



BILDUNGSPLAN DES GYMNASIUMS

 Bildungsplan 2016

Astronomie

Wahlfach in der Oberstufe

GUTE BILDUNG
Beste Aussichten
Baden-Württemberg



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT

KULTUS UND UNTERRICHT

AMTSBLATT DES MINISTERIUMS FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT BADEN-WÜRTTEMBERG

Stuttgart, den 01. Mai 2020

BILDUNGSPLAN DES GYMNASIUMS; HIER WAHLFÄCHER IN DER OBERSTUFE

Vom 01. Mai 2020

Az. 31-6510.25/87

Der Bildungsplan für die Fächer des Wahlbereichs der Sekundarstufe II
Literatur, Psychologie, Philosophie, Geologie, Darstellende Geometrie,
Digitale mathematische Werkzeuge (DmW) und Astronomie tritt am 1. August 2021
für das allgemein bildende Gymnasium in Kraft.

K.u.U., LPH 3/2016

Der vorliegende Fachplan *Astronomie – Wahlfach der Oberstufe* ist als Nr. 46 Bestandteil des Bildungsplans des Gymnasiums, der als Bildungsplanheft 3/2016 in der Reihe G erscheint.
In gedruckter Form ist der Plan Teil des Sammelbandes *Wahlfächer in der Oberstufe* (Heft 1). Der Sammelband kann einzeln bei der Necker-Verlag GmbH bezogen werden.

Inhaltsverzeichnis

1. Leitgedanken zum Kompetenzerwerb	3
1.1 Bildungswert des Faches	3
1.2 Kompetenzen	4
1.3 Didaktische Hinweise	5
2. Prozessbezogene Kompetenzen	6
2.1 Erkenntnisgewinnung	6
2.2 Kommunikation	7
2.3 Bewertung	8
3. Standards für inhaltsbezogene Kompetenzen.....	9
3.1 Klassen 11/12	9
3.1.1 Denk- und Arbeitsweisen der Astronomie	9
3.1.2 Unser Sonnensystem	10
3.1.3 Sterne und ihre Planeten	11
3.1.4 Struktur des Universums	13
4. Operatoren	14
5. Anhang	16
5.1 Verweise	16
5.2 Abkürzungen	17
5.3 Geschlechtergerechte Sprache	20
5.4 Besondere Schriftauszeichnungen	20

1. Leitgedanken zum Kompetenzerwerb

1.1 Bildungswert des Faches

So alt wie die Menschheit selbst ist ihr Bestreben, den Sternenhimmel zu erkunden und zu verstehen. Ursprünglich interpretierte der Mensch himmlische Phänomene als Folge göttlichen Wirkens. Mit der Erkenntnis, dass astronomische Ereignisse zur Erarbeitung von Kalendern verwendet werden können, begann ein jahrtausendlangender Prozess, an dessen Ende das Universum auf Basis einer empirischen Naturwissenschaft verstanden wird. In diesem Sinne gilt die Astronomie als eine der ältesten Wissenschaften, deren große Erkenntnisfortschritte zu den Sternstunden der Menschheit gehören. Beispielsweise haben die kopernikanische Wende, die Entwicklung des Fernrohrs, die Anwendung der Spektroskopie auf Himmelskörper und die Entdeckung der Gravitationswellen unser Verständnis des Universums grundlegend verändert.

Methodisch ist die Astronomie eine Beobachtungswissenschaft, die zur Erklärung der beobachteten Phänomene die Gesetze und Erkenntnisse der Physik und Chemie sowie in zunehmendem Maße auch der Biologie anwendet. Diese Methodik spiegelt sich in den Denk- und Arbeitsweisen der Astronomie wider, die gemeinsam mit den astronomischen Inhalten unverzichtbarer Bestandteil eines naturwissenschaftlichen Unterrichts sind. Neben dieser fruchtbaren Verbundenheit mit den anderen Naturwissenschaften bewirkt die Astronomie seit Jahrhunderten technische Innovationen, beispielsweise in den Bereichen Optik, Sensorik, Satellitentechnik sowie der Lasertechnik in Gravitationswellen-Detektoren.

Als Kulturgut bietet die Astronomie seit jeher Verbindungen zu Kunst, Geschichte und Philosophie. Astronomische Bildung ermöglicht dem Individuum eine aktive Teilhabe an einer faktenbasierten gesellschaftlichen Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklung und naturwissenschaftliche Forschung und ist deshalb ein wesentlicher Bestandteil der Allgemeinbildung in einer naturwissenschaftlich-technisch geprägten Welt.

Beitrag des Faches zu den Leitperspektiven

In welcher Weise das Fach Astronomie einen Beitrag zu den Leitperspektiven leistet, wird im Folgenden dargestellt:

- **Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)**

Die Leitperspektive Bildung für nachhaltige Entwicklung findet in der Astronomie besondere Berücksichtigung: Insbesondere wird den Schülerinnen und Schülern mit der Stellung der Erde im Weltall die Einzigartigkeit und Verletzbarkeit unseres Lebensraums bewusster. Darüber hinaus vertieft das Wissen über die Entwicklung der Atmosphären beobachteter Planeten das Verständnis globaler Umweltfragen.

- **Berufliche Orientierung (BO)**

Der Astronomieunterricht knüpft an die bestehenden Interessen von Schülerinnen und Schülern an und baut diese unter anderem durch Alltags- und Technikbezüge weiter aus. Das Erleben von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen führt bei den Schülerinnen und Schülern zu Einblicken in Berufe in den Bereichen Naturwissenschaft und Technik.

- **Bildung für Toleranz und Akzeptanz von Vielfalt (BTV)**

Anhand des Wandels von Weltbildern kann im Fach Astronomie der Umgang mit Andersdenkenden thematisiert werden. Astronomie motiviert und interessiert Mädchen und Jungen gleichermaßen. Die Aufgabenstellungen sowie geeignete biographische Aspekte des Faches unterstützen daher Interessen und berufliche Perspektiven, auch wenn diese bestimmten Geschlechterstereotypen zu widersprechen scheinen.

