



BILDUNGSPLAN DER OBERSTUFE AN GEMEINSCHAFTSSCHULEN

 Bildungsplan 2016

Physik

Überarbeitete Fassung vom 25. März 2022



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 2022

BILDUNGSPLAN DER OBERSTUFE AN GEMEINSCHAFTSSCHULEN PHYSIK – ÜBERARBEITETE FASSUNG VOM 25. MÄRZ 2022

Vom 01. Mai 2022 Az. 31-6520.50/124/25

Der Bildungsplan der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen Physik in der Fassung vom 25. März 2022 tritt am 01. August 2022 in Kraft.

Gleichzeitig tritt der Bildungsplan der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen Physik vom 23. März 2016 unter der Maßgabe außer Kraft, dass er letztmalig für die Schülerinnen und Schüler gilt, die im Schuljahr 2021/2022 in die Klasse 11 eingetreten sind.

K.u.U., LPH 4/2016

BEZUGSSCHLÜSSEL FÜR DEN BILDUNGSPLAN DER OBERSTUFE AN GEMEINSCHAFTSSCHULEN (BILDUNGSPLAN 2016)

Reihe	Bildungsplan	Bezieher
O	Bildungsplan der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen	Gemeinschaftsschulen

Der vorliegende Fachplan *Physik in der Fassung vom 25. März 2022* ist als Heft Nr. 18 (Pflichtbereich) Bestandteil des Bildungsplans der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen, der als LPH 4/2016 in der Reihe O erscheint, und kann einzeln bei der Neckar-Verlag GmbH bezogen werden.

Er ersetzt nach der Übergangsfrist den bisherigen Fachplan *Physik* (an gleicher Stelle im Ordner).

Inhaltsverzeichnis

1. Hinweis zum Bildungsplan der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen	3
2. Prozessbezogene Kompetenzen	4
2.1 Erkenntnisgewinnung	4
2.2 Kommunikation	5
2.3 Bewertung	6
3. Standards für inhaltsbezogene Kompetenzen	7
3.3 Klasse 11	7
3.3.1 Denk- und Arbeitsweisen der Physik	7
3.3.2 Elektromagnetismus	7
3.3.3 Wärmelehre	8
3.3.4 Struktur der Materie	10
3.3.5 Mechanik (*)	11
3.3.5.1 Kinematik (*)	11
3.3.5.2 Dynamik (*)	12
3.3.5.3 Erhaltungssätze (*)	12
3.4 Klassen 11/12 (Basisfach mit Schwerpunkt Quantenphysik)	14
3.4.1 Denk- und Arbeitsweisen der Physik	14
3.4.2 Elektromagnetische Felder	14
3.4.2.1 Elektrische und magnetische Felder	14
3.4.2.2 Elektrodynamik	15
3.4.3 Schwingungen	16
3.4.4 Wellen	17
3.4.5 Wellenoptik	17
3.4.6 Quantenphysik und Materie	18
3.5 Klassen 11/12 (Basisfach mit Schwerpunkt Astrophysik)	20
3.5.1 Denk- und Arbeitsweisen der Physik und Astrophysik	20
3.5.2 Elektromagnetische Felder	20
3.5.2.1 Elektrische und magnetische Felder	20
3.5.2.2 Elektrodynamik	21
3.5.3 Schwingungen	22
3.5.4 Wellen	23
3.5.5 Wellenoptik	23
3.5.6 Atom- und Kernphysik	24
3.5.7 Astrophysik	25
3.6 Klassen 11/12 (Leistungsfach)	27
3.6.1 Denk- und Arbeitsweisen der Physik	27
3.6.2 Elektromagnetische Felder	27
3.6.2.1 Elektrisches Feld	27
3.6.2.2 Magnetisches Feld	28
3.6.2.3 Elektrodynamik	29

3.6.3	Schwingungen	30
3.6.4	Wellen	31
3.6.5	Wellenoptik	32
3.6.6	Quantenphysik und Materie	33
3.6.7	Vertiefendes Themengebiet	34
4.	Operatoren	35
5.	Anhang	37
5.1	Verweise	37
5.2	Abkürzungen	38
5.3	Geschlechtergerechte Sprache	40
5.4	Besondere Schriftauszeichnungen	41

1. Hinweis zum Bildungsplan der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen

Grundlage für den Bildungsplan der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen ist der Bildungsplan des Gymnasiums. Dabei entsprechen die Klassen 11 bis 13 der Gemeinschaftsschule den Klassen 10 bis 12 des allgemein bildenden Gymnasiums.

In der Regel sind in den Bildungsstandards der Klassen 9/10 des allgemein bildenden Gymnasiums die über den Mittleren Schulabschluss hinausgehenden Kompetenzen und Inhalte durch Unterstreichungen beziehungsweise Sternchen kenntlich gemacht. Diese besonders kenntlich gemachten Kompetenzen und Inhalte werden in der Gemeinschaftsschule in Klasse 11 unterrichtet.

In Abweichung davon sind im gymnasialen Fachplan IMP die Klassenstufen 8, 9 und 10 jeweils gesondert ausgewiesen. Daher ist in IMP eine Kenntlichmachung der explizit für Klasse 10 des Gymnasiums vorgesehenen Kompetenzen nicht notwendig. In IMP sind die inhaltsbezogenen Kompetenzen der 11. Klasse der Gemeinschaftsschule damit identisch mit den inhaltsbezogenen Kompetenzen der 10. Klasse des Gymnasiums.

Fachspezifische Hinweise zu den einzelnen Fächern werden in den jeweiligen Leitgedanken zum Kompetenzerwerb im Bildungsplan des Gymnasiums gegeben.

Der Bildungsplan der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen basiert auf dem Bildungsplan des Gymnasiums, das heißt im vorliegenden Plan sind sämtliche Angaben – mit Ausnahme der Kapitelüberschriften – unverändert aus den Gymnasialplänen übernommen und daher von der Lehrkraft auf die Klassenstufen 11–13 der Gemeinschaftsschule zu übertragen.

Hierunter fallen beispielsweise Angaben (Kompetenzbeschreibungen, Anhänge etc.), die explizit Klassenstufen nennen oder Verweise auf Passagen, die außerhalb des Bildungsplans der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen liegen. Verweise auf Fächer, die nur am Gymnasium erteilt werden, haben für diesen Bildungsplan keine Bedeutung.

2. Prozessbezogene Kompetenzen

2.1 Erkenntnisgewinnung

Die Schülerinnen und Schüler beobachten und beschreiben Phänomene und leiten daraus Fragen ab, die sie physikalisch untersuchen können. Sie wenden naturwissenschaftliche Arbeitsweisen an, das heißt, sie planen an geeigneten Stellen Experimente zur Überprüfung von Hypothesen, führen Experimente durch, werten diese aus und dokumentieren ihre Ergebnisse. In ihren Beschreibungen unterscheiden sie zwischen realen Erfahrungen und konstruierten Modellen, erkennen Analogien und verwenden Modelle zur Erklärung physikalischer Phänomene.

Die Schülerinnen und Schüler können
zielgerichtet experimentieren
<ol style="list-style-type: none"> 1. Phänomene und Experimente zielgerichtet beobachten und ihre Beobachtungen beschreiben 2. Hypothesen zu physikalischen Fragestellungen aufstellen 3. Experimente zur Überprüfung von Hypothesen planen (unter anderem vermutete Einflussgrößen getrennt variieren) 4. Experimente durchführen und auswerten, dazu gegebenenfalls Messwerte erfassen 5. <u>Messwerte auch digital erfassen und auswerten (unter anderem Messwernerfassungssystem, Tabellenkalkulation)</u>
modellieren und mathematisieren
<ol style="list-style-type: none"> 6. mathematische Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen herstellen, überprüfen <u>und modellieren (auch mithilfe digitaler Werkzeuge)</u> 7. aus proportionalen Zusammenhängen Gleichungen entwickeln 8. mathematische Umformungen zur Berechnung physikalischer Größen durchführen 9. zwischen realen Erfahrungen und konstruierten, idealisierten Modellvorstellungen unterscheiden (unter anderem Unterschied zwischen Beobachtung und Erklärung) 10. Analogien beschreiben und zur Lösung von Problemstellungen nutzen 11. mithilfe von Modellen Phänomene erklären und Hypothesen formulieren
Wissen erwerben und anwenden
<ol style="list-style-type: none"> 12. Sachtexte mit physikalischem Bezug sinnentnehmend lesen 13. ihr physikalisches Wissen anwenden, um Problem- und Aufgabenstellungen zielgerichtet zu lösen 14. an außerschulischen Lernorten Erkenntnisse gewinnen beziehungsweise ihr Wissen anwenden

2.2 Kommunikation

Die Schülerinnen und Schüler tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus. Sie unterscheiden zwischen Alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung. Dabei beschreiben sie physikalische Sachverhalte zunehmend auch mithilfe mathematischer Darstellungsformen. Sie wählen Informationen aus verschiedenen Quellen zur Bearbeitung von Problemen aus. Sie diskutieren Sachverhalte unter physikalischen Gesichtspunkten, dokumentieren ihre Ergebnisse und präsentieren diese adressatengerecht.

Die Schülerinnen und Schüler können
Erkenntnisse verbalisieren
<ol style="list-style-type: none"> 1. zwischen Alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung unterscheiden 2. funktionale Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen verbal beschreiben („je-desto“-Aussagen) und physikalische Formeln erläutern (Ursache-Wirkungs-Aussagen, unbekannte Formeln) 3. sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen austauschen (unter anderem Unterscheidung von Größe und Einheit, Nutzung von Präfixen und Normdarstellung) 4. physikalische Vorgänge und technische Geräte beschreiben (zum Beispiel zeitliche Abläufe, kausale Zusammenhänge)
Erkenntnisse dokumentieren und präsentieren
<ol style="list-style-type: none"> 5. physikalische Experimente, Ergebnisse und Erkenntnisse – auch mithilfe digitaler Medien – dokumentieren (Skizzen, Beschreibungen, Tabellen, Diagramme und Formeln) 6. Sachinformationen und Messdaten aus einer Darstellungsform entnehmen und in andere Darstellungsformen überführen (Tabelle, Diagramm, Text, Formel) 7. in unterschiedlichen Quellen recherchieren, Erkenntnisse sinnvoll strukturieren, sachbezogen und adressatengerecht aufbereiten sowie unter Nutzung geeigneter Medien präsentieren

2.3 Bewertung

Die Schülerinnen und Schüler zeigen an Beispielen die Chancen und Grenzen physikalischer Sichtweisen bei inner- und außerfachlichen Kontexten auf. Sie vergleichen und bewerten alternative technische Lösungen. Sie nutzen physikalisches Wissen zum Bewerten von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten, im Alltag und bei modernen Technologien. Sie benennen Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen. Die Schülerinnen und Schüler bewerten Informationen und prüfen sie auf ihre Relevanz.

