmission	Formen für Gruppenarbeit und selbstständiges Arbeiten zielgerichtet nutzen z. B. Voyager, Eros, Mars, Pathfinder, Giotto, Galileo z. B. Soho, Mars Global Surveyor, Chandra, Integral z. B. Mars-, Venus-, Pluto-Express, LISA, NGST (Webb Space Telescope)
beteiligte Raumfahrtorganisationen und Länder, Einbindung in Raumfahrtprogramme	Internetrecherchen (auch fremdsprachige Quellen) Zusammenstellen von Sammlungen bzw. Erarbeitung einer Netzpräsentation
zeitlicher und räumlicher Verlauf einer Mission	Möglichkeiten des fächerverbindenden Arbeitens nutzen, z. B. mit den Fächern Geografie, Biologie, Deutsch und Kunst-erziehung
erwartete bzw. schon gewonnene Ergebnisse in Form von Messdaten, Bildern und Materialien und deren Bedeutung	Präsentation im Unterricht und auch außerhalb

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler besitzen Kenntnisse über die Planeten unseres Sonnensystems. Sie sind in der Lage, aus vorhandenen Planetendaten vergleichende Analysen anzufertigen und daraus charakterisierende Aussagen zu entwickeln. Sie besitzen die notwendigen Fähigkeiten und Fertigkeiten, um verschiedene Medien systematisch zur Informationsbeschaffung über astronomische Forschungsergebnisse zu nutzen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Methoden der Planetenforschung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Strahlung und Spektroskopie - Messungen durch Raumsonden <p>Planetenoberfläche</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einschlagkrater - Vulkanismus - Einfluss von Atmosphäre und Hydrosphäre <p>Atmosphären</p> <ul style="list-style-type: none"> - Atmosphäre von Venus, Erde, Mars - Atmosphären der großen Planeten - Mondatmosphären zum Vergleich <p>Satellitensysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> - Monde, Mondsysteme (Gruppen von Monden) - Ringsysteme <p>Magnetfelder</p> <ul style="list-style-type: none"> - Magnetfeld der Erde und seine Entstehung, Umpolung - Magnetfelder anderer Planeten 	<p>Demonstrationsexperiment zur spektroskopischen Messung, Bildmaterial</p> <p>mögliche Gruppenarbeit: Gruppe stellt Materialsammlung zu einem ausgewählten Planeten in einer Präsentation vor</p> <p>Vergleiche, Schlussfolgerungen</p> <p>z. B. Titan, Triton, Vierergruppen des Jupiter</p> <p>Teilung der Saturnringe</p> <p>Modellversuch zum Dynamoprinzip Wechselwirkung mit Sonnenwind</p>

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler besitzen einen Überblick über Eigenschaften des Erdmondes sowie anderer Monde des Sonnensystems. Sie haben Vorstellungen über die Größen- und Abstandsverhältnisse im System Sonne-Erde-Mond entwickelt und kennen optische sowie gravitative Phänomene in diesem System. Sie können wahre und scheinbare Bewegungen des Erdmondes unterscheiden.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Vergleich Erde – Mond - physikalische Daten - Mondoberfläche	Entstehungshypothesen des Erdmondes Skizzieren von Details der Mondoberfläche, Mondkarten im Internet
wahre und scheinbare Bewegungen des Erdmondes - siderischer und synodischer Monat - gebundene Rotation	Bestimmung der Erdmasse
der Mond im System Sonne-Erde-Mond - optische Phänomene (Mondphasen und Finsternisse) - gravitative Phänomene (Gezeiten)	Größenverhältnisse Hausbeobachtung zur Änderung der Lichtgestalt Erdrotation und Gezeitenreibung
Monde im Sonnensystem - Galilei'sche Monde - Vergleich ausgewählter Monde mit dem Erdmond	Fernrohrbeobachtungen Römers Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit Merkuroberfläche im Vergleich, eigene Recherchen

