

Beispiel einer Jahresplanung für das 5-stündige Leistungsfach Physik

Jahrgangsstufen 1 und 2
Bildungsplan 2016, Baden-Württemberg

**Material der ZPG VI Physik
2020**

Beispiel einer Jahresplanung für das Leistungsfach Physik

Hinweise zu dieser Jahresplanung

- Diese **Jahresplanung** stellt **lediglich ein Beispiel** für die Umsetzung des Bildungsplan 2016 dar. Für Vollständigkeit im Sinne des Bildungsplans 2016 kann keine Gewähr übernommen werden.
- Für die Kursstufe werden – anders als für die Klassenstufen 7 bis 10 – keine Beispielcurricula erstellt. Diese Jahresplanung hat nicht den Anspruch die gleiche Ausführlichkeit wie die Beispielcurricula zu erreichen.
- Der geschätzte **Zeitbedarf ist in Einzelstunden zu 45 min angegeben**.
- Als Richtwert zur groben Planung ist für jedes **Themengebiet** eine geplante **Zeit in Wochen angegeben**. Dabei wurde von effektiv 33 Wochen für ein Schuljahr ausgegangen. In Schuljahren ohne Studienfahrten und ohne anderweitigen Unterrichtsausfall kann von einer weiteren Schulwoche ausgegangen werden.
- Die Summe aller Einzelstunden inkl. aller genannten möglichen Vertiefungen ergibt mehr als die angegebenen Wochenzahlen. Dies liegt daran, dass die **möglichen Vertiefungen nur als Vorschläge** zu sehen sind.
- Die angegebenen Nummern beziehen sich auf die Nummerierung im Bildungsplan 2016 Physik.
- An einigen Stellen wird auf **prozessbezogene Kompetenzen (pbK)** verwiesen, falls diese im aktuellen Zusammenhang eine besonders prominente Rolle spielen. Die pbK des Bildungsplans sind jedoch an vielen anderen Stellen des Unterrichts relevant. Es werden in allen Stunden dieser Jahresplanung pbK trainiert, auch in Stunden, bei denen das nicht explizit ausgewiesen ist.
- Die folgenden pbK spielen in der Kursstufe durchgehend eine Rolle, auf sie wird i.d.R. nicht gesondert verwiesen: pbK 2.1 (8) Umformungen zur Berechnung von Größen, pbK 2.1 (13) physikalisches Wissen anwenden, um Problem- und Aufgabenstellungen zu lösen, pbK 2.2 (1) Alltagssprache und Fachsprache unterscheiden, pbK 2.2 (2) funktionale Zusammenhänge verbal beschreiben und Formeln erläutern, pbK 2.2 (3) Fachsprache und fachtypische Darstellung verwenden (u.a. Größen, Einheiten, Präfixe, Normdarstellung)

Hervorhebungen

Kursivschreibung (in der linken Spalte):

Begriffe und Formeln, die im Bildungsplan 2016 kursiv gesetzt sind und über die die Schülerinnen und Schüler daher aktiv verfügen müssen.

Formeln, die der Bildungsplan nicht explizit verlangt, sind hier nicht kursiv gesetzt.

[Themen in eckigen Klammern]:

Diese Themen werden vom Bildungsplan 2016 nicht verlangt.

rote Schrift:

Vorschläge für (umfangreichere) Schülerexperimente

blaue Schrift:

Beispiele für mögliche Vertiefungen und Anwendungen

grüne Schrift:

Verweise auf Materialien der ZPG VI Physik

Abkürzungen

- BP: Bildungsplan
ibK: inhaltsbezogene Kompetenz
pbK: prozessbezogene Kompetenz
BNE: Leitperspektive Bildung für nachhaltige Entwicklung
BO: Leitperspektive berufliche Orientierung
MB: Leitperspektive Medienbildung
VB: Leitperspektive Verbraucherbildung

