

# Fachlehrplan Gymnasium

Stand: 01.08.2024



**SACHSEN-ANHALT**

Ministerium für Bildung

# Astronomie

Der Lehrplan für das Gymnasium ist eine Einheit aus Grundsatzband und Fachlehrplänen.

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

An der Anpassung des Fachlehrplanes zu den Schwerpunkten Nachhaltigkeit, Bildung in der digitalen Welt, Stärkung bildungssprachlicher Kompetenzen und Bildungsstandards für die Naturwissenschaften haben mitgewirkt:

Betthausen, Gudrun	Hettstedt
Hartmann, Martin	Halle
Richter, Anke	Sangerhausen (Leitung der Fachgruppe)
Schlesier, Dirk	Halle (fachwissenschaftliche Beratung)
Wildgrube, Sandra	Bernburg

Herausgeber:                   Ministerium für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt  
  Turmschanzenstr. 32  
  39114 Magdeburg

In Kraft seit 2017, Anpassung 2024

**Inhaltsverzeichnis**

Seite

1	Bildung und Erziehung im Fach Astronomie .....	4
2	Entwicklung fachbezogener Kompetenzen .....	7
3	Kompetenzentwicklung in den Schuljahrgängen .....	17
3.1	Übersicht.....	17
3.2	Schuljahrgang 9 – Pflichtfach .....	20
3.3	Schuljahrgang 9 und Schuljahrgang 10 (Einführungsphase) – Wahlpflichtfach .....	28
3.4	Schuljahrgänge 11/12 (Qualifikationsphase) – Wahlpflichtfach .....	36

# 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 und Potenziale der Fernerkundung der Erde aus dem Erdorbit. 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 an 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. Der bewusste Umgang mit Fachtermini, deren Abgrenzung zu Begrifflichkeiten, die der Astrologie und anderen unwissenschaftlichen Perspektiven zuzuschreiben sind, und das fach- und adressatengerechte Darstellen astronomischer Erscheinungen befördern eine wissenschaftlich fundierte Betrachtungsweise. 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. Dabei wird den Schülerinnen und Schülern bewusst, dass die Astronomie keine isolierte Wissenschaft ist, sondern vielfältige Bezüge zu anderen Wissenschaften wie z. B. Physik, Biologie, Chemie oder Geologie

*Wissenschafts-  
propädeutisches  
Arbeiten*

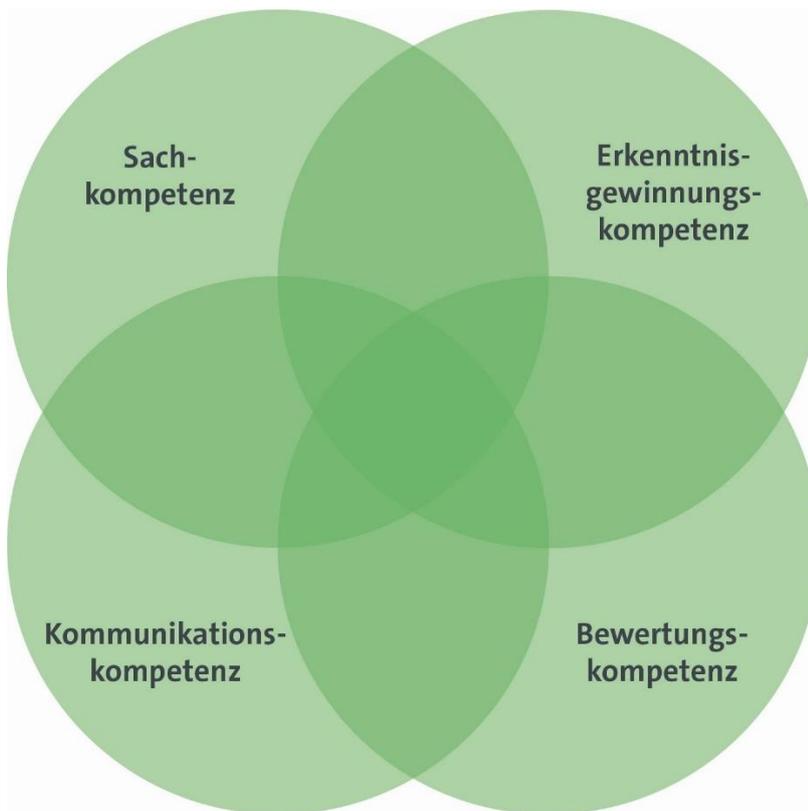
aufweist. Neben traditionellen werden auch zeitgemäße Methoden der Erkenntnisgewinnung, wie Simulationen oder die computergestützte Messwert- erfassung und -auswertung, genutzt. Gezielt werden mathematische Methoden bei der Verallgemeinerung von Erkenntnissen und bei der quantitativen Voraussage von Ereignissen eingesetzt. Schülerinnen und Schüler erfahren durch eigene Tätigkeit, dass naturwissenschaftliches Arbeiten Kreativität, Ausdauer, Kooperation und das Denken in Zusammenhängen erfordert.

## 2 Entwicklung fachbezogener Kompetenzen

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<sup>1</sup>.

*Naturwissenschaftliche Fächer*

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 astronomische Fachkompetenz.



*Kompetenzmodell*

Abb. 1: Modell der Naturwissenschaftlichen Kompetenz

Die Kompetenzbereiche durchdringen einander. Die Zuordnung einzelner Kompetenzen zu einem einzelnen Kompetenzbereich ist nicht immer eindeutig möglich, da eine Kompetenz Aspekte aus mehreren Kompetenzbereichen aufweisen kann.

<sup>1</sup> Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (2020): Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020. Berlin

*Kompetenzbereich Sachkompetenz*

Die **Sachkompetenz** im Fach Astronomie zeigt sich in der Kenntnis und Anwendung naturwissenschaftlicher Konzepte, Theorien und Verfahren zur Bearbeitung sowohl fachlicher als auch anwendungsbezogener Aufgaben und Probleme.

Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der theoretischen Beschreibung zumeist nicht unmittelbar erfassbarer astronomischer Objekte und Phänomene, auf deren Basis sich die Lernenden ein gegliedertes astronomisches Grundwissen erarbeiten sowie in der Fachwissenschaft übliche Verfahren kennenlernen und nachvollziehen. Dabei kommt Kenntnis und Anwendung modellhafter Darstellungen und Simulationen als Idealisierung von Objekten, Prozessen und Systemen eine besondere Bedeutung zu.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der astronomischen Beobachtung als wichtigste Arbeitsweise in der Astronomie. Ihr Durchführen nach Anleitung, der Umgang mit verschiedenen Beobachtungsgeräten sowie die Auswertung von Beobachtungen sind dabei der Sachkompetenz, ihre Planung und Konzeption sowie die Deutung und Interpretation der Beobachtungsergebnisse der Erkenntnisgewinnungskompetenz zugeordnet.

Am Ende des Pflichtunterrichts im Schuljahrgang 9	der Qualifikationsphase
können die Schülerinnen und Schüler in der Regel	
– Phänomene beschreiben und auf bekannte astronomische sowie andere naturwissenschaftliche Zusammenhänge zurückführen.	– Phänomene analysieren und bewerten.
– Gesetzmäßigkeiten zu Strukturen, Bewegungen und Entwicklungen vereinfacht und vorwiegend qualitativ mit Hilfe modellhafter Darstellungen und Simulationen beschreiben.	– komplexe Strukturen, Bewegungen und Entwicklungen auch quantitativ sowie mithilfe geeigneter Modelle beschreiben und erläutern.
– Modellexperimente durchführen und beschreiben.	– Modellexperimente durchführen 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.

<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gesetzmäßigkeiten zur Lösung von Aufgaben und Problemen in verschiedenen Kontexten anwenden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gesetzmäßigkeiten mathematisch modellieren und bei der Erklärung auch komplexer Zusammenhänge anwenden.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– angeleitet Beobachtungen astronomischer Objekte und Erscheinungen durchführen und auswerten und andere Verfahren zur Gewinnung neuer Erkenntnisse anwenden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beobachtungen astronomischer Ereignisse und Erscheinungen eigenständig durchführen, protokollieren und auswerten.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Strategien zur Generierung astronomischen Wissens mit verschiedenen Verfahren bzw. aus verschiedenen Quellen zielgerichtet einsetzen.</li> </ul>

Die **Erkenntnisgewinnungskompetenz** im Fach Astronomie zeigt sich in der Kenntnis und Anwendung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen sowie in der Fähigkeit, sie für die Gestaltung von Erkenntnisprozessen zu nutzen, sie nachzuvollziehen und ihre Möglichkeiten und Grenzen zu reflektieren. Das Anwenden und Nachvollziehen grundlegender fachwissenschaftlicher Verfahren wie Beobachtung, Modellbildung, Vergleich und Analyse unterstützen dabei maßgeblich das Erfassen und Durchdringen komplexer astronomischer Phänomene. Die Auswahl eines geeigneten Modells unter Beachtung der Fragestellung und das kritische Reflektieren des Modells sind bedeutsame Teile der astronomischen Erkenntnisgewinnung.

Der Prozess der Erkenntnisgewinnung umfasst das Formulieren von Fragestellungen und theoriegeleitete Ableiten von Hypothesen, die Planung von Beobachtungen und Modellexperimenten sowie die Interpretation deren Ergebnisse, die Verifikation bzw. Falsifikation der Hypothesen und Beantwortung der ursprünglichen Fragestellungen. Das Reflektieren des Erkenntnisgewinnungsprozesses, der die gegenseitige Durchdringung von Theorie und Wissensgenerierung zeigt, macht typische Vorgehensweisen naturwissenschaftlicher Forschung und Ansprüche an sie nachvollziehbar.

*Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnungskompetenz*

Am Ende <b>des Pflichtunterrichts im Schuljahrgang 9</b>		<b>der Qualifikationsphase</b>	
können die Schülerinnen und Schüler in der Regel			
– Umgebungsbedingungen für Himmelsbeobachtungen ableiten und berücksichtigen.		– Beobachtungen astronomischer Ereignisse und Erscheinungen eigenständig planen.	
– mittels Quellenstudium, Internetrecherche und durch den Besuch außerschulischer Lernorte Informationen beschaffen, analysieren und ordnen sowie zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen.		– mittels geeigneter Quellen gewonnene Informationen sach- und adressatengerecht auswerten.	
– Modell und Realität unterscheiden sowie Modelle als Mittel zur Veranschaulichung und Erkenntnisgewinnung bewerten.		– zur Veranschaulichung und zum tieferen Verständnis komplexer Zusammenhänge gezielt Modelle (Simulationen, Modellgleichungen) auswählen.	
– Analogiebetrachtungen bei vergleichbaren Objekten anstellen.		– durch Berechnungen sowie Analogiebetrachtungen bei vergleichbaren Objekten und Vorgängen neue Erkenntnisse gewinnen.	
		– zu ausgewählten Phänomenen Modellexperimente planen und deren Ergebnisse für Erklärungen nutzen.	

*Kompetenzbereich  
Kommunikationskompetenz*

Die **Kommunikationskompetenz** im Fach Astronomie zeigt sich in der Fähigkeit kenntnisbasierter Verwendung der sinnvoll mit der Alltagssprache verknüpften Fachsprache und fachtypischer Darstellungen. Dazu gehört es auch, sich adressaten- und situationsgerecht auszutauschen sowie im Dialog mit Kommunikationspartnern fachlich und kausal korrekt zu argumentieren, reflektiert die eigene Meinung zu vertreten und diese gegebenenfalls aufgrund vorgetragener Einwände zu revidieren. Kompetentes Kommunizieren ermöglicht so die selbstbestimmte Teilhabe an wissenschaftlichen und gesellschaftlich relevanten Diskussionen und ist daher Methode und Ziel des Lernens gleichermaßen.

Das zum Kommunikationsprozess gehörende Erschließen, Aufbereiten und Austauschen nicht nur fachbezogener Informationen durchdringt einander und erfolgt unter dem Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien und Werkzeuge. Genutzte Quellen sind als Basis für finale Aussagen und Argumente hinsichtlich ihrer Qualität, d. h. Glaubwürdigkeit und Objektivität zu verifizieren. Die sprachliche und mathematische Darstellung von Zusammenhängen und Lösungswegen ist der Sach- bzw. Erkenntnisgewinnungskompetenz, die Berücksichtigung außerfachlicher Aspekte bei der Meinungsbildung und Entscheidungsfindung der Bewertungskompetenz zuzuordnen.

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 mittels verschiedener Medien aufbereiten und adressatengerecht präsentieren.*			
– mittels Quellenstudium, Internetrecherche und durch den Besuch außerschulischer Lernorte Informationen beschaffen, ordnen und zur Bearbeitung von Aufgaben nutzen.		– mittels geeigneter Quellen gewonnene Informationen sachgerecht auswerten.	
– historische und aktuelle astronomische Ereignisse und Erkenntnisprozesse recherchieren und dokumentieren.			
– den Verlauf und die Ergebnisse fachtypischer Arbeits- und Erkenntnisprozesse sach- und adressatengerecht auch unter Verwendung digitaler 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.	
*Auf diese Kompetenz wird in den einzelnen Kompetenzschwerpunkten mehrfach Bezug genommen. Es sollte sichergestellt werden, dass alle Schülerinnen und Schüler diese Kompetenz an mindestens einem der aufgezeigten fachlichen Inhalte pro Schuljahrgang erweitern.			

**Kompetenzbereich  
Bewertungskompe-  
tenz**

Die **Bewertungskompetenz** im Fach Astronomie zeigt sich in der Fähigkeit, Sachverhalte, Informationen, Daten, Aussagen und Entscheidungen mit astronomischem Bezug unter Anwendung von Bewertungsverfahren multiperspektivisch anhand verschiedener Kriterien zu reflektieren, zu beurteilen, zu bewerten.

Kompetent zu bewerten heißt also, gesellschaftlich relevante Fragestellungen, Probleme und Interessenkonflikte im Bereich der Astronomie zu identifizieren, mögliche Lösungen selbstbestimmt und verantwortungsbewusst zu erwägen und deren Konsequenzen auch hinsichtlich fundamentaler Aspekte wie der Existenz und dem Fortbestand der Menschheit zu diskutieren.

Am Ende des Pflichtunterrichts im Schuljahrgang 9	der Qualifikationsphase
können die Schülerinnen und Schüler in der Regel  – astronomische Erkenntnisse sowie deren Anwendungen und Gültigkeit diskutieren.	– ausgewählte astronomische Phänomene, Gesetzmäßigkeiten, Beobachtungssysteme aus fächerübergreifender Perspektive sowie unter nachhaltigen Aspekten diskutieren.
– 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 und fundierte Handlungsoptionen ableiten.
– 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 bezüglich ihrer Verwendbarkeit bei der Bearbeitung von Aufgabenstellungen analysieren und ordnen.	– Methoden der Informationsbeschaffung und -verarbeitung zielgerichtet auswählen.
– nach naturwissenschaftlich belegten, hypothetischen oder nicht-naturwissenschaftlichen Aussagen in verschiedenen Quellen differenzieren.	– Informationen und deren Darstellung in verschiedenartigen Quellen bezüglich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz beurteilen.
– den Nutzen von Raumfahrtmissionen und weltraumgestützten Technologien hinsichtlich verschiedener Nachhaltigkeitsaspekte einschätzen.	reflektieren.

Die Basiskonzepte im Fach Astronomie dienen als strukturelle Grundlagen, die es ermöglichen, die Vielfalt astronomischer Phänomene zu verstehen und aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten. Sie werden übergreifend auf alle Kompetenzbereiche bezogen und fördern kumulatives Lernen im Sinne des systematischen Aufbaus strukturierten und anwendungsbereiten Wissens, das nicht nur mit anderen Naturwissenschaften, sondern auch mit anderen wissenschaftlichen Teildisziplinen wie insbesondere den Kultur- und Geisteswissenschaften sowie der Philosophie und Theologie vernetzt ist.

*Basiskonzepte*

**Bewegung:** Alle Objekte im Universum sind in Bewegung und verändern kontinuierlich ihre Position. Kenntnisse über die Ursachen und Gesetzmäßigkeiten dieser Bewegungen ermöglichen es, die vom Beobachtungsstandort Erde aus wahrnehmbaren Erscheinungen zu erklären sowie astronomische Ereignisse vorherzusagen. Zudem ermöglichen sie Schlussfolgerungen für die Entstehung und Entwicklung des Universums. Von übergeordneter Bedeutung als Ursache ist dabei die Gravitation.

**Struktur:** Die Materie im Universum besitzt eine vielfältige Struktur, die sich auf allen Ebenen manifestiert. Von den kleinsten Bausteinen der Materie bis hin zu komplexen Systemen wie unser Sonnensystem, Sterne, Galaxien und Galaxienhaufen haben alle Objekte einen bestimmten Platz. Das Erfassen, Ordnen und Wiedererkennen dieser Strukturen ist grundlegend für das Verständnis kosmischer Systeme und deren Entwicklung.

**Entwicklung:** Alles im Universum durchläuft eine kontinuierliche Entwicklung, die durch gesetzmäßige Prozesse gekennzeichnet, in vielen Bereichen nachvollziehbar und innerhalb gewisser Grenzen vorhersehbar ist. Das Verständnis dieser Entwicklungsprozesse ermöglicht es, die Geschichte und Zukunft des Universums zu erforschen und zu verstehen.

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.

*Beitrag zur Entwicklung von Schlüsselkompetenzen*

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, Sozialkompetenz und Medienkompetenz),
- 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 f.).

*Beitrag zur Bildung  
in der digitalen  
Welt*

Die Verbreitung von Informationen mit astronomischem Bezug vollzieht sich vorrangig über digitale Medien, insbesondere Onlinequellen. Vor dem Hintergrund der engen Verknüpfung des Unterrichtsfaches Astronomie mit Ergebnissen der aktuellen Forschung in der Fachwissenschaft und Entwicklungen der Raumfahrt kommt der Gewinnung von Kenntnissen aus diesen Quellen eine besondere Bedeutung zu. Zum kompetenten Umgang mit Onlinequellen gehört es, die darin enthaltenen Informationen mit kritischem Blick zu verifizieren und zum Bearbeiten von Aufgabenstellungen kreativ zu verarbeiten. Dabei sind weitere digitale Werkzeuge in den Lernprozess einzubinden, um sowohl fachliche als auch überfachliche Kompetenzen zu entwickeln bzw. zu fördern. Dazu wählen die Lernenden zunehmend selbstständig und reflektiert die benötigten digitalen Werkzeuge zur Gewinnung, Verarbeitung, Darstellung und Präsentation astronomischen Wissens, Zusammenhänge, Modelle aus und nutzen deren Potenzial für ihre jeweilige Zielstellung.

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

- Animationen 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 und dabei die Regeln zum Urheberrecht und Quellennachweis beachten
- im Internet sowie in digital zugänglichen Nachschlagewerken und Datenquellen recherchieren

Im Sinne der 17 Nachhaltigkeitsziele<sup>2</sup> werden im Astronomieunterricht fachspezifische Schwerpunkte in den Bereichen Klima, Energie, Innovation, Infrastruktur und globale Partnerschaften gesetzt, um die Schülerinnen und Schüler zu einer kompetenten Teilhabe an gesellschaftsrelevanten Themen zu befähigen.

*Beitrag zur Bildung für nachhaltige Entwicklung*

Gerade im Astronomieunterricht lässt sich die Rolle der Erde als der einzig mögliche Lebensraum für die Menschheit in Reichweite herausstellen. Durch Analogiebetrachtungen mit anderen Planeten des Sonnensystems können die Folgen unkontrollierten Treibhauseffektes auf die Umweltbedingungen und Lebensfreundlichkeit für die Schülerinnen und Schüler erfahrbar gemacht und Handlungsbedarfe abgeleitet werden. Mit den Ergebnissen der Fernerkundung der Erde mittels Raumfahrttechnologien sowie Echtzeitdaten identifizieren sie die aktuellen Auswirkungen des Klimawandels und zeigen die Notwendigkeit schnellen Handelns auf. Dabei berücksichtigen sie sowohl ökologische, ökonomische, soziale, ethische als auch politische Aspekte und ziehen Schlüsse für ihr eigenes Handeln.

So wie das Experiment für den Physik- oder Chemieunterricht ein zentraler Bestandteil ist, 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. Astronomische Beobachtungen müssen größtenteils bei Dunkelheit und mit teils komplexen Geräten erfolgen, benötigen oft viel Zeit und großen Organisationsaufwand.

*Beobachtungen und Erkundungen im Astronomieunterricht*

---

<sup>2</sup> Vereinte Nationen (Hrsg.) (2016): Ziele für eine nachhaltige Entwicklung. New York, S. 3–17

In den Kompetenzschwerpunkten im Kapitel 3 sind Beobachtungen und Erkundungen ausgewiesen, die 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

<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
Klassische Arbeitstechniken und -methoden der astronomischen Forschung kennenlernen und exemplarisch umsetzen
Prozesse auf der Sonne und deren Auswirkungen beschreiben
Größere Strukturen im All im Überblick kennenlernen
Physikalisch-technische und historische Aspekte 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:

Die **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.

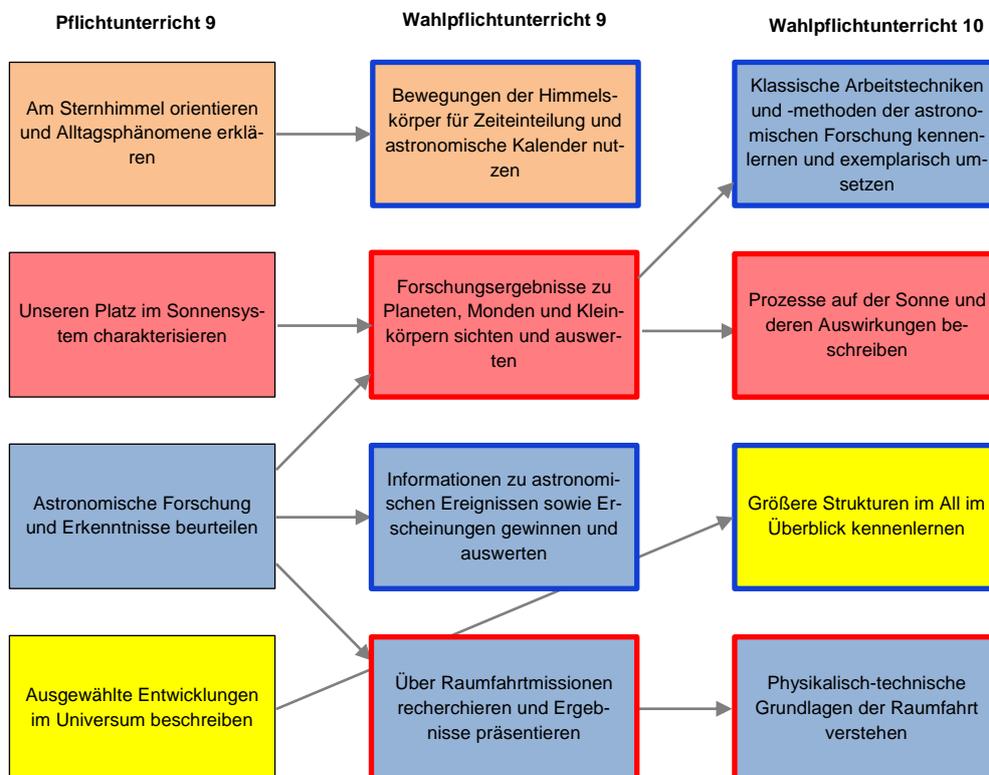


Abb. 2: Verknüpfungen zwischen Pflicht- und Wahlbereich in den Schuljahrgängen 9 und 10

Die **Kompetenzschwerpunkte für die Schuljahrgänge 11 und 12** des Wahlpflichtbereichs 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>	
Sachkompetenz	<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 mit verschiedenen Hilfsmitteln (z. B. analoger bzw. virtueller Sternkarte, Apps) bestimmen, entsprechenden Jahreszeiten zuordnen und als Orientierungshilfe nutzen</li> <li>– unter Verwendung des Horizontsystems mit analogen und digitalen Hilfsmitteln am Sternhimmel orientieren</li> </ul>
Erkenntnisgewinnungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Alltagsphänomene wahrnehmen, mit bloßem Auge gezielt beobachten und in ausgewählten Fällen mit einfachen Mitteln Beobachtungsdaten erfassen sowie mit digital ermittelten Angaben vergleichen</li> <li>– im Rahmen einer Beobachtung des Sternhimmels Sternbilder bestimmen und die Beobachtung mithilfe von Simulationssoftware oder Apps planen und dokumentieren</li> </ul>
Kommunikationskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– dokumentierte Beobachtungsergebnisse mit digitalen Mitteln aufbereiten und unter Verwendung der Fachbegriffe präsentieren</li> </ul>
Bewertungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Bedeutung von Alltagsphänomenen für das Leben bewerten</li> <li>– Beobachtungsorte nach verschiedenen Kriterien (u. a. Lichtverschmutzung) einschätzen und auswählen</li> <li>– den Wert von analogen und digitalen 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> <li>– digitale Simulationsmöglichkeiten des Sternhimmels</li> </ul>	
<b>Beobachtungen oder Erkundungen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beobachtung des Sternhimmels mit verschiedenen Zielstellungen und Hilfsmitteln (z. B. Auffinden von Sternbildern, Bestimmen der Haupthimmelsrichtungen, Ermitteln von Aufgangs-, Kulminations- und Untergangszeiten und der damit verbundenen Rotation der Erde)</li> </ul>	
<b>Bezüge zu den fächerübergreifenden Themen (gemäß Grundsatzband Kap. 4)</b>	
Städte und Gemeinden	Englisch, Französisch, Geographie, Geschichte, Griechisch, Latein, Physik, Russisch

**Möglichkeiten zur Abstimmung im Schuljahrgang 9**

- Biologie: Wechselwirkungen zwischen Mensch und Umwelt darstellen
- Geografie: Raumstrukturen und -prozesse analysieren und erklären
- Griechisch: Kulturkompetenz
- Mathematik: Trigonometrie
- Philosophie: Wahrnehmung und Wirklichkeit: Formen der Wahrnehmung und die Konstruktion von Wirklichkeit reflektieren

<b>Kompetenzschwerpunkt: Unseren Platz im Sonnensystem charakterisieren</b>	
Sachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– den Aufbau des Sonnensystems vereinfacht beschreiben</li> <li>– die Bewegung der Objekte im Sonnensystem mittels Simulationssoftware darstellen, 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>
Erkenntnisgewinnungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zusammenhänge zwischen Sonnenaktivität und Erscheinungen auf der Erde darstellen</li> <li>– Planetensichtbarkeit aus geozentrischer und heliozentrischer Sicht mithilfe von Simulationssoftware oder Apps vergleichen</li> <li>– naturwissenschaftliche Modelle verwenden, Modell und Realität miteinander vergleichen</li> <li>– die Beobachtung ausgewählter Himmelskörper (z. B. Mond, Sonne) planen, durchführen und dabei auf Sicherheitsbestimmungen achten, protokollieren und auswerten sowie in einem geeigneten digitalen Produkt darstellen und adressatengerecht präsentieren</li> <li>– ausgewählte Himmelskörper entsprechend ihren Eigenschaften den Gruppen von Objekten zuordnen</li> <li>– Planeten nach verschiedenen Kriterien (erd- und jupiterähnliche, innere und äußere) mithilfe unterschiedlicher Medien analysieren und klassifizieren</li> </ul>
Kommunikationskompetenz	<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 bzw. in einem geeigneten digitalen Produkt darstellen und adressatengerecht präsentieren</li> <li>– den Verlauf und die Ergebnisse einer Beobachtung sach- und adressatengerecht präsentieren sowie geeignete Bedingungen für Beobachtungen ableiten</li> <li>– Bedingungen für Leben auf anderen Objekten des Sonnensystems diskutieren</li> </ul>
Bewertungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Bedeutung der Sonne für das Leben auf der Erde auch unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit im Sinne erneuerbarer Energien erläutern</li> <li>– Gefahren für die Erde durch die Bewegungen von Kleinkörpern diskutieren</li> <li>– die Einzigartigkeit und Verletzbarkeit unseres Lebensraums Erde diskutieren</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; Astronomische Einheit</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> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>– Eigenschaften der Objekte im Vergleich: Masse, Radius, mittlere Dichte, Oberflächenstruktur, Atmosphäre (ohne Berechnung)</li> <li>– Kepler'sche Gesetze (qualitativ)</li> <li>– Sonnen- und Mondfinsternis, Mondphasen</li> <li>– Simulationssoftware</li> </ul>	
<b>Beobachtungen oder Erkundungen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beobachtung ausgewählter Himmelskörper; Optionen je nach Beobachtungsbedingungen:                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mondbeobachtung (z. B. wahre und scheinbare Bewegung, Mondphasen, Oberflächen-details)</li> <li>• Sonnenbeobachtung (z. B. Sonnenflecken, Randverdunklung, wahre Größe eines Sonnenflecks im Vergleich zur Erde) – Wichtiger Hinweis: Die bei Sonnenbeobachtungen erforderlichen Schutzmaßnahmen sind sicherzustellen!</li> <li>• Planetenbeobachtung (z. B. Jupiter – Galilei'sche Monde, Abplattung; Saturn – Ringsystem; Mars – Planetenschleife; Venus – Phasengestalt)</li> </ul> </li> </ul>	
<b>Bezüge zu den fächerübergreifenden Themen (gemäß Grundsatzband Kap. 4)</b>	
Energie	Biologie, Chemie, Katholischer Religionsunterricht, Physik
Klimawandel und Klimaschutz	Biologie, Chemie, Deutsch, Evangelischer Religionsunterricht, Geographie, Informatik, Katholischer Religionsunterricht, Latein, Physik, Sozialkunde, Sport
<b>Möglichkeiten zur Abstimmung im Schuljahrgang 9</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Biologie: Wechselwirkungen zwischen Organismen untereinander und mit ihrer Umwelt im Ökosystem Wald erläutern</li> <li>– Chemie: Kohlenstoff und die Vielfalt seiner Verbindungen beschreiben</li> <li>– Physik: Mechanik der Punktmasse</li> <li>– Technik: Technische Nutzung regenerativer Energieressourcen untersuchen</li> </ul>	

<b>Kompetenzschwerpunkt: Astronomische Forschung und Erkenntnisse beurteilen</b>	
Sachkompetenz	<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>
Erkenntnisgewinnungskompetenz	<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 mittels diverser Informationsportale verfolgen und dokumentieren</li> </ul>
Kommunikationskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ergebnisse astronomischer Forschung mithilfe digitaler Medien sach- und adressatengerecht präsentieren</li> <li>– den Besuch eines außerschulischen Lernortes dokumentieren sowie die Ergebnisse in einem geeigneten digitalen Produkt darstellen und adressatengerecht präsentieren</li> <li>– zu aktueller astronomischer Forschung in verschiedenen Medien recherchieren und Untersuchungsmethoden und Ergebnisse sach-, situations- und adressatenbezogen präsentieren</li> </ul>
Bewertungskompetenz	<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 (z. B. nachhaltige Entwicklung, Partnerschaften, Klimaforschung, Weltraummüll) und unter Berücksichtigung ihrer Bedeutung für die globale Kommunikation 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 in Sachsen-Anhalt (z. B. Goseck, Pömmelte)</li> <li>• Planetenwanderweg</li> </ul> </li> </ul>	

<b>Bezüge zu den fächerübergreifenden Themen (gemäß Grundsatzband Kap. 4)</b>	
Städte und Gemeinden	Englisch, Französisch, Geographie, Geschichte, Griechisch, Latein, Physik, Russisch
Weniger Ungleichheit	Deutsch, Englisch, Geographie, Geschichte, Griechisch, Katholischer Religionsunterricht, Kunst, Sozialkunde
Globale Partnerschaften und Europa	Englisch, Französisch, Spanisch, Russisch, Latein, Sozialkunde, Katholischer Religionsunterricht, Geographie, Informatik
<b>Möglichkeiten zur Abstimmung im Schuljahrgang 9</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Griechisch: Orientierungskompetenz</li> <li>– Philosophie: Ich und die Welt: Philosophische Auffassungen von Wechselbeziehungen zwischen Individuum und Welt erörtern</li> <li>– evangelische Religion: Sich im Kontext religiöser und weltanschaulicher Pluralität mit der Frage nach Gott auseinandersetzen</li> <li>– katholische Religion: Die Frage nach Gott: Fragen und Zweifel; Die biblische Botschaft als Grundlage des Glaubens: Erzählungen der Bibel als gedeutete Glaubenserfahrung</li> </ul>	

<b>Kompetenzschwerpunkt: Ausgewählte Entwicklungen im Universum beschreiben</b>	
Sachkompetenz	<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 auch mit Hilfe einer Simulation beschreiben</li> <li>– qualitative Zusammenhänge zwischen Leuchtkraft, scheinbarer Helligkeit und Entfernung sowie zwischen Radius, Masse und mittlerer Dichte beschreiben</li> <li>– Entstehung und Entwicklung von Sternen vereinfacht beschreiben</li> </ul>
Erkenntnisgewinnungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Objekte, Prozesse und Entwicklungen mithilfe von gegenständlichen bzw. digitalen Tabellen und Simulationen veranschaulichen</li> <li>– aus der Masse den Entwicklungsweg eines Sterns ableiten</li> <li>– den Blick in den Weltraum als Blick in die Vergangenheit interpretieren</li> </ul>
Kommunikationskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– mit dem Hertzsprung-Russell-Diagramm den Lebensweg von Sternen darstellen</li> </ul>
Bewertungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Bedeutung der Entwicklung der Sonne für das Leben auf der Erde erläutern und diskutieren</li> <li>– aus den Zusammenhängen zwischen der Sonnenaktivität und der Entwicklung des Erdklimas sowie weiteren Ereignissen Schlussfolgerungen ziehen und diese in Diskussionen zur Klimaproblematik einbringen</li> <li>– die Bedeutung der Dunklen Materie und der Dunklen Energie für die Entwicklungsprozesse im All diskutieren</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); Einheiten Lichtjahr und Parsec</li> <li>– Zustandsgrößen eines Sterns</li> <li>– Entstehung und Entwicklung von Sternen, Hertzsprung-Russell-Diagramm</li> </ul>	
<b>Beobachtungen oder Erkundungen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beobachtung ausgewählter Systeme; Optionen je nach Beobachtungsbedingungen:                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Doppelsterne – Alkor und Mizar, Albireo</li> <li>• Orionnebel, Andromedagalaxie, Ringnebel</li> <li>• offene Sternhaufen – Plejaden</li> </ul> </li> </ul>	
<b>Bezüge zu den fächerübergreifenden Themen (gemäß Grundsatzband Kap. 4)</b>	
Weniger Ungleichheit	Deutsch, Englisch, Geographie, Geschichte, Griechisch, Katholischer Religionsunterricht, Kunst, Sozialkunde

**Möglichkeiten zur Abstimmung im Schuljahrgang 9**

- Psychologie: Psychische Phänomene – Wahrnehmung erklären
- evangelische Religion: Sich im Kontext religiöser und weltanschaulicher Pluralität mit der Frage nach Gott auseinandersetzen
- katholische Religion: Die Frage nach Gott: Fragen und Zweifel; Die biblische Botschaft als Grundlage des Glaubens: Erzählungen der Bibel als gedeutete Glaubenserfahrung

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

#### Schuljahrgang 9

<b>Kompetenzschwerpunkt: Bewegung der Himmelskörper für Zeiteinteilung und astronomische Kalender nutzen</b>	
Sachkompetenz	<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 mithilfe von Simulationen vergleichen</li> <li>– Uhrzeiten in anderen Zeitzonen und Ländern unter Berücksichtigung getroffener internationaler Regelungen mit analogen und digitalen Mitteln bestimmen</li> </ul>
Erkenntnisgewinnungskompetenz	<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>
Kommunikationskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– mit einfachen Mitteln eine Sonnenuhr anfertigen, deren Funktionstüchtigkeit präsentieren, die Funktionsweise beschreiben und die Grenzen der Nutzbarkeit aufzeigen</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>
Bewertungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Entstehung und Verwendung verschiedener Kalender vor dem kulturellen und historischen Hintergrund bewerten</li> <li>– die 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>– ausgewählte Kalender (z. B. julianischer, gregorianischer, islamischer Kalender)</li> <li>– koordinierte Weltzeit, Zeitzonen der Erde, Datumsgrenze</li> </ul>	
<b>Bezüge zu den fächerübergreifenden Themen (gemäß Grundsatzband Kap. 4)</b>	
Globale Partnerschaften und Europa	Englisch, Französisch, Spanisch, Russisch, Latein, Sozialkunde, Katholischer Religionsunterricht, Geographie, Informatik
<b>Möglichkeiten zur Abstimmung im Schuljahrgang 9</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Biologie: Wechselwirkungen zwischen Mensch und Umwelt darstellen</li> <li>– Griechisch: Kulturkompetenz</li> <li>– Mathematik: Trigonometrie</li> </ul>	

<b>Kompetenzschwerpunkt: Forschungsergebnisse zu Planeten, Monden und Kleinkörpern sichten und auswerten</b>	
Sachkompetenz	<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 Naturscheinungen 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>
Erkenntnisgewinnungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Eigenschaften von Planeten, Monden und Kleinkörpern jeweils untereinander aber auch miteinander mithilfe unterschiedlicher Medien vergleichen sowie gegebene Strukturen ableiten</li> <li>– die Erde als einzig möglichen Lebensraum für irdisches Leben ableiten</li> <li>– eine Fernrohr-Beobachtung zu einem ausgewählten Objekt planen, durchführen – dabei auf Sicherheitsbestimmungen achten – 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>
Kommunikationskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– eine Materialsammlung zu einem ausgewählten Objekt erstellen, in einem geeigneten digitalen Produkt darstellen und adressatengerecht präsentieren</li> <li>– Objekte, deren Eigenschaften und vorhandene Strukturen adressatengerecht veranschaulichen</li> </ul>
Bewertungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ausgewählte historische Leistungen bei der Erforschung des Sonnensystems beschreiben und bewerten</li> <li>– Eigenschaften von Objekten und Strukturen im Sonnensystem deuten</li> <li>– Vorhersagen für die Entwicklung ausgewählter Objekte im Sonnensystem bewerten</li> <li>– Kleinkörperforschung im Zusammenhang mit der Verletzlichkeit der Erde bzw. Rohstoffgewinnung bewerten</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Planeten-, Monde- und Kleinkörperforschung 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>	
Sachkompetenz	<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>
Erkenntnisgewinnungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– aktuell beobachtbare Ereignisse und Erscheinungen durch z. B. eine Beobachtung mit bloßem Auge, Fernrohrbeobachtung, Exkursion in Sternwarte, Internetrecherche, die Nutzung von Videoaufzeichnungen analysieren oder mittels diverser Informationsportale verfolgen und in geeigneter Weise dokumentieren</li> <li>– die für Beobachtungen und Erkundungen notwendigen Zeiten und sonstigen Ressourcen planen</li> <li>– verschiedene Quellen zur Informationsgewinnung nutzen</li> </ul>
Kommunikationskompetenz	<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 adressatengerecht präsentieren</li> </ul>
Bewertungskompetenz	<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>	
Sachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Raumfahrtmissionen zur Erforschung kosmischer Objekte sowie der Fernerkundung der Erde und deren Rolle bei der astronomischen Forschung überblicksartig beschreiben</li> <li>– ausgewählte Raumfahrtmissionen nach Kriterien klassifizieren</li> </ul>
Erkenntnisgewinnungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– eine online-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, durchführen und dokumentieren</li> <li>– mithilfe digitaler Werkzeuge Informationen und Materialien zusammentragen, ordnen und aufbereiten</li> <li>– kooperative und kollaborative Formen der Zusammenarbeit praktizieren</li> <li>– geeignete Formen digitaler Ergebnispräsentation erproben</li> </ul>
Kommunikationskompetenz	<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 darstellen sowie im oder auch außerhalb des Unterrichts präsentieren</li> </ul>
Bewertungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ergebnisse von Raumfahrtmissionen im Hinblick auf eine nachhaltige Lebensweise bewerten</li> <li>– die Effektivität globaler Partnerschaften diskutieren</li> <li>– die Wirtschaftlichkeit von Raumfahrtmissionen beurteilen</li> <li>– die Internetrecherche als eine Form der Informationsbeschaffung reflektieren</li> <li>– Vor- und 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>	
<b>Bezüge zu den fächerübergreifenden Themen (gemäß Grundsatzband Kap. 4)</b>	
Globale Partnerschaften und Europa	Englisch, Französisch, Spanisch, Russisch, Latein, Sozialkunde, Katholischer Religionsunterricht, Geographie, Informatik
Klimawandel und Klimaschutz	Deutsch, Latein, Biologie, Chemie, Physik, Sozialkunde, Evangelischer, Religionsunterricht, Katholischer Religionsunterricht, Geographie, Informatik, Sport

## Schuljahrgang 10

<b>Kompetenzschwerpunkt: Klassische Arbeitstechniken und -methoden der astronomischen Forschung kennenlernen und exemplarisch umsetzen</b>	
Sachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– elektromagnetisches Spektrum überblicksartig beschreiben und die Bereiche nach ihrem Informationsgehalt klassifizieren</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>
Erkenntnisgewinnungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– erdgebundene und satellitengestützte Beobachtungssysteme vergleichen</li> <li>– geographische Breite aus Kulminationshöhe bestimmen</li> <li>– Horizontsystem und Äquatorsystem mit dem Gradnetz der Erde vergleichen</li> <li>– eine langfristige Beobachtung des Sternhimmels digital oder analog dokumentieren, beobachtete Veränderungen beschreiben und auf die wahren Bewegungen schließen</li> </ul>
Kommunikationskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– aus Medien gewonnene Informationen zum aktuellen Sternhimmel sowie Arbeitstechniken und -methoden der Astronomie aufbereiten und sach- und adressatengerecht präsentieren</li> <li>– astronomische Aufnahmen auswerten</li> </ul>
Bewertungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– beim Besuch einer Sternwarte Möglichkeiten und Grenzen der Himmelsbeobachtung diskutieren</li> <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>– Äquatorsystem und Horizontsystem</li> <li>– Beobachtungsinstrumente (z. B. Winkelmessgeräte, Gnomon, Fernrohre)</li> </ul>	
<b>Beobachtungen oder Erkundungen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Durchführung einer langfristigen Himmelsbeobachtung</li> </ul>	
<b>Bezüge zu den fächerübergreifenden Themen (gemäß Grundsatzband Kap. 4)</b>	
Globale Partnerschaften und Europa	Englisch, Französisch, Spanisch, Russisch, Latein, Griechisch, Geschichte, Sozialkunde, Evangelischer Religionsunterricht, Kunst
<b>Möglichkeiten zur Abstimmung im Schuljahrgang 10</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Biologie: Wechselwirkungen zwischen Mensch und Umwelt darstellen</li> <li>– Mathematik: Trigonometrie</li> <li>– Physik: Geometrische Optik; Klimaphysik</li> </ul>	

<b>Kompetenzschwerpunkt: Prozesse auf der Sonne und deren Auswirkungen beschreiben</b>	
Sachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Energiefreisetzung durch Kernfusion (Proton-Proton-Prozess) beschreiben sowie Transportmechanismen im Sonneninnern erklären</li> <li>– Solarkonstante experimentell bestimmen</li> <li>– den Zusammenhang zwischen Oberflächentemperatur und Strahlungsleistung 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>
Erkenntnisgewinnungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Lebensweg der Sonne mit denen anderer Sterne vergleichen</li> <li>– Sonnenspektrum analysieren</li> <li>– Beobachtung und Kartierung von Sonnenflecken digital durchführen</li> <li>– Sonnenzyklen aus Datensammlungen ableiten</li> </ul>
Kommunikationskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erscheinungsformen von Sonnenaktivitäten in ihren Zusammenhängen darstellen</li> <li>– die Nutzung der Solarenergie als klimaneutrale Lösung diskutieren</li> <li>– mithilfe digitaler Medien die Prozesse auf der Sonne und deren Auswirkungen sach- und adressatengerecht präsentieren</li> </ul>
Bewertungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Leistungen von S. H. Schwabe beurteilen</li> <li>– Schutzfunktion des Erdmagnetfeldes für das Leben und die digitale Infrastruktur auf der Erde bewerten</li> <li>– notwendige Schutzmaßnahmen bei Sonnenbeobachtungen ableiten und anwenden</li> <li>– Auswirkungen der Sonnenaktivität auf historische und die aktuellen Klimaveränderungen der Erde diskutieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kernfusion (Proton-Proton-Prozess)</li> <li>– Solarkonstante</li> <li>– Absorptionsspektrum, Fraunhofer Linien, Spektralanalyse</li> <li>– Erscheinungsformen der Sonnenaktivität</li> <li>– Polarlichter</li> </ul>	
<b>Beobachtungen oder Erkundungen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bestimmung der Solarkonstante</li> <li>– Sonnenflecken</li> </ul>	
<b>Bezüge zu den fächerübergreifenden Themen (gemäß Grundsatzband Kap. 4)</b>	
Energie	Englisch, Physik, Geschichte, Geographie
<b>Möglichkeiten zur Abstimmung im Schuljahrgang 10</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Physik: Radioaktivität und Kernenergie; Klimaphysik</li> </ul>	

<b>Kompetenzschwerpunkt: Größere Strukturen im All im Überblick kennenlernen</b>	
Sachkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Strukturhierarchie des Weltalls überblicksartig darstellen</li> <li>– Größen und Abstände von Galaxien vergleichen</li> <li>– Galaxis in Galaxienhaufen (Lokale Gruppe und Virgo-Galaxienhaufen) einordnen</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>
Erkenntnisgewinnungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Animationen 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>– erste Vorstellungen zur Verteilung und Materiedichte im Universum entwickeln</li> </ul>
Kommunikationskompetenz	<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 Animationen veranschaulichen</li> <li>– aktuelle Forschungsergebnisse recherchieren und präsentieren</li> <li>– Ergebnisse in der Radioastronomie diskutieren</li> <li>– mithilfe digitaler Medien die größeren Strukturen im All im Überblick sach- und adressatengerecht präsentieren</li> </ul>
Bewertungskompetenz	<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, Filamente und Leerräume (Voids)</li> <li>– Urknallmodell und Expansion des Universums</li> </ul>	
<b>Möglichkeiten zur Abstimmung im Schuljahrgang 10</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Physik: Gravitation</li> </ul>	

<b>Kompetenzschwerpunkt: Physikalisch-technische und historische Aspekte der Raumfahrt verstehen</b>	
Sachkompetenz	<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>– die 1. kosmische Geschwindigkeit berechnen und die 2. kosmische Geschwindigkeit interpretieren</li> <li>– Geschwindigkeiten von Satelliten berechnen</li> <li>– Antriebs- und Steuerprinzip einer Rakete exemplarisch erklären</li> <li>– Ziolkowski-Gleichung interpretieren</li> </ul>
Erkenntnisgewinnungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wesentliche Etappen der Raumfahrt sowie künftige Vorhaben recherchieren und analysieren</li> <li>– Möglichkeiten von Satelliten und Raumsonden zur Erkundung der Erde und weiterer Himmelskörper diskutieren</li> <li>– kosmische Geschwindigkeiten und ihre Bedeutung für die Bahnformen von Flugkörpern miteinander vergleichen</li> </ul>
Kommunikationskompetenz	<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> <li>– mithilfe digitaler Medien die physikalisch-technischen und historischen Aspekte der Raumfahrt sach- und adressatengerecht präsentieren</li> </ul>
Bewertungskompetenz	<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>	
<b>Bezüge zu den fächerübergreifenden Themen (gemäß Grundsatzband Kap. 4)</b>	
Globale Partnerschaften und Europa	Englisch, Französisch, Spanisch, Russisch, Latein, Griechisch, Geschichte, Sozialkunde, Evangelischer Religionsunterricht, Kunst
<b>Möglichkeiten zur Abstimmung im Schuljahrgang 10</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Geschichte: Systeme im geteilten Deutschland vergleichen</li> <li>– Physik: Gravitation</li> </ul>	

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

#### Schuljahrgang 11

<b>Kompetenzschwerpunkt: Gesetzmäßigkeiten der Himmelsmechanik erkennen und anwenden</b>	
Sachkompetenz	<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 Kepler’schen Gesetze u. a. Massen und mittlere Dichten berechnen</li> <li>– die Wirkungen der Präzession der Erdachse erläutern</li> </ul>
Erkenntnisgewinnungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Daten als Berechnungsgrundlagen aus geeigneten Internetquellen (Datenbanken, Simulationssoftware) entnehmen</li> <li>– Bahnparameter von Raumflugkörpern am Beispiel ausgewählter Raumfahrtmissionen berechnen und erläutern</li> <li>– Ellipsenbahnen von Planeten und Kometen berechnen und untereinander vergleichen</li> </ul>
Kommunikationskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ausgewählte astronomische Phänomene (z. B. den Zerfall eines Kometen) darstellen und diskutieren</li> </ul>
Bewertungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bedeutung des Gravitationsgesetzes für die astronomische Forschung bewerten</li> <li>– Gefahren durch Kleinkörper und Abwehrmöglichkeiten 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>– Kepler’sche Gesetze (quantitativ)</li> <li>– siderische und synodische Umlaufzeit von Himmelskörpern</li> <li>– Bahnparameter von Raumflugkörpern</li> </ul>	
<b>Möglichkeiten zur Abstimmung im Schuljahrgang 11</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mathematik: Analysis; Analytische Geometrie</li> <li>– Physik: Grundlagenkurs Mechanik; Mechanische Schwingungen und Wellen</li> </ul>	

<b>Kompetenzschwerpunkt: Zustandsgrößen der Sterne berechnen und vergleichen</b>	
Sachkompetenz	<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>
Erkenntnisgewinnungskompetenz	<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 ableiten und erklären</li> </ul>
Kommunikationskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Entfernungen im Sonnensystem, in der Milchstraße und im Universum vergleichen und durch modellhafte Darstellungen veranschaulichen</li> <li>– Hertzsprung-Russell-Diagramm als Zustandsdiagramm interpretieren</li> </ul>
Bewertungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grenzen von Methoden der Entfernungsbestimmung bewerten und Anforderungen an Messmethoden ableiten</li> <li>– besondere Bedeutung der Masse für das Gesamtverständnis des Universums erläutern</li> <li>– die gewissenhafte Arbeit in der astronomischen Forschung beim praktischen Ermitteln ausgewählter Größen (z. B. Parallaxe) diskutieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– scheinbare und absolute Helligkeit (Entfernungsmodul); Parallaxe</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>	
<b>Möglichkeiten zur Abstimmung im Schuljahrgang 11</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Physik: Welleneigenschaften des Lichtes</li> </ul>	

## Schuljahrgang 12

<b>Kompetenzschwerpunkt: Entstehung und Entwicklung der Sterne beschreiben und erklären</b>	
Sachkompetenz	<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 und deren Endstadien erläutern</li> <li>– Zusammenhang zwischen der Elemententstehung im Universum sowie der Entstehung von Planeten und Leben beschreiben</li> </ul>
Erkenntnisgewinnungskompetenz	<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> </ul>
Kommunikationskompetenz	<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> <li>– Informationen zu aktuellen Entdeckungen mithilfe digitaler Medien dokumentieren, präsentieren</li> </ul>
Bewertungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zukünftige Entwicklungen im Sonnensystem diskutieren und mögliche Auswirkungen auf das irdische Leben ableiten und erläutern</li> <li>– die Bedeutung von aktuellen Forschungsergebnissen 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; Novae und Supernovae; 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>	
Sachkompetenz	<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> <li>– die Bewegung von Galaxien untereinander und ihre Folgen beschreiben</li> </ul>
Erkenntnisgewinnungskompetenz	<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>
Kommunikationskompetenz	<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 mit digitalen Werkzeugen dokumentieren und präsentieren</li> </ul>
Bewertungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– das Sonnensystem mit anderen Planetensystemen vergleichen</li> <li>– Möglichkeiten und Wahrscheinlichkeiten der Kontaktaufnahme zu außerirdischen Lebensformen beurteilen</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; Interaktion von Sternsystemen (z. B. Kollisionen)</li> <li>– Entfernungsbestimmung von Galaxien</li> <li>– Entwicklungsphasen des Universums – kosmologische Betrachtungen</li> <li>– Hubble-Konstante und Weltalter</li> <li>– Exoplaneten</li> <li>– Bedingungen für die Entstehung von Leben im Weltall, habitable Zone</li> </ul>	
<b>Möglichkeiten zur Abstimmung im Schuljahrgang 12</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Biologie: Von der Entstehung des Lebens zur Biodiversität – Geschichte und Verwandtschaft von Organismen erläutern</li> </ul>	