- **Prävention und Gesundheitsförderung (PG)**

Durch die speziellen Arbeitsweisen und Methoden wird im Fach Astronomie ein Beitrag zur Entwicklung der Persönlichkeit im Sinne der Leitperspektive Prävention und Gesundheitsförderung geleistet. Die Schülerinnen und Schüler erwerben durch eigene Erfahrungen Lebenskompetenzen vor allem in den Lern- und Handlungsfeldern „Selbstregulation: Gedanken, Emotionen und Handlungen selbst regulieren“ und „ressourcenorientiert denken und Probleme lösen.“ Insbesondere können sie sich im Unterricht in ihrem Handeln als selbstwirksam erleben.

- **Medienbildung (MB)**

Die astronomische Beobachtung, die zugehörige Datenerfassung und -auswertung mithilfe des Computers sind wichtige Beiträge des Astronomieunterrichts zur Medienbildung. Es gehört zu den Aufgaben der Medienbildung im Astronomieunterricht, die Schülerinnen und Schüler zu befähigen, sich Informationen zu beschaffen, deren Quellen zu prüfen und deren Darstellungen kritisch zu interpretieren. Sowohl bei der Erarbeitung von fachlichen Inhalten als auch bei der Präsentation von Arbeitsergebnissen greifen die Schülerinnen und Schüler im Astronomieunterricht auf verschiedene Medien zurück und setzen diese angemessen und verantwortungsbewusst ein.

- **Verbraucherbildung (VB)**

Der Astronomieunterricht sensibilisiert für naturwissenschaftliche Zusammenhänge, sodass die Schülerinnen und Schüler pseudowissenschaftliche Argumentationen sowie astrologischen Irrglauben durchschauen und sich kritisch mit entsprechenden Aussagen in Werbung, Horoskopen etc. auseinandersetzen.

1.2 Kompetenzen

Der Bildungsplan für den Astronomieunterricht zielt vor allem auf das Verständnis und die Anwendung grundlegender naturwissenschaftlicher Begriffe, Gesetze, Konzepte und Modelle. Astronomische Bildung zeigt sich in der Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, Fragestellungen zu erkennen, aus empirischen Fakten Schlussfolgerungen zu ziehen und Bewertungen aufgrund einer naturwissenschaftlich-rationalen Abwägung vorzunehmen. Dazu sind sowohl inhaltsbezogene als auch prozessbezogene Kompetenzen nötig. Während die inhaltsbezogenen Kompetenzen das Fachwissen in Umfang und Tiefe festlegen, spiegeln die prozessbezogenen Kompetenzen vor allem die Fachmethoden wider, die zum Lösen astronomischer Problemstellungen notwendig sind.

Die im Bildungsplan aufgeführten Kompetenzen sind abschlussbezogene Zielvorgaben. Die Reihenfolge der fachsystematischen Kapitel und der Teilkompetenzen innerhalb dieser Kapitel spiegelt daher keinen expliziten Unterrichtsgang wider. Stattdessen liegen die unterrichtliche Umsetzung sowie die Auswahl der dabei verwendeten fachdidaktischen Konzepte in der Verantwortung der Lehrkraft. Insbesondere können auch Teilkompetenzen unterschiedlicher Kapitel in einer Unterrichtseinheit kombiniert werden.

Prozessbezogene Kompetenzen in Astronomie

Der Bildungsplan Astronomie unterscheidet in Anlehnung an die Standards der Kultusministerkonferenz (KMK) für den mittleren Schulabschluss in den Naturwissenschaften bei den prozessbezogenen Kompetenzen die Bereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung. Im Bereich der Erkenntnisgewinnung stehen das zielgerichtete Beobachten, das Modellieren und Mathematisieren sowie der Erwerb und die Anwendung von Wissen im Vordergrund. Der Bereich Kommunikation umfasst das Verbalisieren, Dokumentieren und Präsentieren von Ergebnissen und Erkenntnissen. Dazu gehören auch die Fachsprache und die Verwendung unterschiedlicher Darstellungsformen. Schwerpunkte im Bereich der Bewertung sind die Reflexion astronomischer Arbeitsweisen sowie der kritische Umgang mit Informationen und Quellen.

Inhaltsbezogene Kompetenzen in Astronomie

Die Standards für inhaltsbezogene Kompetenzen orientieren sich weitgehend an der Fachsystematik. Quer zur Fachsystematik liegt der Bereich Denk- und Arbeitsweisen der Astronomie. Danach sollen die Schülerinnen und Schüler astronomische Denk- und Arbeitsweisen nicht nur anwenden (siehe prozessbezogene Kompetenzen), sondern diese auch erläutern und reflektieren können.

Vernetzung von inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzen

Prozessbezogene Kompetenzen werden anhand von Inhalten vermittelt. Im Bildungsplan sind die inhaltsbezogenen Kompetenzen daher anhand von Verweisen mit den prozessbezogenen Kompetenzen, den Leitperspektiven sowie mit anderen inhaltsbezogenen Kompetenzen und Fächern vernetzt. Die im Bildungsplan aufgeführten Verweise sind exemplarisch gewählt und zeigen naheliegende Stellen auf, an denen diese Vernetzung im Unterricht umgesetzt werden könnte.

1.3 Didaktische Hinweise

Am Anfang des Astronomieunterrichts erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass zahlreiche Phänomene des Alltags astronomischen Ursprungs sind. Sie gewinnen im Laufe des Astronomieunterrichts einen Überblick über Planeten, Sterne, Galaxien und den Aufbau des Universums sowie deren zeitliche Veränderung. Sie erwerben die Fähigkeit, astronomische Phänomene und Prozesse mit physikalischen Gesetzen zu erklären und gelangen so zu einem naturwissenschaftlich begründeten Verständnis des Universums. Mit der Erkenntnis der Stellung der Erde und des Sonnensystems im Weltall wird ihnen die Einzigartigkeit und Verletzbarkeit unseres Lebensraums bewusster.

Der Astronomieunterricht soll die Schülerinnen und Schüler für astronomische Fragestellungen begeistern und sie gegebenenfalls auf ein Studium in diesem Bereich vorbereiten. Ein motivierender Astronomieunterricht berücksichtigt dabei die Interessen von Jungen und Mädchen in gleicher Weise.

Der Einsatz von Computern oder vergleichbaren Geräten sowie dem Internet ist im Astronomieunterricht eine Selbstverständlichkeit – beim Wissenserwerb, beim Dokumentieren und Präsentieren sowie beim Einsatz von Simulationssoftware als Ergänzung zu realen Beobachtungen.

2. Prozessbezogene Kompetenzen

2.1 Erkenntnisgewinnung

Die Schülerinnen und Schüler beobachten und beschreiben Phänomene und leiten daraus Fragen ab, die sie mit Mitteln der Astronomie untersuchen können. Sie wenden naturwissenschaftliche Arbeitsweisen an, das heißt, sie planen an geeigneten Stellen Folgebeobachtungen oder Experimente zur Überprüfung von Hypothesen, führen diese durch, werten sie aus und dokumentieren ihre Ergebnisse. Sie verwenden Modelle zur Erklärung astronomischer Phänomene und setzen an geeigneten Stellen mathematische Methoden ein.

Die Schülerinnen und Schüler können
zielgerichtet beobachten und auswerten
<ol style="list-style-type: none"> 1. Phänomene zielgerichtet beobachten und ihre Beobachtungen beschreiben 2. Hypothesen zu astronomischen Fragestellungen aufstellen und anhand von Beobachtungsdaten überprüfen 3. Beobachtungen und Experimente planen, durchführen und auswerten
modellieren und mathematisieren
<ol style="list-style-type: none"> 4. mathematische Zusammenhänge zwischen physikalischen beziehungsweise astronomischen Größen herstellen 5. mathematische Umformungen zur Berechnung astronomischer Größen durchführen 6. zwischen realen Objekten und Prozessen einerseits und konstruierten, idealisierten Modellvorstellungen andererseits unterscheiden 7. mithilfe von Modellen Beobachtungen erklären und Hypothesen formulieren
Wissen erwerben und anwenden
<ol style="list-style-type: none"> 8. Sachtexte mit astronomischem Bezug sinnentnehmend lesen 9. ihr astronomisches Wissen anwenden, um Problem- und Aufgabenstellungen zielgerichtet zu lösen 10. an außerschulischen Lernorten Erkenntnisse gewinnen beziehungsweise ihr Wissen anwenden (zum Beispiel Planetarium, Sternwarte, Planetenweg, Keplermuseum, Haus der Astronomie)

2.2 Kommunikation

Die Schülerinnen und Schüler tauschen sich über astronomische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus. Dabei beschreiben sie astronomische Sachverhalte auch mithilfe mathematischer Darstellungsformen. Sie wählen Informationen aus geeigneten Quellen zur Bearbeitung von Problemen aus. Sie diskutieren Sachverhalte unter astronomischen Gesichtspunkten, dokumentieren ihre Ergebnisse und präsentieren diese adressatengerecht.

Die Schülerinnen und Schüler können	
Erkenntnisse verbalisieren	
1.	funktionale Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen verbal beschreiben (zum Beispiel „je-desto“-Aussagen)
2.	sich über astronomische Erkenntnisse unter Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen austauschen (unter anderem Unterscheidung von Größe und Einheit, Nutzung von Präfixen und Normdarstellung)
3.	astronomische Vorgänge beschreiben (zum Beispiel zeitliche Abläufe, kausale Zusammenhänge)
Erkenntnisse dokumentieren und präsentieren	
4.	astronomische Beobachtungen, Ergebnisse und Erkenntnisse – auch mithilfe digitaler Medien – dokumentieren (zum Beispiel Skizzen, Beschreibungen, Tabellen, Diagramme und Formeln)
5.	Sachinformationen und Beobachtungsdaten aus einer Darstellungsform entnehmen und in andere Darstellungsformen überführen (zum Beispiel Tabelle, Diagramm, Text, Formel)
6.	in unterschiedlichen Quellen recherchieren, sachgerecht auswählen, Erkenntnisse sinnvoll strukturieren, sachbezogen und adressatengerecht aufbereiten sowie unter Nutzung geeigneter Medien präsentieren

2.3 Bewertung

Die Schülerinnen und Schüler bewerten Informationen und prüfen sie auf ihre Relevanz. Sie benennen Auswirkungen astronomischer Erkenntnisse in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen. Sie nutzen astronomisches beziehungsweise astrophysikalisches Wissen zum Vergleichen und Bewerten von nicht naturwissenschaftlichen Welterklärungen.

Die Schülerinnen und Schüler können	
astronomische Arbeitsweisen reflektieren	
1.	Ergebnisse von Beobachtungen bewerten (Messfehler, Genauigkeit)
2.	Hypothesen anhand von Beobachtungen beurteilen
Informationen bewerten	
3.	Informationen aus verschiedenen Quellen auf Relevanz prüfen
4.	Medienberichte zu astronomischen Themen anhand ihrer Erkenntnisse kritisch betrachten (zum Beispiel Filme, Zeitungsartikel, pseudowissenschaftliche Aussagen)
Chancen und Risiken diskutieren	
5.	Chancen und Risiken anhand von Sachkriterien bewerten (zum Beispiel bei Raumfahrtmissionen)
6.	historische Auswirkungen astronomischer Erkenntnisse beschreiben

3. Standards für inhaltsbezogene Kompetenzen

3.1 Klassen 11/12

3.1.1 Denk- und Arbeitsweisen der Astronomie

Die Schülerinnen und Schüler erlernen die Denk- und Arbeitsweisen der Astronomie. Insbesondere unterscheiden sie die Astronomie mit ihrer naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung von nicht empirischen Welterklärungsansätzen.

Die Schülerinnen und Schüler können	
<p>(1) die Astronomie als Beobachtungswissenschaft beschreiben, die zur Erklärung beobachteter Phänomene die Gesetze der Physik und Chemie anwendet</p>	
<p>F PH 3.3.1 Denk- und Arbeitsweisen der Physik L BO Fachspezifische und handlungsorientierte Zugänge zur Arbeits- und Berufswelt</p>	
<p>(2) beschreiben, dass astronomische Objekte anhand ihrer zur Erde ausgesandten elektromagnetischen Wellen, ihrer ausgesandten Gravitationswellen beziehungsweise ihrer ausgesandten Teilchen untersucht werden (unter anderem Bildgebung und Spektroskopie, Instrumente zur Beobachtung: Teleskope, Detektoren)</p>	
<p>(3) erklären, dass aufgrund der astronomischen Entfernungen und der damit verbundenen Signallaufzeiten Erkenntnisse über die Vergangenheit der beobachteten Himmelsobjekte zugänglich sind (zum Beispiel etwa 8 Minuten bei der Sonne, 4 Jahre beim nächsten Stern und bis zu Milliarden Jahren bei weit entfernten Galaxien)</p>	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 6, 7</p>	
<p>(4) die Funktion von Modellen in der Astronomie erläutern (unter anderem anhand der Modellvorstellungen des Kosmos und zu dessen zeitlicher Entwicklung, zum Beispiel geozentrisches versus heliozentrisches Weltbild, statisches versus dynamisches Universum, Urknall)</p>	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 6, 7 P 2.3 Bewertung 6 F PH 3.3.1 Denk- und Arbeitsweisen der Physik (3) F PH 3.6.1 Denk- und Arbeitsweisen der Physik (2)</p>	
<p>(5) astronomische Objekte mithilfe physikalischer Größen unter Verwendung geeigneter Einheiten beschreiben (zum Beispiel Astronomische Einheit, Lichtjahr, Parsec, Sonnenmasse, Sonnenleuchtkraft)</p>	

3.1.2 Unser Sonnensystem

Die Schülerinnen und Schüler gewinnen einen Überblick über den Aufbau des Sonnensystems und seiner Bestandteile. Sie beschreiben die Bewegung der Planeten und ihrer Monde mithilfe der Kepler’schen Gesetze. Sie erläutern die Bedeutung der Raumfahrt für die Erforschung der Erde und des Sonnensystems.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) Objekte am Himmel identifizieren und zur Orientierung verwenden (Standortabhängigkeit, Polarstern, Planeten, Sterne, markante Sternbilder und Anordnungen von Sternen, zum Beispiel Orion, Kassiopeia, Großer und Kleiner Wagen, Sommerdreieck)	
(2) die Auswirkungen von Rotation und Bahnbewegung der Erde auf das Alltagsleben und auf Himmelsbeobachtungen erklären (Tag und Nacht, Ekliptik, Neigung der Erdachse, Jahreszeiten, Mondphasen, Finsternisse, Kalendersysteme, Planetenbahnen, Unterschied von wahren und scheinbaren Bewegungen)	
P 2.1 Erkenntnisgewinnung 6 P 2.3 Bewertung 4 L VB Medien als Einflussfaktoren	
(3) mathematische und technische Hilfsmittel zur Orientierung und zur Identifizierung von Objekten am Himmel verwenden (zum Beispiel Koordinatensysteme, drehbare Sternkarten, Fernglas, Teleskop, Applikationen auf digitalen Endgeräten)	
(4) die Objekte des Sonnensystems benennen und dessen räumlichen Aufbau beschreiben (Astronomische Einheit, Sonne, Planeten, Zwergplaneten, Asteroiden, Monde, Kometen, Kuipergürtel, Oort’sche Wolke)	
P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10	
(5) astronomische Beobachtungen beziehungsweise Messungen an Objekten des Sonnensystems planen, durchführen sowie die Ergebnisse darstellen und erläutern (zum Beispiel Mondkrater, Sonnenflecken, scheinbare Durchmesser von Sonne und Mond, Solarkonstante, Sternstrichspuren, Bewegung von Objekten vor dem Fixsternhintergrund) sowie limitierende Faktoren für astronomische Beobachtungen benennen (zum Beispiel künstliche Aufhellung des Nachthimmels, Seeing)	
P 2.1 Erkenntnisgewinnung 1, 9 P 2.2 Kommunikation 4 P 2.3 Bewertung 1 L BNE Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen L PG Selbstregulation und Lernen	
(6) die Bewegung der Planeten und Monde mithilfe der Kepler’schen Gesetze beschreiben (Ellipsenbahn, Gärtnerkonstruktion, Sonne im Brennpunkt, Planeten-, Kometen- und Mondbahnen)	
(7) das dritte Kepler’sche Gesetz mithilfe des Gravitationsgesetzes für Kreisbahnen erklären und zur Bestimmung der Masse von Himmelskörpern anwenden ($\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$)	
P 2.1 Erkenntnisgewinnung 4, 5, 10	