Jahrgangsstufe 1

Thema	St.	Bemerkungen
Mechanische Schwingungen (ca. 7 Wochen)		
Periodendauer verschiedener Pendel: Hypothesen experimentell überprüfen; Physik als experimentelle hypothesengeleitete Wissenschaft	2	Schülerexperimente in arbeitsteiligen Gruppen , pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (1)-(4), pbK 2.3 Bewertung (1)-(3)
Amplitude, Periodendauer, Frequenz, harmonische / nicht harmonische Schwingungen, gedämpfte / ungedämpfte Schwingungen	3	Schwingungen beschreiben: sowohl mit s-t-Diagrammen als auch mit charakteristischen Größen; Messwerterfassungssystem nutzen, pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (5)
[Zeigerdarstellung ¹ einer Schwingung], Winkelgeschwindigkeit (bzw. Kreisfrequenz) ω , Wh. Bogenmaß	1	Übungen zu Winkeln bei Zeigern im Bogenmaß ¹ Die Zeigerdarstellung von Schwingungen und Wellen wird vom Bildungsplan nicht verlangt. Anders als im hier vorgestellten Unterrichtsgang könnte darauf vollständig verzichtet werden.
$s(t)$, $v(t)$, $a(t)$ für ungedämpfte harmonische Schwingungen, $a(t) = \dot{v}(t) = \ddot{s}(t)$	3	Inkl. Modellieren realer Schwingungen mit vernachlässigbarer Dämpfung, pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (9), Messwerterfassungssysteme nutzen, pbK 2.1 Experimentieren (5), pbK 2.2 Kommunikation (5)
Schwingungen qualitativ erklären (u.a. Rückstellkraft, Durchgang durch die Gleichgewichtslage, Amplitude)	1	Die Newton'schen Prinzipien wiederholen. Vorgänge und Begriffe zunächst am horizontalen Federpendel entwickeln. pbK 2.2 Kommunikation (4)
Hooke'sche Federn und Gummibänder untersuchen, lineares Kraftgesetz als Spezialfall	2	Schülerexperimente: digitale Messwerterfassung , pbK 2.1 Experimentieren (5), pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (6), (9), pbK 2.2 Kommunikation (5)
Lineare Rückstellkraft bei harmonischen Schwingungen, Periodendauer T $\left(T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}\right)$	4	Schwingung harmonisch \Rightarrow lineare Rückstellkraft $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$ herleiten. Experimentelle Stationen: D oder m bestimmen , Messung mit Smartphone und App \rightarrow ZPG VI: 3.1, Geogebra-Einsatz \rightarrow ZPG VI: 3.2
Schwingungs-Differentialgleichung $\ddot{s}(t) = -\frac{D}{m} \cdot s(t)$ bei harmonischen Schwingungen (Beispiel: Federpendel) DGL durch geeigneten Ansatz lösen, Bedingung $\omega = \sqrt{\frac{D}{m}}$	3	Konzept (Aufbau und Bedeutung) einer DGL erklären. DGL sind nicht aus dem Mathematikunterricht bekannt. Hier wird folgender Nachweis geliefert: lineare Rückstellkraft \Rightarrow Schwingung harmonisch Übungsaufgaben zur Schwingungs-DGL
Beispiele für Schwingungen, Schwingungen im Alltag, Untersuchen, ob Schwingungen harmonisch sind	2 +1	pbk 2.1 Wissen erwerben, anwenden (13) mögliche Vertiefung: Erdbeben, Schwingungen bei Gebäuden und Brücken , pbk 2.1 Wissen erwerben, anwenden (12), pbK 2.2 Kommunikation (7)
Training Physikaufgaben: Operatoren, Lösungsdokumentation, Stellen bei Ergebnissen, Erklärungen verfassen	3	Das Training rechtzeitig vor der ersten Klausur ansetzen. Im weiteren Unterricht das Training an geeigneten Stellen kontinuierlich ausbauen und vertiefen.
Fadenpendel, Schwingungsdifferentialgleichung eines Fadenpendels bei kleinen Auslenkungen, Periodendauer beim Fadenpendel	2 +1	Die DGL gemeinsam entwickeln. Anschließend DGL als Schülerübung lösen. mögliche Vertiefung: Foucault'sches Pendel und Erdrotation
Energie bei Schwingungen, $E = \frac{1}{2}Ds^2$, Energie beim Fadenpendel	2	Die Formel $E = \frac{1}{2}Ds^2$ aus Kl. 10 ist als Grundlagenwissen relevant, auch wenn sie im BP für die Kl. 11/12 nicht explizit genannt wird.
Überlagerung von Schwingungen qualitativ beschreiben	2 +2	z.B. Verstärkung, Auslöschung, Schwebung, mögliche Vertiefung: Schwingungen in der Musik mit Schülerexperimenten, Überlagerung \rightarrow ZPG VI: 3.1, Schwebungen \rightarrow ZPG VI: 3.0

Thema	St.	Bemerkungen
[Erzwungene Schwingung und Resonanz]	+2	mögliche Vertiefung: erzwungene Schwingungen und Resonanz mit Beispielen aus dem Alltag
Elektrisches Feld (ca. 8 Wochen)		
Grundlagen der Elektrostatik: positive und negative Ladung, Kräfte zwischen geladenen Körpern, Einführung des <i>elektrischen Feldes</i>	3	Versuche zu Phänomenen der Elektrostatik: u. a. auch Schülerexperimente , pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (11) Hinweis: Elektrostatik und elektrisches Feld sind <u>nicht</u> aus der Mittelstufe bekannt.
Wiederholung: elektrische Stromstärke, Potenziale und Spannungen in elektrischen Stromkreisen, Reihen- und Parallelschaltung (I , U und R), Stromrichtung und Richtung des Elektronenstroms	4	$I(t) = \dot{Q}(t)$, $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ als Spezialfall bei konstanter Änderungsrate, pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (6), geflossene Ladung aus I-t-Diagrammen bestimmen, pbK 2.2 Kommunikation (6), Zeit für Übungen / HA zur übenden Wiederholung
<i>Elektrische Felder</i> beschreiben: <i>Feldlinien</i> [und andere Darstellungsformen ¹], besondere Felder: <i>homogenes Feld</i> , Feld einer Punktladung, Feld eines Dipols, Quellen und Senken, [Abschirmung ¹ <i>elektrischer Felder</i>]	5	Modellcharakter der Feldlinienbilder: pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (9), pbK 2.3 Bewertung (4). Sinnvolle Ergänzung: Felder auch mittels Pfeilscharen ¹ oder Farbskalen für Feldstärkebetrag / Energiedichte ¹ darstellen. ¹ Nicht im BP 2016 nicht verlangt. Faraday'scher Käfig, pbK 2.2 Kommunikation (4)
<i>Elektrische Feldstärke</i> ($\vec{E} = \frac{\vec{F}_{el}}{q}$) ¹ , <i>Feldlinienbilder</i> und elektrische Kräfte	2 +2	Proportionaler Zusammenhang zwischen Größen (Diagramm, Tabelle, Formel), pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (6), (7), pbK 2.2 Kommunikation (5), (6), Mögliche Vertiefung: Entstehung von Gewittern, Feldstärke und Feldlinienbilder bei Gewittern, pbK 2.3 Bewertung (7), Leitperspektive PG ¹ Hinweis: Im BP 2016 wird hier und bei der Lorentzkraft für die Ladung das kleine q gewählt. Die Formeln gelten aber für beliebige Ladungen und nicht nur für kleine Probeladungen.
<i>homogenes Feld</i> eines <i>Plattenkondensators</i> und <i>el. Feldstärke</i> ($E = \frac{U}{d}$)	1	Formel $E = \frac{U}{d}$ zunächst als fremde Formel einführen und interpretieren lassen, pbK 2.2 (3) „unbekannte Formel“
Einführung des allgemeinen Begriffs der potentiellen Energie, Nullniveau, potentiellen Energie im homogenen <i>Gravitationsfeld</i> und im <i>homogenen elektrischen Feld</i> , elektrischen Potential ($\varphi = \frac{E_{pot}}{q}$), Äquipotentiallinien, Äquipotentiallinienbilder für <i>homogene Felder</i> , Punktladungen, Feld eines Dipols, ...	5	Begriff potentielle Energie → ZPG VI: 7.0 Wiederholung: übertragene Energie $\Delta E = F_s \cdot \Delta s$, Analogie zwischen Äquipotentiallinien im elektrischen Feld und Höhenlinien im Gravitationsfeld, pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (10), Schülerexperimente zum Potential und zu Äquipotentiallinien mit Elektroden in der Potentialwanne
Analogien und Unterschiede: <i>elektrisches Feld</i> und <i>Gravitationsfeld</i>	1	pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (10)
Beschleunigung geladener Teilchen, Bewegung von geladenen Teilchen in <i>elektrischen Feldern</i> : Bewegung in elektrischen Längs- und Querfeldern	6 +2	Wiederholung: zusammengesetzte Bewegungen und Richtung der Geschwindigkeit bei zusammengesetzten Bewegungen, Wiederholung: Newton'sche Prinzipien (Kräfte in, entgegen und quer zur Bewegungsrichtung) Teilchen in Feldern → ZPG VI: 5. mögliche Vertiefung: Anwendungen bei Druckern, Strahlentherapie, Beschleunigern, ... pbK 2.3 Bewertung (7), (8), (9), Leitperspektive BO

Thema	St.	Bemerkungen
Kondensator und Kapazität ($C = \frac{Q}{U}$), Kapazität eines Plattenkondensators ($C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$), Dielektrika	3 +2	Proportionaler und antiproportionaler Zusammenhang zwischen Größen (Diagramm, Tabelle, Formel), pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (6), (7), pbK 2.2 Kommunikation (5), (6), Bauformen von Kondensatoren, mögliche Vertiefung: Millikan-Versuch, mögliche Vertiefung: Gesamtkapazität von Kondensatoren in Reihen- und Parallelschaltung inkl. Schülerexperimenten
Kondensatoren als Energiespeicher, im Feld eines Kondensators gespeicherte Energie ($E_{Kond} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$)	1	Man kann z.B. anhand der Herleitung dieser Formel die deduktive Methode diskutieren und von der induktiven abgrenzen. pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (6)
Auf- und Entladevorgang eines Kondensators, U-t-Diagramme zum Aufladen und Entladen	5 +4	Schülerexperimente mit Messwerterfassungssystemen, pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (4), (5) [Halbwertszeit und experimentelle Ermittlung der Kapazität], Leuchtdauer einer an einen Kondensator angeschlossenen LED (Schülerexperimente) mögliche Vertiefungen: a) Differentialgleichung für $I(t)$ beim Entladen (Laden), Gleichung für $U(t)$ beim Entladen (Laden) b) Kondensatoren als Energiespeicher in Kurbeltaschenlampe und Fahrradrücklichtern
Magnetfeld (ca. 4 Wochen)		
Grundlagen Magnetismus: Magnete, Magnetpole, Anziehung und Abstoßung, Magnetfeld, Magnetfeldlinien; magnetische Felder beschreiben: Stabmagnet, Hufeisenmagnet, gerader stromführender Leiter, Spule, rechte-Faust-Regel	3	Wiederholung der Grundlagen aus Kl. 7/8, z.B. Wiederholung durch Schülerinnen und Schüler mittels Präsentationen mit Schülerexperimenten, pbK 2.2 Kommunikation (7)
Kraft auf stromführenden Leiter im Magnetfeld, Drei-Finger-Regel, magnetische Flussdichte \vec{B} , $F = B \cdot I \cdot s$	2	Vergleich der Definition von B mit der Definition von E , pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (10)
Kraft auf eine elektrische Ladung im Magnetfeld, $F_L = q \cdot v \cdot B$, Drei-Finger-Regel	3	Schülerexperimente: Untersuchung der magnetischen Flussdichte mit Hallsonden oder anderen Sensoren bei unterschiedlichen Magneten und Magnetfeldern
Bewegung von geladenen Teilchen senkrecht zu homogenen Magnetfeldern, Kreisbahn, e/m-Bestimmung	3 +1	Wiederholung: gleichförmige Kreisbewegungen, Zentripetalkraft, mögliche Vertiefung: Polarlichter
Bewegung von geladenen Teilchen in gekreuzten homogenen elektrischen und magnetischen Feldern, Wien-Filter, Massenspektrograph	2 +1	Teilchen in Feldern → ZPG VI: 5. mögliche Vertiefung: Massenspektrometer und ihre Anwendungen, Leitperspektive BO
elektrische und magnetische Felder bei Teilchenbeschleunigern	1 +4	mögliche Vertiefung: Beschleuniger in der Teilchenphysik (z.B. LHC) und in der medizinischen Therapie, Teilchen in Feldern → ZPG VI: 5. pbK 2.3 Bewertung (8), (9), (6), (12), Leitperspektive BO
Magnetfelder erzeugen: Magnetfeld einer schlanken Spule, Materie im Magnetfeld (relative Permeabilitätszahl), $B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{n}{l} \cdot I$	2 +3	mögliche Vertiefung: Entwurf, Bau und Optimierung von Elektromagneten mit möglichst großer Flussdichte bei vorgegebener Spannung, Messungen mit Messwerterfassungssystemen

Thema	St.	Bemerkungen
Analogien und Unterschiede zwischen <i>magnetischem Feld, elektrischem Feld</i> und <i>Gravitationsfeld</i>	1	pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (10)
Induktion, Elektromagnetismus (ca. 7 Wochen)		
Phänomen der Induktion, Induktionsspannung bei konstanter Spulenfläche qualitativ erkunden, $U_{\text{ind}} = n \cdot A_s \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$	2	pbK 2.3 Bewertung (11) Schülerexperimente mit Messwerterfassungssystemen
Induktionsspannung durch Flächenänderung qualitativ erkunden, Formel $U_{\text{ind}} = n \cdot B \cdot \frac{\Delta A_s}{\Delta t}$ für die Induktionsspannung	2	Experimente mit Spulen aus flexiblem Draht und mit Metallstab auf zwei Metallschienen, pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (6), Verallgemeinerung der beiden Formeln: $U_{\text{ind}} = n \cdot A_s \cdot \dot{B}$, bzw. $U_{\text{ind}} = n \cdot B \cdot \dot{A}_s$
Induktionsspannung bei einem Leiter (Metallstab), der senkrecht zu einem Magnetfeld bewegt wird, erklären	2	Erklärung der Induktionsspannung mithilfe der <i>Lorentzkraft</i> auf der Teilchenebene und mithilfe der Formel $U_{\text{ind}} = n \cdot A_s \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$ Hinweis: der BP 2016 verlangt nur die Erklärung mithilfe der <i>Lorentzkraft</i> .
<i>magnetischer Fluss</i> , allgemeine Form des <i>Induktionsgesetzes</i> : $U_{\text{ind}} = -n \cdot \dot{\Phi}$	1	Begründung für die Einführung des negativen Vorzeichens: Erinnerung an die Lenz'sche Regel
Auftreten von Induktionsströmen bei geschlossenen Leiterschleifen/ Spulen, Energieerhaltung und Lenz'sche Regel	2	Übungsaufgaben auch zur Richtung des Induktionsstroms Richtungen bei der Induktion → ZPG VI: 7.1
Anwendung von $U_{\text{ind}} = -n \cdot \dot{\Phi}$	1	auch Übungen zu Fällen, in denen $\Phi(t)$ nicht linear ist
Wirbelströme, technische Anwendungen (z.B. Wirbelstrombremse, Induktionskochfeld)	2	erwünschte (z.B. Wirbelstrombremse, Induktionskochfeld) oder unerwünschte Auswirkungen (z.B. Erwärmung von Eisenkernen in Spulen) von Wirbelströmen, pbK 2.2 Kommunikation (3), (4)
technische Anwendungen der Induktion: Generator, Transformator, Induktionsladegerät	5 +3	Schülerexperimente mit Messwerterfassungssystem: Zusammenhang von Drehfrequenz und Spannungsamplitude beim Generator, Modellversuche zu Induktionsladegeräten, pbK 2.2 Kommunikation (3), (4) mögliche Vertiefungen: a) europäisches Wechselspannungsnetz, b) Handyladegerät mit Schaltnetzteil und Gleichrichter c) Kurbel- beziehungsweise Schütteltaschenlampe
Selbstinduktion, <i>Induktivität</i> , $U_{\text{ind}} = -L \cdot \dot{I}$, Induktivität einer schlanken Spule $(L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot n^2 \cdot \frac{A}{l})$	2	Hinweis: Der Bildungsplan 2016 enthält einen Tippfehler und gibt die Formel für die Induktivität einer schlanken Spule ohne μ_r an. Unbedingt mit μ_r unterrichten.
Selbstinduktion beim Ein- und Ausschalten von Spulen: I-t-Diagramm und U_{ind} -t-Diagramme	4 +1	Zusammenhang zwischen den Diagrammen anhand der Formel $U_{\text{ind}} = -L \cdot \dot{I}$ erklären können, experimentelle Bestimmung der Induktivität einer Spule, Messwerterfassungssystem nutzen, mögliches Auftreten hoher Spannungen beim Ausschalten, pbK 2.3 Bewertung (7), Leitperspektive PG Hinweis: Bei Experimenten kann es schnell zu berührungsgefährlichen Spannungen kommen. Sicherheitsvorgaben beachten! mögliche Vertiefung: DGL beim Ausschalten von Spulen
im Feld einer Spule gespeicherte Energie $(E_{\text{Spule}} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2)$	2	Analogie zu anderen Energieformeln (E_{Kond} , E_{Span} , E_{kin}) diskutieren, pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (10)

Thema	St.	Bemerkungen
Schwingungen in elektromagnetischen Schwingkreisen, Energieumwandlungen, Vergleich mit der Schwingung eines horizontalen Federpendels	2	pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (10), pbK 2.2 Kommunikation (2)
Schwingungs-Differentialgleichung eines <i>elektromagnetischen Schwingkreises</i> ($\ddot{Q}(t) = -\frac{1}{L \cdot C} \cdot Q(t)$) lösen, Formel für die <i>Periodendauer</i> ($T = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}$)	3 +1	Vergleich mit der DGL für mechanische Schwingungen, DGL beim elektromagn. Schwingkreis → ZPG VI: 7.0 Schülerexperimente mit Messwerterfassungssystemen , pbK 2.2 Kommunikation mögliche Vertiefung: Induktionsschleifen zur Steuerung von Ampeln, Schranken und zur Verkehrskontrolle
Aussagen der vier Maxwellgleichungen (qualitativ)	2	Maxwellgleichungen beschreiben Ursachen elektrischer und magnetischer Felder und machen Aussagen über die Struktur der Felder, Richtung der Wirbelfelder mit der Faust-Regel Maxwellgleichungen → ZPG VI: 7.1
Mechanische Wellen (ca. 4 Wochen)		
Mechanische <i>Wellen</i> und ihre Beschreibung: <i>Wellenlänge</i> λ , <i>Frequenz</i> f der Schwingung einzelner Teilchen, <i>Amplitude</i> , <i>Wellenfront</i> , <i>Wellennormale</i> , <i>Ausbreitungsgeschwindigkeit</i> $c = \lambda \cdot f$	3	Einstieg: Beispiele für Wellen sammeln und nach verschiedenen Kriterien gruppieren (mechanische oder elektromagnetische Wellen; Wellenträger bzw. Ausbreitung ein-, zwei- oder dreidimensional; ...)
<i>Longitudinalwellen</i> und <i>Transversalwellen</i> , <i>Polarisation</i> , <i>Energietransport</i>	1	z.B. bei Wellen auf einem elastischen Seil oder einer langen Spiralfeder
[Zeigermodell bei <i>Wellen</i>], <i>Auslenkung</i> bei einer eindimensionalen harmonischen <i>Transversalwelle</i> : Momentanbild $s(x, t_*)$ zum festen Zeitpunkt t_* und Auslenkung $s(x_*, t)$ an einem festen Ort x_*	2	Bemerkung: Im Weiteren werden ausschließlich harmonische Wellen betrachtet, auch wenn das nicht explizit erwähnt wird. Arbeiten mit Diagrammen, pbK 2.2 Kommunikation (6)
<i>Interferenz</i> bei der Überlagerung eindimensionaler Wellen, <i>Gangunterschied</i> bei maximal <i>konstruktiver</i> und bei vollständig <i>destruktiver Interferenz</i>	2	zeichnerische Konstruktion der <i>Auslenkung</i> zu bestimmten festen <i>Zeitpunkten</i> und [Beschreibung im Zeigermodell]
<i>Reflexion</i> von eindimensionalen <i>Wellen</i> an <i>festen</i> und <i>losen Enden</i> , eindimensionale <i>stehende Transversalwellen</i> (Bäuche, Knoten, kein Energietransport), Erklärung als <i>Interferenzphänomen</i> , <i>Eigenfrequenzen</i>	3 +2	Grundschiwingung und Oberschwingungen, Erzwungene Schwingungen auf endlichen Wellenträgern: <i>Eigenfrequenzen</i> und <i>Resonanz</i> , dazu auch Schülerexperimente und Arbeiten mit Simulationen , mögliche Vertiefung: Klangentstehung bei Musikinstrumenten, Frequenzspektren verschiedener Instrumente
<i>Reflexion</i> , <i>Beugung</i> , <i>Interferenz</i> , <i>Brechung</i> [und <i>Energietransport</i>] bei zweidimensionalen <i>Wellen</i> , Wellenphänomene in Alltagssituationen erkennen (z.B. Meereswellen, Schallwellen)	2 +2	Demo-Versuche mit der Wellenwanne, Untersuchungen mittels Simulationen durch Schülerinnen und Schüler , mögliche Vertiefung: zusammenfassendes Training zur Darstellung der Lösungen von Aufgaben / zum Verfassen physikalischer Erklärungen (→ Abiturvorbereitung) pbK 2.2 Kommunikation (3), (4)
Wellenphänomene mithilfe des Huygens'schen Prinzips erklären (z.B. Reflexion, Beugung und Brechung)	3	pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (11)
Überlagerung zweidimensionaler <i>kohärenter Wellen</i> mithilfe des <i>Gangunterschieds</i> beschreiben, Anwendung: z.B. aktive Schallunterdrückung durch Gegenschall	3	Konstruktion der <i>Amplitude</i> an bestimmten <i>Orten</i> , [Verwendung des Zeigermodells] [auch Beispiele zur Überlagerung dreier <i>Wellen</i>]

Thema	St.	Bemerkungen
Klausuren und Klausurvorbereitung (ca. 3 Wochen)		
vier Klausuren	8	
Vorbereitung (Fragen zur Klausur) und Nachbereitung (Besprechung)	8	

Jahrgangsstufe 2

Thema	St.	Bemerkungen
Elektromagnetische Wellen inkl. Wiederholung / Vertiefung Wellen (ca. 4 Wochen)		
Wiederholung: <i>Huygens'sches Prinzip</i> u.a. am Beispiel des [Dopplereffekts], Eigenschaften mechanischer Wellen	2 +2	Wiederholung z.B. mit einem (digitalen) Lernquiz und dem Erstellen einer Zusammenfassung zu Wellen als HA mögliche Vertiefung: Dopplereffekt im Alltag (Schall), in der Medizin und der Astronomie
Training: Lösungsstrategien und Lösungsdokumentation am Beispiel der Interferenz von mechanischen Wellen, Umgang mit fremden Formeln (z.B. Dopplereffekt und andere Beispiele)	4	Interferenz eindimensionaler Wellen bei Reflektion, Interferenz zweidimensionaler Wellen. Das Training dient gleichzeitig zur Wiederholung und Vertiefung zum Thema mechanische Wellen. pbK 2.2 Kommunikation (2), (3), (4)
Wiederholung <i>elektromagnetischer Schwingkreis</i> und Dämpfung bei <i>elektromagnetischen Schwingungen</i>	2	Dämpfung aufgrund des elektrischen Widerstands und des Abstrahlens elektromagnetischer Wellen. Letzteres kann als Überleitung zum neuen Thema dienen.
Eigenschaften von <i>elektromagnetischen Wellen</i> in qualitativen Experimenten, Bestimmung der <i>Ausbreitungsgeschwindigkeit c</i> bei Mikrowellen	2 +1	Versuche: Dezimeterwellengerät, Mikrowellengerät, Aufzeigen der Wellennatur: z.B. Reflektion einer Mikrowelle an einer Metallplatte mit stehender Welle. Versuch: Durch Wellenlängenbestimmung bei der stehenden Welle <i>c</i> ermitteln. mögliche Vertiefung: Mikrowellenofen (Experimente)
Hertz'scher Dipol als Grenzfall des <i>elektromagnetischen Schwingkreises</i> , Felder in der Nähe eines Hertz'schen-Dipols und Abstrahlung einer <i>elektromagnetischen Welle</i> , elektromagnetischen Wellen in großer Entfernung zum Sende-Dipol	3 +1	mögliche Vertiefung: weitere Antennentypen, Antennen in Alltagsgeräten Abstrahlung von elektromagn. Wellen → ZPG VI: 7.0
Aussagen der Maxwellgleichungen, Beschreibung von Ursachen und Struktur <i>elektromagnetischer Felder</i> , Ausbreitung elektromagnetischer Wellen im Vakuum	2	Die Aussagen der Maxwellgleichungen können statt in der Jahrgangsstufe 1 auch erst hier eingeführt werden. Hier können sie als Anlass zur Wiederholung von Kenntnissen aus der Jahrgangsstufe 1 dienen. Erklärung mithilfe der Maxwellgleichungen
Polarisation bei elektromagnetischen Wellen	1	Versuche mit Dezimeter- oder Mikrowellen
Überblick über das <i>elektromagnetische Spektrum</i>	1	
[Elektromagnetische Strahlung im Alltag, aktueller Kenntnisstand zu möglichen Auswirkungen auf Menschen]	2 +2	mögliche Themen: Mobilfunk, DECT-Telefone, Stromtrassen, ... (Informationen z.B. vom Bundesamt für Strahlenschutz) mögliche Vertiefung: wissenschaftliche Erkenntnisse versus Behauptungen und Meinungen pbK 2.3 Bewertung (5), (7), (8), (9)

Thema	St.	Bemerkungen
Wellenoptik (ca. 5 Wochen)		
Phänomene der Mittelstufenoptik: Erklärungen im <i>Strahlenmodell</i> , weitere Phänomene (z.B. Beugung an einer Blende, Dispersion, ...): Grenzen des <i>Strahlenmodells</i>	3	nach vorbereitender Hausaufgabe: Versuche und Erläuterungen durch Schülergruppen pbK 2.2 Kommunikation (5), (7) pbK 2.3 Bewertung (4)
Bestimmung der <i>Lichtgeschwindigkeit</i> , Licht als <i>elektromagnetische Welle</i>	2 +1	Herausforderung bei historischen Messungen, experimentelle Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit c z.B. durch Laufzeitmessung mit einem Oszilloskop mögliche Vertiefung: Funktionsweise von Laser-Entfernungsmessern und ihre Verwendung zur Messung von c in verschiedenen Medien
<i>Interferenzmuster</i> am „idealen“ <i>Doppelspalt</i> , Formel für <i>Interferenzmaxima</i> und <i>-minima</i> in der Fernfeldnäherung (Fraunhofer-Näherung)	2	Zum Begriff „idealer“ oder „idealisierter“ Doppelspalt: gemeint ist der Doppelspalt ohne Berücksichtigung des Einzelspalteinflusses pbK 2.1 Modellieren (6), (11), pbK 2.2 Kommunikation (5): Formel herleiten können
Interferenz am „idealen“ [Mehrfachspalt ¹], <i>Intensitätsverteilungen</i> [mit Hilfe des Zeigermodells ²] untersuchen: Doppelspalt [sowie 3- und 4-fach-Spalt ¹]	2	¹ Der Mehrfachspalt wird im Bildungsplan 2016 nicht verlangt. ² Das Zeigermodell wird im Bildungsplan 2016 nicht verlangt. Gangunterschied vs. Zeigermodell → ZPG VI: 7.0
<i>Interferenzmuster</i> am <i>Gitter</i> , Formel für <i>Hauptmaxima</i> in der Fernfeldnäherung beim Gitter [und Mehrfachspalt]	2	Lage der Hauptmaxima berechnen können pbK 2.1 Modellieren (6), (11), pbK 2.2 Kommunikation (5): Formel herleiten können
<i>Interferenzmuster</i> am <i>Einzelspalt</i> , Formel für <i>Interferenzminima</i> in der Fernfeldnäherung beim Einzelspalt	2	Lage der Minima berechnen können pbK 2.1 Modellieren (6), (11), pbK 2.2 Kommunikation (5): Formel herleiten können
<i>Interferenzmuster</i> am realen <i>Doppelspalt</i> und <i>Gitter</i> , Untersuchung von Interferenzphänomene im Experiment, Methoden zur Erhöhung der Messgenauigkeit, Sicherheitsaspekte beim Umgang mit Lasern	4	Berücksichtigung der endlichen Spaltbreite, pbK 2.1 Modellieren (9) Schülerexperimente zur Interferenz am Einzelspalt und am Doppelspalt Hinweis: Für Schülerexperimente sind inzwischen Laser der Klasse 1 erhältlich. Hinweis: Laut BP müssen die Schülerinnen und Schüler Interferenz selbst experimentell untersuchen können! pbK 2.1 Experimentieren (3), (4) pbK 2.3 Bewerten (1), (2)
Anwendungen optischer Interferenz, Interferenzphänomene im Alltag (zum Beispiel Interferenz an dünnen Schichten, Interferenz an Gitterstrukturen, Laser-Speckle)	3	Schülerexperimente: Wellenlängenbestimmung mit Gittern, Bestimmen des Spurbabstands einer CD (oder des Fadenabstands einer Gardine) aus Interferenzmustern , Hinweis: Für Schülerexperimente sind inzwischen Laser der Klasse 1 erhältlich.
Training zu Lösen von Physikaufgaben am Beispiel der Wellenoptik: Operatoren, Lösungsdokumentation, Verwendung geeigneter Skizzen, Erklärungen verfassen	3	pbK 2.2 Kommunikation (5)
Historische Entwicklung von Modellvorstellungen des <i>Lichts</i> (z. B. Lichtstrahlen, Lichtteilchen, Lichtwellen, elektromagn. Wellen, Photonen); Funktion von Modellen in der Physik; Hypothese – Experiment – Bewertung	2	Grenzen der jeweiligen Modelle, Zusammenhang zwischen Modellen und experimentellen Möglichkeiten, pbK 2.3 Bewerten (3), (4), grundsätzliche empirische Überprüfbarkeit physikalischer Aussagen und Modelle

Thema	St.	Bemerkungen
<p><i>lichtelektrischer Effekt</i> (Hallwachs-Effekt, Photozelle) und seine Erklärung im Photonen-Modell der Quantenphysik (Einstein'sche Lichtquantenhypothese), Photonenenergie ($E_{Quant} = h \cdot f$) und Einstein'sche Gleichung zum Photoeffekt ($E_{kin,max} = h \cdot f - E_A$), Bedeutung von Naturkonstanten am Beispiel der Plank'schen Konstanten</p>	4	Experimente mit einer Photozelle h -Bestimmung mittels einer Photozelle: Funktionalen Zusammenhang ermitteln: Diagramm und als Alternative lineare Regression mit dem WTR nutzen Naturkonstanten als universelle Konstanten, Bedeutung von h in der Physik und im SI
Energie und Impuls bei Quantenobjekten ($E_{Quant} = h \cdot f$, $p = \frac{h}{\lambda}$), <i>de-Broglie-Wellenlänge</i> bei Quantenobjekten mit Ruhemasse ($\lambda = \frac{h}{p}$)	3	Aufgaben zu Impuls und Wellenlänge bei Interferenzexperimenten mit Elektronen- oder Atomstrahlen
[Darstellung von Wahrscheinlichkeiten im Wolkenmodell, Beschreibung von Quantenobjekten im Wolkenmodell (z.B. Photonen im Interferometer)]	2	mögliche Vertiefung (Wolkenmodell: Veranschaulichung der Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdichte durch Wolken mit entsprechendem Dichteverlauf, „Wahrscheinlichkeitswolke“)
[ausgewählte Aspekte des quantenphysikalischen Atommodells]	2	mögliche Vertiefung
[Quantenverschlüsselung und Experimente zur Quantenphysik]	2+x	mögliche Vertiefung: Besuch eines Schülerlabors zur Quantenphysik, pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (14)
Klausuren und Klausurvorbereitung (ca. 3 Wochen)		
drei Klausuren	6	
Vorbereitung (Fragen zur Klausur) und Nachbereitung (Besprechung)	6	
Wiederholung und Vorbereitung auf das schriftliche Abitur (ca. 3 Wochen)		
Lernplanung und Lernmethoden	1	bereits vor Beginn der Wiederholungs- und Vorbereitungsphase
Überblick über Themen, Formeln und Methoden aus dem Physikunterricht der Jahrgangsstufen 1 und 2	5	Wiederholung zentraler Aspekte aus den verschiedenen Themengebieten
Training zum Lösen von für das schriftliche Abitur typischen Aufgaben	10	Wiederholungsphasen und Trainingsphasen im Wechsel
Wahlthema nach dem schriftlichen Abitur (ca. 6 Wochen)		
Bedeutung und Beitrag der Physik für die Gesellschaft, Unterscheidung zwischen naturwissenschaftlichen Aussagen (inkl. Angaben zur Unsicherheit) und Behauptungen	4	zum Beispiel anhand des Themas „Klimawandel“, grundsätzliche empirische Überprüfbarkeit physikalischer Aussagen und Modelle, pbK 2.3 Bewertung (5), (6), (8), (9), (10)
Vertiefendes Themengebiet (zum Beispiel Atomphysik, Quantenphysik, Laserphysik, Relativitätstheorie, Elementarteilchenphysik, Astrophysik, Kosmologie, Umweltphysik, Halbleiterphysik)	24	exemplarisch physikalische Fachmethoden in dem ausgewählten Arbeitsgebiet der physikalischen Forschung anwenden, Besuch eines Forschungslabors und/oder eines Schülerlabors, pbK 2.1 Erkenntnisgewinnung (14)