Ziele/Qualifikationen

Ausgehend vom grundlegenden Wissen zu den existierenden Kleinkörpern besitzen die Schülerinnen und Schüler vertiefte Kenntnisse zum Aufbau und zu den Gesetzmäßigkeiten der Bewegungen der Kleinkörper. Sie können den verschiedenen Arten wesentliche Eigenschaften zuordnen und Besonderheiten erläutern. Durch Kleinkörper hervorgerufene Naturerscheinungen können von ihnen beschrieben und erklärt werden.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Überblick über die Kleinkörper</p> <ul style="list-style-type: none"> - Meteorite - Kometen - Asteroiden - interplanetare Materie - Daten ausgewählter Kleinkörper - geschätzte Anzahl der Kleinkörper 	<p>Verwendung von Anschauungsmaterialien In geeigneter Weise auswählen: Perseiden, Leoniden, Hoba, Gibeon Marsmeteoriten-Funde Halley, Hale-Bopp, Hyakutake, LINEAR Internetrecherche „Sungrazer“ Gaspra, Ida, Eros, Mathilde</p> <ul style="list-style-type: none"> - „eingefangene“ Asteroiden (Phobos, Deimos, Amalthea) - Lagrangepunkt-Asteroiden (Trojaner) <p>Einbringen von Schülervorträgen</p>
<p>Eigenschaften der Kleinkörper</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bewegungsformen, Gesetzmäßigkeiten - Beobachtbarkeit - Verhalten in Sonnen- bzw. Erdnähe - Entstehung und Entwicklung - hauptsächliche Aufenthaltsbereiche - chemische Zusammensetzung der Kleinkörper 	<p>Unterscheidung zwischen Hypothesen und gesicherten Erkenntnissen Internetnutzung aktuellen Forschungsstand beachten Pluto als transneptunisches Objekt Internetrecherche „Kuiper-Belt“</p>
<p>Naturerscheinungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Krater auf Erde, Monden und sonnennahen Planeten - Sternschnuppen und Feuerbälle - Gas- und Staubschweif der Kometen - Herkunft der Kometen 	<p>Bildmaterial über Meteoritenfunde und Krater auf Erde, Monden und sonnennahen Planeten Beobachtung Internetnutzung für aktuelle Beobachtungsmöglichkeiten Internetrecherche „Oort’sche Wolke“ Bezug zu Aberglaube und Entwicklung historischer Vorstellungen</p>
<p>mögliche Gefahren für Planeten, Erde und Raumfahrt</p>	<p>Einbeziehung Shoemaker-Levy 9 und laufende Raumfahrtmissionen</p>

Thema 7: Astronomische Modelle

ZRW: 8 Std.

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler besitzen inhaltlich erweiterte Kenntnisse und vertiefte Fähigkeiten, reale astronomische Sachverhalte in modellhafte Darstellungen zu überführen. Sie sind in der Lage, unter Verwendung geeigneter Informationsquellen einfache Modelle nach eigenen Vorstellungen zu gestalten und für die Erklärung der jeweiligen Erscheinung zu nutzen.

Verbindlich sind zwei Inhaltsschwerpunkte aus dem Wahlthema 6 des Pflichtfaches Astronomie (vgl. Tabelle S. 33).

5.2.3 Fachspezifische Themen des Wahlpflichtfaches Astronomie im Schuljahrgang 10 (Einführungsphase)

Thema 1: Arbeitstechniken und -methoden der Astronomen ZRW: 12 Std.

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler kennen ausgewählte Beobachtungsmittel und deren Nutzungsmöglichkeiten. Sie besitzen einen Überblick über die Arten der Strahlung als wichtigste Informationsquelle der astronomischen Forschung. Die Schülerinnen und Schüler sind mit astronomischen Koordinatensystemen vertraut. Sie sind in der Lage, aktuelle Informationen zum Sternhimmel aus Medien zu entnehmen und auszuwerten. Sie können selbstständig Planeten und Sterne am Himmel auffinden sowie Sternbilder als Orientierungshilfe nutzen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Winkelmessgerät zum Messen von Höhe und Azimut	Selbstbau
Schattenstab zur Ermittlung der Mittagszeit (Gnomon)	Bestimmung der geographischen Breite aus der Kulminationshöhe
Fernrohr als Beobachtungsinstrument: - azimutale und parallaktische Montierung - Beobachtung des Sternhimmels	Anfertigen von Astrofotos längerfristige Beobachtungsaufträge
Strahlung als Informationsquelle - elektromagnetisches Spektrum - erdgebundene Beobachtungssysteme - satellitengestützte Beobachtungssysteme	optisches Fenster und Radiofenster z. B. Europäische Südsternwarte (ESO) z. B. Hubble Space Telescope (HST)
Äquatorsysteme und Horizontsystem	Exkursion in ein Planetarium Vergleich mit Gradnetz der Erde, Einsatz von drehbaren Schülersternkarten und Wandkarte „Nördlicher Sternhimmel“
Ephemeriden von Sonne, Mond und Planeten	Beobachtungen Exkursion in eine Sternwarte
Einteilung der Sphäre in Sternbilder und deren Sichtbarkeit in Abhängigkeit von den Jahreszeiten	Verbindung zum Thema: „Orientierung am Sternhimmel“ Computersimulationen