Die Schülerinnen und Schüler können
physikalische Arbeitsweisen reflektieren
<ol style="list-style-type: none"> 1. bei Experimenten relevante von nicht relevanten Einflussgrößen unterscheiden 2. Ergebnisse von Experimenten bewerten (Messfehler, Genauigkeit, Ausgleichsgerade, mehrfache Messung und Mittelwertbildung) 3. Hypothesen anhand der Ergebnisse von Experimenten beurteilen 4. Grenzen physikalischer Modelle an Beispielen erläutern
Informationen bewerten
<ol style="list-style-type: none"> 5. Informationen aus verschiedenen Quellen auf Relevanz prüfen 6. Darstellungen in den Medien anhand ihrer physikalischen Erkenntnisse kritisch betrachten (zum Beispiel Filme, Zeitungsartikel, pseudowissenschaftliche Aussagen)
Chancen und Risiken diskutieren
<ol style="list-style-type: none"> 7. Risiken und Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten und im Alltag mithilfe ihres physikalischen Wissens bewerten 8. Chancen und Risiken von Technologien mithilfe ihres physikalischen Wissens bewerten 9. Technologien auch unter sozialen, ökologischen und ökonomischen Aspekten diskutieren 10. im Bereich der nachhaltigen Entwicklung persönliche, lokale und globale Maßnahmen unterscheiden und mithilfe ihres physikalischen Wissens bewerten 11. historische Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse beschreiben 12. Geschlechterstereotype bezüglich Interessen und Berufswahl im naturwissenschaftlich-technischen Bereich diskutieren

3. Standards für inhaltsbezogene Kompetenzen

3.3 Klasse 11

3.3.1 Denk- und Arbeitsweisen der Physik

Die Kompetenzen im Bereich „Denk- und Arbeitsweisen der Physik“ sollen – aufbauend auf den entsprechenden Kompetenzen der Klassen 7/8 – an geeigneten Stellen des Unterrichts in Verbindung mit den inhaltsbezogenen Kompetenzen der anderen Bereiche erworben werden. Die Schülerinnen und Schüler erläutern dabei physikalische Denk- und Arbeitsweisen und deren Bedeutung für die Erkenntnisgewinnung in der Physik. Insbesondere beschreiben sie die Funktion von Modellen.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) Kriterien für die Unterscheidung zwischen Beobachtung und Erklärung beschreiben (Beobachtung durch Sinneseindrücke und Messungen, Erklärung durch Gesetze und Modelle)	
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 5px;">P 2.1 Erkenntnisgewinnung 9</div> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 5px;">L PG Wahrnehmung und Empfindung</div> </div>	
(2) erläutern, dass Aussagen in der Physik grundsätzlich überprüfbar sind (Fragestellung, Hypothese, Experiment, Bestätigung beziehungsweise Widerlegung)	
<div style="display: flex; align-items: center; gap: 5px;">L BO Fachspezifische und handlungsorientierte Zugänge zur Arbeits- und Berufswelt</div>	
(3) die Funktion von Modellen in der Physik erläutern (anhand des <i>Teilchenmodells</i> und der Modellvorstellung von <i>Atomen</i>)	
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 5px;">P 2.1 Erkenntnisgewinnung 9, 11</div> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 5px;">P 2.3 Bewertung 4</div> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 5px;">F CH.V2 3.2.1.2 Stoffe und ihre Teilchen</div> </div>	
(4) die Bedeutung des <i>SI-Einheitensystems</i> erläutern	

3.3.2 Elektromagnetismus

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die grundlegenden Größen im Stromkreis. Sie erkennen und erläutern quantitative Zusammenhänge. Sie beschreiben Eigenschaften einfacher elektrischer Bauteile und Anwendungen der elektromagnetischen Induktion.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) in einfachen <i>Reihenschaltungen</i> und <i>Parallelschaltungen</i> Gesetzmäßigkeiten für <i>Stromstärke</i> und <i>Spannung</i> anwenden und erläutern	
(2) den Zusammenhang zwischen <i>Stromstärke</i> und <i>Spannung</i> untersuchen und erläutern (<i>Widerstand</i> , $R = \frac{U}{I}$)	

Die Schülerinnen und Schüler können

(3) *Kennlinien* experimentell aufzeichnen und interpretieren (zum Beispiel Eisendraht, Graphit, technischer Widerstand) sowie die Abhängigkeit des *Widerstandes* von Länge, Querschnitt und Material beschreiben

- P 2.1 Erkenntnisgewinnung 2, 3, 4, 11
- P 2.2 Kommunikation 5
- P 2.3 Bewertung 1, 2, 3

(4) die *Reihenschaltung* und *Parallelschaltung* zweier Widerstände untersuchen und beschreiben

$$(R_{\text{ges}} = R_1 + R_2, \frac{1}{R_{\text{ges}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2})$$

- P 2.1 Erkenntnisgewinnung 3, 10, 11
- P 2.2 Kommunikation 5
- P 2.3 Bewertung 2, 3
- F M 3.2.1 Leitidee Zahl – Variable – Operation

(5) die *elektromagnetische Induktion* qualitativ untersuchen und beschreiben

- P 2.1 Erkenntnisgewinnung 1, 4

(6) mithilfe der *elektromagnetischen Induktion* die Funktionsweise von *Generator* und *Transformator* qualitativ erklären

- P 2.2 Kommunikation 4

(7) physikalische Aspekte der elektrischen Energieversorgung beschreiben (*Gleichspannung*, *Wechselspannung*, *Transformatoren*, Stromnetz)

(8) physikalische Angaben auf Alltagsgeräten beschreiben („Akkuladung“, Gleichspannung, Wechselspannung)

- L VB Alltagskonsum

(9) einfache elektronische Bauteile untersuchen, mithilfe ihrer *Kennlinien* funktional beschreiben und Anwendungen erläutern (zum Beispiel dotierte Halbleiter, Diode, Leuchtdiode, temperaturabhängige Widerstände, lichtabhängige Widerstände)

- P 2.2 Kommunikation 4

3.3.3 Wärmelehre

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben reale Energieumwandlungen in Alltag und Technik. Sie beschreiben grundlegende Phänomene und Prozesse der Wärmelehre und wenden ihre Kenntnisse auf den sorgsam Umgang mit Energie sowie auf den Treibhauseffekt an. Sie sind für das Problem der nachhaltigen Energieversorgung sensibilisiert; sie diskutieren und bewerten verschiedene Lösungsansätze.

Die Schülerinnen und Schüler können

(1) Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen *Celsius-Skala* und *Kelvin-Skala* beschreiben (unter anderem *absoluter Nullpunkt*)

- F BNT 3.1.1 Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften und der Technik

Die Schülerinnen und Schüler können	
(2) beschreiben, dass sich feste, flüssige und gasförmige Stoffe bei Temperaturerhöhung in der Regel ausdehnen	
F BNT 3.1.3 Wasser – ein lebenswichtiger Stoff	
(3) die Änderung der <i>thermischen Energie</i> bei Temperaturänderung beschreiben ($\Delta E = c \cdot m \cdot \Delta T$)	
P 2.2 Kommunikation 2	
(4) die drei thermischen Energieübertragungsarten beschreiben (<i>Konvektion, Wärmestrahlung, Wärmeleitung</i>)	
F BNT 3.1.4 Energie effizient nutzen	
(5) technische Anwendungen mit Bezug auf die thermischen Energieübertragungsarten beschreiben (zum Beispiel Dämmung, Heizung, Wärmeschutzverglasung)	
L BNE Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen L VB Umgang mit eigenen Ressourcen	
(6) den Unterschied zwischen <i>reversiblen</i> und <i>irreversiblen</i> Prozessen beschreiben	
(7) ihre physikalischen Kenntnisse zur Beschreibung des <i>natürlichen</i> und <i>anthropogenen Treibhauseffektes</i> anwenden (zum Beispiel Strahlungsbilanz der Erde, Treibhausgase)	
(8) Auswirkungen des Treibhauseffektes auf die Klimaentwicklung beschreiben (zum Beispiel anhand von Diagrammen, Szenarien und Prognosen)	
(9) ihre physikalischen Kenntnisse anwenden, um mit <i>Energie</i> sorgsam und effizient umzugehen (zum Beispiel Klimaschutz, Nachhaltigkeit, Ökonomie)	
P 2.1 Erkenntnisgewinnung 12, 13 P 2.2 Kommunikation 6, 7 P 2.3 Bewertung 5, 6, 8, 9, 10 F GEO 3.2.2.3 Phänomene des Klimawandels F GEO 3.3.4.1 Analyse ausgewählter Meeresräume L BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung; Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen L VB Umgang mit eigenen Ressourcen	
(10) verschiedene Arten der Energieversorgung unter physikalischen, ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Aspekten vergleichen und bewerten (zum Beispiel fossile Brennstoffe, Kernenergie, Windenergie, Sonnenenergie)	
P 2.3 Bewertung 8, 9, 10 I 3.3.4 Struktur der Materie F GEO 3.2.2.3 Phänomene des Klimawandels F GEO 3.3.4.1 Analyse ausgewählter Meeresräume F NWT 3.2.2.2 Energieversorgungssysteme (*) L BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung; Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen L BO Fachspezifische und handlungsorientierte Zugänge zur Arbeits- und Berufswelt	

3.3.4 Struktur der Materie

Die Schülerinnen und Schüler setzen sich mit der Struktur der Materie, Kernzerfällen und den Eigenschaften ionisierender Strahlung auseinander. Dabei erkennen sie, dass das Wissen über die Struktur der Materie nicht nur die Grundlage für technische und medizinische Anwendungen ist, sondern auch Fragen der Kosmologie und des Lebens berührt. Sie wägen Nutzen und Risiken technischer und medizinischer Anwendungen der Kernphysik ab und argumentieren dabei insbesondere physikalisch.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) die Struktur der Materie im Überblick beschreiben und den Aufbau des Atoms erläutern (<i>Atomhülle, Atomkern, Elektron, Proton, Neutron, Quarks, Kernladungszahl, Massenzahl, Isotope</i>)	
F CH.V2 3.2.1.2 Stoffe und ihre Teilchen	
(2) <i>Kernzerfälle</i> und <i>ionisierende Strahlung</i> beschreiben (<i>Radioaktivität, α-Strahlung, β-Strahlung, γ-Strahlung, Halbwertszeit</i>)	
(3) biologische Wirkungen und gesundheitliche Folgen <i>ionisierender Strahlung</i> beschreiben sowie medizinische und technische Anwendungen nennen	
P 2.3 Bewertung 8 L PG Sicherheit und Unfallschutz	
(4) <i>Kernspaltung</i> und <i>Kernfusion</i> beschreiben (zum Beispiel Sterne)	
P 2.3 Bewertung 8, 9, 11 L BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung	
(5) Nutzen und Risiken der medizinischen und technischen Anwendung von <i>ionisierender Strahlung</i> und <i>Kernspaltung</i> erläutern und bewerten	
P 2.3 Bewertung 7, 8, 9 L BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung L PG Sicherheit und Unfallschutz	
(6) Gefahren <i>ionisierender Strahlung</i> für die menschliche Gesundheit und Maßnahmen zum Schutz beschreiben (zum Beispiel Abschirmung ionisierender Strahlung, Endlagerung radioaktiver Abfälle)	
P 2.3 Bewertung 7, 8 L PG Sicherheit und Unfallschutz	

3.3.5 Mechanik (*)

3.3.5.1 Kinematik (*)

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben unterschiedliche Bewegungen mithilfe der kinematischen Grundgrößen verbal, in Diagrammen und funktional. Dabei unterscheiden sie insbesondere zwischen skalaren und vektoriellen Größen. Beim Aufzeichnen der Bewegung sowie bei der Auswertung nutzen sie auch digitale Medien (zum Beispiel Videoanalyse).

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) die <i>Geschwindigkeit</i> als Änderungsrate des <i>Ortes</i> ($v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$) und die <i>Beschleunigung</i> als Änderungsrate der <i>Geschwindigkeit</i> ($a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$) erklären und berechnen	
(2) geradlinig gleichförmige ($s(t) = v \cdot t, v = \text{konstant}$) sowie geradlinig gleichmäßig beschleunigte Bewegungen ($s(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2, v(t) = a \cdot t, a = \text{konstant}$) verbal und rechnerisch beschreiben (<i>Zeitpunkt, Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung</i>)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 8, 9</p> <p>P 2.2 Kommunikation 2</p>	
(3) Bewegungsabläufe experimentell aufzeichnen (zum Beispiel freier Fall, schiefe Ebene), die Messwerte in Diagrammen darstellen und diese Diagramme interpretieren (<i>s-t-Diagramm, v-t-Diagramm, a-t-Diagramm</i>)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 2, 3, 5, 6, 7</p> <p>P 2.2 Kommunikation 4, 6</p> <p>P 2.3 Bewertung 1, 2, 3</p> <p>L MB Informationstechnische Grundlagen; Mediengesellschaft</p>	
(4) aus einem vorgegebenen Bewegungsdiagramm die jeweils anderen Bewegungsdiagramme ableiten (an eine quantitative Ableitung von <i>s-t-Diagrammen</i> aus <i>a-t-Diagrammen</i> ist nicht gedacht)	
(5) zusammengesetzte Bewegungen beschreiben (zum Beispiel Bootsfahrt über einen Fluss, waagerechter Wurf) und daran den vektoriellen Charakter der <i>Geschwindigkeit</i> erläutern	
(6) gleichförmige <i>Kreisbewegungen</i> untersuchen und beschreiben (<i>Radius, Bahngeschwindigkeit, Periodendauer, Frequenz, $v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}$</i>)	
P 2.1 Erkenntnisgewinnung 13	

3.3.5.2 Dynamik (*)

Anknüpfend an ihre Fähigkeiten aus den vorangegangenen Schuljahren können die Schülerinnen und Schüler das auf wenige Prinzipien aufbauende System der Mechanik Newtons beschreiben und in verschiedenen Situationen anwenden. Sie erkennen insbesondere den Vorzug des Ursache-Wirkungs-Erklärungsansatzes der Newton’schen Dynamik gegenüber dem rein beschreibenden Charakter der Kinematik Galileis. Die Schülerinnen und Schüler können gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen experimentell untersuchen sowie, auf dem Kraftbegriff aufbauend, die Bewegung theoretisch beschreiben. Dabei unterscheiden sie zwischen idealisierten und reibungsbeeinflussten realen Bewegungsvorgängen.

Die Schülerinnen und Schüler können	
	(1) das Zusammenwirken beliebig gerichteter <i>Kräfte</i> auf einen Körper beschreiben, dabei gegebenenfalls ein <i>Kräftegleichgewicht</i> oder die <i>resultierende Kraft</i> erkennen (unter anderem <i>schiefe Ebene</i>)
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 13
	(2) Bewegungsabläufe beschreiben und erklären. Dazu wenden sie die Newton’schen Prinzipien der Mechanik an und beschreiben sie auch mithilfe des Impulses (Trägheitsprinzip, $F = m \cdot a$ und $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$, <i>Wechselwirkungsprinzip</i> , $p = m \cdot v$, <i>Impulserhaltungssatz</i>)
	(3) die Unterschiede zwischen realen und idealisierten Bewegungen erläutern (unter anderem <i>freier Fall</i> und Fall mit Luftwiderstand)
	(4) zusammengesetzte Bewegungen mithilfe der Newton’schen Prinzipien erklären (unter anderem <i>waagerechter Wurf</i>)
	(5) die gleichförmige <i>Kreisbewegung</i> eines Körpers mithilfe der <i>Zentripetalkraft</i> erklären ($F_z = \frac{m \cdot v^2}{r}$)

3.3.5.3 Erhaltungssätze (*)

Die Schülerinnen und Schüler kennen mit dem Energie- und Impulserhaltungssatz zwei fundamentale Naturprinzipien. Diese Erhaltungssätze erlauben ihnen, auch solche mechanischen Prozesse quantitativ zu untersuchen, deren Analyse mittels der Newton’schen Dynamik nicht möglich wäre, da die zugrundeliegende Wechselwirkung zu komplex oder gar unbekannt ist.

Für diese Untersuchung bilanzieren die Schülerinnen und Schüler die Erhaltungsgrößen bei geeigneten Zuständen des Prozesses, wie zum Beispiel den Anfangs- und Endzustand.

Die Schülerinnen und Schüler können	
	(1) Vorgänge aus Alltag und Technik energetisch beschreiben (<i>Energieerhaltung, Energiespeicherung, Energieübertragung, Energieumwandlung</i>)
	(2) beschreiben, dass mechanische <i>Energieübertragungen</i> mit Kraftwirkungen verbunden sind ($\Delta E = F_s \cdot \Delta s$ falls $F_s = \text{konstant}$)

Die Schülerinnen und Schüler können

(3) die bei mechanischen Prozessen auftretenden *Energieformen* quantitativ beschreiben

$$(E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2, E_{\text{Lage}} = m \cdot g \cdot h, E_{\text{Spann}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2, \text{Nullniveau})$$

(4) den *Energieerhaltungssatz* der Mechanik erläutern und zur quantitativen Beschreibung eines Prozesses anwenden. Dabei wählen sie geeignete *Zustände* zur Energiebilanzierung aus

(5) Vorgänge aus Alltag und Technik mithilfe des Impulses beschreiben ($\vec{p} = m \cdot \vec{v}$)

(6) den *Impulserhaltungssatz* erläutern und zur quantitativen Beschreibung eines Prozesses anwenden (unter anderem *inelastischer Stoß*, *Rückstoßprinzip*). Dabei wählen sie geeignete *Zustände* zur Impulsbilanzierung aus

P 2.1 Erkenntnisgewinnung 8

P 2.2 Kommunikation 1, 2, 3, 4

3.4 Klassen 11/12 (Basisfach mit Schwerpunkt Quantenphysik)

3.4.1 Denk- und Arbeitsweisen der Physik

Die Kompetenzen im Bereich „Denk- und Arbeitsweisen der Physik“ sollen – aufbauend auf den entsprechenden Kompetenzen der Klassenstufen 5 bis 10 – an geeigneten Stellen des Unterrichts in Verbindung mit den inhaltsbezogenen Kompetenzen der anderen Bereiche erworben werden. Die Schülerinnen und Schüler reflektieren dabei physikalische Denk- und Arbeitsweisen und deren Bedeutung für die Erkenntnisgewinnung in der Physik. Insbesondere unterscheiden sie die Physik als theoriegeleitete, empirische Naturwissenschaft von anderen Welterklärungsansätzen.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) an Beispielen beschreiben, dass Aussagen in der theoriegeleiteten Physik grundsätzlich empirisch überprüfbar sind (Fragestellung, Hypothese, Experiment, Bestätigung beziehungsweise Widerlegung)	
<ul style="list-style-type: none"> L BO Fachspezifische und handlungsorientierte Zugänge zur Arbeits- und Berufswelt L PG Selbstregulation und Lernen; Wahrnehmung und Empfindung 	
(2) die Funktion von <i>Modellen</i> in der Physik erläutern (unter anderem anhand der Modellvorstellungen von <i>Licht</i> und <i>Materie</i>)	
<ul style="list-style-type: none"> P 2.1 Erkenntnisgewinnung 9, 11 P 2.3 Bewertung 4 F CH.V2 3.2.1.2 Stoffe und ihre Teilchen 	
(3) die Bedeutung von <i>Naturkonstanten</i> beschreiben (zum Beispiel anhand der Planck’schen Konstanten)	
<ul style="list-style-type: none"> L MB Information und Wissen 	

3.4.2 Elektromagnetische Felder

3.4.2.1 Elektrische und magnetische Felder

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die Struktur statischer elektrischer und magnetischer Felder. Die Betrachtung der Superposition elektrischer und magnetischer Felder erfolgt zeichnerisch. Darüber hinaus vergleichen sie die Struktur des magnetischen und des elektrischen Feldes.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) die Struktur <i>elektrischer</i> und <i>magnetischer Felder</i> beschreiben (Feldbegriff, <i>Feldlinien</i> , <i>homogenes Feld</i> , elektrisches Radialfeld, Dipolfeld, Superposition von Feldern)	
(2) den Zusammenhang zwischen der Kraftwirkung auf eine Probeladung und der <i>elektrischen Feldstärke</i> beschreiben ($\vec{E} = \frac{\vec{F}_{el}}{q}$)	

Die Schülerinnen und Schüler können	
	(3) die Bewegung geladener Teilchen parallel und senkrecht zu einem <i>homogenen elektrischen Feld</i> qualitativ beschreiben und hierbei ihre Kenntnisse aus der Mechanik anwenden (Newton'sche Prinzipien, <i>potentielle</i> und <i>kinetische Energie</i> , <i>Energieerhaltungssatz</i> , Bahnformen qualitativ)
	(4) den Zusammenhang zwischen der Kraftwirkung auf einen stromdurchflossenen Leiter und der <i>magnetischen Flussdichte</i> beschreiben (<i>magnetische Flussdichte</i> , \vec{B} , $F = B \cdot I \cdot s$, Messung von Flussdichten)
	(5) die Kraftwirkung auf eine <i>elektrische Ladung</i> in einem <i>Magnetfeld</i> erläutern (<i>Lorentzkraft</i> , Drei-Finger-Regel, $F_L = q \cdot v \cdot B$)
	(6) die Bewegung geladener Teilchen senkrecht zu einem <i>homogenen Magnetfeld</i> qualitativ beschreiben und hierbei ihre Kenntnisse aus der Mechanik anwenden (Newton'sche Prinzipien, Bahnformen qualitativ)
	(7) charakteristische Größen eines <i>Plattenkondensators</i> berechnen ($C = \frac{Q}{U}$, $E = \frac{U}{d}$, $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$, $E_{\text{Kond}} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$) und technische Anwendungen beschreiben (zum Beispiel Standlicht beim Fahrrad)
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 6, 7, 8
P	2.2 Kommunikation 2, 3, 4
	(8) den zeitabhängigen Aufladevorgang und Entladevorgang eines Kondensators anhand von <i>I-t-Diagrammen</i> qualitativ erläutern und den Entladevorgang mithilfe der <i>Exponentialfunktion</i> mathematisch beschreiben sowie den Einfluss der Parameter <i>Widerstand</i> und <i>Kapazität</i> beschreiben
F	M 3.4.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang
	(9) charakteristische Größen einer schlanken Spule berechnen ($B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{n}{l} \cdot I$, $E_{\text{Spule}} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$)

3.4.2.2 Elektrodynamik

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen das Phänomen der elektromagnetischen Induktion und beschreiben technische Anwendungen. Sie beschreiben im Überblick Ursache und Struktur elektromagnetischer Felder.

Die Schülerinnen und Schüler können	
	(1) mithilfe der <i>Lorentzkraft</i> erklären, dass in einem Leiter, der senkrecht zu einem <i>Magnetfeld</i> bewegt wird, eine <i>Spannung</i> beziehungsweise ein elektrischer Strom induziert wird
	(2) das Faraday'sche <i>Induktionsgesetz</i> untersuchen und beschreiben (<i>magnetischer Fluss</i> $\Phi = A \cdot B$ für <i>Feldlinien</i> des <i>Magnetfeldes</i> B , die senkrecht zur Fläche A verlaufen, $U_{\text{ind}} = -n \cdot \dot{\Phi}$, Lenz'sche Regel)

Die Schülerinnen und Schüler können	
(3) Selbstinduktionseffekte an einem Beispiel beschreiben (<i>Induktivität, $U_{\text{ind}} = -L \cdot \dot{I}$</i>)	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 8
P	2.2 Kommunikation 2, 3, 4, 5, 6
F	M 3.3.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang
(4) technische Anwendungen des <i>Induktionsgesetzes</i> qualitativ beschreiben (zum Beispiel Generator, Transformator, Induktionsladegerät, Induktionskochplatte)	

3.4.3 Schwingungen

Die Schülerinnen und Schüler entwickeln ihre Modellvorstellungen zunächst an mechanischen Schwingungen und übertragen diese anschließend auf elektromagnetische Schwingungen.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) <i>Schwingungen</i> experimentell aufzeichnen und mithilfe charakteristischer Eigenschaften und Größen als zeitlich periodische Bewegungen um eine <i>Gleichgewichtslage</i> beschreiben und klassifizieren (<i>Auslenkung $s(t)$, Amplitude \hat{s}, Periodendauer T, Frequenz f, Kreisfrequenz ω</i>)	
(2) <i>ungedämpfte harmonische Schwingungen</i> mathematisch beschreiben ($s(t) = \hat{s} \cdot \sin(\omega \cdot t)$, $s(t) = \hat{s} \cdot \cos(\omega \cdot t)$, $v(t) = \dot{s}(t)$, $a(t) = \dot{v}(t) = \ddot{s}(t)$)	
F	M 3.3.1 Leitidee Zahl – Variable – Operation (14)
F	M 3.3.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang (9)
(3) den Zusammenhang zwischen <i>harmonischen</i> mechanischen <i>Schwingungen</i> und <i>linearer Rückstellkraft</i> an Beispielen beschreiben	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 6, 7, 8
P	2.2 Kommunikation 2
(4) die <i>Schwingung</i> eines Federpendels erklären ($T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$) und die auftretenden Energieumwandlungen beschreiben	
(5) die <i>Schwingung</i> in einem <i>elektromagnetischen Schwingkreis</i> erklären und die auftretenden Energieumwandlungen beschreiben	
(6) anhand eines Federpendels und eines <i>elektromagnetischen Schwingkreises</i> Gemeinsamkeiten und Unterschiede von mechanischen und elektromagnetischen <i>Schwingungen</i> erläutern	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 10
L	PG Selbstregulation und Lernen

3.4.4 Wellen

Die Schülerinnen und Schüler entwickeln ihre Modellvorstellungen zunächst an mechanischen Wellen und übertragen diese auf elektromagnetische Wellen. Sie erkennen, dass mit dem Huygens'schen Prinzip grundlegende Wellenphänomene erklärt werden können. Sie können ihre Erkenntnisse auf Alltagsphänomene anwenden.

Die Schülerinnen und Schüler können	
	(1) <i>Wellen</i> mithilfe charakteristischer Eigenschaften und Größen beschreiben (Wellenlänge λ , Ausbreitungsgeschwindigkeit $c = \lambda \cdot f$, Wellenfront, <i>Transversalwelle</i> , <i>Longitudinalwelle</i> , <i>Polarisation</i>)
	(2) grundlegende Wellenphänomene beschreiben (<i>Beugung</i> , <i>Reflexion</i> , <i>Brechung</i> , <i>Interferenz</i> , Energietransport) und in Alltagssituationen erkennen (zum Beispiel Meereswellen, Gegenschall)
P	2.2 Kommunikation 3, 4
	(3) eindimensionale <i>stehende Wellen</i> beschreiben und als Interferenzphänomen erklären (Bäuche, Knoten, <i>Eigenfrequenzen</i> , Stellen <i>konstruktiver</i> beziehungsweise <i>destruktiver Interferenz</i> , <i>Reflexion</i> an festen beziehungsweise losen Enden, Wellenlängenbestimmung mittels Knotenabstand)
	(4) mithilfe des <i>Gangunterschieds</i> die Überlagerung zweidimensionaler <i>kohärenter Wellen</i> qualitativ beschreiben
	(5) grundlegende Wellenphänomene mithilfe des <i>Huygens'schen Prinzips</i> erklären (zum Beispiel <i>Beugung</i> , <i>Reflexion</i>)
	(6) das <i>elektromagnetische Spektrum</i> im Überblick beschreiben

3.4.5 Wellenoptik

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen optische Interferenzphänomene und beschreiben diese mithilfe des Modells der elektromagnetischen Welle. Sie können ihre Erkenntnisse auf Alltagsphänomene anwenden.

Die Schülerinnen und Schüler können	
	(1) kohärentes <i>Licht</i> als <i>elektromagnetische Welle</i> beschreiben (unter anderem <i>Lichtgeschwindigkeit</i>)
I	3.4.3 Schwingungen
I	3.4.4 Wellen
	(2) das <i>Strahlenmodell</i> und das <i>Wellenmodell</i> des <i>Lichts</i> miteinander vergleichen (Gültigkeitsbereich des Strahlenmodells: zum Beispiel <i>Beugung</i> an einer Blende, Dispersion)
P	2.3 Bewertung 4, 11
	(3) die Struktur der <i>Interferenzmuster</i> und der <i>Intensitätsverteilung</i> bei <i>Beugung</i> an <i>Doppelspalt</i> und <i>Gitter</i> beschreiben

Die Schülerinnen und Schüler können
(4) die Lage von <i>Interferenzminima</i> beziehungsweise <i>Interferenzmaxima</i> bei ausgewählten Beugungsvorgängen in Fernfeldnäherung berechnen (Maxima beim <i>Doppelspalt</i> , <i>Hauptmaxima</i> beim <i>Gitter</i>)
(5) die Spektralzerlegung des <i>Lichts</i> polychromatischer Lichtquellen als Interferenzphänomen erklären und am <i>Doppelspalt</i> oder <i>Gitter</i> experimentell untersuchen

3.4.6 Quantenphysik und Materie

Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass jegliche klassische Modellvorstellung zur vollständigen und widerspruchsfreien Beschreibung des Verhaltens von Quantenobjekten wie Photonen und Elektronen versagen. Insbesondere stellen sie fest, dass quantenphysikalische Erkenntnisse und Experimente vertraute Konzepte und Begriffe (Determinismus, Kausalität, Bahnbegriff) in Frage stellen. Sie beschreiben das Verhalten von Quantenobjekten unter anderem mithilfe von Wahrscheinlichkeitsaussagen. Die Schülerinnen und Schüler verbinden die Beobachtung von Linienspektren mit der Struktur der Atomhülle. Sie verwenden den Photonenbegriff zur Erklärung von Emissions- und Absorptionsspektren von Atomen.

Die Schülerinnen und Schüler können
(1) Gemeinsamkeiten und Unterschiede des Verhaltens von klassischen <i>Wellen</i> , klassischen <i>Teilchen</i> und <i>Quantenobjekten</i> am <i>Doppelspalt</i> beschreiben
(2) erläutern, wie für <i>Quantenobjekte</i> der Determinismus der klassischen Physik durch Wahrscheinlichkeitsaussagen ersetzt wird
(3) Experimente zur Interferenz einzelner <i>Quantenobjekte</i> anhand von Wahrscheinlichkeitsaussagen beschreiben und den Ausgang der Experimente erklären
(4) am Beispiel des Doppelspaltexperimentes beschreiben, dass <i>Quantenobjekte</i> zwar stets Wellen- und Teilcheneigenschaften aufweisen, sich diese aber nicht unabhängig voneinander beobachten lassen. Sie können dies anhand der <i>Interferenzfähigkeit</i> und der <i>Welcher-Weg-Information</i> bei einzelnen <i>Quantenobjekten</i> erläutern (<i>Komplementarität</i>)
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 11</p> <p>P 2.3 Bewertung 4</p> <p>I 3.4.3 Schwingungen</p> <p>I 3.4.4 Wellen</p> <p>I 3.4.5 Wellenoptik</p> <p>F M 3.3.5 Leitidee Daten und Zufall</p> <p>L PG Selbstregulation und Lernen</p>
(5) den <i>lichtelektrischen Effekt</i> beschreiben und anhand der Einstein’schen Lichtquantenhypothese erklären (Hallwachs-Effekt, Einstein’sche Gleichung $E_{\text{kin,max}} = h \cdot f - E_A$, Planck’sche Konstante h)
P 2.3 Bewertung 4, 11
(6) erläutern, wie sich <i>Quantenobjekte</i> anhand ihrer <i>Energie</i> und anhand ihres <i>Impulses</i> beschreiben lassen ($E_{\text{Quant}} = h \cdot f$, $p = \frac{h}{\lambda}$, <i>de Broglie-Wellenlänge</i> von Materiewellen)

Die Schülerinnen und Schüler können

(7) erläutern, dass messbare Eigenschaften von Objekten der klassischen Physik bereits vor ihrer Messung real vorliegen und dass der Wert der Messung unabhängig davon ist, ob überhaupt gemessen wurde. Sie können beschreiben, dass diese Aussage für Quantenobjekte im Allgemeinen nicht gilt (Realität, zum Beispiel bei verschränkten Photonen)

(8) erläutern, dass räumlich getrennte Objekte eines zusammengesetzten Systems aus Objekten der Klassischen Physik alle ihre messbaren Eigenschaften unabhängig voneinander besitzen. Sie können beschreiben, dass diese Aussage für Quantenobjekte im Allgemeinen nicht gilt (Lokalität, zum Beispiel bei verschränkten Photonen)

(9) Linienspektren von *Atomen* als Übergänge zwischen diskreten Energieniveaus beschreiben und in einem Energieniveauschema veranschaulichen (*Absorption, Emission, Bohr'sche* Frequenzbedingung $f = \frac{\Delta E}{h}$, Energiewerte des Wasserstoffatoms)

(10) können unterschiedliche atomare Modellvorstellungen im Überblick beschreiben (Rutherford'sches Atommodell, Orbitale des Wasserstoffatoms)

- I** 3.3.4 Struktur der Materie
- F** CH.V2 3.2.2.3 Energetische Aspekte chemischer Reaktionen (1)
- L** PG Selbstregulation und Lernen

3.5 Klassen 11/12 (Basisfach mit Schwerpunkt Astrophysik)

3.5.1 Denk- und Arbeitsweisen der Physik und Astrophysik

Die Kompetenzen im Bereich „Denk- und Arbeitsweisen der Physik und Astrophysik“ sollen – aufbauend auf den entsprechenden Kompetenzen der Klassenstufen 5 bis 10 – an geeigneten Stellen des Unterrichts in Verbindung mit den inhaltsbezogenen Kompetenzen der anderen Bereiche erworben werden. Die Schülerinnen und Schüler reflektieren dabei die Denk- und Arbeitsweisen der Physik und Astrophysik und deren Bedeutung für die Erkenntnisgewinnung. Insbesondere unterscheiden sie empirische Naturwissenschaften von anderen Welterklärungsansätzen.

Die Schülerinnen und Schüler können	
	(1) an Beispielen beschreiben, dass Aussagen in der theoriegeleiteten Physik grundsätzlich empirisch überprüfbar sind (Fragestellung, Hypothese, Experiment, Bestätigung beziehungsweise Widerlegung)
	(2) die Astronomie als Beobachtungswissenschaft beschreiben, die zur Erklärung beobachteter Phänomene die Gesetze der Physik und Chemie anwendet (unter anderem Bildgebung und Spektroskopie, Instrumente zur Beobachtung: Teleskope, Detektoren)
	(3) die Funktion von <i>Modellen</i> in der Physik und Astrophysik erläutern (unter anderem Modellvorstellungen von <i>Licht</i> und Materie sowie zur Kosmologie und zur zeitlichen Entwicklung des Kosmos, Urknall)
F	REV 3.1.4 Gott (4)
L	BO Fachspezifische und handlungsorientierte Zugänge zur Arbeits- und Berufswelt
L	PG Selbstregulation und Lernen; Wahrnehmung und Empfindung
	(4) die Bedeutung von <i>Naturkonstanten</i> beschreiben (zum Beispiel Lichtgeschwindigkeit, Planck'sche Konstante)
	(5) astronomische Objekte mithilfe physikalischer Größen unter Verwendung geeigneter Einheiten beschreiben (zum Beispiel Astronomische Einheit, Lichtjahr, Parsec, Sonnenmasse, Sonnenleuchtkraft)
L	MB Information und Wissen

3.5.2 Elektromagnetische Felder

3.5.2.1 Elektrische und magnetische Felder

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die Struktur statischer elektrischer und magnetischer Felder. Die Betrachtung der Superposition elektrischer und magnetischer Felder erfolgt zeichnerisch. Darüber hinaus vergleichen sie die Struktur des magnetischen und des elektrischen Feldes.

Die Schülerinnen und Schüler können	
	(1) die Struktur <i>elektrischer</i> und <i>magnetischer Felder</i> beschreiben (Feldbegriff, <i>Feldlinien</i> , <i>homogenes Feld</i> , elektrisches Radialfeld, Dipolfeld, Superposition von Feldern)

Die Schülerinnen und Schüler können	
	(2) den Zusammenhang zwischen der Kraftwirkung auf eine Probeladung und der elektrischen Feldstärke beschreiben ($\vec{E} = \frac{\vec{F}_{el}}{q}$)
	(3) die Bewegung geladener Teilchen parallel und senkrecht zu einem <i>homogenen elektrischen Feld</i> qualitativ beschreiben und hierbei ihre Kenntnisse aus der Mechanik anwenden (Newton'sche Prinzipien, <i>potentielle</i> und <i>kinetische Energie</i> , <i>Energieerhaltungssatz</i> , Bahnformen qualitativ)
	(4) den Zusammenhang zwischen der Kraftwirkung auf einen stromdurchflossenen Leiter und der <i>magnetischen Flussdichte</i> beschreiben (<i>magnetische Flussdichte</i> \vec{B} , $F = B \cdot I \cdot s$, Messung von Flussdichten)
	(5) die Kraftwirkung auf eine <i>elektrische Ladung</i> in einem <i>Magnetfeld</i> erläutern (<i>Lorentzkraft</i> , <i>Drei-Finger-Regel</i> , $F_L = q \cdot v \cdot B$)
	(6) die Bewegung geladener Teilchen senkrecht zu einem <i>homogenen Magnetfeld</i> qualitativ beschreiben und hierbei ihre Kenntnisse aus der Mechanik anwenden (Newton'sche Prinzipien, Bahnformen qualitativ)
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 6, 7, 8
P	2.2 Kommunikation 2, 3, 4
	(7) charakteristische Größen eines Plattenkondensators berechnen ($C = \frac{Q}{U}$, $E = \frac{U}{d}$, $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$, $E_{Kond} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$) und technische Anwendungen beschreiben (zum Beispiel Standlicht beim Fahrrad)
	(8) den zeitabhängigen Aufladevorgang und Entladevorgang eines <i>Kondensators</i> anhand von <i>I-t-Diagrammen</i> qualitativ erläutern und den Entladevorgang mithilfe der <i>Exponentialfunktion</i> mathematisch beschreiben sowie den Einfluss der Parameter <i>Widerstand</i> und <i>Kapazität</i> beschreiben
F M	3.4.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang
	(9) charakteristische Größen einer schlanken Spule berechnen ($B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{n}{l} \cdot I$)

3.5.2.2 Elektrodynamik

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen das Phänomen der elektromagnetischen Induktion und beschreiben technische Anwendungen. Sie beschreiben im Überblick Ursache und Struktur elektromagnetischer Felder.

Die Schülerinnen und Schüler können	
	(1) mithilfe der <i>Lorentzkraft</i> erklären, dass in einem Leiter, der senkrecht zu einem <i>Magnetfeld</i> bewegt wird, eine <i>Spannung</i> beziehungsweise ein elektrischer Strom induziert wird

Die Schülerinnen und Schüler können

(2) das Faraday'sche *Induktionsgesetz* untersuchen und beschreiben (*magnetischer Fluss* $\Phi = A \cdot B$ für *Feldlinien* des *Magnetfeldes* B , die senkrecht zur Fläche A verlaufen, $U_{\text{ind}} = -n \cdot \dot{\Phi}$, *Lenz'sche Regel*)

- P** 2.1 Erkenntnisgewinnung 8
P 2.2 Kommunikation 2, 3, 4, 5, 6
F M 3.3.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang

(3) eine technische Anwendung des *Induktionsgesetzes* qualitativ beschreiben (zum Beispiel Generator, Transformator, Induktionsladegerät, Induktionskochplatte)

3.5.3 Schwingungen

Die Schülerinnen und Schüler entwickeln ihre Modellvorstellungen zunächst an mechanischen Schwingungen und übertragen diese anschließend auf elektromagnetische Schwingungen.

Die Schülerinnen und Schüler können

(1) *Schwingungen* experimentell aufzeichnen und mithilfe charakteristischer Eigenschaften und Größen als zeitlich periodische Bewegungen um eine *Gleichgewichtslage* beschreiben und klassifizieren (*Auslenkung* $s(t)$, *Amplitude* \hat{s} , *Periodendauer* T , *Frequenz* f , *Kreisfrequenz* ω)

(2) ungedämpfte harmonische Schwingungen mathematisch beschreiben ($s(t) = \hat{s} \cdot \sin(\omega \cdot t)$, $s(t) = \hat{s} \cdot \cos(\omega \cdot t)$, $v(t) = \dot{s}(t)$, $a(t) = \dot{v}(t) = \ddot{s}(t)$)

- F** M 3.3.1 Leitidee Zahl – Variable – Operation (14)
F M 3.3.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang (9)
L PG Wahrnehmung und Empfindung

(3) den Zusammenhang zwischen *harmonischen* mechanischen *Schwingungen* und *linearer Rückstellkraft* an Beispielen beschreiben

- P** 2.1 Erkenntnisgewinnung 6, 7, 8
P 2.2 Kommunikation 2

(4) die *Schwingung* eines Federpendels erklären ($T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$) und die auftretenden Energieumwandlungen beschreiben

(5) die *Schwingung* in einem *elektromagnetischen Schwingkreis* erklären und die auftretenden Energieumwandlungen beschreiben

- P** 2.1 Erkenntnisgewinnung 10

3.5.4 Wellen

Die Schülerinnen und Schüler entwickeln ihre Modellvorstellungen zunächst an mechanischen Wellen und übertragen diese auf elektromagnetische Wellen sowie auf Gravitationswellen. Sie erkennen, dass mit dem Huygens'schen Prinzip grundlegende Wellenphänomene erklärt werden können. Sie können ihre Erkenntnisse auf Alltags- und astrophysikalische Phänomene anwenden.

Die Schülerinnen und Schüler können	
	(1) <i>Wellen</i> mithilfe charakteristischer Eigenschaften und Größen beschreiben (<i>Wellenlänge λ, Ausbreitungsgeschwindigkeit $c = \lambda \cdot f$, Wellenfront, Transversalwelle, Longitudinalwelle, Polarisation</i>)
	(2) grundlegende Wellenphänomene beschreiben (<i>Beugung, Reflexion, Brechung, Interferenz, Energietransport</i>)
	(3) eindimensionale stehende <i>Wellen</i> beschreiben und als Interferenzphänomen erklären (<i>Bäuche, Knoten, Eigenfrequenzen, Stellen konstruktiver beziehungsweise destruktiver Interferenz, Reflexion an festen beziehungsweise losen Enden, Wellenlängenbestimmung mittels Knotenabstand</i>)
P	2.2 Kommunikation 3, 4
	(4) mithilfe des <i>Gangunterschieds</i> die Überlagerung zweidimensionaler <i>kohärenter Wellen</i> qualitativ beschreiben
	(5) grundlegende Wellenphänomene mithilfe des <i>Huygens'schen Prinzips</i> erklären (zum Beispiel <i>Beugung, Reflexion</i>)
	(6) erklären, dass ein Beobachter, der sich relativ zu einem Wellensender bewegt, eine andere <i>Frequenz</i> beziehungsweise <i>Wellenlänge</i> wahrnimmt als die von der Quelle erzeugte (<i>Doppler-Effekt, Rotverschiebung und Blauverschiebung</i>)
	(7) das <i>elektromagnetische Spektrum</i> im Überblick beschreiben
	(8) Eigenschaften von <i>elektromagnetischen Wellen</i> und <i>Gravitationswellen</i> vergleichen (zum Beispiel <i>Ausbreitungsgeschwindigkeit, Ausbreitung im Vakuum, Transversalwellen</i>)

3.5.5 Wellenoptik

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen optische Interferenzphänomene und beschreiben diese mithilfe des Modells der elektromagnetischen Welle. Sie erklären Beugungsmuster mithilfe der Interferenz und lernen die Methode der Spektralanalyse kennen.

Die Schülerinnen und Schüler können	
	(1) kohärentes Licht als <i>elektromagnetische Welle</i> beschreiben (unter anderem <i>Lichtgeschwindigkeit</i>)
I	3.5.3 Schwingungen
I	3.5.4 Wellen

Die Schülerinnen und Schüler können

(2) das *Strahlenmodell* und das *Wellenmodell* des *Lichts* miteinander vergleichen
(Gültigkeitsbereich des *Strahlenmodells*: zum Beispiel *Beugung* an einer Blende, *Dispersion*)

P 2.3 Bewertung 4, 11

L PG Selbstregulation und Lernen

(3) die Struktur der *Interferenzmuster* und der *Intensitätsverteilung* bei *Beugung* an *Doppelspalt* und *Gitter* beschreiben

(4) die Lage von *Interferenzmaxima* bei ausgewählten Beugungsvorgängen in Fernfeldnäherung berechnen (Maxima beim *Doppelspalt*, *Hauptmaxima* beim *Gitter*)

(5) die Spektralzerlegung des *Lichts* polychromatischer Lichtquellen als Interferenzphänomen erklären und am *Gitter* experimentell untersuchen

L PG Selbstregulation und Lernen; Wahrnehmung und Empfindung

(6) Spektren verschiedener Lichtquellen experimentell untersuchen

3.5.6 Atom- und Kernphysik

Die Schülerinnen und Schüler verbinden die Beobachtung von Linienspektren mit der Struktur der Atomhülle. Sie verwenden den Photonenbegriff zur Erklärung von Emissions- und Absorptionsspektren. Sie beschreiben, wie sich aus Spektren Erkenntnisse über die physikalischen und chemischen Eigenschaften astronomischer Objekte gewinnen lassen. Sie beschreiben Kernreaktionen unter anderem mithilfe der Bindungsenergie.

Die Schülerinnen und Schüler können

(1) den *lichtelektrischen Effekt* beschreiben und anhand der Einsteinschen Lichtquantenhypothese erklären (Hallwachs-Effekt, Einsteinsche Gleichung $E_{\text{kin,max}} = h \cdot f - E_A$, Plancksche Konstante h)

P 2.3 Bewertung 4, 11

(2) erläutern, wie sich *Quantenobjekte* anhand ihrer *Energie* und anhand ihres *Impulses* beschreiben lassen ($E_{\text{Quant}} = h \cdot f$, $p = \frac{h}{\lambda}$, de Broglie-Wellenlänge von Materiewellen)

(3) unterschiedliche Arten von Spektren beschreiben (kontinuierliche Spektren, Linienspektren, Emissions- und Absorptionsspektren)

(4) Linienspektren von *Atomen* und *Molekülen* als Übergang zwischen diskreten Energieniveaus beschreiben (Bohrsche Frequenzbedingung $f = \frac{\Delta E}{h}$)

(5) erklären, wie mithilfe von Spektren Informationen über die chemische Zusammensetzung kosmischer Materie gewonnen werden können (zum Beispiel Atmosphären von Sternen und Planeten, interstellares Gas, Molekülwolken)

Die Schülerinnen und Schüler können

(6) die *Kernfusion* als Energiefreisetzungsprozess in Sternen beschreiben (*Bindungsenergie, pp-Kette*)

- I** 3.3.4 Struktur der Materie
F CH.V2 3.2.2.3 Energetische Aspekte chemischer Reaktionen (1)
L PG Selbstregulation und Lernen

3.5.7 Astrophysik

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den Kosmos als Ganzes und die astronomischen Objekte mithilfe physikalischer Gesetzmäßigkeiten. Sie beschreiben die kosmische Expansion und deren zentrale Bedeutung für die Entwicklung des Universums. Die Schülerinnen und Schüler erklären die Sternentwicklung in Grundzügen als Abfolge von stabilen und instabilen Phasen. Sie beschreiben Methoden zum Nachweis und zur Untersuchung der Eigenschaften von Exoplaneten.

Die Schülerinnen und Schüler können

(1) die Entwicklung des Universums in Grundzügen beschreiben (*Kosmologisches Standardmodell: Urknall, kosmische Expansion, Alter des Universums, Hintergrundstrahlung, Entstehung der Atome, Entstehung von Galaxien*)

(2) *Galaxien* als zusammengesetzte Systeme beschreiben (zum Beispiel Sterne, Planetensysteme, interstellares Gas, Dunkle Materie)

(3) die entfernungsabhängige *Rotverschiebung* der *Galaxien* beschreiben und als Folge der Expansion des Universums interpretieren (*Hubble-Relation, $v = H_0 \cdot r$, kosmischer Skalenfaktor*)

- F** M 3.3.3 Leitidee Raum und Form

(4) beschreiben, dass die Stabilität beziehungsweise Instabilität von kosmischen Objekten von den Eigenschaften eines der *Gravitation* entgegenwirkenden Drucks abhängt

(5) die Sternentstehung in Grundzügen beschreiben (Vor-Hauptreihenentwicklung, *Gravitation* und innerer Gasdruck von Molekülwolken, Bedingungen für den Kollaps von Molekülwolken, Energieabstrahlung beim Kollaps, *Protostern*, Einsetzen von Fusionsprozessen)

(6) das *Hauptreihenstadium* beschreiben (*Gravitation* und innerer Gasdruck, *Kernfusion*, Energietransport zur Oberfläche, temperaturabhängige Abstrahlung, die Sonne als *Stern*)

(7) die Nach-Hauptreihenentwicklung für verschiedene Sternmassen beschreiben (*Schalenbrennen, Roter Riese, zukünftige Entwicklung der Sonne, Kriterien für die Stabilität der Endstadien: Weißer Zwerg, Neutronenstern, Schwarzes Loch, Schwarzschildradius $R_s = \frac{2 \cdot G \cdot M}{c^2}$*)

- I** 3.5.6 Atom- und Kernphysik (6)

(8) Methoden zum Nachweis *extrasolarer Planeten* beschreiben (zum Beispiel Transitmethode, Radialgeschwindigkeitsmethode, astrometrische Methode, Mikrogravitationslinsenmethode, direkte Abbildung)

Die Schülerinnen und Schüler können

(9) erläutern, wie sich mithilfe der Spektralanalyse die Eigenschaften von Planetenatmosphären bestimmen lassen (zum Beispiel Temperatur, chemische Zusammensetzung, mögliche Hinweise auf Leben)

- I** 3.5.6 Atom- und Kernphysik (5)
- L** BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung
- L** PG Selbstregulation und Lernen

3.6 Klassen 11/12 (Leistungsfach)

3.6.1 Denk- und Arbeitsweisen der Physik

Die Kompetenzen im Bereich „Denk- und Arbeitsweisen der Physik“ sollen – aufbauend auf den entsprechenden Kompetenzen der Klassenstufen 5 bis 10 – an geeigneten Stellen des Unterrichts in Verbindung mit den inhaltsbezogenen Kompetenzen der anderen Bereiche erworben werden. Die Schülerinnen und Schüler reflektieren dabei physikalische Denk- und Arbeitsweisen und deren Bedeutung für die Erkenntnisgewinnung in der Physik. Insbesondere unterscheiden sie die Physik als theoriegeleitete, empirische Naturwissenschaft von anderen Welterklärungsansätzen.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) an Beispielen beschreiben, dass Aussagen in der theoriegeleiteten Physik grundsätzlich empirisch überprüfbar sind (Fragestellung, Hypothese, Experiment, Bestätigung beziehungsweise Widerlegung)	
<ul style="list-style-type: none"> L BO Fachspezifische und handlungsorientierte Zugänge zur Arbeits- und Berufswelt L PG Selbstregulation und Lernen; Wahrnehmung und Empfindung 	
(2) die Funktion von <i>Modellen</i> in der Physik erläutern (unter anderem anhand der Modellvorstellungen von <i>Licht</i> und <i>Materie</i>)	
<ul style="list-style-type: none"> P 2.1 Erkenntnisgewinnung 9, 11 P 2.3 Bewertung 4 F CH.V2 3.2.1.2 Stoffe und ihre Teilchen 	
(3) die Bedeutung von <i>Naturkonstanten</i> beschreiben (zum Beispiel anhand der Planck’schen Konstanten)	
<ul style="list-style-type: none"> L MB Information und Wissen 	

3.6.2 Elektromagnetische Felder

3.6.2.1 Elektrisches Feld

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen und erläutern die Ursache sowie die Struktur statischer elektrischer Felder. Sie sind in der Lage, homogene Felder auch quantitativ zu beschreiben. Die Betrachtung der Superposition elektrischer Felder erfolgt im Allgemeinen zeichnerisch, im Falle senkrechter und paralleler Felder auch rechnerisch.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) die Kraftwirkungen zwischen elektrisch geladenen Körpern beschreiben (Abstoßung, Anziehung, Coulomb’sches Gesetz, $F = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$)	
(2) die Struktur <i>elektrischer Felder</i> beschreiben (Feldbegriff, <i>Feldlinien</i> , <i>homogenes Feld</i> , radiales Feld einer Punktladung, Feld eines Dipols, Quelle und Senke, Superposition von <i>elektrischen Feldern</i>)	

Die Schülerinnen und Schüler können	
	(3) das Verhalten von Materie im <i>elektrischen Feld</i> beschreiben (<i>Influenz, Polarisierung</i>)
	(4) den Zusammenhang zwischen der Kraftwirkung auf eine Probeladung und der <i>elektrischen Feldstärke</i> anhand eines Experimentes erläutern ($\vec{E} = \frac{\vec{F}_{el}}{q}$)
	(5) die <i>elektrische Feldstärke</i> eines <i>Plattenkondensators</i> beschreiben ($E = \frac{U}{d}$)
	(6) die <i>Kapazität</i> eines <i>Kondensators</i> erläutern ($C = \frac{Q}{U}$)
	(7) die Eigenschaften eines <i>Plattenkondensators</i> beschreiben ($C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$, $E_{Kond} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$), <i>Kondensator als Energiespeicher, Dielektrikum</i>)
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 6, 7, 8
P	2.2 Kommunikation 2, 3, 4
	(8) den zeitabhängigen <i>Aufladevorgang</i> und <i>Entladevorgang</i> eines <i>Kondensators</i> anhand von <i>U-t-</i> und <i>I-t-Diagrammen</i> erläutern und mithilfe der <i>Exponentialfunktion</i> mathematisch beschreiben sowie den Einfluss der Parameter <i>Widerstand</i> und <i>Kapazität</i> beschreiben
F	M 3.4.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang
	(9) den Zusammenhang zwischen <i>Spannung</i> und <i>Potential</i> erläutern (<i>Äquipotentiallinien</i> eines <i>homogenen Feldes</i> sowie des Feldes eines <i>Dipols</i>)
	(10) Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen <i>elektrischen Feldern</i> und <i>Gravitationsfeldern</i> beschreiben (<i>homogene Felder</i> , <i>Felder einzelner Ladungen</i> beziehungsweise <i>Massen</i>)
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 10
	(11) die Bewegung geladener Teilchen parallel und senkrecht zu einem <i>homogenen elektrischen Feld</i> quantitativ beschreiben und hierbei ihre Kenntnisse aus der <i>Mechanik</i> anwenden (<i>Newton'sche Prinzipien</i> , <i>potentielle</i> und <i>kinetische Energie</i> , <i>Energieerhaltungssatz</i> , <i>Bahnformen</i>)
I	3.3.5 Mechanik (*)
L	PG Selbstregulation und Lernen

3.6.2.2 Magnetisches Feld

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen und erläutern die Ursache sowie die Struktur statischer magnetischer Felder. Sie sind in der Lage, homogene Felder und die Bewegung geladener Teilchen darin auch quantitativ zu beschreiben. Die Betrachtung der Superposition magnetischer Felder erfolgt im Allgemeinen zeichnerisch, im Falle senkrechter und paralleler Felder auch rechnerisch. Sie vergleichen die Struktur des elektrischen und magnetischen Feldes.

Die Schülerinnen und Schüler können	
	(1) die Struktur <i>magnetischer Felder</i> beschreiben (<i>Feldlinien</i> , <i>homogenes Feld</i> , einfache nicht-homogene Felder, <i>Feld um einen geraden Leiter</i> , <i>Handregel</i> , <i>Superposition von magnetischen Feldern</i>)

Die Schülerinnen und Schüler können	
	(2) die Kraftwirkung auf einen stromdurchflossenen Leiter in einem <i>Magnetfeld</i> erläutern (<i>magnetische Flussdichte</i> \vec{B} , $F = B \cdot I \cdot s$)
	(3) die Kraftwirkung auf eine <i>elektrische Ladung</i> in einem <i>Magnetfeld</i> erläutern (<i>Lorentzkraft</i> , <i>Drei-Finger-Regel</i> , $F_L = q \cdot v \cdot B$)
	(4) den <i>Hall-Effekt</i> beschreiben
	(5) das <i>Magnetfeld</i> einer schlanken Spule untersuchen und beschreiben ($B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{n}{l} \cdot I$)
<div style="background-color: #ffc000; padding: 2px; display: inline-block; font-weight: bold;">P</div> 2.1 Erkenntnisgewinnung 6, 7, 8 <div style="background-color: #ffc000; padding: 2px; display: inline-block; font-weight: bold;">P</div> 2.2 Kommunikation 2, 3, 4, 5	
	(6) die Bewegung geladener Teilchen senkrecht zu einem <i>homogenen Magnetfeld</i> quantitativ beschreiben und hierbei ihre Kenntnisse aus der Mechanik anwenden (Newton'sche Prinzipien, Bahnformen)
	(7) die Bewegung geladener Teilchen in gekreuzten <i>homogenen elektrischen</i> und <i>magnetischen Feldern</i> erklären (zum Beispiel Wien'sches Filter und Massenspektrograph)

3.6.2.3 Elektrodynamik

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen das Phänomen der elektromagnetischen Induktion und erläutern technische Anwendungen. Sie beschreiben die Ursache und Struktur elektromagnetischer Felder anhand der Aussagen der Maxwell-Gleichungen.

Die Schülerinnen und Schüler können	
	(1) mithilfe der <i>Lorentzkraft</i> erklären, dass in einem Leiter, der senkrecht zu einem <i>Magnetfeld</i> bewegt wird, eine <i>Spannung</i> beziehungsweise ein elektrischer Strom induziert wird
	(2) das Faraday'sche <i>Induktionsgesetz</i> erläutern und anwenden (<i>magnetischer Fluss</i> $\Phi = A \cdot B$ für <i>Feldlinien</i> des <i>Magnetfeldes</i> B , die senkrecht zur Fläche A verlaufen, $U_{\text{ind}} = -n \cdot \dot{\Phi}$, <i>Lenz'sche Regel</i>)
	(3) technische Anwendungen des <i>Induktionsgesetzes</i> qualitativ beschreiben (zum Beispiel Generator, Transformator, Induktionsladergerät)
	(4) Selbstinduktionseffekte in Stromkreisen bei Ein- und Ausschaltvorgängen erklären (<i>Induktivität</i> , $U_{\text{ind}} = -L \cdot \dot{I}$)
	(5) die Eigenschaften einer schlanken Spule beschreiben ($L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot n^2 \cdot \frac{A}{l}$, $E_{\text{Spule}} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$)
<div style="background-color: #ffc000; padding: 2px; display: inline-block; font-weight: bold;">P</div> 2.1 Erkenntnisgewinnung 6, 7, 8 <div style="background-color: #ffc000; padding: 2px; display: inline-block; font-weight: bold;">P</div> 2.2 Kommunikation 2, 3, 4, 5, w6 <div style="background-color: #ff0000; color: white; padding: 2px; display: inline-block; font-weight: bold;">F</div> M 3.3.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang <div style="background-color: #ff0000; color: white; padding: 2px; display: inline-block; font-weight: bold;">F</div> M 3.4.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang	
	(6) Ursache und Struktur <i>elektromagnetischer Felder</i> anhand der Aussagen der Maxwell-Gleichungen im Überblick beschreiben
	(7) eine technische Anwendung elektrischer Wirbelströme beschreiben (zum Beispiel Wirbelstrombremse, Induktionskochplatte)

3.6.3 Schwingungen

Die Schülerinnen und Schüler entwickeln ihre Modellvorstellungen zunächst an mechanischen Schwingungen und wenden ihre Kenntnisse anschließend auf elektromagnetische Schwingungen an. Sie erkennen, dass Differentialgleichungen zur mathematischen Behandlung von Schwingungen notwendig sind.

Die Schülerinnen und Schüler können	
	(1) <i>Schwingungen</i> experimentell aufzeichnen und mithilfe charakteristischer Eigenschaften und Größen als zeitlich periodische Bewegungen um eine <i>Gleichgewichtslage</i> beschreiben und klassifizieren (<i>Auslenkung</i> $s(t)$, <i>Amplitude</i> \hat{s} , <i>Periodendauer</i> T , <i>Frequenz</i> f , <i>Kreisfrequenz</i> ω , <i>harmonisch</i> und nicht harmonisch, <i>gedämpft</i> und <i>ungedämpft</i>)
	(2) <i>ungedämpfte harmonische Schwingungen</i> mathematisch beschreiben (unter anderem $s(t) = \hat{s} \cdot \sin(\omega \cdot t)$, $s(t) = \hat{s} \cdot \cos(\omega \cdot t)$, $v(t) = \dot{s}(t)$, $a(t) = \dot{v}(t) = \ddot{s}(t)$)
	(3) die zeitlich abnehmende <i>Amplitude</i> einer <i>gedämpften Schwingung</i> mathematisch beschreiben (geschwindigkeitsproportionale Reibung)
F M 3.3.1 Leitidee Zahl – Variable – Operation (14) F M 3.3.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang (9)	
	(4) den Zusammenhang zwischen <i>harmonischen</i> mechanischen <i>Schwingungen</i> und <i>linearer Rückstellkraft</i> beschreiben (unter anderem horizontales Federpendel)
P 2.1 Erkenntnisgewinnung 6, 7, 8 P 2.2 Kommunikation 2	
	(5) die Schwingungs-Differentialgleichung eines Federpendels durch einen geeigneten Ansatz lösen ($\ddot{s}(t) = -\frac{D}{m} \cdot s(t)$, $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$)
	(6) die Schwingungs-Differentialgleichung eines Fadenpendels durch einen geeigneten Ansatz lösen ($\ddot{s}(t) = -\frac{g}{l} \cdot s(t)$, $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$)
F M 3.3.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang (9)	
	(7) die <i>Schwingung</i> in einem <i>elektromagnetischen Schwingkreis</i> erklären und die auftretenden Energieumwandlungen erläutern
P 2.2 Kommunikation 3, 4	
	(8) die Schwingungs-Differentialgleichung eines <i>elektromagnetischen Schwingkreises</i> durch einen geeigneten Ansatz lösen ($\ddot{Q}(t) = -\frac{1}{L \cdot C} \cdot Q(t)$, $T = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}$)
F M 3.3.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang (9)	
	(9) Gemeinsamkeiten und Unterschiede von mechanischen und elektromagnetischen <i>Schwingungen</i> erläutern (zum Beispiel anhand eines Federpendels und eines <i>elektromagnetischen Schwingkreises</i>)
P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10	
	(10) Resonanz bei erzwungenen <i>Schwingungen</i> beschreiben (<i>Eigenfrequenz</i> , <i>Erregerfrequenz</i>)

3.6.4 Wellen

Die Schülerinnen und Schüler entwickeln ihre Modellvorstellungen zunächst an mechanischen Wellen und übertragen ihre Kenntnisse anschließend auf elektromagnetische Wellen. Sie erkennen, dass mit dem Huygens'schen Prinzip grundlegende Wellenphänomene erklärt werden können. Im Vordergrund der Betrachtungen stehen Transversalwellen, an geeigneten Beispielen erkennen die Schülerinnen und Schüler aber auch die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu Longitudinalwellen.

Die Schülerinnen und Schüler können	
	(1) <i>Wellen</i> mithilfe charakteristischer Eigenschaften und Größen beschreiben (<i>Wellenlänge</i> λ , <i>Ausbreitungsgeschwindigkeit</i> $c = \lambda \cdot f$, <i>Wellenfront</i> , <i>Wellennormale</i> , <i>Polarisation</i>)
	(2) den Unterschied zwischen <i>Longitudinalwellen</i> und <i>Transversalwellen</i> erläutern
	(3) grundlegende Wellenphänomene beschreiben (<i>Beugung</i> , <i>Reflexion</i> , <i>Brechung</i> , <i>Interferenz</i> , <i>Energietransport</i>) und in Alltagssituationen erkennen (zum Beispiel <i>Meereswellen</i> , <i>Gegenschall</i>)
P	2.2 Kommunikation 3, 4
	(4) können die zeitliche und räumliche Entwicklung einer harmonischen eindimensionalen <i>Welle</i> in einer mathematischen Darstellung beschreiben ($s(x, t) = \hat{s} \cdot \sin \left[2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \right]$)
F	M 3.3.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang
	(5) eindimensionale <i>stehende Transversalwellen</i> beschreiben und als Interferenzphänomen erklären (<i>Bäuche</i> , <i>Knoten</i> , <i>Eigenfrequenzen</i> , Stellen <i>konstruktiver</i> beziehungsweise <i>destruktiver Interferenz</i> , <i>Reflexion</i> an festen beziehungsweise losen Enden, Wellenlängenbestimmung mittels Knotenabstand)
	(6) mithilfe des <i>Gangunterschieds</i> die Überlagerung zweidimensionaler <i>kohärenter Wellen</i> beschreiben
	(7) Wellenphänomene mithilfe des <i>Huygens'schen Prinzips</i> erklären (zum Beispiel <i>Beugung</i> , <i>Reflexion</i>)
	(8) das <i>elektromagnetische Spektrum</i> im Überblick beschreiben
	(9) den Hertz'schen Dipol als Grenzfall eines <i>elektromagnetischen Schwingkreises</i> erkennen und die daraus entstehende Abstrahlung <i>elektromagnetischer Wellen</i> in Grundzügen beschreiben

3.6.5 Wellenoptik

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen optische Interferenzphänomene und beschreiben diese mithilfe des Modells der elektromagnetischen Welle. Sie können ihre Erkenntnisse sowohl auf Alltagsphänomene als auch die historische Entwicklung von Modellen anwenden.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) kohärentes <i>Licht</i> als <i>elektromagnetische Welle</i> beschreiben (unter anderem <i>Lichtgeschwindigkeit</i>)	
<div style="display: flex; gap: 5px;"> <div style="background-color: #800000; color: white; padding: 2px 5px;">I</div> 3.6.3 Schwingungen </div> <div style="display: flex; gap: 5px;"> <div style="background-color: #800000; color: white; padding: 2px 5px;">I</div> 3.6.4 Wellen </div>	
(2) das <i>Strahlenmodell</i> und das <i>Wellenmodell</i> des <i>Lichts</i> miteinander vergleichen (Gültigkeitsbereich des <i>Strahlenmodells</i> : zum Beispiel <i>Beugung</i> an einer Blende, <i>Dispersion</i>)	
<div style="display: flex; gap: 5px;"> <div style="background-color: #FFA500; padding: 2px 5px;">P</div> 2.3 Bewertung 4 </div> <div style="display: flex; gap: 5px;"> <div style="background-color: #800000; color: white; padding: 2px 5px;">I</div> 3.6.3 Schwingungen </div> <div style="display: flex; gap: 5px;"> <div style="background-color: #800000; color: white; padding: 2px 5px;">I</div> 3.6.4 Wellen </div>	
(3) Interferenzphänomene an <i>Einzelspalt</i> , <i>Doppelspalt</i> und <i>Gitter</i> experimentell untersuchen	
<div style="display: flex; gap: 5px;"> <div style="background-color: #FFA500; padding: 2px 5px;">P</div> 2.1 Erkenntnisgewinnung 4 </div>	
(4) Interferenzphänomene am <i>Michelson-Interferometer</i> beschreiben (Strahlteiler)	
<div style="display: flex; gap: 5px;"> <div style="background-color: #FFA500; padding: 2px 5px;">P</div> 2.1 Erkenntnisgewinnung 4 </div>	
(5) die Struktur der <i>Interferenzmuster</i> und der <i>Intensitätsverteilung</i> bei <i>Beugung</i> an <i>Einzelspalt</i> , <i>Doppelspalt</i> und <i>Gitter</i> beschreiben (Unterschied zwischen idealisierten und realen Spalten mit endlicher Breite, Spektralzerlegung des <i>Lichts</i> polychromatischer Lichtquellen)	
(6) die Lage von <i>Interferenzminima</i> beziehungsweise <i>Interferenzmaxima</i> bei ausgewählten Beugungsvorgängen in Fernfeldnäherung berechnen (Minima beim <i>Einzelspalt</i> , Minima und Maxima beim <i>Doppelspalt</i> , <i>Hauptmaxima</i> beim <i>Gitter</i>)	
<div style="display: flex; gap: 5px;"> <div style="background-color: #FFA500; padding: 2px 5px;">P</div> 2.1 Erkenntnisgewinnung 4 </div>	
(7) Interferenzphänomene im Alltag physikalisch beschreiben (zum Beispiel Interferenz an dünnen Schichten, Interferenz an Gitterstrukturen, Laser-Speckle)	
(8) die geschichtliche Entwicklung von Modellvorstellungen des <i>Lichts</i> beschreiben (zum Beispiel Lichtstrahlen, Lichtteilchen, Lichtwellen, elektromagnetische Wellen, Photonen)	
<div style="display: flex; gap: 5px;"> <div style="background-color: #FFA500; padding: 2px 5px;">P</div> 2.3 Bewertung 4, 11 </div>	

3.6.6 Quantenphysik und Materie

Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass jegliche klassische Modellvorstellung zur vollständigen und widerspruchsfreien Beschreibung des Verhaltens von Quantenobjekten wie Photonen und Elektronen versagen. Insbesondere stellen sie fest, dass quantenphysikalische Erkenntnisse und Experimente vertraute Konzepte und Begriffe (Determinismus, Kausalität, Bahnbegriff) in Frage stellen. Sie beschreiben das Verhalten von Quantenobjekten unter anderem mithilfe von Wahrscheinlichkeitsaussagen und der Heisenberg’schen Unbestimmtheitsrelation. Die Schülerinnen und Schüler verbinden die Beobachtung von Linienspektren mit der Struktur der Atomhülle. Sie verwenden den Photonenbegriff zur Erklärung von Emissions- und Absorptionsspektren von Atomen.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1)	den <i>lichtelektrischen Effekt</i> beschreiben und anhand der Einstein’schen Lichtquantenhypothese erklären (Hallwachs-Effekt, Einstein’sche Gleichung $E_{\text{kin,max}} = h \cdot f - E_A$, Planck’sche Konstante)
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #ffc000; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">P</div> <div>2.3 Bewertung 4, 11</div> </div>	
(2)	erläutern, wie sich <i>Quantenobjekte</i> anhand ihrer <i>Energie</i> und anhand ihres <i>Impulses</i> beschreiben lassen ($E_{\text{Quant}} = h \cdot f$, $p = \frac{h}{\lambda}$, <i>de Broglie-Wellenlänge</i> von Materiewellen)
(3)	Gemeinsamkeiten und Unterschiede des Verhaltens von klassischen <i>Wellen</i> , klassischen <i>Teilchen</i> und <i>Quantenobjekten</i> am <i>Doppelspalt</i> beschreiben
(4)	erläutern, wie für <i>Quantenobjekte</i> der Determinismus der klassischen Physik durch Wahrscheinlichkeitsaussagen ersetzt wird (Interferenz-Experimente mit einzelnen <i>Quantenobjekten</i>)
(5)	Experimente zur <i>Interferenz</i> einzelner <i>Quantenobjekte</i> anhand von Wahrscheinlichkeitsaussagen beschreiben und den Ausgang der Experimente erklären (<i>quantenmechanische Wellenfunktion</i> , $ \psi ^2$)
(6)	am Beispiel des Doppelspaltexperimentes beschreiben, dass <i>Quantenobjekte</i> zwar stets Wellen- und Teilcheneigenschaften aufweisen, sich diese aber nicht unabhängig voneinander beobachten lassen. Sie können dies anhand der <i>Interferenzfähigkeit</i> und der <i>Welcher-Weg-Information</i> bei einzelnen <i>Quantenobjekten</i> erläutern (Koinzidenzmethode, <i>Komplementarität</i> , Delayed-choice-Variante des Doppelspaltexperimentes)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #ffc000; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">P</div> <div>2.1 Erkenntnisgewinnung 11</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #ffc000; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">P</div> <div>2.3 Bewertung 4</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #c00000; color: white; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">I</div> <div>3.6.3 Schwingungen</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #c00000; color: white; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">I</div> <div>3.6.4 Wellen</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #c00000; color: white; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">I</div> <div>3.6.5 Wellenoptik</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #c00000; color: white; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">F</div> <div>M 3.3.5 Leitidee Daten und Zufall (10)</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">L</div> <div>PG Selbstregulation und Lernen</div> </div> </div>	
(7)	erläutern, dass der <i>Ort</i> und der <i>Impuls</i> von <i>Quantenobjekten</i> nicht gleichzeitig beliebig genau messbar sind und begründen, warum der klassische Bahnbegriff und der klassische Determinismus aufgegeben werden müssen (<i>Unbestimmtheitsrelation</i> $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h$)
(8)	erläutern, dass messbare Eigenschaften von Objekten der klassischen Physik bereits vor ihrer Messung real vorliegen und dass der Wert der Messung unabhängig davon ist, ob überhaupt gemessen wurde. Sie können beschreiben, dass diese Aussage für <i>Quantenobjekte</i> im Allgemeinen nicht gilt (Realität, zum Beispiel bei verschränkten Photonen)

Die Schülerinnen und Schüler können

(9) erläutern, dass räumlich getrennte Objekte eines zusammengesetzten Systems aus Objekten der Klassischen Physik alle ihre messbaren Eigenschaften unabhängig voneinander besitzen. Sie können beschreiben, dass diese Aussage für *Quantenobjekte* im Allgemeinen nicht gilt (Lokalität, zum Beispiel bei verschränkten Photonen)

P 2.3 Bewertung 4

(10) Linienspektren von *Atomen* als Übergänge zwischen diskreten Energieniveaus beschreiben und in einem Energieniveauschema veranschaulichen (*Absorption, Emission, Bohr'sche* Frequenzbedingung $f = \frac{\Delta E}{h}$, Energiewerte des Wasserstoffatoms $E_n = -R_\infty \cdot c \cdot h \cdot \frac{1}{n^2}$, Energiewerte wasserstoffähnlicher *Atome*)

(11) können die Entstehung des Röntgenspektrums erklären (*charakteristische Röntgenstrahlung, Bremsstrahlung, kurzwellige Grenze des Röntgenspektrums*)

(12) können die Energiewerte eines *Elektrons* im eindimensionalen *Potentialtopf* mit unendlich hohen Wänden berechnen sowie die Grenzen dieses Modells zur Beschreibung von Energieniveaus in *Atomen* beziehungsweise Molekülen erläutern

(13) können unterschiedliche atomare Modellvorstellungen (Rutherford'sches Atommodell, Orbitale des Wasserstoffatoms) und Mehrelektronensysteme (Pauli-Prinzip) im Überblick beschreiben

I 3.3.4 Struktur der Materie

F CH.V2 3.2.2.3 Energetische Aspekte chemischer Reaktionen (1)

L PG Selbstregulation und Lernen; Sicherheit und Unfallschutz

3.6.7 Vertiefendes Themengebiet

Die Schülerinnen und Schüler vertiefen und erweitern ihre physikalischen Kompetenzen in einem Themengebiet: Die Themengestaltung orientiert sich dabei an den zuvor erworbenen inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzen. Im Hinblick auf die Vorbereitung zum Studium beziehungsweise Beruf erfolgt die Erarbeitung der Inhalte möglichst selbstständig.

Die Schülerinnen und Schüler können

(1) wesentliche Aspekte eines Arbeitsgebietes physikalischer Forschung (zum Beispiel Relativitätstheorie, Atomphysik, Laserphysik, Elementarteilchenphysik, Astrophysik, Kosmologie, Umweltphysik, Halbleiterphysik) beschreiben, ihre Anwendung in Technik oder Alltag erläutern sowie Erkenntnisse aus anderen Bereichen anwenden

(2) exemplarisch erlernte Fachmethoden in dem ausgewählten Arbeitsgebiet physikalischer Forschung anwenden

P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10, 11, 12, 13, 14

P 2.2 Kommunikation 7

P 2.3 Bewertung 6, 7, 11, 12

L BO Fachspezifische und handlungsorientierte Zugänge zur Arbeits- und Berufswelt

L PG Selbstregulation und Lernen

4. Operatoren

Den in den Fächern Biologie, Chemie, Naturwissenschaft und Technik (NwT), Physik und in dem Fächerverbund Biologie, Naturphänomene und Technik (BNT) genutzten Operatoren liegt eine gemeinsame Beschreibung zugrunde.

In den Standards für inhaltsbezogene Kompetenzen werden Operatoren (handlungsleitende Verben) verwendet. Diese sind in der vorliegenden Liste aufgeführt. Standards legen fest, welchen Anforderungen die Schülerinnen und Schüler gerecht werden müssen. Daher werden die 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.

Operatoren	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

Operatoren	Beschreibung	AFB
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
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
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):

(2) anhand von einfachen Versuchen zwei Wetterelemente analysieren (zum Beispiel Niederschlag, Temperatur)	
P I F L	

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)“):

(2) anhand von einfachen Versuchen zwei Wetterelemente analysieren (zum Beispiel Niederschlag, Temperatur)	
P 2.5 Methodenkompetenz 3	
I 3.1.2.2 Klimazonen Europas	
F BNT 3.1.1 Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften und der Technik	
L MB Produktion und Präsentation	

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

Fächerliste der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen

Abkürzung	Fach
ASTRO	Astronomie – Wahlfach in der Oberstufe
BIO	Biologie
BIO.V2	Biologie – Überarbeitete Fassung vom 08. März 2022
BK	Bildende Kunst
BKPROFIL	Bildende Kunst – Profulfach
CH	Chemie
CH.V2	Chemie – Überarbeitete Fassung vom 25. März 2022
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
E	Englisch
ETH	Ethik
F	Französisch
F4	Französisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
G	Geschichte
GEO	Geographie
GEOL	Geologie – Wahlfach in der Oberstufe
GK	Gemeinschaftskunde
GR4	Griechisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
HEBR4	Hebräisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
ITAL4	Italienisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
JAP4	Japanisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
L4	Latein als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
LIT	Literatur – Wahlfach in der Oberstufe
LUT	Literatur und Theater
M	Mathematik
MUS	Musik
MUSPROFIL	Musik – Profulfach
NWT	Naturwissenschaft und Technik (NwT) – Profulfach

Abkürzung	Fach
PH	Physik
PH.V2	Physik – Überarbeitete Fassung vom 25. März 2022
PHIL	Philosophie – Wahlfach in der Oberstufe
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
RRK	Katholische Religionslehre
RSYR	Syrisch-Orthodoxe Religionslehre
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.

Beispiel 1: „Die Schülerinnen und Schüler können Kernzerfälle und ionisierende Strahlung beschreiben (Radioaktivität, α -, β -, γ -Strahlung, Halbwertszeit)“

Die in der Klammer genannten Begriffe Radioaktivität, α -, β -, γ -Strahlung, Halbwertszeit sind verpflichtend.

Beispiel 2: „Die Schülerinnen und Schüler können ihre Umgebung hinsichtlich des sorgsamem Umganges mit Energie untersuchen, bewerten und konkrete technische Maßnahmen (zum Beispiel Wahl des Leuchtmittels) sowie Verhaltensregeln ableiten (zum Beispiel Stand-by-Funktion)“

Hier dient das Beispiel in der Klammer zur Verdeutlichung und Niveaue Konkretisierung.

Beispiel 3: „Die Schülerinnen und Schüler können grundlegende Eigenschaften der Energie beschreiben (unter anderem Energieerhaltung)“

In diesem Falle ist die Energieerhaltung verpflichtend sowie weitere Aspekte, die darüber hinausgehen.

Kursivschreibung

Kursiv geschriebene Fachbegriffe (zum Beispiel *Energie*) sind im Unterricht verbindlich mit dem Ziel einzusetzen, dass die Schülerinnen und Schüler diese

- in unterschiedlichen Kontexten ohne zusätzliche Erläuterung verstehen und anwenden können,
- im eigenen Wortschatz als Fachsprache aktiv benutzen können,
- mit eigenen Worten korrekt beschreiben können.

Fachbegriffe, die in den Standards nicht kursiv gesetzt sind, werden verwendet, um die Kompetenzbeschreibung für die Lehrkräfte fachlich präzise und prägnant formulieren zu können. Die Schülerinnen und Schüler müssen über diese Fachbegriffe nicht verfügen können.

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. Des Weiteren kann der Operator „beschreiben“ auch eine quantitative Beschreibung anhand einer Formel einschließen, insbesondere dann, wenn in der entsprechenden Teilkompetenz eine Formel aufgeführt ist.

Gestrichelte Unterstreichungen in den gymnasialen Fachplänen

In den prozessbezogenen Kompetenzen:

Die gekennzeichneten Stellen sind in der Oberstufe (Klassen 10–12) zu verorten.

In den inhaltsbezogenen Kompetenzen:

Die gekennzeichneten Stellen reichen über das E-Niveau des gemeinsamen Bildungsplans für die Sekundarstufe I hinaus und sind explizit erst in der Klasse 10 zu verorten.

Beispiel für die prozessbezogenen Kompetenzen in Physik: „...Messwerte auch digital erfassen und auswerten (unter anderem Messwerterfassungssystem, Tabellenkalkulation);“

Mit Sternchen markierte Abschnitte oder Kapitel

Im vorliegenden Fachplan sind einige Kapitel mit Sternchen (*) gekennzeichnet. Hiermit sind ganze Kapitel gekennzeichnet, die vollumfänglich in Klasse 10 zu verorten sind. Mit Sternchen gekennzeichnete Kapitel haben die gleiche Bedeutung wie die gestrichelten Unterstreichungen einzelner Stellen.

In Physik sind zusätzlich ganze Bereiche der inhaltsbezogenen Kompetenzen, die in Klasse 10 zu verorten sind, mit einem Sternchen (*) ausgezeichnet. In Physik ergänzt das Sternchen (*) die oben beschriebene Auszeichnung.

Beispiel: 3.3.5.1 *Kinematik* (*)

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, Heilbronner Str. 314, 70469 Stuttgart
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 2022</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.



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT