

Bildungsplan 2016

Fachcurriculum *Physik*

Bildungsstandards 12

(3 stündiger Kurs)

mit Hinweisen

Allgemeine Hinweise

(siehe auch „*Leitperspektiven*“ des Bildungsplans 2016 Baden-Württemberg)

Auszug aus dem Bildungsplan Physik 2016 (S. 8 bis 10):

(Auf die folgenden Prozessbezogenen Kompetenzen wird unter dem Vermerk „PK“ in der Spalte „Bildungsstandards“ verwiesen.)

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

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. Messwerte auch digital erfassen und auswerten (unter anderem Messwernerfassungssystem, Tabellenkalkulation)

modellieren und mathematisieren

6. mathematische Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen herstellen und überprüfen
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
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
1. zwischen Alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung unterscheiden 2. funktionale Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen verbal beschreiben (zum Beispiel „je-desto“-Aussagen) und physikalische Formeln erläutern (zum Beispiel 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
5. physikalische Experimente, Ergebnisse und Erkenntnisse – auch mithilfe digitaler Medien – dokumentieren (zum Beispiel Skizzen, Beschreibungen, Tabellen, Diagramme und Formeln) 6. Sachinformationen und Messdaten aus einer Darstellungsform entnehmen und in andere Darstellungsformen überführen (zum Beispiel 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 unterscheiden2. Ergebnisse von Experimenten bewerten (Messfehler, Genauigkeit, Ausgleichsgerade, mehrfache Messung und Mittelwertbildung)3. Hypothesen anhand der Ergebnisse von Experimenten beurteilen4. Grenzen physikalischer Modelle an Beispielen erläutern
Informationen bewerten
<ol style="list-style-type: none">5. Informationen aus verschiedenen Quellen auf Relevanz prüfen6. 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 bewerten8. Chancen und Risiken von Technologien mithilfe ihres physikalischen Wissens bewerten9. Technologien auch unter sozialen, ökologischen und ökonomischen Aspekten diskutieren10. im Bereich der nachhaltigen Entwicklung persönliche, lokale und globale Maßnahmen unterscheiden und mithilfe ihres physikalischen Wissens bewerten11. historische Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse beschreiben12. Geschlechterstereotype bezüglich Interessen und Berufswahl im naturwissenschaftlich-technischen Bereich diskutieren

(Ende des Auszugs)

Die folgenden übergeordneten inhaltsbezogenen Kompetenzen müssen in allen Unterrichtseinheiten angewendet werden.

3.3.1 (1) Kriterien für die Unterscheidung zwischen Beobachtung und Erklärung beschreiben (Beobachtung durch Sinneseindrücke und Messungen, Erklärung durch Gesetze und Modelle)

3.3.1 (2) erläutern, dass Aussagen in der Physik grundsätzlich überprüfbar sind (Fragestellung, Hypothese, Experiment, Bestätigung beziehungsweise Widerlegung)

3.3.1 (3) die Funktion von Modellen in der Physik erläutern

3.3.1 (4) die Funktion des SI-Einheitensystems erläutern (Fachbegriff: SI-Einheitensystems)

Hilfestellungen zum Lesen des dreispaltigen Fachcurriculums:

Bildungsstandards	Verbindliche Inhalte und Methoden	Hinweise
<p>In dieser Spalte stehen als Kerncurriculum die inhaltsbezogenen und ggf. prozessbezogene Kompetenzen des Bildungsplans.</p>	<p>Bei den Inhalten wird unterschieden zwischen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • den normalgedruckten Themen, welche direkt aus dem Kerncurriculum hervorgehen, • den fettgedruckten Vertiefungsthemen (Schulcurriculum als Vertiefung des Kerncurriculums), • <i>den kursiv gedruckten zusätzlichen Themen (Schulcurriculum als Ergänzung des Kerncurriculums).</i> 	<p>Die Hinweise zu jeder Unterrichtseinheit gliedern sich in schulinterne Fachschaftshinweise sowie Querverweise des Bildungsplans 2016:</p> <ul style="list-style-type: none"> • P Prozessbezogene Kompetenzen, • I Inhaltsbezogene Kompetenzen, • F Verweise auf andere Fächer, • L Verweise auf Leitperspektiven.

Bildungsstandards	Verbindliche Inhalte und Methoden	Hinweise
<p>PK: 2.1.6 - 2.1.11 2.2.2 – 6 2.3.4</p> <p>IK: 3.4.2.1</p> <p>(1) die Struktur elektrischer [...] Felder beschreiben (Feldbegriff, <i>Feldlinien</i>, <i>homogenes Feld</i>, elektrisches Radialfeld, Dipolfeld, Superposition von Feldern)</p> <p>(2) auf eine Probeladung und der <i>elektrischen Feldstärke</i> beschreiben ($\vec{E} = \frac{\vec{F}_{el}}{q}$)</p> <p>(7) die charakteristischen Größen eines <i>Plattenkondensators</i> beschreiben ($C = \frac{Q}{U}$, $E = \frac{U}{d}$, $C = \epsilon_0 \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$; $E_{kond} = \frac{1}{2} CU^2$) und technische Anwendungen beschreiben (zum Beispiel Standlicht beim Fahrrad)</p> <p>(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 und Kapazität</i> beschreiben</p> <p>(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 und kinetische Energie</i>, <i>Energieerhaltungssatz</i>, Bahnformen qualitativ)</p>	<p><u>UE 1 Elektrisches Feld (ca. 30 Stunden)</u></p> <p>Elektrische Kräfte</p> <p>Elektrische Felder (Struktur und Visualisierung, Feldlinienmodell nach Faraday)</p> <p>Elektrische Feldstärke</p> <p>Plattenkondensator: homogenes Feld, Feldstärke</p> <p>Kapazität (allgemein und Plattenkondensator)</p> <p>Elektrische Feldkonstante</p> <p>Materie im Feld (Dielektrikum)</p> <p>Energie des elektrischen Feldes</p> <p>Auf- und Entladevorgang eines Kondensators</p> <p>Geladene Teilchen im elektrischen homogenen Feld (senkrechter und paralleler Einschuss qualitativ beschreiben, Braunsche Röhre)</p>	<p>Optional: Vergleich verschiedener Feldarten (Wirkung auf Probekörper)</p> <p>Optional: Polarisationsladung bei Dielektrikum erklären</p> <p>M 3.4.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang</p> <p>3.3.5 Mechanik</p> <p>Vgl. waagrechtler bzw. senkrechter Wurf</p>

Bildungsstandards	Verbindliche Inhalte und Methoden	Hinweise
<p>PK: 2.1.6 - 2.1.11 2.2.2 – 6 2.3.4</p> <p>IK: 3.4.2.1</p> <p>(1) die Struktur [...] <i>magnetischer Felder</i> beschreiben (Feldbegriff, <i>Feldlinien</i>, <i>homogenes Feld</i>, elektrisches Radialfeld, Dipolfeld, Superposition von Feldern)</p> <p>(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)</p> <p>(5) die Kraftwirkung auf eine <i>elektrische Ladung</i> in einem Magnetfeld erläutern (<i>Lorentzkraft</i>, Drei-Finger-Regel, $F_L = q \cdot v \cdot B$)</p> <p>(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> <p>(2) charakteristische Größen einer schlanken Spule beschreiben ($B = \mu_0 \mu_r \frac{n}{l} I$, $E_{Spule} = \frac{1}{2} LI^2$)</p>	<p><u>UE 2 Magnetisches Feld</u> (ca. 30 Stunden)</p> <p>Magnetische Felder, Feldlinienmodell Oersted-Versuch (Linke-Faust-Regel)</p> <p>Kraft auf stromdurchflossenen Leiter Magnetische Flussdichte</p> <p>Lorentzkraft Linke-Hand-Regel (UVW-Regel) Anwendung: Halleffekt und Hallsonde, Messung von Flussdichten (ohne Herleitung der Driftgeschwindigkeit)</p> <p>Homogenes Magnetfeld im Innern der schlanken / langen Spule, Materie im Magnetfeld</p> <p>Geladene Teilchen in Magnetfelder (senkrechter Einschuss, qualitativ)</p>	<p>Anmerkung: Rechte-Hand-Regel bei pos. geladenen Teilchen</p> <p>Bei einzelnen Elektronen: $F = B \cdot e \cdot v$</p> <p>Optional: homogenes Feld im Helmholtzspulenpaar</p>

Bildungsstandards	Verbindliche Inhalte und Methoden	Hinweise
<p>PK: 2.1.8 2.2.2-2.2.6</p> <p>IK: 3.4.2.2</p> <p>(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</p> <p>(2) das Faraday'sche <i>Induktionsgesetz</i> untersuchen und beschreiben (<i>magnetischer Fluss</i> $\Phi = A \cdot B$ für <i>Feldlinien des Magnetfeldes</i>, die senkrecht zur Fläche A verlaufen, $U_{ind} = -n \cdot \dot{\Phi}$, Lenz'sche Regel)</p> <p>(3) Selbstinduktionseffekte an einem Beispiel beschreiben (<i>Induktivität</i>, $U_{ind} = -L \cdot \dot{I}$)</p> <p>(4) technische Anwendungen des <i>Induktionsgesetzes</i> qualitativ beschreiben (zum Beispiel Generator, Transformator, Induktionsladegerät, Induktionsochplatten)</p>	<p><u>UE 3 Elektrodynamik (ca. 30 Stunden)</u></p> <p>Induktion 1. Art: Induktion durch bewegten Leiter, Induktion durch Flächenänderung</p> <p>Induktion 2. Art: Induktion durch Flussdichteänderung</p> <p>Allgemeiner Fall: Induktion durch Änderung des magnetischen Flusses Lenzsche Regel</p> <p>Beispiel einer technischen Anwendung</p> <p>Selbstinduktion Induktivität (schlanke / lange Spule)</p> <p>Ein- und Ausschaltvorgang einer Spule (qualitativ) Energie im Magnetfeld</p>	<p><i>Anmerkung: Reihenfolge der Themen hängt vom gewählten Unterrichtsgang ab!</i></p> <p>Alternativer Unterrichtsgang über magn. Fluss (vgl. Buch)</p> <p>Optional: Linke-Faust-Regel für elektrische Wirbelfelder, Waltenhofen'sches Pendel</p> <p>Wichtige Versuche: Elektrodenlose Ringentladung Thomson'scher Ringversuch</p>

Bildungsstandards	Verbindliche Inhalte und Methoden	Hinweise
<p>PK: 2.1.6 - 2.1.8 2.2.2, 2.2.11</p> <p>IK: 3.4.3</p> <ol style="list-style-type: none"> (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) (2) <i>ungedämpfte harmonische Schwingungen</i> mathematisch beschreiben (unter anderem $s(t) = \hat{s} \cdot \sin(\omega t)$ und $s(t) = \hat{s} \cdot \cos(\omega t)$, $v(t) = \dot{s}(t)$, $a(t) = \ddot{s}(t)$) (3) den Zusammenhang zwischen <i>harmonischen</i> mechanischen <i>Schwingungen</i> und <i>linearer Rückstellkraft</i> an Beispielen beschreiben (4) die Schwingung 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>UE 4 Schwingungen (ca. 15 Stunden)</p> <p>Mechanische Schwingungen Grundbegriffe Zeigermodell</p> <p>Harmonische Schwingungen Allgemeine Bewegungsgleichungen (mit Hilfe der Differenzialrechnung)</p> <p>Lineares Kraftgesetz</p> <p>Differenzialgleichungen (mind. eine Art von Federpendel)</p> <p>Elektromagnetische Schwingung Elektromagnetischer Schwingkreis Differenzialgleichung des Schwingkreises</p> <p>Vergleich zwischen mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen</p>	<p><i>Unterrichtseinheit bietet sich in Teilen für Schülerpraktikum an.</i></p> <p>M 3.3.1 Leitidee Zahl – Variable – Operation (14) M 3.3.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang (9)</p> <p>Optional mehrere von: Horizontaler Feder-Schwinger, Feder-Schwere-Pendel, Fadenpendel</p> <p>Hertzscher Dipol muss nicht behandelt werden</p>

Bildungsstandards	Verbindliche Inhalte und Methoden	Hinweise
<p>PK: 2.2.3, 2.2.4</p> <p>IK: 3.4.4</p> <p>(1) <i>Wellen</i> mithilfe charakteristischer Eigenschaften und Größen beschreiben (<i>Wellenlänge λ, Ausbreitungsgeschwindigkeit $c = \lambda \cdot f$, Wellenfront, Transversalwelle, Longitudinalwelle, Polarisation</i>)</p> <p>(2) grundlegende Wellenphänomene beschreiben (<i>Beugung, Reflexion, Brechung, Interferenz, Energietransport</i>) und in Alltagssituationen erkennen (zum Beispiel Meereswellen, Gegenschall)</p> <p>(3) eindimensionale <i>stehende 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> <p>(4) mithilfe des <i>Gangunterschieds</i> die Überlagerung zweidimensionaler <i>kohärenter Wellen</i> qualitativ beschreiben</p> <p>(5) grundlegende Wellenphänomene mithilfe des <i>Huygens'schen Prinzips</i> erklären (zum Beispiel <i>Beugung, Reflexion</i>)</p> <p>(6) das <i>elektromagnetische Spektrum</i> im Überblick beschreiben</p>	<p><u>UE 5 Wellen</u> (ca. 25 Stunden)</p> <p>Eindim. mechanische Wellen (mit Zeigermodell) Eigenschaften und Grundbegriffe, Wellenphänomene im Alltag, Energietransport</p> <p>Transversal- (quantitativ) und Longitudinalwellen (qualitativ)</p> <p>Bei linearem Wellenträger: Ausbreitung, Erreger, Überlagerung / Interferenz, stehende Wellen (Knoten, Bäuche), Reflexion am losen und am festen Ende Stehende Wellen auf begrenzten Wellenträgern (Eigenschwingungen, Resonanz)</p> <p>Bei zweidimensionalem Wellenträger: Ebene Interferenz, Gangunterschied</p> <p>Huygens'sches Prinzip: Elementarwellen Beugung, Reflexion, Brechung (jeweils qualitativ)</p> <p>Polarisation Elektromagnetisches Spektrum</p>	<p>M 3.3.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang</p> <p>Evtl. erst in nächster UE behandeln</p>

--	--	--

Bildungsstandards	Verbindliche Inhalte und Methoden	Hinweise
<p>PK: 2.3.4, 2.3.11</p> <p>IK: 3.4.5</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) kohärentes <i>Licht</i> als <i>elektromagnetische Welle</i> beschreiben (unter anderem <i>Lichtgeschwindigkeit</i>) (2) das <i>Strahlenmodell</i> und das <i>Wellenmodell</i> des Lichts miteinander vergleichen (Gültigkeitsbereich des <i>Strahlenmodells</i>: zum Beispiel Beugung an einer Blende, Dispersion) (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 (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 Lichts polychromatischer Lichtquellen als Interferenzphänomen erklären und am <i>Doppelspalt</i> oder <i>Gitter</i> experimentell untersuchen 	<p><u>UE 6 Wellenoptik</u> (ca. 15 Stunden)</p> <p>Koheränz (konstante Phasenbeziehung), Elementarwellen, Licht als elektromagn. Welle, Lichtgeschwindigkeit</p> <p>Vergleich Strahlen- und Wellenmodell (am Beispiel Dispersion oder Beugung)</p> <p>Interferenz an Beugungsobjekten (Doppelspalt, optisches Gitter): Intensitätsverteilung (qualitativ) Beziehung für Maxima (Doppelspalt, Gitter) bzw. Minima (Doppelspalt), Gangunterschied (Wh.)</p> <p>Spektralzerlegung des Lichts von polychromatischen Lichtquellen am Doppelspalt oder Gitter</p>	<p>3.6.3 Schwingungen 3.6.4 Wellen</p> <p>Beachte: Problematik der Kleinwinkelnäherung</p> <p>Optional (nur bei genug Zeit): Einzelspalt (ohne Einfluss auf Beugungsbilder der anderen Objekte)</p> <p>Empfehlung: Spektralzerlegung nur am Gitter</p>

Bildungsstandards	Verbindliche Inhalte und Methoden	Hinweise
<p>PK: 2.1.11 2.3.4, 2.3.11</p> <p>IK: 3.4.6</p> <ol style="list-style-type: none"> (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>Kompelementarität</i>) (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><u>UE 7 Quantenphysik</u> (ca. 40 Stunden)</p> <p>Quantenobjekte (Energie und Impuls) Elektronenbeugung</p> <p>Doppelspaltexperiment: Unterschiedliches Verhalten von Wellen, Teilchen, Quantenobjekten</p> <p>Wahrscheinlichkeitsverteilung</p> <p>Superposition</p> <p>Einfluss des Messprozesses Welcher-Weg-Information und Interferenzfähigkeit</p> <p>Photoeffekt Ab- bzw. Auslöseenergie Planck'sche Konstante</p>	<p>Hinweis: Elektronen als Quantenobjekte</p> <p>3.6.3 Schwingungen 3.6.4 Wellen 3.6.5 Wellenoptik M 3.3.5 Leitidee Daten und Zufall (10)</p> <p>Beispiele für Interferenzexperimente mit einzelnen Quantenobjekten: Doppelspalt, Knallertest</p>

<p>(6) erläutern, wie sich <i>Quantenobjekte</i> anhand ihrer <i>Energie</i> und anhand ihres <i>Impulses</i> beschreiben lassen ($E_{Quant} = h \cdot f$, $p = \frac{h}{\lambda}$ de-Broglie-Wellenlänge von Materiewellen)</p> <p>(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)</p> <p>(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)</p> <p>(9) Linienspektren von Atomen als Übergänge zwischen diskreten Energieniveaus beschreiben und in einem Energieniveauschema veranschaulichen (<i>Absorption</i>, <i>Emission</i>, Bohr’sche Frequenzbedingung $f = \frac{\Delta E}{h}$, Energiewerte des Wasserstoffatoms)</p> <p>(10) können unterschiedliche atomare Modellvorstellungen im Überblick beschreiben (Rutherford’sches Atommodell, Orbitale des Wasserstoffatoms)</p>	<p>Photonen, Photonenenergie de-Broglie-Wellenlänge Materiewellen</p> <p>Übergänge in Atomen, Linienspektren, Wasserstoff-Spektrum (quantitativ)</p> <p>Historischer Vergleich unterschiedlicher Atommodelle (Rutherford, Bohr, Orbitalmodell)</p>	<p>Wasserstoff: $E_n = -13,6 \text{ eV} \cdot \frac{1}{n^2}$; $n \in \{1; 2; 3; \dots\}$</p>
--	--	--

<p>PK: 2.1.10-2.1.14 2.2.7 2.3.6, 2.3.7, 2.3.11, 2.3.12</p> <p>IK: 3.6.7 (1) wesentliche Aspekte eines Arbeitsgebietes physikalischer Forschung (zum Beispiel Relativitätstheorie, Quantenphysik, Atomphysik, Laserphysik, Elementarteilchenphysik, Astrophysik, Kosmologie, Umweltpophysik, Halbleiterphysik) beschreiben, ihre Anwendung in Technik oder Alltag erläutern sowie Erkenntnisse aus anderen Bereichen anwenden exemplarisch erlernte Fachmethoden in dem ausgewählten Arbeitsgebiet physikalischer Forschung anwenden</p>	<p><u>UE 8 Vertiefendes Themengebiet (ca. 10 Stunden)</u></p> <p>Vorschläge:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wechsellspannungslehre - Relativitätstheorie - Vertiefung der Quantenphysik (z.B. Atommodelle, z.B. Orbitalmodell, Potentialtopf,...) - Atom- und Kernphysik - Elementarteilchenphysik - Elektronik - Kosmologie, Astrophysik 	
<p>PK: 2.1.1-2.1.5 2.2.1-2.2.7 2.3.1-2.3.3,</p> <p>IK: abhängig vom gewählten Thema</p>	<p><u>UE 9 Praktikum (ca. 10 Stunden)</u></p> <p>Vorschläge:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elektrizitätslehre, Elektromagnetismus, Elektronik - Umgang mit dem Oszilloskop - Schwingungen - Optik 	<p>Auch an außerschulischen Lernorten möglich (z.B. Praktikum an der Universität Stuttgart)</p>