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sind an Hand von Beobachtungen und einfachen Experimenten in der Lage, Informationen über die Sonne zu sammeln und auszuwerten. Sie kennen den Zusammenhang zwischen Temperatur und Strahlungsleistung der Sonne, besitzen Kenntnisse über das Spektrum der Sonne, können die Sonne als Stern im Hertzsprung-Russell-Diagramm einordnen und die Erscheinungsformen der Sonnenaktivität sowie solar-terrestrische Beziehungen darstellen und Verbindungen zur Ökologie der Erde herstellen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Erzeugung und Transport der Energie im Sonneninneren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kernfusion - Transportmechanismen - Strahlungsleistung und Massenverlust <p>Sonnenaktivität</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erscheinungsformen - Beobachtung und Kartierung von Sonnenflecken - Sonnenzyklen - Magnetfeld der Sonne - Wirkungen auf die Erde <p>Solarkonstante</p> <ul style="list-style-type: none"> - Begriffsdefinition - experimentelle Bestimmung - energetische Betrachtungen zur Nutzung von Sonnenenergie <p>Berechnung von Leuchtkraft und Oberflächentemperatur der Sonne</p> <p>Hertzsprung-Russell-Diagramm als wichtigstes Zustandsdiagramm der Sterne</p> <p>Spektrum als „Visitenkarte“ der Sonne, Fraunhofer’sche Linien</p> <ul style="list-style-type: none"> - experimentelle Untersuchung des Sonnenspektrums - Oberflächentemperatur, Farbe 	<p>Verbindung zum Thema: „Die Sonne“ im Schuljahrgang 9 und zum Fach Physik: „Atome – Atomkerne – Kernenergie“</p> <p>Beobachtungsmöglichkeiten bei Sonnenfinsternissen Fernrohrbeobachtung, Arbeitsschutz</p> <p>Würdigung der Leistungen von H. S. Schwabe</p> <p>Schutzfunktionen des Erdmagnetfeldes, Polarlichter</p> <p>Methoden: u. a. Kalorimeter, Solarzelle</p> <p>Verbindung zum Fach Physik: „Ausbreitung, Eigenschaften und Entstehung des Lichtes“ Nutzung von Experimentieranordnungen aus dem Physikunterricht</p>

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler haben einen Überblick über die Strukturhierarchie des Weltalls gewonnen und können unser Sonnensystem in diese Struktur einordnen. Sie wissen, dass Gravitationswechselwirkungen den Zusammenhalt der Sterne und Galaxien im Kosmos bewirken und haben Vorstellungen von der Materieverteilung und Materiedichten im All.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Galaxien als „Bausteine“ des Weltalls - Arten - Größe und Abstände Lokale Gruppe und Galaxienhaufen	aktuellen Forschungsstand berücksichtigen Verwendung von Anschauungsmaterial Exkursion in ein Planetarium
Wabenstruktur als größte Ordnung im All - Superhaufen - Leerräume (Voids)	Hinweis auf ungeklärte Fragen der Struktur- entstehung
Gravitation als universelle Anziehungskraft	Wechselwirkungen von Galaxien (z. B. Verschmelzen) Nutzung von Medien
Verteilung der Materie im Universum, Materiedichten	Dunkelmaterie, einfache Modelle zur Veranschaulichung der Ausdehnung des Raumes zwischen den Galaxien (Hubble- Gesetz)

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler können wesentliche Etappen der astronomischen Wissenschaftsgeschichte in historische Zusammenhänge einordnen. Sie kennen die Bedeutung grundlegender naturwissenschaftlicher Entdeckungen für die Entwicklung der Astronomie und können ein ausgewähltes Beispiel der Astronomiegeschichte zusammenhängend darstellen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Frühe Astronomie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anfänge der astronomischen Himmelsbeobachtung - regionale Bezüge: Erkenntnisse zur Himmelscheibe von Nebra - ausgewähltes Weltbild <p>Klassische Astronomie</p> <ul style="list-style-type: none"> - geozentrisches und heliozentrisches Weltbild - Erklärung der Planetenschleifen <p>Astrophysik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spektralanalyse - Hertzsprung-Russell-Diagramm - Zwerg- und Riesensterne - Radioastronomie 	<p>Verbindung zum Fach Geschichte: „Weltbild im Wandel“</p> <p>z. B. Stonehenge, Maya-Tempel Chichen Itza, Nordausrichtung der Pyramiden, Saros-Zyklus</p> <p>Verbindung zum Fach Geschichte „Frühe Lebensformen der Menschen“, aktuellen Forschungsstand berücksichtigen frühe Hochkulturen</p> <p>Verbindung zum Fach Ethik: „Was kann der Mensch wissen? – erkenntnistheoretische und wissenschaftskritische Betrachtungen“</p> <p>Bedeutung des Trägheitsgesetzes, der Sternparallaxe und des Kreisdogmas bei der Durchsetzung des kopernikanischen Weltbildes</p> <p>Größe der Sterne und Lebensweg</p> <p>Gleichgewicht zwischen Druck- und Gravitationskräften</p>

