

ASTRONOMIE – WAHLFACH IN DER OBERSTUFE

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
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
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
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

ASTRONOMIE – WAHLFACH IN DER OBERSTUFE

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

ASTRONOMIE – WAHLFACH IN DER OBERSTUFE

Inhaltsbezogene Kompetenzen

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		
(1) die Astronomie als Beobachtungswissenschaft beschreiben, die zur Erklärung beobachteter Phänomene die Gesetze der Physik und Chemie anwendet		
F PH	3.3.1	Denk- und Arbeitsweisen der Physik
L BO		Fachspezifische und handlungsorientierte Zugänge zur Arbeits- und Berufswelt
(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)		
(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 2.1	Erkenntnisgewinnung 6, 7	
(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 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)
(5) astronomische Objekte mithilfe physikalischer Größen unter Verwendung geeigneter Einheiten beschreiben (zum Beispiel Astronomische Einheit, Lichtjahr, Parsec, Sonnenmasse, Sonnenleuchtkraft)		

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	

ASTRONOMIE – WAHLFACH IN DER OBERSTUFE

Die Schülerinnen und Schüler können		
(8) Eigenschaften von Planeten beschreiben (zum Beispiel Radien, Oberflächentemperaturen, Dichten, Unterschied zwischen Gesteinsplaneten und Gasplaneten, Ringsysteme, Monde, Magnetfelder, Atmosphären)		
P	2.2	Kommunikation 6
P	2.3	Bewertung 3
(9) die Erde als schützenswerten, einzigartigen Lebensraum im weitgehend lebensfeindlichen Sonnensystem beschreiben		
L	BNE	Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung
(10) Struktur und Eigenschaften der Sonne beschreiben (unter anderem Masse, Dichte, Kernfusion, Magnetfeld, Sonnenflecken, Protuberanzen, Rotation, Alter der Sonne)		
P	2.2	Kommunikation 6
P	2.3	Bewertung 3
(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	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

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		
(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)		
(2) die Methode der trigonometrischen Parallaxe zur Entfernungsbestimmung von Sternen beschreiben		
P	2.1	Erkenntnisgewinnung 4
P	2.3	Bewertung 1
F	M	3.3.3 Leitidee Raum und Form (6)

ASTRONOMIE – WAHLFACH IN DER OBERSTUFE

Die Schülerinnen und Schüler können	
(3) den Unterschied zwischen scheinbarer und absoluter Helligkeit in Abhängigkeit von der Entfernung beschreiben (unter anderem Standardkerzen)	
P 2.1	Erkenntnisgewinnung 4
(4) exemplarisch Zustandsgrößen von Sternen beschreiben (Masse, Radius, Dichte, Effektivtemperatur, Leuchtkraft)	
(5) die Spektren von Sternen beschreiben und Sterne anhand ihrer Spektren klassifizieren (Spektralklassen, Sternfarben, Zusammenhang zwischen Temperatur und Spektralklasse)	
P 2.2	Kommunikation 5
(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 2.1	Erkenntnisgewinnung 2
P 2.2	Kommunikation 1, 5
(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 2.2	Kommunikation 2, 3
(8) die Endstadien der Sterne beschreiben (planetarischer Nebel und Weißer Zwerg, Supernova und Neutronenstern, Schwarzes Loch, Schwarzschildradius, $R_S = \frac{2GM}{c^2}$)	
P 2.1	Erkenntnisgewinnung 4, 5
P 2.2	Kommunikation 2, 3
(9) die Entstehung von Planetensystemen beschreiben (protoplanetare Scheibe, Verklumpung, Planetesimale)	
P 2.2	Kommunikation 3
(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 2.1	Erkenntnisgewinnung 6, 10
P 2.3	Bewertung 1, 4
L BNE	Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung
(11) Bedingungen für die Entwicklung von Leben beschreiben (zum Beispiel stellare habitable Zone, Lebensdauer des Sterns, Sternaktivität, galaktische habitable Zone)	
P 2.3	Bewertung 4
L BNE	Friedensstrategien
L BTW	Selbstfindung und Akzeptanz anderer Lebensformen

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 2.1	Erkenntnisgewinnung 10
(6) die Abweichung der gemessenen von der erwarteten Rotationskurve einer Galaxie als Wirkung von Dunkler Materie interpretieren	
P 2.1	Erkenntnisgewinnung 2, 4, 5
P 2.3	Bewertung 2
(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)	
(10) erklären, wie sich aus der kosmischen Expansion die Hubble-Relation ergibt ($v = H_0 \cdot r$)	
P 2.1	Erkenntnisgewinnung 2, 4, 5
P 2.2	Kommunikation 1, 5
P 2.3	Bewertung 2
(11) die Entwicklung des Universums nach dem kosmologischen Standardmodell in Grundzügen beschreiben (zum Beispiel kosmische Hintergrundstrahlung, beschleunigte Expansion)	
P 2.1	Erkenntnisgewinnung 8
P 2.2	Kommunikation 3, 6
P 2.3	Bewertung 3
F REV	3.1.4 Gott (4)