

# **Beispiel für einen schulinternen Lehrplan Gymnasium – Sekundarstufe II**

## **Physik**

## **Inhalt**

<b>1</b>	<b>Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Entscheidungen zum Unterricht.....</b>	<b>3</b>
2.1	Unterrichtsvorhaben .....	5
2.2	Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit.....	29
2.3	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung .....	31
2.4	Lehr- und Lernmittel .....	32
<b>3</b>	<b>Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen.....</b>	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>Qualitätssicherung und Evaluation.....</b>	<b>35</b>

## **1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit**

### **Fachliche Bezüge zum Leitbild der Schule**

Der Respekt und die Wertschätzung der Individualität aller Menschen ist als wesentliche Grundlage unserer pädagogischen Arbeit im Leitbild beschrieben. In diesem Sinne fördern wir die Schüler/innen ganzheitlich, indem wir die individuelle Entwicklung des Denkens, Handelns und Fühlens berücksichtigen und bestmöglich unterstützen. Das Fach Physik unterstützt die Schüler/innen insbesondere durch die Auseinandersetzung mit gesellschaftlich relevanten Themen sich zu mündigen Menschen zu entwickeln, die eigenverantwortlich urteilen, entscheiden und verantwortungsbewusst handeln.

## **2 Entscheidungen zum Unterricht**

## 2.1 Unterrichtsvorhaben

In der nachfolgenden Übersicht über die *Unterrichtsvorhaben* wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Die Übersicht dient dazu, für die einzelnen Jahrgangsstufen allen am Bildungsprozess Beteiligten einen schnellen Überblick über Themen bzw. Fragestellungen der Unterrichtsvorhaben unter Angabe besonderer Schwerpunkte in den Inhalten und in der Kompetenzentwicklung zu verschaffen. Dadurch soll verdeutlicht werden, welches Wissen und welche Fähigkeiten in den jeweiligen Unterrichtsvorhaben besonders gut zu erlernen sind und welche Aspekte deshalb im Unterricht hervorgehoben thematisiert werden sollten. Unter den weiteren Vereinbarungen des Übersichtsrasters werden u.a. Möglichkeiten im Hinblick auf inhaltliche Fokussierungen sowie interne und externe Verknüpfungen ausgewiesen. Bei Synergien und Vernetzungen bedeutet die Pfeilrichtung ←, dass auf Lernergebnisse anderer Bereiche zurückgegriffen wird (*aufbauend auf ...*), die Pfeilrichtung →, dass Lernergebnisse später fortgeführt werden (*grundlegend für ...*).

Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Der Schulinterne Lehrplan ist so gestaltet, dass er zusätzlichen Spielraum für Vertiefungen, besondere Interessen von Schülerinnen und Schülern, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Klassenfahrten o.Ä.) belässt. Abweichungen über die notwendigen Absprachen hinaus sind im Rahmen des pädagogischen Gestaltungsspielraumes der Lehrkräfte möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

## Übersicht über die Unterrichtsvorhaben

<b>JAHRGANGSSTUFE 11 (EF)</b>			
<b>Unterrichtsvorhaben</b>	<b>Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte</b>	<b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung</b>	<b>Experiment / Medium</b>
<p><b>11.1 Physik in Sport und Verkehr I</b></p> <p><i>Wie lassen sich Bewegungen beschreiben, vermessen und analysieren?</i></p> <p>ca. 25 Ustd.</p>	<p><b>Grundlagen der Mechanik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kinematik: gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung; freier Fall; waagerechter Wurf; vektorielle Größen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</li> <li>unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrunde liegende Ursachen auch am waagerechten Wurf (S2, S3, S7),</li> <li>stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7),</li> <li>planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Bewegungen (E5, S5),</li> <li>interpretieren die Messdatenauswertung von Bewegungen unter qualitativer Berücksichtigung von Messunsicherheiten (E7, S6, K9),</li> <li>ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6),</li> <li>bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (Excel)(E4, S7). (MKR 1.2)</li> <li>beurteilen die Güte digitaler Messungen (VIANA) von Bewegungsvorgängen mithilfe geeigneter Kriterien (B4, B5, E7, K7), (MKR 1.2, 2.3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ggf. Stop-Motion-Filme mit Stop-Motion-Studio (Auswertung in VIANA und GeoGebra)</li> <li>Rollenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung: Messreihe zur gleichmäßig beschleunigten Bewegung</li> <li>Lauf bzw. Fahrradfahrt auf dem Schulhof</li> <li>Messung und Analyse der Beschleunigungsphase an Zügen</li> <li>Freier Fall und Bewegung auf einer schiefen Ebene</li> <li>Protokolle: Funktionen und Anforderungen</li> </ul>

## JAHRGANGSSTUFE 11 (EF)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
<p><b>11.2 Physik in Sport und Alltag</b></p> <p><i>Wie lassen sich Ursachen von Bewegungen erklären?</i></p> <p>ca. 12 Ustd.</p>	<p><b>Grundlagen der Mechanik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dynamik: Newton'sche Gesetze; beschleunigende Kräfte; Kräftegleichgewicht; Reibungskräfte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Größen <i>Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls</i> und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</li> <li>analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ <i>sowohl</i> anhand wirkender Kräfte <i>als auch aus energetischer Sicht</i> (S1, S3, K7),</li> <li>stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch <i>Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition</i> dar (S1, S7, K7),</li> <li>erklären <i>mithilfe von Erhaltungssätzen</i> sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4),</li> <li>erläutern qualitativ die Auswirkungen von Reibungskräften bei realen Bewegungen (S1, S2, K4).</li> <li>untersuchen Bewegungen <i>mithilfe von Erhaltungssätzen sowie</i> des Newton'schen Kraftgesetzes (E4, K4),</li> <li>begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Achterbahn- bzw. Sportvideos</li> <li>Rollenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung: Messung der Beschleunigung eines Körpers in Abhängigkeit von der beschleunigenden Kraft</li> <li>Digitale Videoanalyse mit VIANA und GeoGebra zum freien Fall und den Wurfbewegungen</li> </ul>

## JAHRGANGSSTUFE 11 (EF)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
<p><b>11.3 Superhelden und Crashtests - Erhaltungssätze in verschiedenen Situationen</b></p> <p><i>Wie lassen sich mit Erhaltungssätzen Bewegungsvorgänge vorhersagen und analysieren?</i></p> <p>ca. 9 Ustd.</p>	<p><b>Grundlagen der Mechanik</b></p> <p>Erhaltungssätze: Impuls; Energie (Lage-, Bewegungs- und Spannenergie); Energiebilanzen; Stoßvorgänge</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Größen <i>Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung</i>, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</li> <li>beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Impuls- und Energieübertragung (S1, S2, K3),</li> <li>analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ <i>sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht</i> (S1, S3, K7),</li> <li>erklären mithilfe von Erhaltungssätzen <i>sowie den Newton'schen Gesetzen</i> Bewegungen (S1, E2, K4),</li> <li>untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen <i>sowie des Newton'schen Kraftgesetzes</i> (E4, K4),</li> <li>begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4),</li> <li>bewerten Ansätze aktueller und zukünftiger Mobilitätsentwicklung unter den Aspekten Sicherheit und mechanischer Energiebilanz (B6, K1, K5), <b>(VB D Z 3)</b></li> <li>bewerten die Darstellung bekannter vorrangig mechanischer Phänomene in verschiedenen Medien bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (B1, B2, K2, K8). <b>(MKR 2.2, 2.3)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Ggf. Lösung des Gleichungssystems mittels GeoGebra</b></li> <li>Impuls als Erhaltungsgröße (Stoßprozesse auf der Rollenfahrbahn nur qualitativ)</li> <li>Raketentriebwerke und Rückstoßprinzip</li> <li>Recherche zu aktuellen Projekten von ESA und DLR, auch zur Finanzierung</li> <li>Energieerhaltung am Pendel (nur qualitativ)</li> </ul>
<p><b>11.4 Bewegungen im Weltraum</b></p> <p><i>Wie bewegen sich die Planeten im Sonnensystem?</i></p> <p><i>Wie lassen sich aus (himmlischen) Beobachtungen Gesetze ableiten?</i></p>	<p><b>Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kreisbewegung: gleichförmige Kreisbewegung, Zentripetalkraft</li> <li>Gravitation: Schwerkraft, Newton'sches</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern auch quantitativ die kinematischen Größen der gleichförmigen Kreisbewegung Radius, Drehwinkel, Umlaufzeit, Umlauffrequenz, Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung sowie deren Beziehungen zueinander an Beispielen (S1, S7, K4),</li> <li>beschreiben quantitativ die bei einer gleichförmigen Kreisbewegung wirkende Zentripetalkraft in Abhängigkeit der Beschreibungsgrößen dieser Bewegung (S1, K3),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Digitale Videoanalyse mit VIANA zur Kreisbewegung</li> <li>Messung der Zentripetalkraft mittels digitaler Messwerterfassung</li> <li>Simulationen zu Planetenbewegungen</li> </ul>

**JAHRGANGSSTUFE 11 (EF)**

<b>Unterrichtsvorhaben</b>	<b>Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte</b>	<b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung</b>	<b>Experiment / Medium</b>
ca. 15 Ustd.	Gravitationsgesetz, Kepler´sche Gesetze, Gravitationsfeld <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Abhängigkeiten der Massenanziehungskraft zweier Körper anhand des Newton´schen Gravitationsgesetzes im Rahmen des Feldkonzepts (S2, S3, K4),</li> <li>• erläutern die Bedeutung von Bezugssystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4),</li> <li>• interpretieren Messergebnisse aus Experimenten zur quantitativen Untersuchung der Zentripetalkraft (E4, E6, S6, K9),</li> <li>• deuten eine vereinfachte Darstellung des Cavendish-Experiments qualitativ als direkten Nachweis der allgemeinen Massenanziehung (E3, E6),</li> <li>• ermitteln mithilfe der Kepler´schen Gesetze und des Newton´schen Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E4, E8),</li> </ul>	

## JAHRGANGSSTUFE 11 (EF)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
<p><b>11.5 Weltbilder in der Physik</b></p> <p><i>Revolutioniert die Physik unsere Sicht auf die Welt?</i></p> <p>ca. 6 Ustd.</p>	<p><b>Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder</b></p> <p>Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Änderungen bei der Beschreibung von Bewegungen der Himmelskörper beim Übergang vom geozentrischen Weltbild zu modernen physikalischen Weltbildern auf der Basis zentraler astronomischer Beobachtungsergebnisse dar (S2, K1, K3, K10),</li> <li>• erläutern die Bedeutung der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (S2, S3, K4),</li> <li>• erläutern die Bedeutung von Bezugssystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4),</li> <li>• erklären mit dem Gedankenexperiment der Lichtuhr unter Verwendung grundlegender Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie das Phänomen der Zeitdilatation zwischen bewegten Bezugssystemen qualitativ und quantitativ (S3, S5, S7).</li> <li>• ziehen das Ergebnis des Gedankenexperiments der Lichtuhr zur Widerlegung der absoluten Zeit heran (E9, E11, K9, B1).</li> <li>• ordnen die Bedeutung des Wandels vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild für die Emanzipation der Naturwissenschaften von der Religion ein (B8, K3),</li> <li>• beurteilen Informationen zu verschiedenen Weltbildern und deren Darstellungen aus unterschiedlichen Quellen hinsichtlich ihrer Vertrauenswürdigkeit und Relevanz (B2, K9, K10) <b>(MKR 5.2)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podiumsdiskussion über das helio- und geozentrische Weltbild</li> <li>• Animationen zur Lichtuhr</li> </ul>

## JAHRGANGSSTUFE 12/13 (QUALIFIKATIONSPHASE) GRUNDKURS

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
<p><b>Unterrichtsvorhaben I</b></p> <p><b>Periodische Vorgänge in alltäglichen Situationen</b></p> <p><i>Wie lassen sich zeitlich und räumlich periodische Vorgänge am Beispiel von harmonischen Schwingungen sowie mechanischen Wellen beschreiben und erklären?</i></p> <p>ca. 10 Ustd.</p>	<p><b>Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern</b></p> <p>Klassische Wellen: Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen und Wellen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Superposition und Polarisation von Wellen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen, deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit sowie deren Zusammenhänge (S1, S3),</li> <li>erläutern am Beispiel des Federpendels Energieumwandlungen harmonischer Schwingungen (S1, S2, K4),</li> <li>erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3),</li> <li>erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8),</li> <li>konzipieren Experimente zur Abhängigkeit der Periodendauer von Einflussgrößen beim Federpendel und werten diese unter Anwendung digitaler Werkzeuge (VIANA, Excel) aus (E6, S4, K6), (MKR 1.2) beurteilen Maßnahmen zur Störgeräuschreduzierung hinsichtlich deren Eignung (B7, K1, K5). (VB B Z1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>experimentelle Auswertung am Feder- und Fadenpendel</li> <li>Einsatz von z.B. Phet Simulationen</li> <li>Mechanische Welle durch Spalt (Veranschaulichung Polarisation)</li> </ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben II</b></p> <p><b>Beugung und Interferenz von Wellen - ein neues Lichtmodell</b></p> <p><i>Wie kann man Ausbreitungsphänomene von Licht beschreiben und erklären?</i></p>	<p><b>Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Klassische Wellen: Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen und Wellen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Superposition und Polarisation von Wellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern mithilfe der <i>Wellenwanne</i> qualitativ auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6),</li> <li>erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8), weisen anhand des Interferenzmusters bei <i>Doppelspalt- und Gitterversuchen</i> mit mono- und polychromatischem Licht die Wellennatur des Lichts nach und bestimmen daraus Wellenlängen (E7, E8,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wellenwanne</li> <li>Einsatz von z.B. Phet Simulationen</li> <li>Experimentelle Auswertung am Doppelspalt und Gitter</li> <li>Polarisation durch Reflexion (Brillen/polarisierte Gläser)</li> </ul>

**JAHRGANGSSTUFE 12/13 (QUALIFIKATIONSPHASE) GRUNDKURS**

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
ca. 18 Ustd.		K4).	
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben III</u></b></p> <p><b>Erforschung des Elektrons</b></p> <p><i>Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?</i></p> <p>ca. 26 Ustd.</p>	<p><b>Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Teilchen in Feldern: elektrische und magnetische Felder; elektrische Feldstärke, elektrische Spannung; magnetische Flussdichte; Bahnformen von geladenen Teilchen in homogenen Feldern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radial- und Dipolfeldern sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1, K6),</li> <li>beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6),</li> <li>erläutern am Beispiel des Plattenkondensators den Zusammenhang zwischen elektrischer Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen elektrischen Feld (S3)</li> <li>berechnen Geschwindigkeitsänderungen von Ladungsträgern nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (S1, S3, K3),</li> <li>erläutern am <i>Fadenstrahlrohr</i> die Erzeugung freier Elektronen durch den glühelektrischen Effekt, deren Beschleunigung beim Durchlaufen eines elektrischen Felds sowie deren Ablenkung im homogenen magnetischen Feld durch die Lorentzkraft (S4, S6, E6, K5),</li> <li>entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzips elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6),</li> <li>modellieren mathematisch die Beobachtungen am <i>Fadenstrahlrohr</i> und ermitteln aus den Messergebnissen die Elektronenmasse (E4, E9, K7),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modellversuch zu elektrischen Feldern</li> <li>Qualitative Experimente zu Ladungen im Plattenkondensator</li> <li>Experiment zur Elektronenkanone</li> <li>Experiment am Fadenstrahlrohr</li> <li>Experiment zur Elektronenablenkkröhre</li> <li>Experiment zum Millikan-Versuch (Simulation: Schwebemethode, Leifi)</li> <li>Experiment zum Zyklotron (Simulation: Zyklotron, Leifi)</li> <li>Vermessung der magnetischen Flussdichte mithilfe einer Hall-Sonde</li> </ul>

**JAHRGANGSSTUFE 12/13 (QUALIFIKATIONSPHASE) GRUNDKURS**

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Experimente zur Variation elektrischer Einflussgrößen und deren Auswirkungen auf die Bahnformen von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern (E2, K4),</li> <li>• schließen aus der statistischen Auswertung einer vereinfachten Version des <i>Millikan-Versuchs</i> auf die Existenz einer kleinsten Ladung (E3, E11, K8),</li> <li>• wenden eine Messmethode zur Bestimmung der magnetischen Flussdichte an (E3, K6),</li> <li>• erschließen sich die Funktionsweise des <i>Zyklotrons</i> auch mithilfe von Simulationen (E1, E10, S1, K1),</li> <li>• beurteilen die Schutzwirkung des Erdmagnetfeldes gegen den Strom geladener Teilchen aus dem Weltall</li> </ul>	
<p><b>Unterrichtsvorhaben IV</b></p> <p><b>Photonen und Elektronen als Quantenobjekte</b></p> <p><i>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</i></p> <p>ca. 18 Ustd.</p>	<p><b>Quantenobjekte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt</li> <li>• Wellenaspekt von Elektronen: De-Broglie-Wellenlänge, Interferenz von Elektronen am Doppelspalt</li> <li>• Photon und Elektron als Quantenobjekte: Wellen- und Teilchenmodell, Kopenhagener Deutung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern anhand eines <i>Experiments zum Photoeffekt</i> den Quantencharakter von Licht (S1, E9, K3),</li> <li>• stellen die Lichtquanten- und De-Broglie-Hypothese sowie deren Unterschied zur klassischen Betrachtungsweise dar (S1, S2, E8, K4),</li> <li>• wenden die De-Broglie-Hypothese an, um das Beugungsbild beim <i>Doppelspaltversuch mit Elektronen</i> quantitativ zu erklären (S1, S5, E6, K9),</li> <li>• erläutern die Determiniertheit der Zufallsverteilung der diskreten Energieabgabe beim Doppelspaltexperiment mit stark intensitätsreduziertem Licht (S3, E6, K3),</li> <li>• berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quantenobjekte (S3),</li> <li>• erklären an geeigneten Darstellungen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte (S1, K3),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiment zum Photoeffekt</li> <li>• Doppelspaltexperiment (real und simuliert (Leifi))</li> </ul>

## JAHRGANGSSTUFE 12/13 (QUALIFIKATIONSPHASE) GRUNDKURS

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern bei Quantenobjekten die „Welcher-Weg“-Information als Bedingung für das Auftreten oder Ausbleiben eines Interferenzmusters in einem Interferenzexperiment (S2, K4),</li> <li>• leiten anhand eines <i>Experiments zum Photoeffekt</i> den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen ab (E6, S6),</li> <li>• untersuchen mithilfe von Simulationen das Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt (E4, E8, K6, K7), (MKR 1.2)</li> <li>• beurteilen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen (E9, E11, K8),</li> <li>• erläutern die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8),</li> <li>• stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9),</li> <li>• beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der physikalischen Erkenntnisfähigkeit (B8, E11, K8).</li> </ul>	
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben V</u></b></p> <p><b>Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren</b></p> <p><i>Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?</i></p> <p>ca. 18 Ustd.</p>	<p><b>Elektrodynamik und Energieübertragung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator</li> <li>• Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Auftreten von Induktionsspannungen am Beispiel der <i>Leiterschaukel</i> durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (S3, S4, K4),</li> <li>• führen Induktionserscheinungen bei einer Leiterschleife auf die zeitliche Änderung der magnetischen Flussdichte oder die zeitliche Änderung der durchsetzten Fläche zurück (S1, S2, K4),</li> <li>• beschreiben das Induktionsgesetz mit der mittleren Änderungsrate und in differentieller Form des magnetischen Flusses (S7),</li> <li>• untersuchen die gezielte Veränderung elektrischer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiment an der Leiterschaukel</li> <li>• Experiment zum Induktionsgesetz</li> <li>• Experiment zum Generator</li> <li>• Experiment zum Transformator</li> <li>• Experiment zur Fernleitung</li> <li>• Experiment zum Thomson´schen Ringversuch</li> </ul>

**JAHRGANGSSTUFE 12/13 (QUALIFIKATIONSPHASE) GRUNDKURS**

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
	Schwingung	<p>Spannungen und Stromstärken durch <i>Transformatoren</i> mithilfe angeleiteter Experimente als Beispiel für die technische Anwendung der Induktion (S1, S4, E6, K8),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären am physikalischen <i>Modellexperiment zu Freileitungen</i> technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie (S1, S3, K8),</li> <li>• interpretieren die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. <i>Messwerterfassungssystem</i> aufgenommenen Daten bei elektromagnetischen Induktions- und Schwingungsversuchen unter Rückbezug auf die experimentellen Parameter (E6, E7, K9),</li> <li>• modellieren mathematisch das Entstehen von Induktionsspannungen für die beiden Spezialfälle einer zeitlich konstanten Fläche und einer zeitlich konstanten magnetischen Flussdichte (E4, E6, K7),</li> <li>• erklären das Entstehen von sinusförmigen Wechselspannungen in <i>Generatoren</i> mithilfe des Induktionsgesetzes (E6, E10, K3, K4),</li> <li>• stellen Hypothesen zum Verhalten des Rings beim <i>Thomson'schen Ringversuch</i> bei Zunahme und Abnahme des magnetischen Flusses im Ring auf und erklären diese mithilfe des Induktionsgesetzes (E2, E9, S3, K4, K8),</li> <li>• beurteilen ausgewählte Beispiele zur Energiebereitstellung und -umwandlung unter technischen und ökologischen Aspekten (B3, B6, K8, K10), (VB ÜB Z2)</li> <li>• beurteilen das Potential der Energierückgewinnung auf der Basis von Induktionsphänomenen bei elektrischen Antriebssystemen (B7, K2).</li> </ul>	

## JAHRGANGSSTUFE 12/13 (QUALIFIKATIONSPHASE) GRUNDKURS

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
<p><b>Unterrichtsvorhaben VI</b> <b>Anwendungsbereiche des Kondensators</b></p> <p><i>Wie kann man Energie in elektrischen Systemen speichern?</i></p> <p><i>Wie kann man elektrische Schwingungen erzeugen?</i></p> <p>ca. 15 UStd.</p>	<p><b>Elektrodynamik und Energieübertragung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator</li> </ul> <p>Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die Kapazität als Kenngröße eines Kondensators und bestimmen diese für den Spezialfall des Plattenkondensators in Abhängigkeit seiner geometrischen Daten (S1, S3),</li> <li>erläutern qualitativ die bei einer elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (S1, S4, E4),</li> <li>untersuchen den <i>Auf- und Entladevorgang bei Kondensatoren</i> unter Anleitung experimentell (S4, S6, K6),</li> <li>modellieren mathematisch den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei <i>Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren</i> (E4, E6, S7),</li> <li>interpretieren den Flächeninhalt zwischen Graph und Abszissenachse im <i>Q-U-Diagramm</i> als Energiegehalt des Plattenkondensators (E6, K8),</li> <li>beurteilen den Einsatz des Kondensators als Energiespeicher in ausgewählten alltäglichen Situationen (B3, B4, K9).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Experimente zur Auf- und Entladung von Plattenkondensatoren (inkl. Auswertung in digitaler Form z.B. Tabellenkalkulation)</li> </ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben VII</b></p> <p><b>Mensch und Strahlung - Chancen und Risiken ionisierender Strahlung</b></p> <p><i>Wie wirkt ionisierende Strahlung auf den menschlichen Körper?</i></p> <p>ca. 12 UStd.</p>	<p><b>Strahlung und Materie</b></p> <p>Strahlung: Spektrum der elektromagnetischen Strahlung; ionisierende Strahlung, Geiger-Müller-Zählrohr, biologische Wirkungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die Entstehung von <i>Bremsstrahlung</i> und <i>charakteristischer Röntgenstrahlung</i> (S3, E6, K4),</li> <li>unterscheiden <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-<math>\gamma</math>-Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1),</li> <li>ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6),</li> <li>erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des <i>Geiger-Müller-Zählrohrs</i> als Nachweisgerät für ionisierende Strahlung (S4, S5, K8),</li> <li>untersuchen experimentell anhand der Zählraten bei <i>Absorptionsexperimenten</i> unterschiedliche Arten ionisierender Strahlung (E3, E5, S4, S5),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachweis radioaktiver Strahlung mithilfe des Geiger-Müller-Zählrohrs</li> <li>Experiment zur Absorption radioaktiver Strahlung</li> </ul>

## JAHRGANGSSTUFE 12/13 (QUALIFIKATIONSPHASE) GRUNDKURS

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, K3),</li> <li>• quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2).</li> <li>• bewerten die Bedeutung hochenergetischer Strahlung hinsichtlich der Gesundheitsgefährdung sowie ihres Nutzens bei medizinischer Diagnose und Therapie (B5, B6, K1, K10). (VB B Z3).</li> </ul>	
<p><b>Unterrichtsvorhaben VIII</b></p> <p><b>Erforschung des Mikro- und Makrokosmos</b></p> <p><i>Wie lassen sich aus Spektralanalysen Rückschlüsse auf die Struktur von Atomen ziehen?</i></p> <p>ca. 19 Ustd.</p>	<p><b>Strahlung und Materie</b></p> <p>Atomphysik: Linienspektrum, Energieniveauschema, Kern-Hülle-Modell, Röntgenstrahlung</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Energie emittierter und absorbierter Photonen am Beispiel von Linienspektren leuchtender Gase und Fraunhofer'scher Linien mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S1, S3, E6, K4),</li> <li>• beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2),</li> <li>• interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8),</li> <li>• erklären die Entstehung von <i>Bremsstrahlung</i> und <i>charakteristischer Röntgenstrahlung</i> (S3, E6, K4),</li> <li>• interpretieren die Bedeutung von <i>Flammenfärbung</i> und <i>Linienspektren</i> bzw. <i>Spektralanalyse</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E6, E10),</li> <li>• interpretieren die Messergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuchs</i> (E6, E8, K8),</li> <li>• erklären das <i>charakteristische Röntgenspektrum</i> mit den Energieniveaus der Atomhülle (E6),</li> <li>• identifizieren vorhandene Stoffe in der Sonnen- und</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente zum Linienspektrum leuchtender Gase</li> <li>• Experimente zur Flammenfärbung</li> <li>• Experiment zum Franck-Hertz-Versuch</li> <li>• optional: Betrachtung der Fraunhoferlinien am Spektroskop oder Gitter</li> </ul>

**JAHRGANGSSTUFE 12/13 (QUALIFIKATIONSPHASE) GRUNDKURS**

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
		Erdatmosphäre anhand von Spektraltafeln des <i>Sonnenspektrums</i> (E3, E6, K1), <ul style="list-style-type: none"> <li>stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9).</li> </ul>	
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben IX</u></b></p> <p><b>Massendefekt und Kernumwandlungen</b></p> <p><i>Wie lassen sich energetische Bilanzen bei Umwandlungs- und Zerfallsprozessen quantifizieren?</i></p> <p><i>Wie entsteht ionisierende Strahlung?</i></p> <p>ca. 16 Ustd.</p>	<p><b>Strahlung und Materie</b></p> <p>Kernphysik: Nukleonen; Zerfallsprozesse und Kernumwandlungen, Kernspaltung und -fusion</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern den Begriff der Radioaktivität und zugehörige Kernumwandlungsprozesse auch mithilfe der Nuklidkarte (S1, S2),</li> <li>wenden das zeitliche Zerfallsgesetz für den radioaktiven Zerfall an (S5, S6, K6),</li> <li>erläutern qualitativ den Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen, den Aufbau der Nukleonen aus Quarks sowie die Rolle der starken Wechselwirkung für die Stabilität des Kerns (S1, S2),</li> <li>erläutern qualitativ am <math>\beta^-</math>-Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2, K4),</li> <li>erklären anhand des Zusammenhangs <math>E = \Delta m c^2</math> die Grundlagen der Energiefreisetzung bei Kernspaltung und -fusion über den Massendefekt (S1) (S1),</li> <li>ermitteln im Falle eines einstufigen radioaktiven Zerfalls anhand der gemessenen Zählraten die Halbwertszeit (E5, E8, S6),</li> <li>vergleichen verschiedene Vorstellungen von der Materie mit den Konzepten der modernen Physik (B8, K9).</li> </ul>	

## JAHRGANGSSTUFE 12/13 (QUALIFIKATIONSPHASE) LEISTUNGSKURS

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
<p><b>Unterrichtsvorhaben I</b></p> <p><b>Untersuchung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern</b></p> <p><i>Wie lassen sich Kräfte auf bewegte Ladungen in elektrischen und magnetischen Feldern beschreiben?</i></p> <p><i>Wie können Ladung und Masse eines Elektrons bestimmt werden?</i></p> <p>ca. 40 Ustd.</p>	<p><b>Ladungen, Felder und Induktion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte</li> <li>- Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern; Lorentzkraft; <i>geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären grundlegende elektrostatische Phänomene mithilfe der Eigenschaften elektrischer Ladungen (S1),</li> <li>• stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radial- und Dipolfeldern sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1, K6),</li> <li>• beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6),</li> <li>• erläutern anhand einer einfachen Version des Millikan-Versuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (S3, S5, E7, K9)</li> <li>• erläutern die Bestimmung der Elektronenmasse am Beispiel des Fadenstrahlrohrs mithilfe der Lorentzkraft sowie die Erzeugung und Beschleunigung freier Elektronen (S4, S5, S6, E6, K5)</li> <li>• bestimmen mithilfe des Coulomb'schen Gesetzes Kräfte von punktförmigen Ladungen aufeinander sowie resultierende Beträge und Richtungen von Feldstärken (E8, E10, S1, S3),</li> <li>• entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzip elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6, K5),</li> <li>• modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Querfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7),</li> <li>• erläutern die Untersuchung magnetischer Flussdichten mithilfe des Hall-Effekts (E4, E7, S1, S5) konzipieren Experimente zur Bestimmung der Abhängigkeit der magnetischen Flussdichte einer langgestreckten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellversuch zu elektrischen Feldern (inkl. Simulation z.B. Phet)</li> <li>• Qualitative Experimente zu Ladungen im Plattenkondensator</li> <li>• Experiment zur Elektronenkanone</li> <li>• Experiment am Fadenstrahlrohr</li> <li>• Experiment zur Elektronenablenkröhre</li> <li>• Experiment zum Millikan-Versuch (Simulation: Schwebemethode, Leifi)</li> <li>• Vermessung der magnetischen Flussdichte mithilfe einer Hall-Sonde</li> </ul>

**JAHRGANGSSTUFE 12/13 (QUALIFIKATIONSPHASE) LEISTUNGSKURS**

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
		stromdurchflossenen Spule von ihren Einflussgrößen (E2, E5),	
<p><b>Unterrichtsvorhaben II</b></p> <p><b>Massenspektrometer und Zyklotron als Anwendung in der physikalischen Forschung</b></p> <p><i>Welche weiterführende Anwendungen von bewegten Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern gibt es in Forschung und Technik?</i></p> <p>ca. 10 Ustd.</p>	<p><b>Ladungen, Felder und Induktion</b></p> <p>Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Quersfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Quersfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7),</li> <li>stellen Hypothesen zum Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron auf (E2, E4, S1, K4),</li> <li>bewerten Teilchenbeschleuniger in Großforschungseinrichtungen im Hinblick auf ihre Realisierbarkeit und ihren gesellschaftlichen Nutzen hin (B3, B4, K1, K7),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Experiment zum Zyklotron (Simulation: Zyklotron, Leifi)</li> </ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben III</b></p> <p><b>Die elektromagnetische Induktion als Grundlage für die Kopplung elektrischer und magnetischer Felder und als Element von Energieumwandlungsketten</b></p> <p><i>Wie kann elektrische Energie gewonnen und im Alltag bereits gestellt werden?</i></p>	<p><b>Ladungen, Felder und Induktion</b></p> <p>Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nutzen das Induktionsgesetz auch in differentieller Form unter Verwendung des magnetischen Flusses (S2, S3, S7),</li> <li>erklären Verzögerungen bei Einschaltvorgängen sowie das Auftreten von Spannungstößen bei Ausschaltvorgängen mit der Kenngröße Induktivität einer Spule anhand der Selbstinduktion (S1, S7, E6),</li> <li>führen die Funktionsweise eines Generators auf das Induktionsgesetz zurück (E10, K4),</li> <li>begründen qualitative Versuche zur Lenz'schen Regel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Experiment an der Leiterschaukel</li> <li>Experiment zum Induktionsgesetz</li> <li>Experiment zur Verzögerung der Ein- und Ausschaltvorgänge in Schaltungen mit Spulen</li> </ul>

## JAHRGANGSSTUFE 12/13 (QUALIFIKATIONSPHASE) LEISTUNGSKURS

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
ca. 25 Ustd.		<p>sowohl mit dem Wechselwirkungs- als auch mit dem Energiekonzept (E2, E9, K3).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>identifizieren und beurteilen Anwendungsbeispiele für die elektromagnetische Induktion im Alltag (B6, K8). (VB D Z3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Experiment zum Generator</li> <li>Experiment zum Thomson'schen Ringversuch</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben IV</u></b></p> <p><b>Zeitliche und energetische Betrachtungen bei Kondensator und Spule</b></p> <p><i>Wie speichern elektrische und magnetische Felder Energie und wie geben sie diese wieder ab?</i></p> <p>ca. 20 Ustd.</p>	<p><b>Ladungen, Felder und Induktion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte</li> <li>Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben qualitativ und quantitativ die Zusammenhänge von Ladung, Spannung und Stromstärke unter Berücksichtigung der Parameter Kapazität und Widerstand bei Lade- und Entladevorgängen am Kondensator auch mithilfe von Differentialgleichungen und deren vorgegebenen Lösungsansätzen (S3, S6, S7, E4, K7),</li> <li>geben die in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern gespeicherte Energie in Abhängigkeit der elektrischen Größen und der Kenngrößen der Bauelemente an (S1, S3, E2)</li> <li>prüfen Hypothesen zur Veränderung der Kapazität eines Kondensators durch ein Dielektrikum (E2, E3, S1),</li> <li>ermitteln anhand von Messkurven zu Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren sowie zu Ein- und Ausschaltvorgängen bei Spulen zugehörige Kenngrößen (E4, E6, S6),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Qualitative Experimente zu Ladungen im Plattenkondensator</li> <li>Experimente zur Auf- und Entladung von Plattenkondensatoren (inkl. Auswertung in digitaler Form z.B. Tabellenkalkulation)</li> <li>Experimente zur Auf- und Entladung von Spulen (inkl. Auswertung in digitaler Form z.B. Tabellenkalkulation)</li> </ul>

## JAHRGANGSSTUFE 12/13 (QUALIFIKATIONSPHASE) LEISTUNGSKURS

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
<p><u>Unterrichtsvorhaben V</u></p> <p><b>Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und deren Eigenschaften</b></p> <p><i>Welche Analogien gibt es zwischen mechanischen und elektromagnetischen schwingenden Systemen?</i></p> <p>ca. 40 Ustd.</p>	<p><b>Schwingende Systeme und Wellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisierung und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer</li> </ul> <p>Schwingende Systeme: Federpendel, Fadenpendel, Resonanz; Schwingkreis, Hertz'scher Dipol</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren Zusammenhänge (S1, S3, K4),</li> <li>vergleichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Aspekten und hinsichtlich der jeweiligen Kenngrößen (S1, S3),</li> <li>erläutern qualitativ die physikalischen Prozesse bei ungedämpften, gedämpften und erzwungenen mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen (S1, E1),</li> <li>leiten für das Federpendel und unter Berücksichtigung der Kleinwinkelnäherung für das Fadenpendel aus dem linearen Kraftgesetz die zugehörigen Differentialgleichungen her (S3, S7, E2),</li> <li>ermitteln mithilfe der Differentialgleichungen und der Lösungsansätze für das ungedämpfte Fadenpendel, die ungedämpfte Federschwingung und den ungedämpften Schwingkreis die Periodendauer sowie die Thomson'sche Gleichung (S3, S7, E8),</li> <li>beschreiben den Hertz'schen Dipol als (offenen) Schwingkreis (S1, S2, K8),</li> <li>untersuchen experimentell die Abhängigkeit der Periodendauer und Amplitudenabnahme von Einflussgrößen bei mechanischen und elektromagnetischen harmonischen Schwingungen unter Anwendung digitaler Werkzeuge (VIANA, Excel, Audacity) (E4, S4), (MKR 1.2)</li> <li>untersuchen experimentell am Beispiel des Federpendels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Experimente am Feder- und Fadenpendel (inkl. gedämpfte und erzwungene Schwingung)</li> <li>Einsatz von z.B. Phet Simulationen</li> <li>Experiment zur Resonanz</li> </ul>

## JAHRGANGSSTUFE 12/13 (QUALIFIKATIONSPHASE) LEISTUNGSKURS

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
		<p>das Phänomen der Resonanz auch unter Rückbezug auf Alltagssituationen (E5, E6, K1),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen Maßnahmen zur Vermeidung von Resonanzkatastrophen (B5, B6, K2),</li> <li>• unterscheiden am Beispiel von Schwingungen deduktives und induktives Vorgehen als Grundmethoden der Erkenntnisgewinnung (B8, K4)</li> </ul>	
<p><b>Unterrichtsvorhaben VI</b></p> <p><b>Wellen und Interferenzphänomene</b></p> <p><i>Warum kam es im 17. Jh. zu einem Streit über das Licht/die Natur des Lichts?</i></p> <p><i>Ist für die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen ein Trägermedium notwendig? (Gibt es den „Äther“?)</i></p> <p>ca. 10-15 Ustd.</p>	<p><b>Schwingende Systeme und Wellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisierung und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren Zusammenhänge (S1, S3, K4),</li> <li>• erläutern mithilfe der Wellenwanne qualitativ auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6),</li> <li>• beschreiben mathematisch die räumliche und zeitliche Entwicklung einer harmonischen eindimensionalen Welle (S1, S2, S3, S7),</li> <li>• erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3),</li> <li>• erläutern die lineare Polarisierung als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8),</li> <li>• stellen für Einzel-, Doppelspalt und Gitter die Bedingungen für konstruktive und destruktive Interferenz und deren quantitative Bestätigung im Experiment für mono- und polychromatisches Licht dar (S1, S3, S6, E6),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente an der Wellenwanne</li> <li>• Einsatz von z.B. Phet Simulationen</li> <li>• Experimente am Doppelspalt und Gitter</li> <li>• Polarisierung durch Reflexion (Brillen/polarisierte Gläser)</li> <li>• Experimente zu Wirbelströme (z.B. Fallrohr oder Rutschbahn)</li> <li>• Veranschaulichung des Michelson-Interferometers am Aufbau in der Sammlung (Lego)</li> </ul>

## JAHRGANGSSTUFE 12/13 (QUALIFIKATIONSPHASE) LEISTUNGSKURS

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
		<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (S1, K4).</li> <li>weisen anhand des Interferenzmusters bei Spalt- und Gitterversuchen die Welleneigenschaften des Lichts nach und bestimmen daraus die Wellenlänge des Lichts (E5, E6, E7, S6),</li> <li>erläutern Aufbau und Funktionsweise des Michelson-Interferometers (E2, E3, S3, K3).</li> <li>beurteilen die Bedeutung von Schwingkreisen für die Umsetzung des Sender-Empfänger-Prinzips an alltäglichen Beispielen (B1, B4, K1), <b>(VB B Z 1)</b></li> </ul>	
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben VII</u></b></p> <p><b>Quantenphysik als Weiterentwicklung des physikalischen Weltbildes</b></p> <p><i>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</i></p> <p>ca. 30 Ustd.</p>	<p><b>Quantenphysik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt, Bremsstrahlung</li> <li>Photonen und Elektronen als Quantenobjekte: Doppelspaltexperiment, Bragg-Reflexion, Elektronenbeugung; Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Delayed-Choice-Experiment; Kopenhagener Deutung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären den Photoeffekt mit der Einsteinschen Lichtquantenhypothese (S1, S2, E3).</li> <li>beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise der Röntgenröhre (S1),</li> <li>stellen anhand geeigneter Phänomene dar, dass Licht sowohl Wellen- als auch Teilchencharakter aufweisen kann (S2, S3, E6, K8)</li> <li>erklären bei Quantenobjekten anhand des Delayed-Choice-Experiments unter Verwendung der Koinzidenzmethode das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (S1, S5, E3, K3),</li> <li>erklären am Beispiel von Elektronen die De-Broglie-Hypothese (S1, S3),</li> <li>berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quantenobjekte (S3),</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Experiment zum Photoeffekt</li> <li>Veranschaulichung des stochastischen Verhaltens von Quantenobjekten am Doppelspalt (Simulation, Video)</li> </ul>

**JAHRGANGSSTUFE 12/13 (QUALIFIKATIONSPHASE) LEISTUNGSKURS**

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Nachweiswahrscheinlichkeitsdichte von Elektronen (S3),</li> <li>• erläutern die Heisenberg´sche Unbestimmtheitsrelation in der Version der Unmöglichkeits-Formulierung (S2, S3, E7, E11, K4).</li> <li>• interpretieren die experimentellen Befunde zum Photoeffekt hinsichtlich des Widerspruchs zur klassischen Physik (E3, E8, S2, K3),</li> <li>• bestimmen aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck´sche Wirkungsquantum (E6, S6),</li> <li>• interpretieren das Auftreten der kurzwelligen Grenze des Bremsstrahlungsspektrums (E6, S1),</li> <li>• erklären experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E3, E6),</li> <li>• modellieren qualitativ das stochastische Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt bei gleichzeitiger Determiniertheit der Zufallsverteilung mithilfe der Eigenschaften der Wellenfunktion (E4, E6, K4).</li> <li>• beurteilen die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8),</li> <li>• stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9),</li> <li>• beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der exakten Vorhersagbarkeit von physikalischen Phänomenen (B8, K8, E11).</li> </ul>	

## JAHRGANGSSTUFE 12/13 (QUALIFIKATIONSPHASE) LEISTUNGSKURS

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
<p><b>Unterrichtsvorhaben VIII</b></p> <p><b>Struktur der Materie</b></p> <p><i>Wie hat sich unsere Vorstellung vom Aufbau der Materie historisch bis heute entwickelt?</i></p> <p>ca. 20 Ustd.</p>	<p><b>Atom- und Kernphysik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung</li> <li>• Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geben wesentliche Beiträge in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis zum ersten Kern-Hülle-Modell (Dalton, Thomson, Rutherford) wieder (S2, K3),</li> <li>• erklären die Energie absorbiertes und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S3, E6, K4),</li> <li>• erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4),</li> <li>• beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom und wasserstoffähnliche Atome mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2),</li> <li>• erläutern das Modell des eindimensionalen Potentialtopfs und seine Grenzen (S2, K4),</li> <li>• beschreiben anhand des Modells des eindimensionalen Potentialtopfs die Verallgemeinerung eines quantenmechanischen Atommodells hin zu einem Ausblick auf Mehrelektronensysteme unter Verwendung des Pauli-Prinzips (S2, S3, E10),</li> <li>• interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8),</li> <li>• erläutern qualitativ den Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen, den Aufbau der Nukleonen aus Quarks sowie die Rolle der starken Wechselwirkung für die Stabilität des Kerns (S1, S2, K3),</li> <li>• interpretieren Linienspektren bei Emission und Absorption sowie die Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuchs mithilfe des Energieniveauschemas (E2, E10, S6),</li> <li>• stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente zum Linienspektrum leuchtender Gase (optional Experimente zur Flammenfärbung)</li> <li>• Experiment zum Franck-Hertz-Versuch</li> <li>• optional: Betrachtung der Fraunhoferlinien am Spektroskop oder Gitter</li> </ul>

## JAHRGANGSSTUFE 12/13 (QUALIFIKATIONSPHASE) LEISTUNGSKURS

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
		die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9),	
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben IX</u></b></p> <p><b>Mensch und Strahlung - Chancen und Risiken ionisierender Strahlung</b></p> <p><i>Welche Auswirkungen haben ionisierende Strahlung auf den Menschen und wie kann man sich davor schützen?</i></p> <p><i>Wie nutzt man die ionisierende Strahlung in der Medizin?</i></p> <p>ca. 22 Ustd.</p>	<p><b>Atom- und Kernphysik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung</li> <li>• Ionisierende Strahlung: Strahlungsarten, Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung, Eigenschaften ionisierender Strahlung, Absorption ionisierender Strahlung</li> <li>• Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4),</li> <li>• ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6),</li> <li>• unterscheiden <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1),</li> <li>• erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs als Nachweisgerät ionisierender Strahlung (S4, S5, K8),</li> <li>• erklären die Ablenkbarkeit in elektrischen und magnetischen Feldern sowie Durchdringungs- und Ionisierungsfähigkeit von ionisierender Strahlung mit ihren Eigenschaften (S1, S3),</li> <li>• erläutern qualitativ an der <math>\beta</math>-Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauscheteilchen (S1, S2, K4).</li> <li>• leiten auf der Basis der Definition der Aktivität das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (S7, E9),</li> <li>• wählen für die Planung von Experimenten mit ionisierender Strahlung zwischen dem Geiger-Müller-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachweis radioaktiver Strahlung mithilfe des Geiger-Müller-Zählrohrs</li> <li>• Experiment zur Absorption radioaktiver Strahlung</li> </ul>

## JAHRGANGSSTUFE 12/13 (QUALIFIKATIONSPHASE) LEISTUNGSKURS

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Experiment / Medium
		<p>Zählrohr und einem energiesensiblen Detektor gezielt aus (E3, E5, S5, S6),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• konzipieren Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit kurzlebiger radioaktiver Substanzen (E2, E5, S5),</li> <li>• quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2).</li> <li>• wägen die Chancen und Risiken bildgebender Verfahren in der Medizin unter Verwendung ionisierender Strahlung gegeneinander ab (B1, B4, K3), (VB B Z 3)</li> </ul>	
<p><b>Unterrichtsvorhaben X</b></p> <p><b>Massendefekt und Kernumwandlung</b></p> <p><i>Wie kann man natürliche Kernumwandlung beschreiben und wissenschaftlich nutzen?</i></p> <p><i>Welche Möglichkeiten der Energiegewinnung ergeben sich durch Kernumwandlungen in Natur und Technik?</i></p> <p>ca. 20 Ustd.</p>	<p><b>Atom- und Kernphysik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radioaktiver Zerfall: <i>Kernaufbau</i>, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung</li> </ul> <p>Kernspaltung und -fusion: Bindungsenergien, Massendefekt; Kettenreaktion</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse (Kernspaltung und -fusion, Neutroneneinfang) auch mithilfe der Nuklidkarte (S1),</li> <li>• beschreiben Kernspaltung und Kernfusion mithilfe der starken Wechselwirkung zwischen den Nukleonen auch unter quantitativer Berücksichtigung von Bindungsenergien (S1, S2)</li> <li>• bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C-14-Methode (E4, E7, S7, K1),</li> <li>• bewerten Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion hinsichtlich der globalen Energieversorgung (B5, B7, K3, K10), (VB D Z3),</li> <li>• diskutieren ausgewählte Aspekte der Endlagerung radioaktiver Abfälle unter Berücksichtigung verschiedener Quellen (B2, B4, K2, K10). (MKR 2.1, 2.3) (VB D Z3)</li> </ul>	

## 2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

Die Lehrerkonferenz hat unter Berücksichtigung des Schulprogramms als überfachliche Grundsätze für die Arbeit im Unterricht bekräftigt, dass die im Referenzrahmen Schulqualität NRW formulierten Kriterien und Zielsetzungen als Maßstab für die kurz- und mittelfristige Entwicklung der Schule gelten sollen. Gemäß dem Schulprogramm sollen insbesondere die Lernenden als Individuen mit jeweils besonderen Fähigkeiten, Stärken und Interessen im Mittelpunkt stehen. Die Fachgruppe vereinbart, der individuellen Kompetenzentwicklung (Referenzrahmen Kriterium 2.2.1) und den herausfordernden und kognitiv aktivierenden Lehr- und Lernprozessen (Kriterium 2.2.2) besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Physik bezüglich ihres schulinternen Lehrplans die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen:

### Lehr- und Lernprozesse

- Schwerpunktsetzungen nach folgenden Kriterien:
  - Herausstellung zentraler Ideen und Konzepte, auch unter Nutzung von Synergien zwischen den naturwissenschaftlichen Fächern
  - Zurückstellen von Verzichtbarem bzw. eventuell späteres Aufgreifen, Orientierung am Prinzip des exemplarischen Lernens
  - Anschlussfähigkeit (fachintern und fachübergreifend)
  - Herstellen von Zusammenhängen statt Anhäufung von Einzelfakten
- Lehren und Lernen in sinnstiftenden Kontexten nach folgenden Kriterien
  - Eignung des Kontextes zum Erwerb spezifischer Kompetenzen („Was kann man an diesem Thema besonders gut lernen“?)
  - klare Schwerpunktsetzungen bezüglich des Erwerbs spezifischer Kompetenzen, insbesondere auch bezüglich physikalischer Denk- und Arbeitsweisen
  - eingegrenzte und altersgemäße Komplexität
  - authentische, motivierende und tragfähige Problemstellungen
  - Nachvollziehbarkeit/Schülerverständnis der Fragestellung
  - Kontexte und Lernwege sollten nicht unbedingt an fachsystematischen Strukturen, sondern eher an Erkenntnis- und Verständnisprozessen der Lernenden ansetzen.
- Variation der Lernaufgaben und Lernformen mit dem Ziel einer kognitiven Aktivierung aller Lernenden nach folgenden Kriterien
  - Aufgaben auch zur Förderung von vernetztem Denken mit Hilfe von übergreifenden Prinzipien, grundlegenden Ideen und Basiskonzepten
  - Einsatz von digitalen Medien und Werkzeugen zur Verständnisförderung und zur Unterstützung und Beschleunigung des Lernprozesses.
  - Einbindung von Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erwerbenden Kompetenzen reflektiert werden, explizite Thematisierung der erforderlichen Denk- und Arbeitsweisen und ihrer zugrundeliegenden Ziele und Prinzipien, Vertrautmachen mit dabei zu verwendenden Begrifflichkeiten
  - Vertiefung der Fähigkeit zur Nutzung erworbener Kompetenzen beim Transfer auf neue Aufgaben und Problemstellungen durch hinreichende Integration von Reflexions-, Übungs- und Problemlösephasen in anderen Kontexten
  - ziel- und themengerechter Wechsel zwischen Phasen der Einzelarbeit, Partnerarbeit und Gruppenarbeit unter Berücksichtigung von Vielfalt durch Elemente der Binnendifferenzierung
  - Beachtung von Aspekten der Sprachsensibilität bei der Erstellung von Materialien.
  - bei kooperativen Lernformen: insbesondere Fokussierung auf das Nachdenken und den Austausch von naturwissenschaftlichen Ideen und Argumenten

### Experimente und eigenständige Untersuchungen

- Verdeutlichung der verschiedenen Funktionen von Experimenten in den Naturwissenschaften und des Zusammenspiels zwischen Experiment und konzeptionellem Verständnis
- überlegter und zielgerichteter Einsatz von Experimenten: Einbindung in Erkenntnisprozesse und in die Klärung von Fragestellungen
- schrittweiser und systematischer Aufbau von der reflektierten angeleiteten Arbeit hin zur Selbstständigkeit bei der Planung, Durchführung und Auswertung von Untersuchungen
- Nutzung sowohl von manuell-analoger, aber auch digitaler Messwerterfassung und Messwertauswertung
- Entwicklung der Fähigkeiten zur Dokumentation der Experimente und Untersuchungen (Versuchsprotokoll) in Absprache mit den Fachkonferenzen der anderen naturwissenschaftlichen Fächer

### **Individuelles Lernen und Umgang mit Heterogenität**

Gemäß ihren Zielsetzungen setzt die Fachgruppe ihren Fokus auf eine Förderung der individuellen Kompetenzentwicklung. Die Gestaltung von Lernprozessen kann sich deshalb nicht auf eine angenommene mittlere Leistungsfähigkeit einer Lerngruppe beschränken, sondern muss auch Lerngelegenheiten sowohl für stärkere als auch schwächere Schülerinnen und Schüler bieten. Um den Arbeitsaufwand dafür in Grenzen zu halten, vereinbart die Fachgruppe, bei der schrittweisen Nutzung bzw. Erstellung von Lernarrangements, bei der alle Lernenden am gleichen Unterrichtsthema arbeiten, aber dennoch vielfältige Möglichkeiten für binnendifferenzierende Maßnahmen bestehen, eng zusammenzuarbeiten. Gesammelt bzw. erstellt, ausgetauscht sowie erprobt werden sollen zunächst

- unterrichtsbegleitende Testaufgaben zur Diagnose individueller Kompetenzentwicklung in allen Kompetenzbereichen
- komplexere Lernaufgaben mit gestuften Lernhilfen für unterschiedliche Leistungsanforderungen
- unterstützende zusätzliche Maßnahmen für erkannte oder bekannte Lernschwierigkeiten
- herausfordernde zusätzliche Angebote für besonders leistungsstarke Schülerinnen und Schüler (auch durch Helfersysteme oder Unterrichtsformen wie „Lernen durch Lehren“)

## **2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung**

Siehe gemeinsames Dokument der naturwissenschaftlichen Fachschaften.

## 2.4 Lehr- und Lernmittel

Lehrwerke, die an Schülerinnen und Schüler für den ständigen Gebrauch ausgeliehen werden:

- Klasse 11: Physik Oberstufe Einführungsphase, Cornelsen Verlag (2010)
- Klasse 12/13 Gk: Dorn Bader Physik (Qualifikationsphase Grundkurs) Westermann Verlag (2015)
- Klasse 12/13 Lk: Physik Oberstufe Qualifikationsphase, Cornelsen Verlag (2010)

Lehrwerke, die im Klassensatz für den temporären Einsatz im Unterricht zur Verfügung stehen:

- Klasse 12/13 Lk: Metzler Physik, Schroedel Verlag (2007)

Fachliteratur und didaktische Literatur: siehe Inventarliste der Fachbibliothek

Plattformen für Unterrichtsmaterialien und digitale Instrumente:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://www.mabo-physik.de/index.html">http://www.mabo-physik.de/index.html</a>	Simulationen zu allen Themenbereichen der Physik
2	<a href="http://www.leifiphysik.de">http://www.leifiphysik.de</a>	Aufgaben, Versuch, Simulationen etc. zu allen Themenbereichen
3	<a href="http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/physik/">http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/physik/</a>	Fachbereich Physik des Landesbildungsservers Baden-Württemberg
4	<a href="https://www.howtosmile.org/topics">https://www.howtosmile.org/topics</a>	Digitale Bibliothek mit Freihandexperimenten, Simulationen etc. diverser Museen der USA
5	<a href="http://phyphox.org/de/home-de">http://phyphox.org/de/home-de</a>	phyphox ist eine sehr umfangreiche App mit vielen Messmöglichkeiten und guten Messergebnissen. Sie bietet vielfältige Einsatzmöglichkeiten im Physikunterricht. Sie läuft auf Smartphones unter IOS und Android und wurde an der RWTH Aachen entwickelt.
6	<a href="http://www.viananet.de/">http://www.viananet.de/</a>	Videoanalyse von Bewegungen
7	<a href="https://www.planet-schule.de">https://www.planet-schule.de</a>	Simulationen, Erklärvideos,...
8	<a href="https://phet.colorado.edu/de/simulations/category/physics">https://phet.colorado.edu/de/simulations/category/physics</a>	Simulationen

### **3 Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen**

Die drei naturwissenschaftlichen Fächer beinhalten viele inhaltliche und methodische Gemeinsamkeiten, aber auch einige Unterschiede, die für ein tieferes fachliches Verständnis genutzt werden können. Synergien beim Aufgreifen von Konzepten, die schon in einem anderen Fach angelegt wurden, nützen dem Lehren, weil nicht alles von Grund auf neu unterrichtet werden muss und unnötige Redundanzen vermieden werden. Es unterstützt aber auch nachhaltiges Lernen, indem es Gelerntes immer wieder aufgreift und in anderen Kontexten vertieft und weiter ausdifferenziert. Es wird dabei klar, dass Gelerntes in ganz verschiedenen Zusammenhängen anwendbar ist und Bedeutung besitzt. Verständnis wird auch dadurch gefördert, dass man Unterschiede in den Sichtweisen der Fächer herausarbeitet und dadurch die Eigenheiten eines Konzepts deutlich werden lässt.

#### **Zusammenarbeit mit anderen Fächern**

Die schulinternen Lehrpläne und der Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern sollen den Schülerinnen und Schülern aufzeigen, dass bestimmte Konzepte und Begriffe in den verschiedenen Fächern aus unterschiedlicher Perspektive beleuchtet, in ihrer Gesamtheit aber gerade durch diese ergänzende Betrachtungsweise präziser verstanden werden können. Dazu gehört beispielsweise der Energiebegriff, der in allen Fächern eine bedeutende Rolle spielt.

Im Kapitel 2.1. ist jeweils bei den einzelnen Unterrichtsvorhaben angegeben, welche Beiträge die Physik zur Klärung solcher Konzepte auch für die Fächer Biologie und Chemie leisten kann, oder aber in welchen Fällen in Physik Ergebnisse der anderen Fächern aufgegriffen und weitergeführt werden.

Eine jährlich stattfindende gemeinsame Konferenz aller Kolleginnen und Kollegen der naturwissenschaftlichen Fächer ermöglicht Absprachen für eine Zusammenarbeit der Fächer und klärt die dabei auftretenden Probleme.

Bei der Nutzung von Synergien stehen auch Kompetenzen, die das naturwissenschaftliche Arbeiten betreffen, im Fokus. Um diese Kompetenzen bei den Schülerinnen und Schülern gezielt und umfassend zu entwickeln, werden gemeinsame Vereinbarungen bezüglich des hypothesengeleiteten Experimentierens (Formulierung von Fragestellungen, Aufstellen von Hypothesen, Planung, Durchführung und Auswerten von Experimenten, Fehlerdiskussion), des Protokollierens von Experimenten (gemeinsame Protokollvorlage), des Auswertens von Diagrammen und des Verhaltens in den Fachräumen (gemeinsame Sicherheitsbelehrung) getroffen. Damit die hier erworbenen Kompetenzen fächerübergreifend angewandt werden können, ist es wichtig, sie im Unterricht explizit zu thematisieren und entsprechende Verfahren als Regelwissen festzuhalten.

Am Tag der offenen Tür präsentieren sich die Fächer Physik, Biologie und Chemie mit einem gemeinsamen Programm. In einer Rallye durch alle drei Naturwissenschaften können die Grundschüler und -schülerinnen einfache Experimente durchführen und so einen Einblick in naturwissenschaftliche Arbeitsweisen gewinnen.

#### **Methodenlernen**

Im Schulprogramm der Schule ist festgeschrieben, dass in der gesamten Sekundarstufe I regelmäßig Module zum „Lernen lernen“ durchgeführt werden. Über die einzelnen Klassenstufen verteilt beteiligen sich alle Fächer an der Vermittlung einzelner Methodenkompetenzen. Die naturwissenschaftlichen Fächer greifen vorhandene Kompetenzen auf und entwickeln sie weiter, wobei fachliche Spezifika und besondere Anforderungen herausgearbeitet werden (z.B. bei Fachtexten, Protokollen, Erklärungen, Präsentationen, Argumentationen usw.).

#### **Zusammenarbeit mit außerschulischen Kooperationspartnern**

*individuelle Eintragungen*

**JuFo-AG**

Die Schule bietet Arbeitsgemeinschaft an, die von interessierten Schülerinnen und Schülern gewählt wird. In der AG werden die Schülerinnen und Schüler bei der Teilnahme am Wettbewerb **Jugend forscht** unterstützt.

## 4 Qualitätssicherung und Evaluation

### Maßnahmen der fachlichen Qualitätssicherung:

Das Fachkollegium überprüft kontinuierlich, inwieweit die im schulinternen Lehrplan vereinbarten Maßnahmen zum Erreichen der im Kernlehrplan vorgegebenen Ziele geeignet sind. Dazu dienen beispielsweise auch der regelmäßige Austausch sowie die gemeinsame Konzeption von Unterrichtsmaterialien, welche hierdurch mehrfach erprobt und bezüglich ihrer Wirksamkeit beurteilt werden.

Kolleginnen und Kollegen der Fachschaft (ggf. auch die gesamte Fachschaft) nehmen regelmäßig an Fortbildungen teil, um fachliches Wissen zu aktualisieren und pädagogische sowie didaktische Handlungsalternativen zu entwickeln. Zudem werden die Erkenntnisse und Materialien aus fachdidaktischen Fortbildungen und Implementationen zeitnah in der Fachgruppe vorgestellt und für alle verfügbar gemacht.

Feedback von Schülerinnen und Schülern wird als wichtige Informationsquelle zur Qualitätsentwicklung des Unterrichts angesehen. Sie sollen deshalb Gelegenheit bekommen, die Qualität des Unterrichts zu evaluieren. Dafür kann das Online-Angebot SEFU (Schüler als Experten für Unterricht) genutzt werden ([www.sefu-online.de](http://www.sefu-online.de)).

### Überarbeitungs- und Planungsprozess:

Eine Evaluation erfolgt jährlich. In den Dienstbesprechungen der Fachgruppe zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vorangehenden Schuljahres ausgewertet und diskutiert sowie eventuell notwendige Konsequenzen formuliert. Die vorliegende Checkliste wird als Instrument einer solchen Bilanzierung genutzt. Nach der jährlichen Evaluation (s.u.) finden sich die Jahrgangsstufenteams zusammen und arbeiten die Änderungsvorschläge für den schulinternen Lehrplan ein. Insbesondere verständigen sie sich über alternative Materialien, Kontexte und die Zeitkontingente der einzelnen Unterrichtsvorhaben.

Die Ergebnisse dienen der/dem Fachvorsitzenden zur Rückmeldung an die Schulleitung und u.a. an den/die Fortbildungsbeauftragte, außerdem sollen wesentliche Tagesordnungspunkte und Beschlussvorlagen der Fachkonferenz daraus abgeleitet werden.

### Checkliste zur Evaluation

*Zielsetzung:* Der schulinterne Lehrplan ist als „dynamisches Dokument“ zu sehen. Dementsprechend sind die dort getroffenen Absprachen stetig zu überprüfen, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachschaft trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches bei.

*Prozess:* Die Überprüfung erfolgt jährlich. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachkonferenz ausgetauscht, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen formuliert.

Die Checkliste dient dazu, mögliche Probleme und einen entsprechenden Handlungsbedarf in der fachlichen Arbeit festzustellen und zu dokumentieren, Beschlüsse der Fachkonferenz zur Fachgruppenarbeit in übersichtlicher Form festzuhalten sowie die Durchführung der Beschlüsse zu kontrollieren und zu reflektieren. Die Liste wird als externe Datei regelmäßig überarbeitet und angepasst. Sie dient auch dazu, Handlungsschwerpunkte für die Fachgruppe zu identifizieren und abzusprechen.

<i>Handlungsfelder</i>		<i>Handlungsbedarf</i>	<i>Verantwortlich</i>	<i>Zu erledigen bis</i>
<i>Ressourcen</i>				
räumlich	Unterrichtsräume			
	Bibliothek			
	Computerraum			
	Raum für Fachteamarbeit			
	...			
materiell/ sachlich	Lehrwerke			
	Fachzeitschriften			
	Geräte/ Medien			
	...			
<i>Kooperation bei Unterrichtsvorhaben</i>				
<i>Leistungsbewertung/ Leistungsdiagnose</i>				
<i>Fortbildung</i>				
<i>Fachspezifischer Bedarf</i>				
<i>Fachübergreifender Bedarf</i>				