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler besitzen fundierte Kenntnisse über die Entwicklung der Raumfahrt. Sie können physikalische Gesetzmäßigkeiten auf Probleme der Raumfahrt anwenden. Sie sind in der Lage, für ausgewählte Beispiele von Flugbahnen die erforderlichen Geschwindigkeiten zu berechnen. Sie können wesentliche Nutzungsmöglichkeiten der bemannten und unbemannten Raumfahrt darstellen, dabei deren technische Probleme berücksichtigen sowie ökonomische und ökologische Betrachtungen anstellen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>physikalisch-technische Probleme</p> <ul style="list-style-type: none"> - Überwindung der Erdanziehung, notwendige Geschwindigkeiten - Herleitung der 1. kosmischen Geschwindigkeit - Berechnungen zur 2. kosmischen Geschwindigkeit - Antriebs- und Steuerprinzip von Raketen; Ziolkowski-Gleichung <p>Entwicklung der Raumfahrt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beginn der Raumfahrt - Raumfahrt zum Mond - Raumstationen - Raumfahrt zu Planeten unseres Sonnensystems - technische, medizinische und biologische Probleme der bemannten Raumfahrt - Ausblicke auf zukünftige Vorhaben <p>Satelliten und Raumsonden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Umlaufbahnen von Satelliten; Berechnungen zur geostationären Satellitenbahn - Anwendung von Satelliten - Sonden zur Erkundung von weiteren Himmelskörpern - Problematik des entstandenen Weltraumschrotts 	<p>Videomaterial zur Geschichte der Raumfahrt Abgrenzung von unwissenschaftlichen Vorstellungen Verbindung zum Thema: „Unser Sonnensystem“</p> <p>mögliche Erweiterung: Betrachtungen zur dritten kosmischen Geschwindigkeit</p> <p>Nutzung von Videomaterial z. B. Ablauf des Apollo-Programms</p> <p>Internet als Informationsquelle z. B. NASA-Studie</p> <p>Nutzung von Materialangeboten und Daten z. B. DLR, NASA Einbindung von aktuellen Daten aus dem Internet</p>

5.2.4 Fächerübergreifendes Thema

Thema: Ökologisch verantwortlich mit Ressourcen umgehen

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler wissen, dass die für das Leben von nahezu 6 Milliarden Menschen auf der Erde erforderlichen Mittel begrenzt sind und bei wachsender Weltbevölkerung sowie bei gleich bleibendem und sich ausbreitendem üppigen Konsumverhalten nicht ausreichen werden. Sie sind mit dem Grundsatz vertraut, dass die von den Menschen einer Generation übernommene Natur so hinterlassen werden muss, dass sie auch künftigen Generationen für ein Leben mit hoher Lebensqualität zu Verfügung steht. Sie leiten hieraus ab, dass die Umwelt als natürliche Lebensgrundlage des Menschen nicht schwerwiegenden Gefährdungen ausgesetzt werden darf und Energie im Prinzip nur in dem Maße genutzt werden kann, wie sie als wertvolle Energie von der Sonne zur Verfügung gestellt wird. Sie können in Diskussionen über die ansteigende Produktion von Gebrauchsgütern und die wachsenden Erträge der Landwirtschaft Zusammenhänge zwischen den Bedürfnissen der Menschen und der zunehmenden Ausbeutung und Belastung von Boden, Luft und Wasser darstellen.

Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, Verfahren und Beispiele für den sparsamen Einsatz von Stoffen und Energie zu nennen, und sie können für das eigene Verhalten Grundsätze ableiten, die der nachhaltigen Entwicklung dienen.

Inhalte	Hinweise
Agenda 21 (Überblick) <ul style="list-style-type: none">- Weltbevölkerung- Ressourcenvielfalt (regionale Verbreitung, Nutzung und Folgen, Bedeutungswandel) - Entwicklungsprobleme - Prinzip der Nachhaltigkeit	<p>Einzelaufträge für Gruppen und Vorträge: Sammlung von Übersichten und von Material sowie Zusammenstellung von Daten über den aktuellen Stand, den Bedarf, über Prognosen und Probleme der Ressourcennutzung, über Umweltgefährdungen und die Klimaent- wicklung Quellen: Umweltkonferenzen Rio de Janeiro 1992 und Kyoto 1997 Landes Agenda 21 – Sachsen-Anhalt</p>

Inhalte	Hinweise
<p>Nachhaltiges Wirtschaften in einem ausgewählten Problemfeld</p> <ul style="list-style-type: none"> - soziale Erfahrungen - Information und Daten über die aktuelle und zukünftige Entwicklung - Diskussionen: Verhältnis Mensch-Natur, Lebensqualität, Umweltgefährdungen, Klimaentwicklung - nachhaltiges Handeln: Aktionen von Verbänden des Landes, von Unternehmen, Teilnahme und eigene Vorschläge <p>Energiebedarf und nachhaltige Entwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> - soziale Erfahrungen - Energieträger und ihre gegenwärtige Nutzung (Systematisierung) - Energiebedarf und Energieeinsparung an je einem Beispiel aus <ul style="list-style-type: none"> • Industrie • Landwirtschaft • Verkehrswesen 	<p>Problemfelder und mögliche Schwerpunkte:</p> <p>Boden, Bodennutzung und nachwachsende Rohstoffe (Bedeutung von Anpflanzungen für den Wasserverbrauch und die CO₂-Bindung, für Futter und Nahrungsmittel, Nutzholz, Biomasse)</p> <p>Ressource(n) im Heimatraum (Abbau, Gewinnung von Grundstoffen, Verarbeitung)</p> <p>biologische Vielfalt (Gesetze und Schutzgebiete für die Erhaltung gefährdeter Arten – Biotope)</p> <p>Wasser, Wasserverbrauch und Gewässerschutz (Abwasser, Reinigung, Sparmaßnahmen)</p> <p>Informationen zur mittleren Energieverbrauchsleistung pro Person:</p> <p>USA – 11 kW Europa – 6 kW China – 1 kW Bangladesh – 100 W</p> <p>Vergleich: Sonne stellt pro Person 1,5 kW zur Verfügung</p> <p>a) erschöpfliche Energie: fossile Energieträger und Kernenergie – 82 %</p> <p>b) quasi unerschöpfliche Energie: Sonne direkt, Wasser, Wind, Umweltwärme (Luft-, Wasser- und Erdwärme), nachwachsende Rohstoffe, organische Reststoffe – 18 %</p> <p>energieintensive Nahrungsmittelproduktion, Verhältnis von Energieaufwand und Energiehaushalt, z. B.</p> <p>Gewächshausgemüse 600 : 1 Rinderzucht: 3 : 1</p> <p>Wirkungsgrade von Motoren und Turbinen Schadstoffausstoß (Umweltbelastung) Einsatz von Elektro- und Solarmobilen Energieumsätze bei Flugzeug und PKW im Vergleich, Sparmaßnahmen</p>

Inhalte	Hinweise
<p>Umgang mit Stoffen und Material – Recycling</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verpackung und Entsorgung - Bewertung technischer Produkte als Grundlage der Kaufentscheidung <p>Aktionsplan „Ökologisch verantwortlich mit Ressourcen umgehen“ zur Auswahl:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aktionsplan für die Schule - Aktionsplan für den Haushalt der Familie - Aktionsplan für die Stadt oder Gemeinde 	<p>Sammeln von Textilien, Metallschrott, Glas, Kunststoffen und von organischen Abfallstoffen in Spezialcontainern Entscheidung nach Umweltzeichen Beispiele: Blauer Engel, Blume, Prädikat der Stiftung Warentest, ökologischer Anbau, recycelbare Kunststoffe</p> <p>Anwendungen des Prinzips der Nachhaltigkeit im jeweils gewählten Bereich</p> <p>Zusammenarbeit mit zuständigen Behörden, Vorschläge für die Stadtplanung, Verkehrswege, Grünanlagen etc.</p>

Tabellarische Paralleldarstellung

<p>Themen und Inhalte in den Rahmenrichtlinien der Fächer</p>	<p>Atome – Atomkerne – Kernenergie Kernkraftwerke Sicherheitsvorkehrungen Umweltaspekte Betriebssicherheit und Endlagerung</p>	<p>Ressourcen und ihre Nutzung Vielfalt an Ressourcen, regionale Verbreitung, Ressourcen in ihrer (Un)Endlichkeit; Ressource als raumprägender Faktor: Beispiel(e) aus dem Nahraum</p>	<p>Die Sonne die Sonne als Energiespender Aufbau, Aktivitätszyklen, Strahlungsarten, Strahlungsleistung, Leuchtkraft Einfluss der Sonne auf die Bedingungen auf der Erde (Licht, Temperatur) ökologische Wirkungen der Sonnenstrahlung: Erdatmosphäre als Schutzschild (Ozonschicht, Treibhauseffekt, Schutz vor Strahlung)</p>	<p>Wald als Ökosystem Bedeutung und Schutz des Waldes Belastbarkeit und Schutz der Ökosysteme Belastbarkeit von Ökosystemen Schutz der Arten und Lebensräume</p>	<p>Aufbrechen – menschliche Hoffnungen und gesellschaftliche Utopien Utopien in der Praxis die Wende zur Nachhaltigkeit die Methode „Zukunftswerkstatt“</p>
<p>Fächer</p>	<p>Physik</p>	<p>Geographie</p>	<p>Astronomie</p>	<p>Biologie</p>	<p>Ethikunterricht</p>

5.3 Themen und Kurse in den Schuljahrgängen 11/12 (Qualifikationsphase)

Kurs 1

Thema 1.1: **Beobachtungstechnik**

ZRW: 10 Std.

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler kennen die Entwicklungsgeschichte der Beobachtungstechnik im Überblick. Sie können die Funktion von Beobachtungsgeräten mit Hilfe physikalischer Grundlagen beschreiben und kennen grundlegende Anwendungsgebiete. Die Schülerinnen und Schüler können eigene Beobachtungen planen, durchführen und auswerten. Über moderne Methoden der Himmelsbeobachtung sind sie informiert.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Beobachtungstechnik im Überblick Aufbau, Wirkungsweise und Eigenschaften von Beobachtungshilfsmitteln <ul style="list-style-type: none"> - Reflektor - Refraktor - Fernrohrbeobachtung eines astronomischen Objektes - Abbildungsfehler 	Verwendung vielfältiger Anschauungsmaterialien wie Fotos und Videosequenzen Verbindung zum Fach Physik: „Ausbreitung, Eigenschaften und Entstehung des Lichtes“ ggf. Exkursion in eine Sternwarte
Himmelsbeobachtung <ul style="list-style-type: none"> - optischer Bereich - nichtoptischer Bereich: Radio-, Infrarot-, Ultraviolett-, Röntgen-, Gamma- und Neutrinostrahlung 	aktuelle Beobachtungsergebnisse zu Deep-Sky-Objekten im Internet Very Large Telescope der ESO Einbeziehung abgeschlossener und laufender Projekte (z. B. VLBI, IRAS, ROSAT, CHANDRA)
Spektroskopie als Analysemethode <ul style="list-style-type: none"> - Emissions- und Absorptionsspektren und deren experimentelle Darstellung - Fraunhofer'sche Linien - Spektrograph - Spektrometer - Auswertung von Spektren 	Nutzung von Versuchsanordnungen aus dem Physikunterricht Einsatz von Spektraltafeln

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler besitzen umfassende Kenntnisse und Fertigkeiten, um sich mit Hilfe von Sternen und Sternbildern am Himmel zu orientieren und sind in der Lage, mit einer drehbaren Sternkarte in verschiedenen Koordinatensystemen Sternorte zu finden. Sie kennen die Bedeutung von Zentralkörpern als Gravitationszentren und können Bewegungen der Himmelskörper mit Hilfe von Gesetzen quantitativ beschreiben. Die Schülerinnen und Schüler können Sichtbarkeitsbedingungen für Körper im Sonnensystem erläutern.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Orientierung am Sternhimmel - zirkumpolare Sternbilder und jahreszeitlich typische Sternbilder - Arbeit mit drehbarer Sternkarte und Sternatlanten	Exkursion in ein Planetarium, Computersimulationen
Koordinatensysteme - Horizontsystem - Ortsabhängigkeit der Horizontkoordinaten, Computersimulation - Äquatorsysteme	Verbindung zu den Themen: „Orientierung am Sternhimmel“ und „Arbeitstechniken und -methoden der Astronomen“
Erdrotation	physikalischer Nachweis mit Foucault’schem Pendel; Modellexperiment zur Abplattung der Erde
scheinbare Bewegung der Sterne	Sternspuraufnahmen
Himmelskörper im Gravitationsfeld eines Zentralkörpers - Gravitationsgesetz - Kepler’sche Gesetze - Massebestimmung von Zentralkörpern - Gezeiten als Gravitationswirkung im System Sonne-Erde-Mond - Präzession der Erdachse und deren Auswirkungen	Würdigung von Kepler und Newton unterschiedliche Länge der Jahreszeiten Einfluss der Gezeitenreibung auf die Erdrotation Exkursion in ein Planetarium
Sichtbarkeitsbedingungen für Körper im Sonnensystem - Konjunktion, Opposition	Beobachtung der Venus als „Morgen- bzw. Abendstern“ mit und ohne Hilfsmittel; Lichtgestalten
astronomische Zeitrechnung und Messung - Sterntag und Sonnentag - Zeitgleichung	Verbindung zum Thema: „Zeiteinteilung und astronomischer Kalender“

Kurs 2

Thema: Die Sterne

ZRW: 25 Std.

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über fundierte Kenntnisse von Prozessen der Erzeugung und des Transportes der Energie im Inneren von Sternen, insbesondere unserer Sonne. Sie kennen die Zustandsgrößen der Sterne, verschiedene Methoden zu ihrer Bestimmung und können Zusammenhänge zwischen ihnen herstellen. Die Schülerinnen und Schüler können verschiedenen Arten von Sternen wesentliche Eigenschaften zuordnen und diese aus dem Hertzsprung-Russell-Diagramm ableiten. Sie haben einen Einblick in die physikalischen Vorgänge im Inneren und an der Oberfläche der Sterne sowie deren Veränderungen gewonnen. Ausgewählte Bewegungen von Sternen und Sternsystemen können sie exemplarisch deuten.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Die Sonne – unser nächster Stern Aufbau - Schichten des Inneren - Schichten der Atmosphäre Energieerzeugung - Kernfusion, Proton-Proton-Zyklus - Berechnungen zum Massendefekt $E = m \cdot c^2$ Energietransport Abstrahlung der Energie - Formen der abgestrahlten Energie - Sonnenwind - experimentelle Bestimmung der Solarkonstanten - Bedeutung für die Energiebilanz der Erde Sonnenaktivität - Erscheinungsformen - mögliche Ursachen ihrer Entstehung - Auswirkungen auf die Erde	Verbindung zur vorhergehenden Behandlung des Themas Reaktionsgleichung Veranschaulichung der Konvektion Verbindung zum Fach Physik: „Temperaturstrahlung“ Anlegen von Materialsammlungen, Einbinden von Schülervorträgen Beobachtung, Schutz des Augenlichtes aktuellen Forschungsstand beachten gegenwärtigen Stand des Aktivitätszyklus einbeziehen

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Physikalische Eigenschaften der Sterne</p> <p>Zustandsgrößen der Sterne</p> <ul style="list-style-type: none"> - scheinbare Helligkeit - absolute Helligkeit - Größe - Leuchtkraft - Oberflächentemperatur - Spektralklasse <p>Möglichkeiten der Bestimmung einzelner Größen</p> <ul style="list-style-type: none"> - trigonometrische und spektroskopische Entfernungsbestimmung - Radius - Masse <p>Zusammenhänge zwischen verschiedenen Größen</p> <ul style="list-style-type: none"> - scheinbare Helligkeit – absolute Helligkeit – Entfernung - Nutzung der Strahlungsgesetze <p>Hertzsprung-Russell-Diagramm (HRD)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Achsen, Besonderheiten der Einteilung - Zuordnen von Eigenschaften - Masse-Leuchtkraft-Beziehung <p>Bewegung der Sterne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bewegungen innerhalb der Galaxis - Dopplereffekt als Informationsquelle <p>Doppelsterne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arten und ihr Nachweis - Bedeutung des gemeinsamen Schwerpunktes - Massenbestimmung 	<p>Beobachtung Veranschaulichung im Modellexperiment</p> <p>Aufzeigen der Grenzen einzelner Methoden</p> <p>Veranschaulichung</p> <p>Verbindung zum Fach Physik: „Temperaturstrahlung“</p> <p>Verbindung zum Fach Mathematik: jahrgangsübergreifender Schwerpunkt „Zuordnungen und Funktionen“</p> <p>Experiment zum akustischen Dopplereffekt</p> <p>mögliche Beobachtung Albireo Internetrecherche zum Suchbegriff „kataklysmische Systeme“</p> <p>Sirius A/B</p>

Kurs 3

Thema 3.1: Entwicklung der Sterne

ZRW: 12 Std.

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler können die Lebensabschnitte eines Sterns zusammenhängend erklären und wissen, dass die Sternentwicklung im Wesentlichen von der Masse geprägt ist. Sie sind in der Lage, unterschiedliche Endstadien von Sternen zu charakterisieren sowie den Lebensweg der Sonne und die Auswirkungen für das Sonnensystem zu beschreiben.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Entwicklung der Sterne Entstehung - interstellare Materie - Kontraktion, Bedeutung der Masse - Protostern Hauptreihenstadium - Bedeutung der Kernfusion - Masse und Verweildauer Riesenstadium - Schalenbrennen - pulsierende Sterne mögliche Endstadien in Abhängigkeit von der Masse - Zwerg- und Neutronensterne - Schwarze Löcher Entwicklung der Sonne - Zeitskala - Folgen für unser Sonnensystem, insbesondere für die Erde	Beispiele für Sterne des jeweiligen Stadiums Verwenden von Bildmaterial und Animationen Jeansmasse Zünden der Kernfusion, mögliche Bildung von Planetensystemen Verbindung zum Fach Physik: „Atome – Atomkerne – Kernenergie“ und „Kernphysik“ Reaktionsgleichungen Cepheiden Verbindungen zum Thema: „Sterne und Sternsysteme“ Supernovae und Bildung schwerer Elemente Vergleich mit Zeithorizonten der Menschheitsgeschichte

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler können Aufbau und Ausdehnung unserer Galaxis erläutern. Sie sind in der Lage, wichtige physikalische Parameter zur Darstellung von Vorgängen und Erscheinungen zu nutzen und können diese Kenntnisse mit der historischen Entwicklung der Vorstellungen von der Galaxis verknüpfen.

Die Schülerinnen und Schüler kennen andere Sternsysteme, können deren Aufbau beschreiben und ihre Arten klassifizieren. Sie wissen, dass neben optisch sichtbaren Galaxien auch Objekte im nicht sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums existieren und können mögliche Wechselwirkungen von Galaxien unterscheiden. Die Schülerinnen und Schüler besitzen Grundlagenwissen zu unterschiedlichen Alters- und Entwicklungsstufen der Galaxien und ihrer Sterne und haben einen Einblick in den Aufbau von Galaxienhaufen und deren übergeordnete großräumige Strukturen gewonnen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Unsere Galaxis</p> <p>Vorstellungen vom Aufbau</p> <ul style="list-style-type: none"> - Antike - Kant, Herschel und Hubble - heutige Vorstellungen <p>Aufbau und Ausdehnung</p> <ul style="list-style-type: none"> - galaktisches Zentrum - Ausbreitung der Spiralarme - galaktische Ebene - galaktisches Halo <p>Objekte der Galaxis und des galaktischen Halos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gebiete der Sterngeburten - Sterne als Bestandteile der Spiralarme - Gebiete des Sterntodes - offene und Kugelsternhaufen - interstellare Materie 	<p>Einsatz verschiedener Geschichtsdokumente, Schüleraufträge zu Biographien</p> <p>Einbeziehung neuer Forschungsergebnisse zur Verteilung des neutralen Wasserstoffs</p> <p>Nutzung von Bildmaterial aus dem Internet</p> <p>Dias des ESO VLT, Hubble Heritage, Animationssequenzen z. B. Orion-, Adler-, Rosetten-, Altar-, Giraffen-, Trifid- und Lagunennebel</p> <p>Hinweis auf Alter in Abhängigkeit von Masse und Leuchtkraft</p> <p>Dias des ESO VLT, Hubble Heritage, z. B. Planetarische Nebel: Krebs-, Uhren-, Katzenaugen-, Helix- und Eskimennebel, Novae und Supernovae: Eta Carinae, SN 1987A</p>

Kurs 4

Thema 4.1: Kosmologie

ZRW: 10 Std.

Ziele/Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler kennen wichtige kosmologische Beobachtungen und besitzen einen Einblick in Probleme der modernen Kosmologie, deren Lösungsansätze und Ergebnisse. Sie sind in der Lage, wichtige Entwicklungsphasen des Universums darzustellen und haben die enge Verbindung zwischen Erkenntnistheorie und kosmologischer Forschung erkannt.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
kosmologische Beobachtungen <ul style="list-style-type: none">- Dunkelheit des nächtlichen Himmels- Verteilung der Materie- Expansion/Hubble Gesetz- 3-K-Hintergrundstrahlung	Nutzung von Animationen; auch als Dateien aus dem Internet Olbers'sches Paradoxon
kosmologisches Prinzip	Verbindung zum Fach Physik: „Temperaturstrahlung“, Inhomogenitäten in der Hintergrundstrahlung (COBE)
Newton'sches Weltmodell	
Kosmologie und allgemeine Relativitätstheorie <ul style="list-style-type: none">- Ablenkung des Lichtes im Gravitationsfeld- Laufzeitverzögerungen von Sonden-signalen	Würdigung Einsteins Sonnenfinsternis, Gravitationslinsen, Schwarze Löcher Positionsveränderungen von Quasaren, relativistische Rotverschiebung
Entwicklungsphasen des Universums (Urknallmodell, Strahlungszeitalter, Materiezeitalter, Galaxienbildung)	Zeitstrahldarstellung
Zukunft des Universums <ul style="list-style-type: none">- kritische Dichte- Friedmann'sche Weltmodelle	philosophische Reflexion

6 Anhang

Zusammenstellung außerschulischer Lernorte in Sachsen-Anhalt (Stand: 05.03.03)

Planetarien	Sternwarten und Beobachtungsstationen
Astronomisches Zentrum Magdeburg Pablo-Picasso-Str. 21 39128 Magdeburg	Astronomisches Zentrum W.-Trautwein-Str. 19 38820 Halberstadt
Astronomisches Zentrum Burg Kirchhofstraße 3 39288 Burg	Planetarium Aschersleben Auf der Alten Burg 40 06449 Aschersleben
Planetarium Halberstadt W.-Trautwein-Straße 19 38820 Halberstadt	Sternwarte Magdeburg Kontaktadresse: Astronomisches Zentrum Magdeburg Pablo-Picasso-Str. 21 39128 Magdeburg
Planetarium Wernigerode Rathenastr. 11 38855 Wernigerode	Martin-Luther-Gymnasium Wittenberg Straße der Völkerfreundschaft 130 06886 Wittenberg
Planetarium Aschersleben Auf der Alten Burg 40 06449 Aschersleben	Schüler-Beobachtungszentrum Zeitz Käthe-Niederkirchner-Str. 06712 Zeitz
Planetarium Halle Peißnitz 4 a 06108 Halle	Schulsternwarte Oschersleben Sekundarschule IV Humboldtstr. 33 39387 Oschersleben
Astronomische Station W.-Gropius-Gymnasium Peterholzstr. 58 06849 Dessau	Sternwarte Weißenschirmbach Kontaktadresse: Planetarium Halle Peißnitz 4 a 06108 Halle
Planetarium Wittenberg Rosa-Luxemburg-Schule Falkstraße 83 06886 Wittenberg	Planetenwanderwege: Halle auf der Peißnitz
Planetarium Merseburg Teichstraße 06217 Merseburg	Aschersleben im Tierpark
weiterer Lernort: Elbauenpark Magdeburg - Jahrtausendturm Tessenow-Str. 5 a 39114 Magdeburg	Wernigerode Kontaktadresse: URANIA Harzer e. V. Kochstraße 13 38855 Wernigerode
Planetarium Halle-Kanena Zur Sternwarte 2 06116 Halle	

Weitere aktuelle Informationen sind auch über www.bildung-lsa.de zu erhalten.