

# Fachlehrplan Gymnasium

Stand: 15.05.2017



**SACHSEN-ANHALT**

Ministerium für Bildung

# Astronomie

An der Erarbeitung des Fachlehrplans haben mitgewirkt:

Dr. Grätz, Helmut

Halle (fachwissenschaftliche Beratung)

Hornbogen, Wolfgang

Ballenstedt

Janko, Burghard

Wernigerode

Junge, Gunnar

Halle (Leitung der Fachgruppe)

Mathiszik, Kathrin

Halle

## Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Bildung und Erziehung im Fach Astronomie .....	2
2	Entwicklung fachbezogener Kompetenzen .....	4
3	Kompetenzentwicklung in den Schuljahrgängen .....	11
3.1	Übersicht und Hinweise .....	11
3.2	Schuljahrgang 9 – Pflichtfach .....	14
3.3	Schuljahrgang 9 und Schuljahrgang 10 (Einführungsphase) – Wahlpflichtfach .....	19
3.4	Schuljahrgänge 11/12 (Qualifikationsphase) – Wahlpflichtfach .....	27

# 1 Bildung und Erziehung im Fach Astronomie

## *Teilhabe und Teilnahme am gesellschaftlichen Leben*

Der Astronomieunterricht am Gymnasium leistet einen spezifischen Beitrag zur Aneignung bzw. Entwicklung sozialer Verhaltensweisen, Handlungsnormen und persönlicher Wertvorstellungen. Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass der derzeitige Kenntnisstand vom Aufbau des Universums das Ergebnis eines langen Erkenntnisprozesses ist, in dem Menschen ihren Blick zum Himmel richten, unterschiedlichste Auffassungen aufeinanderprallen, wo oft Fantasie, Forscherdrang und wirtschaftliche Interessen die Triebfeder der Entwicklung sind und es fortwährend Widerstände zu überwinden gilt. Sie werden befähigt, sich mit andersartigen Meinungen auseinanderzusetzen, solche zu akzeptieren und einen Konsens zu finden.

Die Schülerinnen und Schüler erkennen bei der Suche nach ihrem Platz in der gegenwärtigen und zukünftigen Welt, dass Phänomene ihrer unmittelbaren Lebenswelt auch astronomischen Ursprungs sind. Der Astronomieunterricht verdeutlicht die Abhängigkeit des Lebens insbesondere von der Sonne (Stabilität, Wärme und Licht) und die Beeinflussung des Lebensrhythmus durch die Bewegung der Himmelskörper. Indem die Schülerinnen und Schüler dies bewusst wahrnehmen und mit naturwissenschaftlichen Gesetzen erklären, erhalten sie einen Überblick über den Aufbau, die Entstehung sowie die mögliche Zukunft des Universums und erkennen die räumliche und zeitliche Stellung des Menschen. Genauso zeigt der Astronomieunterricht Grenzen der Einwirkung der Himmelskörper auf menschliches Verhalten und fördert eine wissenschaftliche Betrachtungsweise, die im Gegensatz zur Astrologie steht.

Der Besuch außerschulischer Lernorte (z. B. Planetarium, Sternwarte und Museum) ermöglicht einen anschaulichen Zugang zu astronomischen Erkenntnissen.

## *Lebensweltbezogenes Lernen*

Den Schülerinnen und Schülern wird bewusst, dass Astronomie und Raumfahrt das persönliche und gesellschaftliche Leben durchdringen und deren Erkenntnisse notwendig sind, um den Anforderungen in Studium und Beruf gerecht zu werden sowie zur Lösung gegenwärtiger und zukünftiger Probleme der Menschheit beizutragen. Das betrifft weltraumgestützte Navigations- und Kommunikationssysteme genauso wie andere Technologien als Nebenprodukte der Raumfahrt. Es gilt dabei Offenheit für Neues zu entwickeln, aber auch Irrwege aufzuzeigen.

Der Astronomieunterricht leistet einen Beitrag dazu, dass die Schülerinnen und Schüler zu verantwortungsvollem Handeln im Hinblick auf den Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen auf der Erde gelangen. Sie erkennen die Besonderheit und die Verletzbarkeit des Heimatplaneten, nehmen in Diskussionen an der Klimadebatte teil und erkennen die Bedeutung einer nachhaltigen Lebensweise.

Im Astronomieunterricht vertiefen die Schülerinnen und Schüler in fachtypischen Arbeitsformen wichtige Verhaltens- und Leistungseigenschaften, die Grundlage für ein Studium an einer Hochschule oder eine vergleichbare berufliche Ausbildung sein können. So erzieht z. B. eine eigene längere Beobachtungsreihe nicht nur zur sorgfältigen Planung, zum genauen Protokollieren und zum gewissenhaften Auswerten, sondern in kooperativen Arbeitsformen auch zu Zuverlässigkeit und der Bereitschaft zum leistungsorientierten Arbeiten. Moderne astronomische Forschung und der Umgang mit ihren Ergebnissen eröffnen den Schülerinnen und Schülern einen Einblick in technisch geprägte sowie moderne Berufsbereiche und geben Anregungen für naturwissenschaftlich geprägte Studienrichtungen. Somit leistet der Astronomieunterricht einen Beitrag für die Berufs- und Studienorientierung.

*Allgemeine  
Hochschulreife*

Im Astronomieunterricht am Gymnasium erfolgt bereits in der Sekundarstufe I, aber insbesondere in der Qualifikationsphase, eine Hinführung zu wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen sowie zu Methoden der Erkenntnisgewinnung der Wissenschaft Astronomie (Wissenschaftspropädeutik). Das erfolgt insbesondere dadurch, dass die Rolle von Modellen, Beobachtungen sowie Experimenten im Erkenntnisprozess und bei der Theoriebildung untersucht sowie die zeitliche Entwicklung und Veränderung von Begriffen, Theorien, Methoden und Arten der Darstellung exemplarisch betrachtet werden. Neben traditionellen werden auch zeitgemäße Methoden der Erkenntnisgewinnung, wie Simulationen oder die computergestützte Messwerterfassung und -auswertung, genutzt. Gezielt werden mathematische Methoden bei der Verallgemeinerung von Erkenntnissen und bei der quantitativen Voraussage von Ereignissen eingesetzt. Schülerinnen und Schüler erfahren durch eigene Tätigkeit, dass naturwissenschaftliches Arbeiten Kreativität, Ausdauer und Kooperation erfordert.

*Wissenschafts-  
propädeutisches  
Arbeiten*

## 2 Entwicklung fachbezogener Kompetenzen

*Naturwissen-  
schaftliche  
Fächer*

Im Fach Astronomie werden die bei Schülerinnen und Schülern zu entwickelnden Kompetenzen auf der Grundlage eines gemeinsamen Kompetenzmodells der naturwissenschaftlichen Fächer in den ausgewiesenen Bereichen strukturiert beschrieben.

Kompetenzen in diesen Bereichen ermöglichen es den Schülerinnen und Schülern, die natürliche und kulturelle Welt besser zu verstehen, zu erklären und zu gestalten. Im Ergebnis entwickelt sich im Kontext astronomischer Inhalte sowie Denk- und Arbeitsweisen naturwissenschaftliche Handlungskompetenz.

*Kompetenz-  
modell*



Abb. 1: Kompetenzmodell der Fächer Astronomie, Biologie, Chemie und Physik

*Kompetenz-  
bereich Fachwis-  
sen erwerben und  
anwenden*

Die Schülerinnen und Schüler erwerben Kompetenzen in der Auseinandersetzung mit fachlichen Fragestellungen und Inhalten auf der Grundlage der miteinander vernetzten **Basiskonzepte Bewegung, Struktur und Entwicklung**. Diese dienen der Strukturierung und Systembildung und legen die Grundlagen für das Verständnis von astronomischen Phänomenen und Zusammenhängen. Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten sich so ein gegliedertes astronomisches Grundwissen. Sie nutzen es bei der Analyse neuer Lerngegenstände und wenden es bei der Lösung von Problemen an. Somit erleichtern die Basiskonzepte kumulatives und kontextbezogenes Lernen.

Alle Objekte sind in **Bewegung**, verändern ihre Position im Weltall. Kenntnisse über die Ursachen und die Gesetzmäßigkeiten der Bewegungen ermöglichen es zum einen, die vom Beobachtungsstandort Erde aus wahrnehmbaren Erscheinungen zu erklären, und geben zum anderen Aufschlüsse über die Entstehung und Entwicklung des Universums. Eine entscheidende Ursache dieser Bewegung ist die Gravitation.

Die Materie im Kosmos besitzt eine **Struktur**. Das findet seinen Anfang in den kleinsten Bausteinen der Materie und gilt genauso für unser Sonnensystem sowie das Universum als Ganzes. Dabei haben alle Objekte ihren Platz im jeweiligen System. Das Erfassen, Ordnen und Wiedererkennen von Strukturen ist die Grundlage für das Verständnis dieser Systeme.

Die Materie im All ist durch ihre **Entwicklung** gekennzeichnet. Diese Entwicklung verläuft gesetzmäßig, ist in vielen Bereichen nachvollziehbar und in Grenzen vorhersehbar.

Am Ende des Pflichtunterrichts im Schuljahrgang 9	der Qualifikationsphase
können die Schülerinnen und Schüler in der Regel	
– Gesetzmäßigkeiten zu Strukturen, Bewegungen und Entwicklungen vereinfacht und vorwiegend qualitativ beschreiben	– komplexe Strukturen, Bewegungen und Entwicklungen auch quantitativ beschreiben und erläutern
– das Grundwissen auf die Basiskonzepte bezogen systematisieren und neue Erkenntnisse einordnen	– die Basiskonzepte zur Strukturierung ihres Wissens und zur Erschließung neuer Kontexte nutzen
– Gesetzmäßigkeiten zur Lösung von Aufgaben und Problemen in verschiedenen Kontexten anwenden	– Gesetzmäßigkeiten mathematisch modellieren und bei der Erklärung auch komplexer Zusammenhänge anwenden
	– Strategien zur Generierung astronomischen Wissens aus verschiedenen Quellen zielgerichtet einsetzen

Die Astronomie nutzt als grundlegende wissenschaftliche Verfahren die Beobachtung, die Modellbildung, den Vergleich und die Analyse sowie das Experiment. Die Schülerinnen und Schüler führen Himmelsbeobachtungen durch, beschreiben die Ergebnisse, formulieren Fragestellungen und stellen Vermutungen als erste Erklärungsversuche auf.

*Kompetenzbereich  
Erkenntnisse gewinnen*

Sie erschließen sachgerechte Informationen mithilfe entsprechender Untersuchungs- und Recherchemethoden. Dabei wenden sie Arbeitstechniken an wie Zurückführen auf und Einordnen in bereits Bekanntes, Systematisieren und das Durchführen von Vergleichen. Experimente finden in der Astronomie eher über als mit dem Gegenstand statt.

Modelle und Modellbildung kommen im astronomischen Erkenntnisprozess besonders häufig zur Anwendung, da oft komplexe Phänomene bearbeitet und veranschaulicht werden müssen. Lernende verwenden ein Modell als eine idealisierte Darstellung eines Objektes, Systems oder Prozesses. Die Auswahl eines geeigneten Modells unter Beachtung der Fragestellung und das kritische Reflektieren des Modells sind bedeutsame Teile der astronomischen Erkenntnisgewinnung.

Am Ende <b>des Pflichtunterrichts im Schuljahrgang 9</b>		<b>der Qualifikationsphase</b>	
können die Schülerinnen und Schüler in der Regel			
– Himmelsbeobachtungen für ausgewählte Himmelskörper unter Anleitung planen, durchführen, protokollieren und auswerten	– Beobachtungen astronomischer Ereignisse und Erscheinungen eigenständig planen, durchführen, protokollieren und auswerten		
– Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen gewinnen, analysieren und ordnen	– astronomische Ereignisse und Erkenntnisprozesse recherchieren und dokumentieren		
– naturwissenschaftliche Modelle in konkreten Situationen verwenden, Modell und Realität unterscheiden sowie Modelle als Mittel zur Veranschaulichung und Erkenntnisgewinnung bewerten	– zur Veranschaulichung und zum tieferen Verständnis komplexer Zusammenhänge gezielt Modelle (Computersimulation, Modellgleichung) anwenden		
– Phänomene beschreiben und auf bekannte astronomische sowie andere naturwissenschaftliche Zusammenhänge zurückführen	– Phänomene analysieren und bewerten		
– Analogiebetrachtungen bei vergleichbaren Objekten anstellen	– durch Berechnungen sowie Analogiebetrachtungen bei vergleichbaren Objekten und Vorgängen neue Erkenntnisse gewinnen		
– Modellexperimente durchführen und beschreiben	– zu ausgewählten Phänomenen Modellexperimente planen, durchführen und erläutern		



Die Fähigkeit zum adressatengerechten und sachbezogenen Kommunizieren unter Einbeziehung geeigneter Medien ist ein wesentlicher Bestandteil naturwissenschaftlicher Grundbildung. In ihrer Lebenswelt begegnen den Schülerinnen und Schülern Phänomene, die sie sich und anderen mithilfe ihrer Astronomiekenntnisse erklären. Dabei ist eine sachgemäße Verknüpfung von Alltags- und Fachsprache erforderlich. In der anzustrebenden Auseinandersetzung mit astronomischen Inhalten suchen Schülerinnen und Schüler Informationen, werten diese aus, erkennen Zusammenhänge und teilen die Ergebnisse Anderen mit Hilfe verschiedener Darstellungsarten mit. Die Lernenden stellen ihre Auffassung dar, reflektieren sie, finden Argumente oder revidieren ihre Auffassung gegebenenfalls aufgrund vorgetragener Einwände.

Kommunizieren ist Methode und Ziel des Lernens gleichermaßen.

Am Ende <b>des Pflichtunterrichts im Schuljahrgang 9</b>		<b>der Qualifikationsphase</b>	
können die Schülerinnen und Schüler in der Regel			
– astronomische Erkenntnisse sowie deren Anwendungen und Gültigkeit unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen diskutieren	– ausgewählte astronomische Phänomene, Gesetzmäßigkeiten, Beobachtungssysteme aus fächerübergreifender Perspektive sowie unter nachhaltigen Aspekten diskutieren		
– mittels Quellenstudium, Internetrecherche und durch den Besuch außerschulischer Lernorte Informationen beschaffen	– mittels geeigneter Quellen gewonnene Informationen sach- und adressatengerecht auswerten		
– den Verlauf und die Ergebnisse fachtypischer Arbeits- und Erkenntnisprozesse sach- und adressatengerecht auch unter Verwendung moderner Medien dokumentieren und präsentieren	– fachtypische Arbeits- und Erkenntnisprozesse mit geeigneten multimedialen Werkzeugen dokumentieren, analysieren und präsentieren		
– Sachverhalte in Zeichnungen, Diagrammen und mit Symbolsprache modellhaft darstellen	– komplexe Sachverhalte in angemessener Form visualisieren und kommunizieren		

*Kompetenzbereich  
Reflektieren und  
Bewerten*

Das Reflektieren und Bewerten naturwissenschaftlicher, technischer sowie gesellschaftlicher Entscheidungen ist Teil einer zeitgemäßen Allgemeinbildung.

Die gezielte Auswahl von Sachverhalten ermöglicht es den Lernenden, astronomische Kenntnisse auf neue Fragestellungen zu übertragen. Es gilt, Probleme und Interessenkonflikte auszumachen, mögliche Lösungen zu erwägen und deren Konsequenzen zu diskutieren. Schülerinnen und Schüler erkennen, dass Problemlösungen von Wertentscheidungen abhängig sind. Sie prüfen Argumente auf ihren sachlichen und ideologischen Gehalt und urteilen sachgerecht, selbstbestimmt sowie verantwortungsbewusst auch in solchen grundlegenden Fragen wie der Existenz und dem Fortbestand der Menschheit.

Am Ende <b>des Pflichtunterrichts im Schuljahrgang 9</b>		<b>der Qualifikationsphase</b>	
können die Schülerinnen und Schüler in der Regel			
– zu aktuellen astronomischen Problemstellungen und Entwicklungen die eigene Meinung darstellen und begründen		– aktuelle astronomische Problemstellungen und Entwicklungen unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit (Ökonomie, Ökologie, Soziales) bewerten	
– verschiedene Vorstellungen vom Aufbau der Welt in ihren jeweiligen historischen und gesellschaftlichen Kontext einordnen und bewerten		– Vorstellungen von zukünftigen Strukturen und Entwicklungen auch im Hinblick auf den Fortbestand irdischen Lebens diskutieren und bewerten	
– vielfältige Informationen nach ihrer Verwertbarkeit bei der Bearbeitung von Aufgabenstellungen ordnen		– Methoden der Informationsbeschaffung und -verarbeitung zielgerichtet anwenden	

*Beitrag zur Entwicklung von Schlüsselkompetenzen*

Die Schülerinnen und Schüler erwerben bei der Auseinandersetzung mit astronomischen Phänomenen und der Anwendung der Erkenntnisse neben fachspezifischen auch übergreifende Kompetenzen. Somit leistet der auf Kompetenzentwicklung in verschiedenen Bereichen ausgerichtete Astronomieunterricht seinen spezifischen Beitrag zur Entwicklung von Schlüsselkompetenzen, wie sie im Grundsatzband ausgewiesen sind. Zunächst befördert Astronomie als naturwissenschaftliches Fach ausdrücklich die Entwicklung der naturwissenschaftlich-technischen Kompetenz.

Darüber hinaus bieten sich im Astronomieunterricht beispielsweise über

- Gegenstände (u. a. kulturelle Kompetenz),
- Wege der Erkenntnisgewinnung sowie das Reflektieren der Lernprozesse und -ergebnisse (u. a. Lernkompetenz),
- Darstellung von Zusammenhängen und Gesetzmäßigkeiten (u. a. mathematische Kompetenz),
- Formen der Kommunikation und Interaktion (u. a. Sprachkompetenz und Sozialkompetenz),
- besondere Aspekte des Faches wie Abstraktheit, Technisierung oder ein Verständnis für Unendlichkeit

vielfältige Anlässe zur Entwicklung von Schlüsselkompetenzen. Die im Kapitel 3 beschriebenen fachspezifischen Kompetenzen berücksichtigen das ausdrücklich und machen es erforderlich, sowohl in die Planung und Gestaltung des Unterrichts als auch in die Überprüfung des Standes der Kompetenzentwicklung die Schlüsselkompetenzen einzubeziehen (vgl. Grundsatzband S. 14/15).

Fast alles, was wir über die Welt wissen, wird uns medial vermittelt. Wie wir mit den Informationen umgehen, diese selektieren und verstehen, ist entscheidend für den Wert der Informationen. Dieser Prozess vollzieht sich heute fast ausschließlich über digitale Medien. Insofern kommt es auch im Astronomieunterricht darauf an, Kompetenzen für das Lernen mit digitalen Medien und Werkzeugen zu entwickeln. Gleichfalls bietet der bewusste Einsatz digitaler Medien und Werkzeuge in Lernprozessen Chancen, fachspezifische Kompetenzen zu fördern oder überhaupt erst dadurch zu entwickeln. Die wechselseitige Einflussnahme von erforderlichen und geförder-ten Kompetenzen wird sich zwar für Schülerinnen und Schüler unbewusst vollziehen, ist aber von Lehrkräften bewusst zu gestalten.

Die im Kapitel 3 des Fachlehrplans beschriebenen fachspezifischen Kompetenzen berücksichtigen dies fortlaufend und weisen darüber hinaus Kompetenzen aus, die an verschiedenen Gegenständen der Astronomie erfolgreiches Handeln der Schülerinnen und Schüler in folgenden Bereichen beschreiben:

*Kompetenzen im Umgang mit digitalen Werkzeugen und Endgeräten*

- Computeranimationen und -simulationen zur Veranschaulichung und zum Verständnis vergangener, aktueller und zukünftiger Prozesse nutzen
- komplexe Geräte, Anlagen, Verfahren und Zusammenhänge mithilfe digitaler Medien visualisieren
- digitale Medien und Werkzeuge zur Dokumentation und Präsentation, zur Strukturierung von Fachwissen sowie zur Kommunikation und Kollaboration nutzen
- im Internet sowie in digital zugänglichen Nachschlagewerken und Datenquellen recherchieren

*Beobachtungen und Erkundungen im Astronomieunterricht*

So wie das Experiment für den Physik- oder Chemieunterricht ein zentraler Bestandteil ist, so ist es die Beobachtung für den Astronomieunterricht. Durch die Entfernung und die Dimension der Untersuchungsgegenstände trägt die Beobachtung im Astronomieunterricht in vielfacher Hinsicht andere Züge als beispielsweise Beobachtungen im Zusammenhang mit einem Experiment. Die Beobachtungen müssen größtenteils bei Dunkelheit und mit teils komplexen Geräten erfolgen, sie benötigen oft viel Zeit und Organisationsaufwand.

In den Kompetenzschwerpunkten im Kapitel 3 sind Beobachtungen und Erkundungen ausgewiesen, welche einen direkten Bezug zu den Kompetenzen haben. Sie eröffnen verschiedene Optionen für eine durchzuführende Beobachtung, wodurch es möglich ist, die vielfältigen Einflussfaktoren bei der Planung und Gestaltung einer Beobachtung oder Erkundung (z. B. Sichtbarkeit, Wetter, schulorganisatorische Gegebenheiten) zu berücksichtigen.

### 3 Kompetenzentwicklung in den Schuljahrgängen

#### 3.1 Übersicht und Hinweise

<b>Schuljahrgang 9 – Pflichtfach</b>
Am Sternhimmel orientieren und Alltagsphänomene erklären
Unseren Platz im Sonnensystem charakterisieren
Astronomische Forschung und Erkenntnisse beurteilen
Ausgewählte Entwicklungen im Universum beschreiben

<b>Schuljahrgang 9 und Schuljahrgang 10 (Einführungsphase) – Wahlpflichtfach</b>
Bewegungen der Himmelskörper für Zeiteinteilung und astronomische Kalender nutzen
Forschungsergebnisse zu Planeten, Monden und Kleinkörpern sichten und auswerten
Informationen zu astronomischen Ereignissen sowie Erscheinungen gewinnen und auswerten
Über Raumfahrtmissionen recherchieren und Ergebnisse präsentieren
Arbeitstechniken und -methoden von Astronomen kennenlernen und exemplarisch umsetzen
Prozesse auf der Sonne und deren Auswirkungen beschreiben
Größere Strukturen im All im Überblick kennenlernen
Physikalisch-technische Grundlagen der Raumfahrt verstehen

<b>Schuljahrgänge 11/12 (Qualifikationsphase) – Wahlpflichtfach</b>
Gesetzmäßigkeiten der Himmelsmechanik erkennen und anwenden
Zustandsgrößen der Sterne berechnen und vergleichen
Entstehung und Entwicklung der Sterne beschreiben und erklären
Aufbau und Entwicklung des Universums beschreiben

## Hinweise zu den Kompetenzschwerpunkten im Wahlpflichtbereich

Die Planung und Gestaltung des Astronomieunterrichts im Wahlpflichtbereich muss der besonderen Situation Rechnung tragen, dass dieser in der Schulpraxis als zweistündiger Wahlpflichtunterricht sowohl parallel zum einstündigen Pflichtunterricht im Schuljahrgang 9 als auch im Anschluss an diesen starten und stattfinden kann. Die folgenden Hinweise sollen die schulinterne und individuelle Unterrichtsplanung unterstützen:

**Kompetenzentwicklung in den Schuljahrgängen 9 und 10** des Wahlpflichtbereichs bietet anknüpfend an den Pflichtbereich die Möglichkeit zur fachspezifischen Ergänzung und Vertiefung sowie der Anwendung im Kontext überfachlicher Problemstellungen und Arbeitsweisen.

Beginnt der Wahlpflichtunterricht im Schuljahrgang 9, so ermöglichen die ausgewiesenen Kompetenzschwerpunkte Kompetenzentwicklung im Nebeneinander von Pflicht- und Wahlpflichtunterricht. Abbildung 2 macht (über farbliche Unterlegung und Pfeile) mögliche Verknüpfungen und Linienführungen deutlich.

Beginnt der Wahlpflichtunterricht erst im Schuljahrgang 10, so kann die Lehrkraft aus dem Pool von 9 und 10 eine Auswahl von vier Kompetenzschwerpunkten treffen. Diese kann sich an Interessen in der Lerngruppe, örtlichen Gegebenheiten (z. B. Nähe zu einem außerschulischen Lernort) oder auch aktuellen astronomischen Ereignissen orientieren.

Abbildung 2 zeigt zwei Möglichkeiten (□ bzw. □) für eine Auswahl, die sowohl inhaltliche Linienführungen als auch überfachliche Aspekte berücksichtigen.

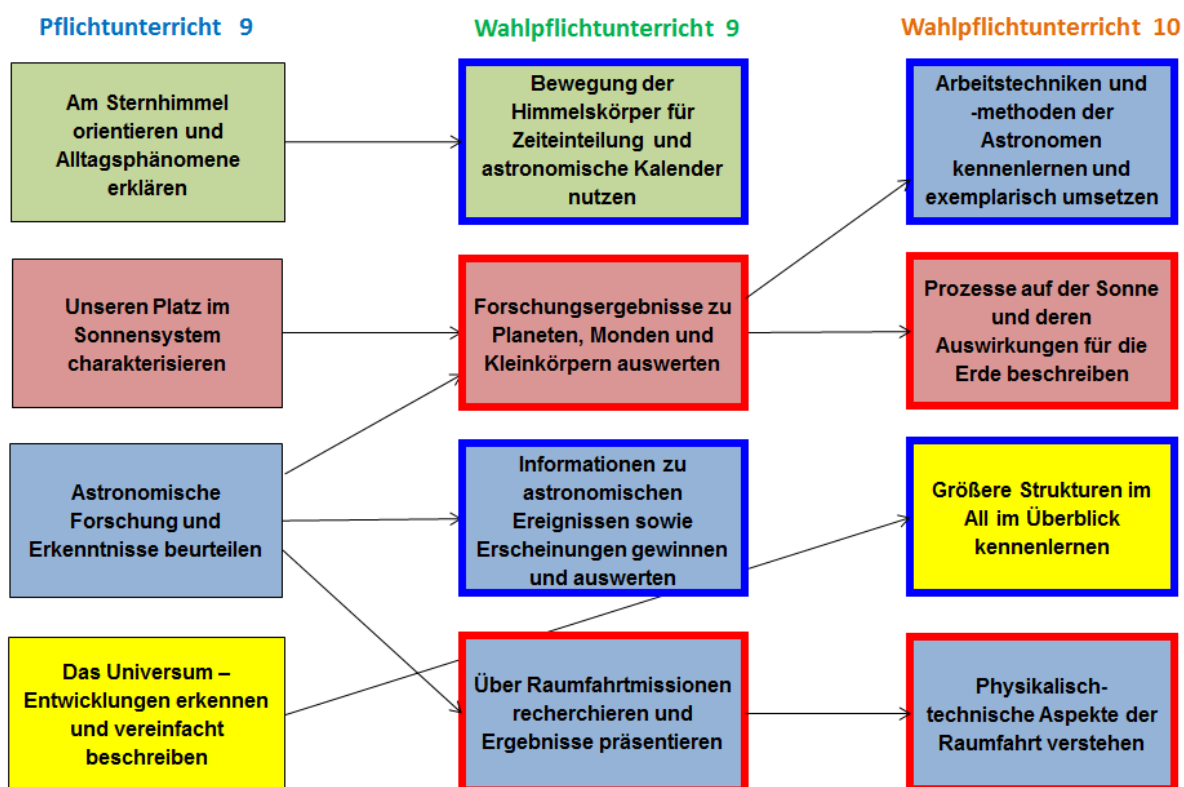


Abb. 2: Verknüpfungen zwischen Pflicht- und Wahlpflichtbereich in den Schuljahrgängen 9 und 10

Quelle: Bildungsserver Sachsen-Anhalt (<http://www.bildung-lsa.de>) | Lizenz: Creative Commons (CC BY-SA 3.0)

**Die Kompetenzschwerpunkte für die Schuljahrgänge 11 und 12** des Wahlpflichtbereiches sind so konstruiert, dass sie Kompetenzentwicklung sowohl auf der Grundlage des Pflichtunterrichts im Schuljahrgang 9 als auch im Anschluss an den Wahlpflichtunterricht im Schuljahrgang 10 ermöglichen. Dabei berücksichtigen sie die Ansprüche an den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Qualifikationsphase und unterstützen die Entwicklung fachspezifischer Kompetenzen hinsichtlich der mathematisch-physikalischen Grundlagen.



Abb. 3: Verknüpfungen und Linienführung bis zum Schuljahrgang 12

### 3.2 Schuljahrgang 9 – Pflichtfach

<b>Kompetenzschwerpunkt: Am Sternhimmel orientieren und Alltagsphänomene erklären</b>	
Fachwissen erwerben und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– beobachtbare Alltagsphänomene als Folge von Rotation und Revolution erklären, zwischen scheinbaren und wahren Bewegungen unterscheiden</li> <li>– das Modell der scheinbaren Himmelskugel unter Angabe von Hilfslinien und Punkten erläutern</li> <li>– ausgewählte Sterne und Sternbilder bestimmen, entsprechenden Jahreszeiten zuordnen und als Orientierungshilfe nutzen</li> <li>– unter Verwendung des Horizontsystems mit klassischen und modernen Hilfsmitteln am Sternhimmel orientieren</li> </ul>
Erkenntnisse gewinnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Alltagsphänomene wahrnehmen, mit bloßem Auge gezielt beobachten und in ausgewählten Fällen Beobachtungsdaten erfassen</li> <li>– im Rahmen einer Beobachtung des Sternhimmels Sternbilder bestimmen und die Beobachtung dokumentieren</li> </ul>
Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Alltagsphänomene wahrnehmen, mit bloßem Auge gezielt beobachten und in ausgewählten Fällen Beobachtungsdaten erfassen</li> <li>– im Rahmen einer Beobachtung des Sternhimmels Sternbilder bestimmen und die Beobachtung dokumentieren</li> </ul>
Reflektieren und bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Bedeutung von Alltagsphänomenen für das Leben bewerten</li> <li>– den Wert von klassischen und modernen Hilfsmitteln zur Orientierung am Sternhimmel vergleichen</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Unterschiede zwischen wahren und scheinbaren Bewegungen von Erde und anderen Himmelskörpern</li> <li>– Modell der scheinbaren Himmelskugel mit Horizontsystem</li> <li>– Auf- und Untergang, Kulmination der Gestirne</li> <li>– jahreszeittypische und zirkumpolare Sternbilder</li> </ul>	
<b>Beobachtungen oder Erkundungen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beobachtung des Sternhimmels mit verschiedenen Zielstellungen (z. B. Auffinden von Sternbildern; Bestimmen der Haupthimmelsrichtungen; Ermitteln von Aufgangs-, Kulminations- und Untergangszeiten und der damit verbundenen Rotation der Erde)</li> </ul>	



<b>Kompetenzschwerpunkt: Unseren Platz im Sonnensystem charakterisieren</b>	
Fachwissen erwerben und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– den Aufbau des Sonnensystems vereinfacht beschreiben</li> <li>– die Bewegung der Objekte im Sonnensystem erläutern, mithilfe der Gravitation erklären und deren Auswirkungen exemplarisch nennen</li> <li>– wesentliche Eigenschaften ausgewählter Planeten und des Mondes mit denen der Erde vergleichen</li> <li>– den Aufbau der Sonne sowie den Prozess der Energiefreisetzung durch Kernfusion vereinfacht beschreiben</li> </ul>
Erkenntnisse gewinnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zusammenhänge zwischen Sonnenaktivität und Erscheinungen auf der Erde darstellen</li> <li>– Planetensichtbarkeit aus geozentrischer und heliozentrischer Sicht vergleichen</li> <li>– naturwissenschaftliche Modelle verwenden, Modell und Realität miteinander vergleichen</li> <li>– die Beobachtung ausgewählter Himmelskörper (z. B. Mond, Sonne) planen, durchführen, protokollieren und auswerten</li> <li>– ausgewählte Himmelskörper entsprechend ihren Eigenschaften den Gruppen von Objekten zuordnen</li> <li>– Planeten nach verschiedenen Kriterien (erd- und jupiterähnliche, erdinnere und -äußere) klassifizieren</li> </ul>
Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– den Aufbau von Einzelobjekten und Systemen sowie den Ablauf von Prozessen und Bewegungen im Sonnensystem modellhaft darstellen, mithilfe von Zeichnungen, Funktionsmodellen und digitalen Medien visualisieren</li> <li>– den Verlauf und die Ergebnisse einer Beobachtung sach- und adressatengerecht präsentieren</li> <li>– Bedingungen für Leben auf anderen Objekten des Sonnensystems diskutieren</li> </ul>
Reflektieren und bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Bedeutung der Sonne für das Leben auf der Erde auch unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit erläutern</li> <li>– Gefahren für die Erde durch die Bewegungen von Kleinkörpern diskutieren</li> <li>– die Besonderheit des Planeten Erde als Lebensraum im Sonnensystem bewerten</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aufbau des Sonnensystems aus Sonne, Planeten, Zwergplaneten, Monden und Kleinkörpern sowie deren Bewegungen und Sichtbarkeitsbedingungen</li> <li>– Aufbau der Sonne, Sonnenaktivität und Sonnenstrahlung</li> <li>– Gravitation als universelle Massenanziehung (qualitativ)</li> <li>– Bedeutung der Sonne für das Leben auf der Erde</li> <li>– Eigenschaften der Objekte im Vergleich: Masse, Radius, mittlere Dichte, Oberflächenstruktur, Atmosphäre (ohne Berechnung)</li> <li>– Keplersche Gesetze (qualitativ)</li> <li>– Sonnen- und Mondfinsternis, Mondphasen</li> </ul>	

## Beobachtungen oder Erkundungen

- Beobachtung ausgewählter Himmelskörper  
Optionen je nach Beobachtungsbedingungen:
  - Mondbeobachtung (z. B. wahre und scheinbare Bewegung, Mondphasen, Oberflächendetails)
  - Sonnenbeobachtung (z. B. Sonnenflecken, Randverdunklung, wahre Größe eines Sonnenflecks im Vergleich zur Erde) – Wichtiger Hinweis: Die bei Sonnenbeobachtungen erforderlichen Schutzmaßnahmen sind sicherzustellen!
  - Planetenbeobachtung (z. B. Jupiter – Galileische Monde, Abplattung; Saturn – Ringsystem; Mars – Planetenschleife; Venus – Phasengestalt )

<b>Kompetenzschwerpunkt: Astronomische Forschung und Erkenntnisse beurteilen</b>	
Fachwissen erwerben und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Astronomie als sich ständig entwickelnde Wissenschaft beschreiben</li> <li>– Beobachtungsgeräte klassifizieren</li> <li>– ausgewählte Objekte astronomischer Forschung erläutern</li> </ul>
Erkenntnisse gewinnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Informationen zu Methoden (insbesondere Beobachtung) und Ergebnissen astronomischer Forschung sowie deren Nutzung sammeln und analysieren</li> <li>– ausgewählte Ereignisse aus Astronomie und Raumfahrt dokumentieren</li> </ul>
Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ergebnisse astronomischer Forschung sach- und adressatengerecht präsentieren</li> <li>– den Besuch eines außerschulischen Lernortes dokumentieren sowie die Ergebnisse präsentieren</li> </ul>
Reflektieren und bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– astronomische Erkenntnisse früher Hochkulturen sowie Leistungen ausgewählter Astronomen darstellen und vor dem historischen Hintergrund bewerten</li> <li>– Gegenstand der Astronomie und der Astrologie vergleichen</li> <li>– Weltbilder vor ihrem historischen Hintergrund bewerten und mit dem modernen Weltbild vergleichen</li> <li>– den Nutzen der Raumfahrt anhand ausgewählter Kriterien bewerten</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Überblick über optische und nichtoptische sowie erd- und weltraumgebundene Beobachtungsgeräte</li> <li>– Himmelsscheibe von Nebra</li> <li>– Weltbilder: geozentrisches, heliozentrisches und modernes Weltbild</li> <li>– Ereignisse in Astronomie und Raumfahrt</li> </ul>	
<b>Beobachtungen oder Erkundungen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erkundung eines außerunterrichtlichen Lernortes Optionen je nach örtlichen Gegebenheiten und Möglichkeiten, z. B. : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planetarium</li> <li>• Sternwarte</li> <li>• Ausstellung</li> <li>• archäoastronomische Fundstätte</li> <li>• Planetenwanderweg</li> </ul> </li> </ul>	

<b>Kompetenzschwerpunkt: Ausgewählte Entwicklungen im Universum beschreiben</b>	
Fachwissen erwerben und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– den Aufbau des Universums vereinfacht beschreiben und Entwicklungstheorien überblicksartig darstellen</li> <li>– Aufbau des Milchstraßensystems vereinfacht beschreiben</li> <li>– die Entfernung von Sternen vergleichen</li> <li>– Zustandsgrößen von Sternen nennen und vergleichen</li> <li>– mit dem Hertzsprung-Russell-Diagramm als Temperatur-Leuchtkraft-Diagramm Zustände ausgewählter Sterne beschreiben</li> <li>– Entstehung und Entwicklung von Sternen vereinfacht beschreiben</li> </ul>
Erkenntnisse gewinnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Objekte, Prozesse und Entwicklungen mithilfe von Modellen, Tabellen und Simulationen veranschaulichen</li> <li>– qualitative Zusammenhänge zwischen Leuchtkraft, scheinbarer Helligkeit und Entfernung sowie zwischen Radius, Masse und mittlerer Dichte beschreiben</li> <li>– aus der Masse den Entwicklungsweg eines Sterns ableiten</li> </ul>
Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– mit dem Hertzsprung-Russell-Diagramm den Lebensweg von Sternen darstellen</li> <li>– die Bedeutung der Dunklen Materie und der Dunklen Energie für die Entwicklungsprozesse im All diskutieren</li> </ul>
Reflektieren und bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Bedeutung der Entwicklung der Sonne für das Leben auf der Erde erläutern und diskutieren</li> <li>– den Blick in den Weltraum als Blick in die Vergangenheit interpretieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Überblick: Aufbau und Entwicklung des Universums</li> <li>– Aufbau des Milchstraßensystems (Galaxis)</li> <li>– Zustandsgrößen eines Sterns</li> <li>– Entstehung und Entwicklung von Sternen</li> </ul>	
<b>Beobachtungen oder Erkundungen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beobachtung verschiedener Objekte mit dem Schulfernrohr Optionen, je nach Beobachtungsbedingungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Doppelsterne – Alkor und Mizar Albireo</li> <li>• Orionnebel</li> <li>• Andromedagalaxie</li> <li>• offene Sternhaufen – Plejaden</li> <li>• Mondbeobachtung – wahre und scheinbare Bewegung, Mondphasen, Oberflächendetails</li> </ul> </li> </ul>	

### 3.3 Schuljahrgang 9 und Schuljahrgang 10 (Einführungsphase) – Wahlpflichtfach

#### Schuljahrgang 9

<b>Kompetenzschwerpunkt: Bewegung der Himmelskörper für Zeiteinteilung und astronomische Kalender nutzen</b>	
Fachwissen erwerben und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– aus den Gesetzmäßigkeiten der wahren und scheinbaren Bewegung der Himmelskörper Zeitmaße ableiten</li> <li>– Sonnen- und Sterntag sowie tropisches und siderisches Jahr vergleichen</li> <li>– Uhrzeiten in anderen Zeitzonen und Ländern unter Berücksichtigung getroffener Regelungen berechnen</li> </ul>
Erkenntnisse gewinnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– verschiedene Kalender miteinander vergleichen</li> <li>– auf geeignete Weise die Nord-Süd-Richtung und die Sonnenhöhe zu verschiedenen Zeitpunkten des Jahres bestimmen</li> </ul>
Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– mit einfachen Mitteln eine Sonnenuhr bauen, deren Funktionstüchtigkeit präsentieren und die Funktionsweise beschreiben</li> <li>– zu Aspekten der Zeitmessung regionale Bezüge recherchieren und kommunizieren</li> <li>– den Zusammenhang zwischen den Zeitzonen und dem Gradnetz der Erde beschreiben</li> </ul>
Reflektieren und bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Entstehung und Verwendung verschiedener Kalender vor dem kulturellen und historischen Hintergrund bewerten</li> <li>– Bedeutung von Zeitzonen bzw. Zeitverschiebungen vor dem Hintergrund eigener Erfahrungen darstellen</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zeitmaße mit und ohne astronomischen Bezug von Sekunde bis Jahr</li> <li>– Sonnentag – Sterntag; tropisches Jahr – siderisches Jahr</li> <li>– Jahreszeit und Deklination des Sonnenmittelpunktes</li> <li>– julianischer und gregorianischer Kalender</li> <li>– koordinierte Weltzeit, Zeitzonen der Erde, Datumsgrenze</li> </ul>	

<b>Kompetenzschwerpunkt: Forschungsergebnisse zu Planeten, Monden und Kleinkörpern sichten und auswerten</b>	
Fachwissen erwerben und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– exemplarisch Möglichkeiten und Wege zur Ermittlung von Größen wie Masse, Entfernung, Durchmesser im System Sonne-Erde-Mond beschreiben</li> <li>– anhand von Oberfläche, Atmosphäre, Satellitensystem und Magnetfeld ausgewählte Planeten charakterisieren und nach verschiedenen Kriterien klassifizieren</li> <li>– Kleinkörper, deren Eigenschaften und die von ihnen ausgehenden Naturerscheinungen überblicksartig darstellen</li> <li>– den Erdmond als „Begleiter“ der Erde auch in seinen Wechselwirkungen mit der Erde beschreiben</li> <li>– Methoden der Planetenforschung exemplarisch darstellen</li> </ul>
Erkenntnisse gewinnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Eigenschaften von Planeten, Monden und Kleinkörpern jeweils untereinander aber auch miteinander vergleichen sowie gegebene Strukturen ableiten</li> <li>– zu einem ausgewählten Objekt eine Materialsammlung erstellen</li> <li>– eine Fernrohr-Beobachtung zu einem ausgewählten Objekt planen, durchführen und auswerten</li> <li>– Hypothesen zur Entstehung und Anordnung von Objekten im Sonnensystem aufstellen</li> <li>– Unterschiede zwischen Hypothesen und gesicherten Erkenntnissen nennen</li> </ul>
Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– eine Materialsammlung zu einem ausgewählten Objekt präsentieren</li> <li>– Objekte, deren Eigenschaften und vorhandene Strukturen adressatengerecht veranschaulichen</li> </ul>
Reflektieren und bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– die historische Leistung bei der Erforschung des Sonnensystems beschreiben und bewerten</li> <li>– Eigenschaften von Objekten und Strukturen im Sonnensystem deuten</li> <li>– Vorhersagen für die Entwicklung der Objekte im Sonnensystem bewerten</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Planetenforschung mit Teleskopen und Raumsonden</li> <li>– Planeten im Vergleich: Oberfläche, Atmosphäre, Satellitensysteme, Magnetfelder</li> <li>– Monde: wahre und scheinbare Bewegungen des Erdmondes, Erdmond im System Sonne-Erde-Mond, Monde im Sonnensystem</li> <li>– Kleinkörper: Überblick, Eigenschaften, Erforschung</li> </ul>	
<b>Beobachtungen oder Erkundungen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beobachtung mit dem Schulfernrohr (vgl. Kompetenzschwerpunkt „Unseren Platz im Sonnensystem charakterisieren“)</li> </ul>	

<b>Kompetenzschwerpunkt: Informationen zu astronomischen Ereignissen sowie Erscheinungen gewinnen und auswerten</b>	
Fachwissen erwerben und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– geeignete Quellen zur Gewinnung von Informationen über astronomische Ereignisse und Erscheinungen nennen und bewerten</li> <li>– Videoaufzeichnungen zu astronomischen Ereignissen und Erscheinungen analysieren</li> <li>– astronomische und physikalische Grundlagen von Ereignissen und Erscheinungen beschreiben</li> </ul>
Erkenntnisse gewinnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– aktuell beobachtbare Ereignisse und Erscheinungen in geeigneter Weise z. B. durch eine Beobachtung mit bloßem Auge, Fernrohrbeobachtung, Exkursion in Sternwarte, Internetrecherche oder die Nutzung von Videoaufzeichnungen analysieren</li> <li>– die für Beobachtungen und Erkundungen notwendigen Zeiten und sonstigen Ressourcen planen</li> <li>– verschiedene Quellen zur Informationsgewinnung nutzen</li> </ul>
Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ergebnisse von Beobachtungen und Recherchen in geeigneter Weise (z. B. Anfertigung einer Belegarbeit, Ausgestaltung des Fachraumes, Anlegen einer Sammlung, digitale Präsentation) dokumentieren, visualisieren und präsentieren</li> </ul>
Reflektieren und bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– direkte und mittelbare Beobachtungsmöglichkeiten für die Wahrnehmung und das Verständnis astronomischer Abläufe vergleichen</li> <li>– den Wert verschiedener Medien für die Informationsgewinnung und -auswertung beurteilen</li> <li>– Arbeitsprozesse im Zusammenhang mit der Erkundung und Auswertung astronomischer Ereignisse und Erscheinungen reflektieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– wiederkehrende astronomische Ereignisse (periodisch und nichtperiodisch): Finsternisse, Kometen, Planetenkonstellationen, Sonnenaktivitäten, Satelliten</li> </ul>	
<b>Beobachtungen oder Erkundungen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beobachtung eines aktuellen astronomischen Ereignisses</li> </ul>	

<b>Kompetenzschwerpunkt: Über Raumfahrtmissionen recherchieren und Ergebnisse präsentieren</b>	
Fachwissen erwerben und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Raumfahrtmissionen und deren Rolle bei der astronomischen Forschung überblicksartig beschreiben</li> <li>– ausgewählte Raumfahrtmissionen nach Kriterien klassifizieren</li> <li>– Ziele, Rahmenbedingungen (beteiligte Länder oder Organisationen, Einbindung in Programme, bereitgestellte Mittel), zeitlichen und räumlichen Verlauf sowie Ergebnisse einer ausgewählten Raumfahrtmission darstellen</li> </ul>
Erkenntnisse gewinnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– eine (Internet)-Recherche zu Zielen, Rahmenbedingungen (beteiligte Länder oder Organisationen, Einbindung in Programme, bereitgestellte Mittel), zeitlichem und räumlichem Verlauf sowie Ergebnissen einer ausgewählten Raumfahrtmission innerhalb einer Gruppe arbeitsteilig planen und dokumentieren</li> <li>– Informationen und Materialien zusammentragen, ordnen und aufbereiten</li> <li>– kooperative und kollaborative Formen der Zusammenarbeit praktizieren</li> <li>– geeignete Formen der Ergebnispräsentation erproben</li> </ul>
Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– den Prozess der Recherche zu Zielen, Rahmenbedingungen (beteiligte Länder oder Organisationen, Einbindung in Programme, bereitgestellte Mittel), zeitlichem und räumlichem Verlauf sowie Ergebnissen einer ausgewählten Raumfahrtmission kommunizieren</li> <li>– Ergebnisse von Raumfahrtmissionen anhand ausgewählter Messdaten, Bilder oder sonstiger Materialien im oder auch außerhalb des Unterrichts präsentieren</li> </ul>
Reflektieren und bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ergebnisse von Raumfahrtmissionen im Hinblick auf eine nachhaltige Lebensweise bewerten</li> <li>– die Wirtschaftlichkeit von Raumfahrtmissionen beurteilen</li> <li>– die Internetrecherche als eine Form der Informationsbeschaffung reflektieren</li> <li>– Vor- sowie Nachteile von kooperativen und kollaborativen Formen der Zusammenarbeit beurteilen</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Raumfahrtmissionen als Teil astronomischer und terrestrischer Forschung</li> <li>– Kerndaten (Ziele, Rahmenbedingungen, zeitlicher und räumlicher Verlauf, Ergebnisse) einer jeweils ausgewählten bemannten (z. B. Apollo, Sojus, ISS) und unbemannten (z. B. Pathfinder, New Horizons) Raumfahrtmission</li> </ul>	



## Schuljahrgang 10

<b>Kompetenzschwerpunkt: Arbeitstechniken und -methoden von Astronomen kennenlernen und exemplarisch umsetzen</b>	
Fachwissen erwerben und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Strahlungsarten überblicksartig beschreiben und diese nach ihrem Informationsgehalt klassifizieren</li> <li>– elektromagnetisches Spektrum beschreiben</li> <li>– ausgewählte Beobachtungsgeräte und deren Leistungsparameter nennen sowie Nutzungsmöglichkeiten beschreiben</li> <li>– Ephemeriden von Sonne, Mond und Planeten zum Auffinden von Objekten am Sternhimmel nutzen</li> </ul>
Erkenntnisse gewinnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– erdgebundene und satellitengestützte Beobachtungssysteme vergleichen</li> <li>– geographische Breite aus Kulminationshöhe bestimmen</li> <li>– Horizontsystem und Äquatorsysteme mit dem Gradnetz der Erde vergleichen</li> <li>– eine langfristige Beobachtung des Sternhimmel dokumentieren und Veränderungen beschreiben</li> </ul>
Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– aktuelle Informationen zum Sternhimmel aus Medien aufbereiten sowie sach- und adressatengerecht präsentieren</li> <li>– beim Besuch einer Sternwarte Möglichkeiten und Grenzen der Himmelsbeobachtung diskutieren</li> <li>– Himmelsfotos auswerten</li> </ul>
Reflektieren und bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hauptstandorte astronomischer Forschung auch unter dem Aspekt der Lichtverschmutzung bewerten</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– elektromagnetisches Spektrum, optisch sichtbarer und nicht sichtbarer Bereich</li> <li>– Äquatorsysteme und Horizontsystem</li> <li>– Beobachtungsinstrumente: Winkelmessgeräte, Gnomon, Fernrohre, Himmelsharke</li> </ul>	
<b>Beobachtungen oder Erkundungen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Durchführung einer langfristigen Himmelsbeobachtung</li> </ul>	

<b>Kompetenzschwerpunkt: Prozesse auf der Sonne und deren Auswirkungen beschreiben</b>	
Fachwissen erwerben und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Energieerzeugung durch Kernfusion (Proton-Proton-Prozess) beschreiben sowie Transportmechanismen im Sonneninnern erklären</li> <li>– Sonnenspektrum als „Visitenkarte der Sonne“ beschreiben</li> <li>– Leuchtkraft und Massenverlust der Sonne berechnen</li> <li>– Auswirkungen der Sonnenaktivität auf die Erde beschreiben</li> </ul>
Erkenntnisse gewinnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Lebensweg der Sonne mit denen anderer Sterne vergleichen</li> <li>– Sonnenspektrum experimentell untersuchen</li> <li>– Zusammenhang zwischen Oberflächentemperatur und Strahlungsleistung erklären</li> <li>– Solarkonstante experimentell bestimmen</li> <li>– Beobachtung und Kartierung von Sonnenflecken durchführen</li> <li>– Sonnenzyklen aus Datensammlungen ableiten</li> <li>– Erscheinungsformen von Sonnenaktivitäten vergleichen</li> </ul>
Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beobachtbarkeit einer Sonnenfinsternis diskutieren</li> <li>– die Nutzung der Solarenergie diskutieren</li> </ul>
Reflektieren und bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Leistungen von S. H. Schwabe beurteilen</li> <li>– Schutzfunktion des Erdmagnetfeldes für das Leben auf der Erde bewerten</li> <li>– notwendige Schutzmaßnahmen bei Sonnenbeobachtungen anwenden</li> <li>– den Zusammenhang zwischen beobachteten Sonnenaktivitäten und gegebenen Beobachtungsbedingungen analysieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kernfusion (Proton-Proton-Prozess)</li> <li>– Absorptionsspektrum, Spektralanalyse</li> <li>– Solarkonstante</li> <li>– Fraunhofer Linien</li> <li>– Erscheinungsformen der Sonnenaktivität</li> <li>– Polarlichter</li> </ul>	
<b>Beobachtungen oder Erkundungen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Untersuchung des Sonnenspektrums</li> </ul>	

<b>Kompetenzschwerpunkt: Größere Strukturen im All im Überblick kennenlernen</b>	
Fachwissen erwerben und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Strukturhierarchie des Weltalls überblicksartig darstellen</li> <li>– Größen und Abstände von Galaxien vergleichen</li> <li>– Gravitation als universelle Anziehungskraft beschreiben</li> <li>– Gravitationswechselwirkungen im Zusammenhalt von Sternen und Galaxien erklären</li> <li>– Belege für das Urknallmodell (Galaxienflucht, 3K-Strahlung, Elementhäufigkeit) nennen</li> </ul>
Erkenntnisse gewinnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Computersimulationen zur Veranschaulichung und zum Verständnis komplexer Strukturen und Vorgänge im Universum nutzen</li> <li>– Galaxien als Bausteine des Weltalls in bekannte Strukturen einordnen</li> <li>– Galaxien in Galaxienhaufen (Lokale Gruppe) einordnen</li> <li>– erste Vorstellungen zur Verteilung und Materiedichte im Universum entwickeln</li> </ul>
Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ungeklärte Fragen der Strukturentstehung diskutieren</li> <li>– die Ausdehnung des Raumes zwischen den Galaxien mithilfe von Abbildungen, Modellen und Computersimulationen veranschaulichen</li> <li>– aktuelle Forschungsergebnisse recherchieren und präsentieren</li> <li>– Ergebnisse in der Radioastronomie diskutieren</li> </ul>
Reflektieren und bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hypothesen über die Strukturentstehung entwerfen und beurteilen</li> <li>– Wabenstruktur als größte Ordnung im Weltall interpretieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Klassifikation der Galaxien</li> <li>– Aufbau der Lokalen Gruppe</li> <li>– Superhaufen und Leerräume (Voids)</li> <li>– Urknallmodell und Expansion des Universums</li> </ul>	

<b>Kompetenzschwerpunkt: Physikalisch-technische und historische Aspekte der Raumfahrt verstehen</b>	
Fachwissen erwerben und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– den Bewegungsablauf von Raumflugkörpern sowie die dabei zu lösenden Probleme anhand bekannter physikalischer Größen und Gesetzmäßigkeiten beschreiben</li> <li>– 1. und 2. kosmische Geschwindigkeit berechnen</li> <li>– Geschwindigkeiten von Satelliten berechnen</li> <li>– Antriebs- und Steuerprinzip einer Rakete exemplarisch erklären</li> <li>– Ziolkowski-Gleichung interpretieren</li> </ul>
Erkenntnisse gewinnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wesentliche Etappen der Raumfahrt analysieren</li> <li>– Möglichkeiten von Satelliten und Raumsonden zur Erkundung weiterer Himmelskörper diskutieren</li> <li>– kosmische Geschwindigkeiten und ihre Bedeutung für das Verhalten von Flugkörpern miteinander vergleichen</li> </ul>
Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wesentliche Nutzungsmöglichkeiten der bemannten und unbemannten Raumfahrt darstellen</li> <li>– mit der Raumfahrt verbundene technische, medizinische und biologische Probleme diskutieren</li> </ul>
Reflektieren und bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– den Nutzen der Raumfahrt unter ökonomischen, ökologischen und wissenschaftlichen Aspekten reflektieren</li> <li>– gesellschaftspolitische Aspekte der Raumfahrt an ausgewählten Beispielen erläutern</li> <li>– zukünftige Vorhaben der Raumfahrt bewerten</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– 1. und 2. kosmische Geschwindigkeit</li> <li>– Antriebs- und Steuerprinzip von Raketen (incl. Swing-by-Effekt)</li> </ul>	

### 3.4 Schuljahrgänge 11/12 (Qualifikationsphase) – Wahlpflichtfach

#### Schuljahrgang 11

<b>Kompetenzschwerpunkt: Gesetzmäßigkeiten der Himmelsmechanik erkennen und anwenden</b>	
Fachwissen erwerben und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– unter Verwendung von astronomischen Koordinatensystemen und Orientierungshilfen Kulminationshöhen und Kulminationszeiten von Sternen berechnen</li> <li>– die Zirkumpolarität von Sternen und Sichtbarkeitsbedingungen von Planeten durch Berechnungen erläutern</li> <li>– mithilfe des Gravitationsgesetzes und der Keplerschen Gesetze u. a. Massen und mittlere Dichten berechnen</li> <li>– die Wirkungen der Präzession der Erdachse erläutern</li> </ul>
Erkenntnisse gewinnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bahnparameter von Raumflugkörpern am Beispiel ausgewählter Raumfahrtmissionen berechnen und erläutern</li> <li>– Ellipsenbahnen von Planeten und Kometen berechnen und untereinander vergleichen</li> </ul>
Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ausgewählte astronomische Phänomene (z. B. den Zerfall eines Kometen) diskutieren</li> </ul>
Reflektieren und bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bedeutung des Gravitationsgesetzes für die astronomische Forschung bewerten</li> <li>– Gefahren durch Kleinkörper diskutieren</li> <li>– astronomische Tierkreissternbilder und astrologische Tierkreiszeichen in Kenntnis der Präzession der Erdachse vergleichen</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– rotierendes Äquatorsystem</li> <li>– Sichtbarkeitsbedingungen von Körpern des Sonnensystems</li> <li>– Kulmination und Zirkumpolarität</li> <li>– Gravitationsgesetz (quantitativ)</li> <li>– Keplersche Gesetze (quantitativ)</li> <li>– siderische und synodische Umlaufzeit von Himmelskörpern</li> <li>– Bahnparameter von Raumflugkörpern</li> </ul>	

<b>Kompetenzschwerpunkt: Zustandsgrößen der Sterne berechnen und vergleichen</b>	
Fachwissen erwerben und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Entfernungen und Zustandsgrößen von Sternen erläutern und berechnen</li> <li>– Absorptionslinienspektrum erläutern</li> <li>– Doppelsterne beschreiben und insbesondere deren Massen berechnen</li> </ul>
Erkenntnisse gewinnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zustandsgrößen von Sternen mit denen der Sonne vergleichen</li> <li>– Zusammenhänge zwischen Leuchtkraft, Helligkeiten und Entfernungen sowie zwischen Photosphärentemperatur und Farbe von Sternen erklären</li> </ul>
Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Entfernungen im Sonnensystem und im Universum diskutieren und durch Modelle veranschaulichen</li> <li>– Hertzsprung-Russell-Diagramm als Zustandsdiagramm interpretieren</li> <li>– die gewissenhafte Arbeit von Astronomen beim praktischen Ermitteln ausgewählter Größen (z. B. Parallaxe) diskutieren</li> </ul>
Reflektieren und bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grenzen von Methoden der Entfernungsbestimmung bewerten</li> <li>– besondere Bedeutung der Masse für das Gesamtverständnis des Universums erläutern</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– scheinbare und absolute Helligkeit (Entfernungsmodul)</li> <li>– Arten von Spektren</li> <li>– Spektralklassen</li> <li>– Hertzsprung-Russell-Diagramm als Zustandsdiagramm</li> <li>– Zustandsgrößen (Radius, Masse, Temperatur, mittlere Dichte, Leuchtkraft)</li> <li>– Doppelsterne</li> <li>– Masse-Leuchtkraft-Beziehung</li> </ul>	

## Schuljahrgang 12

<b>Kompetenzschwerpunkt: Entstehung und Entwicklung der Sterne beschreiben und erklären</b>	
Fachwissen erwerben und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Struktur und stoffliche Zusammensetzung interstellarer Materie im Universum beschreiben</li> <li>– Bedingungen für die Entstehung von Sternen beschreiben (Jeans-Kriterium)</li> <li>– Ursachen für unterschiedliche Entwicklungswege bei Sternen erläutern</li> <li>– Endstadien von Sternen nennen</li> </ul>
Erkenntnisse gewinnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Verweildauer eines Sterns im Hauptreihenstadium in Abhängigkeit von seiner Masse anhand von Berechnungen begründen</li> <li>– das Alter von Sternhaufen berechnen und miteinander vergleichen</li> <li>– Zusammenhang zwischen der Elemententstehung im Universum sowie der Entstehung von Planeten und Leben beschreiben</li> </ul>
Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hertzsprung-Russell-Diagramm als Entwicklungsdiagramm interpretieren</li> <li>– die unterschiedliche und nicht gleichzeitige Entwicklung der Objekte im Universum diskutieren</li> </ul>
Reflektieren und bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– das Sonnensystem mit anderen Planetensystemen vergleichen</li> <li>– zukünftige Entwicklungen im Sonnensystem diskutieren und mögliche Auswirkungen auf das irdische Leben erläutern</li> <li>– Informationen zu aktuellen Entdeckungen dokumentieren, präsentieren und diskutieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– interstellare Materie</li> <li>– Entstehung von Sternen und Planeten</li> <li>– Sternentwicklung (Hauptreihensterne, Riesensterne, Weiße Zwerge, Neutronensterne, Schwarze Löcher)</li> <li>– Abhängigkeit der Verweildauer im Hauptreihenstadium von der Masse des Sterns</li> <li>– Hertzsprung-Russell-Diagramm als Entwicklungsdiagramm</li> </ul>	

<b>Kompetenzschwerpunkt: Aufbau und Entwicklung des Universums beschreiben</b>	
Fachwissen erwerben und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aufbau und Rotation der Galaxis beschreiben</li> <li>– Masse der Galaxis und des zentralen Schwarzen Loches bestimmen</li> <li>– extragalaktische Sternsysteme klassifizieren</li> </ul>
Erkenntnisse gewinnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Entfernungen von Galaxien (u. a. mit der Helligkeitskurve von Cepheiden) bestimmen sowie Dimensionen und Strukturen im Universum ableiten</li> <li>– das Alter des Universums in Abhängigkeit von der Hubble-Konstanten <math>H_0</math> erkennen und unterschiedliche Werte von <math>H_0</math> interpretieren</li> <li>– die Bedeutung der Dunklen Materie und der Dunklen Energie für Bewegungen und Zustände im Universum erklären</li> </ul>
Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>– über Bedingungen für die Entstehung von Leben im Universum diskutieren</li> <li>– die Allgemeingültigkeit von Naturgesetzen im Universum diskutieren</li> <li>– Informationen zu kosmologischen Themen dokumentieren und präsentieren</li> </ul>
Reflektieren und bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Möglichkeiten der Kontaktaufnahme zu außerirdischen Lebensformen diskutieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Strukturen im Universum</li> <li>– Aufbau und Ausdehnung der Galaxis, Bewegungen in der Galaxis (Eigenbewegung der Sterne, Rotationskurven, Bewegung der Sonne)</li> <li>– Arten extragalaktischer Sternsysteme</li> <li>– Entfernungsbestimmung von Galaxien</li> <li>– Entwicklungsphasen des Universums – kosmologische Betrachtungen</li> <li>– Hubble-Konstante und Weltalter</li> <li>– Bedingungen für die Entstehung von Leben im Weltall</li> </ul>	