Die Schülerinnen und Schüler können	
<p>(8) Eigenschaften von Planeten beschreiben (zum Beispiel Radien, Oberflächentemperaturen, Dichten, Unterschied zwischen Gesteinsplaneten und Gasplaneten, Ringsysteme, Monde, Magnetfelder, Atmosphären)</p>	
<p>P 2.2 Kommunikation 6 P 2.3 Bewertung 3</p>	
<p>(9) die Erde als schützenswerten, einzigartigen Lebensraum im weitgehend lebensfeindlichen Sonnensystem beschreiben</p>	
<p>L BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung</p>	
<p>(10) Struktur und Eigenschaften der Sonne beschreiben (unter anderem Masse, Dichte, Kernfusion, Magnetfeld, Sonnenflecken, Protuberanzen, Rotation, Alter der Sonne)</p>	
<p>P 2.2 Kommunikation 6 P 2.3 Bewertung 3</p>	
<p>(11) erläutern, dass mithilfe der Raumfahrt Erkenntnisse über Aufbau und Eigenschaften von Planeten, Monden, Kometen etc. gewonnen werden (zum Beispiel Erdbeobachtungssatelliten, Pioneer- und Voyager-Sonden, Mars- und Venusmissionen, Kometenmissionen)</p>	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 8, 10 P 2.2 Kommunikation 6 P 2.3 Bewertung 5 L BO Fachspezifische und handlungsorientierte Zugänge zur Arbeits- und Berufswelt</p>	

3.1.3 Sterne und ihre Planeten

Die Schülerinnen und Schüler gewinnen einen Überblick über die Vielfalt der Objekte vom Planeten bis zu Sternen in verschiedenen Stadien. Sie lernen Methoden der Abstandsbestimmung kennen und beschreiben die Zustandsgrößen von Sternen sowie deren Zusammenhänge. Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die Entwicklungswege von Sternen und die Entstehung von Planetensystemen. Sie erkennen, dass für die Existenz von Leben auf einem Planeten zahlreiche Bedingungen gleichzeitig erfüllt sein müssen. Sie erfahren, dass Sterne mit Planetensystemen nicht die Ausnahme, sondern die Regel sind.

Die Schülerinnen und Schüler können	
<p>(1) Unterschiede zwischen Planeten, Braunen Zwergen und Sternen sowie Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen der Sonne und anderen Sternen beschreiben (Doppelsterne, veränderliche Sterne, Zwergsterne, Riesen, Überriesen)</p>	
<p>(2) die Methode der trigonometrischen Parallaxe zur Entfernungsbestimmung von Sternen beschreiben</p>	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 4 P 2.3 Bewertung 1 F M 3.3.3 Leitidee Raum und Form (6)</p>	

Die Schülerinnen und Schüler können	
<p>(3) den Unterschied zwischen scheinbarer und absoluter Helligkeit in Abhängigkeit von der Entfernung beschreiben (unter anderem Standardkerzen)</p>	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 4</p>	
<p>(4) exemplarisch Zustandsgrößen von Sternen beschreiben (Masse, Radius, Dichte, Effektivtemperatur, Leuchtkraft)</p>	
<p>(5) die Spektren von Sternen beschreiben und Sterne anhand ihrer Spektren klassifizieren (Spektralklassen, Sternfarben, Zusammenhang zwischen Temperatur und Spektralklasse)</p>	
<p>P 2.2 Kommunikation 5</p>	
<p>(6) Zusammenhänge zwischen den Zustandsgrößen von Sternen beschreiben (Hertzsprung-Russell-Diagramm, zum Beispiel Leuchtkraft-Radius-Beziehung, Masse-Leuchtkraft-Beziehung, Masse-Radius-Beziehung, Verweilzeit auf der Hauptreihe)</p>	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 2 P 2.2 Kommunikation 1, 5</p>	
<p>(7) die Sternentwicklung und ihren Verlauf im Hertzsprung-Russell-Diagramm beschreiben (zum Beispiel Vor-Hauptreihenstadium, Hauptreihenstadium, Kernfusionsprozesse, Schalenbrennen, Rote Riesen, Jeans-Kriterium, Protosterne, T-Tauri-Sterne, Braune Zwerge)</p>	
<p>P 2.2 Kommunikation 2, 3</p>	
<p>(8) die Endstadien der Sterne beschreiben (planetarischer Nebel und Weißer Zwerg, Supernova und Neutronenstern, Schwarzes Loch, Schwarzschildradius, $R_S = \frac{2GM}{c^2}$)</p>	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 4, 5 P 2.2 Kommunikation 2, 3</p>	
<p>(9) die Entstehung von Planetensystemen beschreiben (protoplanetare Scheibe, Verklumpung, Planetesimale)</p>	
<p>P 2.2 Kommunikation 3</p>	
<p>(10) Methoden zum Nachweis von Exoplaneten erläutern (zum Beispiel Transitmethode, Radialgeschwindigkeitsmethode, astrometrische Methode, Mikrogravitationslinsenmethode, direkte Abbildung) sowie Methoden zur Untersuchung von Exoplaneten beschreiben (Spektralanalyse zur Untersuchung der Atmosphäre, Suche nach Spuren von Leben)</p>	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 6, 10 P 2.3 Bewertung 1, 4 L BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung</p>	
<p>(11) Bedingungen für die Entwicklung von Leben beschreiben (zum Beispiel stellare habitable Zone, Lebensdauer des Sterns, Sternaktivität, galaktische habitable Zone)</p>	
<p>P 2.3 Bewertung 4 L BNE Friedensstrategien L BTV Selbstfindung und Akzeptanz anderer Lebensformen</p>	

3.1.4 Struktur des Universums

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den hierarchischen Aufbau des Universums. Sie stellen anhand von geeigneten Beispielen dar, wie aus den Beobachtungsdaten Erkenntnisse über den Aufbau und die Entwicklung des Universums gewonnen werden können.

Die Schülerinnen und Schüler können	
	(1) die Objekte des Universums und ihre hierarchische Struktur im Universum im Überblick beschreiben (Sterne, interstellare Materie, Sternhaufen, Galaxien, Galaxienhaufen, Filamente und Voids)
	(2) offene Sternhaufen und Kugelsternhaufen vergleichen (zum Beispiel chemische Zusammensetzung, Sternanzahl, Sternfarben, Alter anhand des Hertzsprung-Russell-Diagramms)
	(3) Methoden zur Entfernungsbestimmung von Galaxien beschreiben (zum Beispiel Cepheiden, Supernovae Typ Ia)
	(4) Spiralgalaxien und elliptische Galaxien vergleichen (zum Beispiel Struktur, Sternentstehungsregionen, junge und alte Sterne, Vorkommen von Gas und Staub)
	(5) die Milchstraße als Spiralgalaxie und den Ort unseres Sonnensystems in der Milchstraße beschreiben
	<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10</p>
	(6) die Abweichung der gemessenen von der erwarteten Rotationskurve einer Galaxie als Wirkung von Dunkler Materie interpretieren
	<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 2, 4, 5 P 2.3 Bewertung 2</p>
	(7) die Entstehung und Entwicklung von Galaxien beschreiben (unter anderem Galaxienverschmelzung, Starburst-Galaxien)
	(8) die Zentren von Galaxien als Orte von supermassereichen Schwarzen Löchern beschreiben (Sternbahnen um Sagittarius A*, Akkretionsscheiben in aktiven Galaxienkernen)
	(9) den Zusammenhang zwischen Distanzen und Rotverschiebungen ferner Galaxien beschreiben (Hubble-Diagramm, Hubble-Relation, kosmologische Rotverschiebung als Dopplereffekt)
	<p>(10) erklären, wie sich aus der kosmischen Expansion die Hubble-Relation ergibt ($v = H_0 \cdot r$)</p>
	<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 2, 4, 5 P 2.2 Kommunikation 1, 5 P 2.3 Bewertung 2</p>
	(11) die Entwicklung des Universums nach dem kosmologischen Standardmodell in Grundzügen beschreiben (zum Beispiel kosmische Hintergrundstrahlung, beschleunigte Expansion)
	<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 8 P 2.2 Kommunikation 3, 6 P 2.3 Bewertung 3 F REV 3.1.4 Gott (4)</p>

4. Operatoren

In den Standards für inhaltsbezogene Kompetenzen werden Operatoren (handlungsorientierende Verben) verwendet. Diese sind in der vorliegenden Liste aufgeführt. Standards legen fest, welchen Anforderungen die Schülerinnen und Schüler gerecht werden müssen. Daher werden Operatoren in der Regel nach drei Anforderungsbereichen (AFB) gegliedert:

- **Reproduktion (AFB I)**
- **Reorganisation (AFB II)**
- **Transfer/Bewertung (AFB III)**

In der Regel können Operatoren je nach inhaltlichem Kontext und unterrichtlichem Vorlauf in jeden der drei Anforderungsbereiche eingeordnet werden. Im Folgenden wird den Operatoren der überwiegend in Betracht kommende Anforderungsbereich zugeordnet.

Der Operatorenkatalog des Faches Astronomie enthält die Operatoren des Faches Physik sowie den zusätzlichen Operator „identifizieren“

Operator	Beschreibung	AFB
ableiten	auf der Grundlage von Erkenntnissen sachgerechte Schlüsse ziehen	II
anwenden	einen bekannten Zusammenhang oder eine bekannte Methode auf einen anderen Sachverhalt beziehen	II
benennen	Fachbegriffe kriteriengeleitet zuordnen	I
berechnen	rechnerische Generierung eines Ergebnisses	II
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte, Prozesse und Eigenschaften von Objekten in der Regel unter Verwendung der Fachsprache wiedergeben	II
bewerten	einen Sachverhalt nach fachwissenschaftlichen oder fachmethodischen Kriterien, persönlichem oder gesellschaftlichem Wertebezug begründet einschätzen	III
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden und Ergebnisse strukturiert wiedergeben	II
durchführen	eine vorgegebene oder eigene Anleitung (zum Beispiel für ein Experiment oder einen Arbeitsauftrag) umsetzen	I
erkennen	kognitiver Prozess der Abstraktion, bei dem eine Wahrnehmung einem Begriff oder Konzept zugeordnet wird, dieser Prozess ist nur durch beobachtbare Folgehandlungen operationalisierbar	I
erklären	Strukturen, Prozesse und Zusammenhänge eines Sachverhalts erfassen sowie auf allgemeine Aussagen und Gesetze unter Verwendung der Fachsprache zurückführen	II
erläutern	Strukturen, Prozesse, Zusammenhänge etc. des Sachverhaltes erfassen und auf allgemeine Aussagen/Gesetze zurückführen und durch zusätzliche Informationen oder Beispiele verständlich machen	II

Operator	Beschreibung	AFB
ermitteln	ein Ergebnis rechnerisch, grafisch oder experimentell bestimmen	II
erstellen (Diagramme)	Zusammenhänge zwischen Größen in einem Koordinatensystem darstellen	I
experimentell aufzeichnen	Daten mit geeigneten Messgeräten (gegebenenfalls auch mit digitalen Messwerterfassungssystemen) erfassen und strukturieren	I
identifizieren	Objekte, Muster oder Strukturen und die zugehörigen Fachbegriffe begründet miteinander verbinden	II
interpretieren	Sachverhalte, Zusammenhänge in Hinblick auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und abwägend herausstellen	III
klassifizieren, ordnen	Begriffe, Gegenstände etc. auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen	II
lösen	Gleichungen (insbesondere Differentialgleichungen) zielorientiert mathematisch umformen	II
messen	experimentelle Daten unter Berücksichtigung der Messvorschriften bestimmen	II
nennen	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten, Fakten ohne Erläuterung wiedergeben	I
untersuchen	Sachverhalte oder Objekte zielorientiert erkunden, Merkmale und Zusammenhänge herausarbeiten	II
vergleichen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausarbeiten	II

5. Anhang

5.1 Verweise

Das Verweissystem im Bildungsplan 2016 unterscheidet zwischen vier verschiedenen Verweisarten. Diese werden durch unterschiedliche Symbole gekennzeichnet:

Symbol	Erläuterung
P	Verweis auf die prozessbezogenen Kompetenzen
I	Verweis auf andere Standards für inhaltsbezogene Kompetenzen desselben Fachplans
F	Verweis auf andere Fächer
L	Verweis auf Leitperspektiven

Die vier verschiedenen Verweisarten

Die Darstellungen der Verweise weichen im Web und in der Druckfassung voneinander ab.

Darstellung der Verweise auf der Online-Plattform

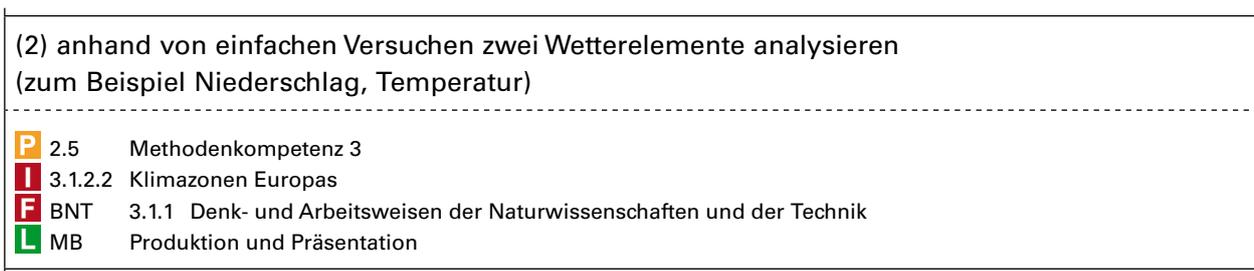
Verweise auf Teilkompetenzen werden unterhalb der jeweiligen Teilkompetenz als anklickbare Symbole dargestellt. Nach einem Mausklick auf das jeweilige Symbol werden die Verweise im Browser detaillierter dargestellt (dies wird in der Abbildung nicht veranschaulicht):



Darstellung der Verweise in der Webansicht (Beispiel aus Geographie 3.1.2.1 „Grundlagen von Wetter und Klima“)

Darstellung der Verweise in der Druckfassung

In der Druckfassung und in der PDF-Ansicht werden sämtliche Verweise direkt unterhalb der jeweiligen Teilkompetenz dargestellt. Bei Verweisen auf andere Fächer ist zusätzlich das Fächerkürzel dargestellt (im Beispiel „BNT“ für „Biologie, Naturphänomene und Technik (BNT)“):



Darstellung der Verweise in der Druckansicht (Beispiel aus Geographie 3.1.2.1 „Grundlagen von Wetter und Klima“)

Gültigkeitsbereich der Verweise

Sind Verweise nur durch eine gestrichelte Linie von den darüber stehenden Kompetenzbeschreibungen getrennt, beziehen sie sich unmittelbar auf diese.

Stehen Verweise in der letzten Zeile eines Kompetenzbereichs und sind durch eine durchgezogene Linie von diesem getrennt, so beziehen sie sich auf den gesamten Kompetenzbereich.

Die Schülerinnen und Schüler können		Die Verweise gelten für...
(1) die Sichtweisen von Betroffenen und Beteiligten in Konfliktsituationen herausarbeiten und bewerten (zum Beispiel Elternhaus, Schule, soziale Netzwerke)		
L ←		... die Teilkompetenz (1)
(2) Erklärungsansätze für Gewalt anhand von Beispielsituationen herausarbeiten und beurteilen		
(3) selbstständig Strategien zu gewaltfreien und verantwortungsbewussten Konfliktlösungen entwickeln und überprüfen (zum Beispiel Kompromiss, Mediation, Konsens)		
L ←		... die Teilkompetenzen (2) und (3)
P I ←		... alle Teilkompetenzen der Tabelle

Gültigkeitsbereich von Verweisen (Beispiel aus Ethik 3.1.2.2 „Verantwortung im Umgang mit Konflikten und Gewalt“)

5.2 Abkürzungen

Leitperspektiven

Allgemeine Leitperspektiven	
BNE	Bildung für nachhaltige Entwicklung
BTV	Bildung für Toleranz und Akzeptanz von Vielfalt
PG	Prävention und Gesundheitsförderung
Themenspezifische Leitperspektiven	
BO	Berufliche Orientierung
MB	Medienbildung
VB	Verbraucherbildung

Fächer des Gymnasiums

Abkürzung	Fach
ASTRO	Astronomie – Wahlfach in der Oberstufe
BIO	Biologie
BK	Bildende Kunst
BKPROFIL	Bildende Kunst – Profulfach
BMB	Basiskurs Medienbildung
BNT	Biologie, Naturphänomene und Technik (BNT)
CH	Chemie
CHIN4	Chinesisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
D	Deutsch
DG	Darstellende Geometrie – Wahlfach in der Oberstufe
DMW	Digitale mathematische Werkzeuge (DmW) – Wahlfach in der Oberstufe
E1	Englisch als erste Fremdsprache
E2	Englisch als zweite Fremdsprache
ETH	Ethik
F1	Französisch als erste Fremdsprache
F2	Französisch als zweite Fremdsprache
F3	Französisch als dritte Fremdsprache – Profulfach
F4	Französisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
G	Geschichte
GEO	Geographie
GEOL	Geologie – Wahlfach in der Oberstufe
GK	Gemeinschaftskunde
GR3	Griechisch als dritte Fremdsprache – Profulfach
GR4	Griechisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
HEBR4	Hebräisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
IMP	Informatik, Mathematik, Physik (IMP) – Profulfach
INF	Informatik
INFWFO	Informatik – Wahlfach in der Oberstufe
INF7	Aufbaukurs Informatik (Klasse 7)
ITAL3	Italienisch als dritte Fremdsprache – Profulfach
ITAL4	Italienisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
JAP4	Japanisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe

Abkürzung	Fach
L1	Latein als erste Fremdsprache
L2	Latein als zweite Fremdsprache
L3	Latein als dritte Fremdsprache – Profulfach
L4	Latein als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
LIT	Literatur – Wahlfach in der Oberstufe
LUT	Literatur und Theater – Wahlfach in der Oberstufe
M	Mathematik
MUS	Musik
MUSPROFIL	Musik – Profulfach
NWT	Naturwissenschaft und Technik (NwT) – Profulfach
PH	Physik
PHIL	Philosophie – Wahlfach in der Oberstufe
PORT3	Portugiesisch als dritte Fremdsprache – Profulfach
PORT4	Portugiesisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
PSY	Psychologie – Wahlfach in der Oberstufe
RAK	Altkatholische Religionslehre
RALE	Alevitische Religionslehre
REV	Evangelische Religionslehre
RISL	Islamische Religionslehre sunnitischer Prägung
RJUED	Jüdische Religionslehre
RORTH	Orthodoxe Religionslehre
RRK	Katholische Religionslehre
RSYR	Syrisch-Orthodoxe Religionslehre
RU2	Russisch als zweite Fremdsprache
RU3	Russisch als dritte Fremdsprache – Profulfach
RU4	Russisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
SPA3	Spanisch als dritte Fremdsprache – Profulfach
SPA4	Spanisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
SPO	Sport
SPOPROFIL	Sport – Profulfach
TUERK4	Türkisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
WBS	Wirtschaft / Berufs- und Studienorientierung (WBS)
WI	Wirtschaft

5.3 Geschlechtergerechte Sprache

Im Bildungsplan 2016 wird in der Regel durchgängig die weibliche Form neben der männlichen verwendet; wo immer möglich, werden Paarformulierungen wie „*Lehrerinnen und Lehrer*“ oder neutrale Formen wie „*Lehrkräfte*“, „*Studierende*“ gebraucht.

Ausnahmen von diesen Regeln finden sich bei

- Überschriften, Tabellen, Grafiken, wenn dies aus layouttechnischen Gründen (Platzmangel) erforderlich ist,
- Funktions- oder Rollenbezeichnungen beziehungsweise Begriffen mit Nähe zu formalen und juristischen Texten oder domänenspezifischen Fachbegriffen (zum Beispiel „*Marktteilnehmer*“, „*Erwerbstätiger*“, „*Auftraggeber*“, „*(Ver-)Käufer*“, „*Konsument*“, „*Anbieter*“, „*Verbraucher*“, „*Arbeitnehmer*“, „*Arbeitgeber*“, „*Bürger*“, „*Bürgermeister*“),
- massiver Beeinträchtigung der Lesbarkeit.

Selbstverständlich sind auch in all diesen Fällen Personen jeglichen Geschlechts gemeint.

5.4 Besondere Schriftauszeichnungen

Klammern und Verbindlichkeit von Beispielen

Im Fachplan sind einige Begriffe in Klammern gesetzt.

Steht vor den Begriffen in Klammern „zum Beispiel“, so dienen die Begriffe lediglich einer genaueren Klärung und Einordnung.

Begriffe in Klammern ohne „zum Beispiel“ sind ein verbindlicher Teil der Kompetenzformulierung.

Steht in Klammern ein „unter anderem“, so sind die in der Klammer aufgeführten Aspekte verbindlich zu unterrichten und noch weitere Beispiele der eigenen Wahl darüber hinaus.

Formeln

Formeln sind verbindlich im Unterricht so zu behandeln, dass die Schülerinnen und Schüler am Ende des Kompetenzerwerbs diese kennen, ihre inhaltliche Bedeutung wiedergeben und sie anwenden können.

IMPRESSUM

Kultus und Unterricht	Amtsblatt des Ministeriums für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg
Ausgabe C	Bildungsplanhefte
Herausgeber	Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, Postfach 103442, 70029 Stuttgart in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung, Stuttgart (www.zsl.kultus-bw.de)
Internet	www.bildungsplaene-bw.de
Verlag und Vertrieb	Neckar-Verlag GmbH, Villingen-Schwenningen
Urheberrecht	Die fotomechanische oder anderweitig technisch mögliche Reproduktion des Satzes beziehungsweise der Satzordnung für kommerzielle Zwecke nur mit Genehmigung des Herausgebers.
Bildnachweis	Robert Thiele, Stuttgart
Gestaltung	Ilona Hirth Grafik Design GmbH, Karlsruhe Soweit die vorliegende Publikation Nachdrucke enthält, wurden dafür nach bestem Wissen und Gewissen Lizenzen eingeholt. Die Urheberrechte der Copyrightinhaber werden ausdrücklich anerkannt. Sollten dennoch in einzelnen Fällen Urheberrechte nicht berücksichtigt worden sein, wenden Sie sich bitte an den Herausgeber. Alle eingesetzten beziehungsweise verarbeiteten Rohstoffe und Materialien entsprechen den zum Zeitpunkt der Angebotsabgabe gültigen Normen beziehungsweise geltenden Bestimmungen und Gesetzen der Bundesrepublik Deutschland. Der Herausgeber hat bei seinen Leistungen sowie bei Zulieferungen Dritter im Rahmen der wirtschaftlichen und technischen Möglichkeiten umweltfreundliche Verfahren und Erzeugnisse bevorzugt eingesetzt.
Bezugsbedingungen	<i>Juni 2020</i> Die Lieferung der unregelmäßig erscheinenden Bildungsplanhefte erfolgt automatisch nach einem festgelegten Schlüssel. Der Bezug der Ausgabe C des Amtsblattes ist verpflichtend, wenn die betreffende Schule im Verteiler (abgedruckt auf der zweiten Umschlagseite) vorgesehen ist (Verwaltungsvorschrift vom 22. Mai 2008, K.u.U. S. 141). Die Bildungsplanhefte werden gesondert in Rechnung gestellt. Die einzelnen Reihen können zusätzlich abonniert werden. Abbestellungen nur halbjährlich zum 30. Juni und 31. Dezember eines jeden Jahres schriftlich acht Wochen vorher bei der Neckar-Verlag GmbH, Postfach 1820, 78008 Villingen-Schwenningen.

GUTE **BILDUNG**
Beste Aussichten
Baden-Württemberg



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT