

Schulinterner Lehrplan zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe

Physik

(Fassung vom 14.02.2024)

Inhalt

1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit.....	3
2. Entscheidungen zum Unterricht.....	4
2.1 Unterrichtsvorhaben	4
2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit.....	31
2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	34
2.4 Lehr- und Lernmittel.....	37
3. Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen.....	38
4. Qualitätssicherung und Evaluation.....	39

1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Das Franz-Stock-Gymnasium:

Das Franz-Stock-Gymnasium ist ein Gymnasium in Arnsberg im Stadtteil Hüsten an der Grenze zu Neheim. Die Schule entstand aus der im Jahr 1852 gegründeten Rektoratsschule. 2002 fusionierte das nahe gelegene Graf-Gottfried-Gymnasium mit der Schule. Es entstand das heutige Franz-Stock-Gymnasium. Die Schülerschaft wird in der Sekundarstufe II nach dem Schulmotto „Gemeinsam leben und lernen“ unterrichtet. Dementsprechend werden im physikalischen Fachunterricht den individuellen Herangehensweisen und Interessen der einzelnen Schülerinnen und Schüler in besonderem Maße Rechnung getragen. Zur näheren Beschreibung des pädagogischen Konzepts des Franz-Stock-Gymnasium wird auf das Schulprogramm verwiesen.

Das Fach Physik wird in der Sekundarstufe II in den Jahrgangsstufen EF, Q1, Q2 (Klasse 11 bis 13) im neunjährigen Bildungsgang als Kurswahl der gymnasialen Oberstufe im Rahmen der APO-GOST NRW unterrichtet. Für das Fach Physik stehen mehrere ausgewiesene Fachräume und zwei Sammlungsräume zur Verfügung. Neben umfangreichen, in hoher Stückzahl vorhandener Experimentiermaterialien aller Kernlehrplanthemen für Schülerinnen und Schüler werden Versuche zunehmend mit digitalen Hilfsmitteln begleitet (Sensoren, Apps, schülereigenen iPads ab Jahrgangsstufe 8) und in den Räumlichkeiten präsentiert. Der Unterricht findet gegenwärtig im 60min-, 75min- und 90min-Einheiten Takt statt, um Formen des kooperativen Lernens als besonders wirksame Lern- und Arbeitsform im Physikunterricht zu etablieren.

Fachliche Bezüge zu schulischen Standards zum Lehren und Lernen:

Ziel der Arbeit der Fachkonferenz Physik ist es, das Interesse der Schülerinnen und Schüler am Fach Physik zu fördern und die Schülerinnen und Schüler mit umfassenden inhaltlich und übergeordneten prozessbezogenen Kompetenzen auszustatten.

Im Physikunterricht der Oberstufe liegt der Anspruch der Fachkonferenz darin, den Schülerinnen und Schülern einen kontextorientierten und lebendigen Lernort zu bieten, an dem sie wissenschaftliches Arbeiten lernen und vernetzte Denkmuster aufbauen können. In der Auseinandersetzung mit typisch physikalischen Denk- und Arbeitsweisen, wie Analogiebetrachtungen, algorithmisiertem Vorgehen, probabilistischen Beschreibungen und Streben nach Vereinheitlichung und Kohärenz, erfahren die Schülerinnen und Schüler den Aspektcharakter des Faches und die Vorteile von Verallgemeinerungen in wenige fundamentale Ideen, wie zum Beispiel die Erhaltungssätze. Dabei sind das individuelle Fördern und Fordern ein besonderes Anliegen, dem wir in einem konkurrenzfreien Lernumfeld Rechnung tragen, in dem die Schülerinnen und Schüler eigenständig experimentieren und somit ihre Stärken gleichermaßen in den Prozess der Problemlösung einbringen können.

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, nicht aber die Reihenfolge der durchzuführenden Unterrichtsvorhaben einer jeden Jahrgangsstufe 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. Die weiteren Vereinbarungen nach den Basiskonzepten orientieren sich an den Vorgaben zur Fokussierung auf wesentliche Kernkonzepte in den verschiedenen Themengebieten des Kernlehrplans. Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße in Wochen, 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 (zum Beispiel Praktika, Exkursionen, ...) 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.

Als Querschnittsaufgabe über alle Fächer und den gesamten Bildungsgang trägt der neue Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe u.a. zu einer Bildung in einer zunehmend digitalen Welt bei. Die Ziele des Medienkompetenzrahmens NRW werden in alle Schulfächer, somit auch in das Fach Physik integriert. Das Fach Physik trägt auch in der Sekundarstufe II dazu bei, dass das Lernen und Leben mit digitalen Medien zur Selbstverständlichkeit im Unterricht wird und leistet seinen spezifischen Beitrag zur Entwicklung der geforderten Kompetenzen. Die entsprechenden Kompetenzen werden in den Tabellen zu den Unterrichtsvorhaben gelb unterlegt aufgeführt (z.B. MKR 1.2).

Entsprechend werden auch die Kompetenzen im Rahmen der Verbraucherbildung aufgeführt (türkis unterlegt, z.B. VB D Z 3.) Die Verbraucherbildung hat die Entwicklung eines verantwortungsbewussten Verhaltens als Verbraucherinnen und Verbraucher zum Ziel, indem über konsumbezogene Inhalte informiert wird und Kompetenzen im Sinne eines reflektierten sowie selbstbestimmten Konsumverhaltens erworben werden. Das Fach Physik trägt aus seiner Perspektive kumulativ und über die Jahrgangsstufen hinweg sowie verbunden mit weiterem schulischem Lernen seinen Teil zur Verbraucherbildung bei.

Hinweise zu den folgenden Übersichten:

(S2, S3, S7) Verweise auf die Kompetenzen gemäß Kernlehrplan

(MKR 1.2) Verweise auf den Medienkompetenzrahmen NRW

(VB D Z 3) Verweis auf die Rahmenvorgabe Verbraucherbildung

Die aufgeführten *Schlüsselexperimente* sind für den Grundkurs der Qualifikationsphase verbindlich vorgegeben und orientieren sich an der folgenden Seite im Lehrplannavigator:

<https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe-neue-klp/physik/hinweise-und-materialien/schlusselexperimente-2022.html> (zuletzt abgerufen am: 14.02.2024).

Die aufgeführten weiteren *Experimente* und *Simulationen* verstehen sich als Beispiele zur unterrichtlichen Umsetzung der inhaltlichen Schwerpunkte zur Erreichung der Kompetenzen.

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise und Vereinbarungen
<p><u>Unterrichtsvorhaben I</u></p> <p>Physik in Sport und Verkehr I</p> <p><i>Wie lassen sich Bewegungen beschreiben, vermessen und analysieren?</i></p> <p>[ca. 9 Wochen]</p>	<p>Grundlagen der Mechanik</p> <p>Kinematik: gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung; freier Fall; waagerechter Wurf; vektorielle Größen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), • unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrunde liegende Ursachen auch am waagerechten Wurf (S2, S3, S7), • stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7), • planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Bewegungen (E5, S5), • interpretieren die Messdatenauswertung von Bewegungen unter qualitativer Berücksichtigung von Messunsicherheiten (E7, S6, K9), • ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6), • bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7). (MKR 1.2) • beurteilen die Güte digitaler Messungen von Bewegungsvorgängen mithilfe geeigneter Kriterien (B4, B5, E7, K7), (MKR 1.2, 2.3) 	<p><i>Experiment:</i> gleichförmige Bewegung</p> <p><i>Simulation:</i> gleichförmige Bewegung z. B.: PhET Moving Man</p> <p><i>Experiment:</i> beschleunigte Bewegung</p> <p><i>Simulation:</i> beschleunigte Bewegung</p> <p><i>Simulation:</i> PhET Projekttilbewegung</p> <p><i>Auswertung:</i> Tabellenkalkulation</p>

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwer- punkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise und Vereinbarungen
<p><u>Unterrichtsvorhaben II</u></p> <p>Physik in Sport und Verkehr II</p> <p><i>Wie lassen sich Ursachen von Bewegungen erklären?</i></p> <p>[ca. 6 Wochen]</p>	<p>Grundlagen der Mechanik</p> <p>Dynamik: Newton'sche Gesetze; beschleunigende Kräfte; Kräftegleichgewicht; Reibungskräfte</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), • analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, K7), • stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7), • erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4), • erläutern qualitativ die Auswirkungen von Reibungskräften bei realen Bewegungen (S1, S2, K4). • untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton'schen Kraftgesetzes (E4, K4), • begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4), 	<p><i>Simulation:</i> PhET Forces and Motion Basics</p> <p><i>Experiment/Simulation:</i> $F = m \cdot a$</p>

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise und Vereinbarungen
<p><u>Unterrichtsvorhaben III</u></p> <p>Erhaltungssätze in verschiedenen Situationen</p> <p><i>Wie lassen sich mit Erhaltungssätzen Bewegungsvorgänge vorhersagen und analysieren?</i></p> <p>[ca. 5 Wochen]</p>	<p>Grundlagen der Mechanik</p> <p>Erhaltungssätze: Impuls; Energie (Lage-, Bewegungs- und Spannenergie); Energiebilanzen; Stoßvorgänge</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Größen <i>Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls</i> und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), • beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Impuls- und Energieübertragung (S1, S2, K3), • analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ <i>sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht</i> (S1, S3, K7), • erklären mithilfe von Erhaltungssätzen <i>sowie den Newton'schen Gesetzen</i> Bewegungen (S1, E2, K4), • untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen <i>sowie des Newton'schen Kraftgesetzes</i> (E4, K4), • begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4), • bewerten Ansätze aktueller und zukünftiger Mobilitätsentwicklung unter den Aspekten Sicherheit und mechanischer Energiebilanz (B6, K1, K5), (VB D Z 3) • bewerten die Darstellung bekannter vorrangig mechanischer Phänomene in verschiedenen Medien bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (B1, B2, K2, K8). (MKR 2.2, 2.3) 	<p><i>Experiment/Simulation:</i> Energieerhaltung an Beispielen (Pendel, Achterbahn, Halfpipe) erarbeiten und für Berechnungen nutzen</p> <p><i>Experiment/Simulation:</i> Elastischer und inelastischer Stoß</p>

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise und Vereinbarungen
<p><u>Unterrichtsvorhaben IV</u></p> <p>Bewegungen im Weltraum</p> <p><i>Wie bewegen sich die Planeten im Sonnensystem?</i></p> <p><i>Wie lassen sich aus (himmlichen) Beobachtungen Gesetze ableiten?</i></p> <p>[ca. 8 Wochen]</p>	<p>Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kreisbewegung: gleichförmige Kreisbewegung, Zentripetalkraft • Gravitation: Schwerkraft, Newton'sches Gravitationsgesetz, Kepler'sche Gesetze, Gravitationsfeld • Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation 	<ul style="list-style-type: none"> • 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), • beschreiben quantitativ die bei einer gleichförmigen Kreisbewegung wirkende Zentripetalkraft in Abhängigkeit der Beschreibungsgrößen dieser Bewegung (S1, K3), • erläutern die Abhängigkeiten der Massenanziehungskraft zweier Körper anhand des Newton'schen Gravitationsgesetzes im Rahmen des Feldkonzepts (S2, S3, K4), • erläutern die Bedeutung von Bezugssystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4), • interpretieren Messergebnisse aus Experimenten zur quantitativen Untersuchung der Zentripetalkraft (E4, E6, S6, K9), • deuten eine vereinfachte Darstellung des Cavendish-Experiments qualitativ als direkten Nachweis der allgemeinen Massenanziehung (E3, E6), • ermitteln mithilfe der Kepler'schen Gesetze und des Newton'schen Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E4, E8), 	<p><i>Experiment/Simulation:</i> Zentripetalkraft</p>

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwer- punkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise und Vereinbarungen
<p><u>Unterrichtsvorhaben V</u></p> <p>Weltbilder in der Physik</p> <p><i>Revolutioniert die Physik unsere Sicht auf die Welt?</i></p> <p>[ca. 4 Wochen]</p>	<p>Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder</p> <p>Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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), erläutern die Bedeutung der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (S2, S3, K4), erläutern die Bedeutung von Bezugssystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4), 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). ziehen das Ergebnis des Gedankenexperiments der Lichtuhr zur Widerlegung der absoluten Zeit heran (E9, E11, K9, B1). ordnen die Bedeutung des Wandels vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild für die Emanzipation der Naturwissenschaften von der Religion ein (B8, K3), beurteilen Informationen zu verschiedenen Weltbildern und deren Darstellungen aus unterschiedlichen Quellen hinsichtlich ihrer Vertrauenswürdigkeit und Relevanz (B2, K9, K10) (MKR 5.2) 	<p><i>Simulation:</i> Lichtuhr</p> <p><i>Simulation/Experiment:</i> Michelson-Interferometer</p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Grundkurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise, Vereinbarungen und Schlüsselexperimente
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> Periodische Vorgänge in alltäglichen Situationen <i>Wie lassen sich zeitlich und räumlich periodische Vorgänge am Beispiel von harmonischen Schwingungen sowie mechanischen Wellen beschreiben und erklären?</i> [ca. 5 Wochen]	Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern Klassische Wellen: Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen und Wellen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Superposition und Polarisierung von Wellen	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen, deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit sowie deren Zusammenhänge (S1, S3), erläutern am Beispiel des Federpendels Energieumwandlungen harmonischer Schwingungen (S1, S2, K4), erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3), erläutern die lineare Polarisierung als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8), konzipieren Experimente zur Abhängigkeit der Periodendauer von Einflussgrößen beim Federpendel und werten diese unter Anwendung digitaler Werkzeuge aus (E6, S4, K6), (MKR 1.2) beurteilen Maßnahmen zur Störgeräuschreduzierung hinsichtlich deren Eignung (B7, K1, K5). (VB B Z1) 	<i>Simulation:</i> PhET Wellenwanne/Interferenz <i>Schlüsselexperiment:</i> Federpendel <i>Experiment:</i> Schwingungen <i>Schlüsselexperiment:</i> Wellenwanne
<u>Unterrichtsvorhaben II</u> Beugung und Interferenz von Wellen - ein neues Lichtmodell	Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern Klassische Wellen: Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen und Wellen;	<ul style="list-style-type: none"> 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), erläutern die lineare Polarisierung 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 	<i>Simulation:</i> PhET Wellenwanne/Interferenz <i>Schlüsselexperiment:</i> Wellenwanne <i>Schlüsselexperiment:</i>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Grundkurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise, Vereinbarungen und Schlüsselexperimente
<p><i>Wie kann man Ausbreitungsphänomene von Licht beschreiben und erklären?</i></p> <p>[ca. 7 Wochen]</p>	<p>Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Superposition und Polarisierung von Wellen</p>	<p>Licht nach und bestimmen daraus Wellenlängen (E7, E8, K4).</p>	<p>Doppelspalt</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Gitter</p>
<p>Unterrichtsvorhaben III</p> <p>Erforschung des Elektrons</p> <p><i>Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?</i></p> <p>[ca. 10 Wochen]</p>	<p>Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern</p> <p>Teilchen in Feldern: elektrische und magnetische Felder; elektrische Feldstärke, elektrische Spannung; magnetische Flussdichte; Bahnformen von geladenen Teilchen in homogenen Feldern</p>	<ul style="list-style-type: none"> stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radial- und Dipolfeldern sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1, K6), beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6), erläutern am Beispiel des Plattenkondensators den Zusammenhang zwischen elektrischer Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen elektrischen Feld (S3) berechnen Geschwindigkeitsänderungen von Ladungsträgern nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (S1, S3, K3), 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), entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzips elektrische und 	<p><i>Simulation:</i> PhET Ladungen und Felder</p> <p><i>Experiment:</i> Elektroskop und Glimmlampe</p> <p><i>Experiment:</i> Darstellung elektrischer Feldlinien</p> <p><i>Schlüsselexperiment/Simulation:</i> Millikan-Versuch</p> <p><i>Experiment:</i> Magnetismus</p> <p><i>Experiment:</i></p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Grundkurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise, Vereinbarungen und Schlüsselexperimente
		magnetische Feldlinienbilder (E4, E6), <ul style="list-style-type: none"> • modellieren mathematisch die Beobachtungen am <i>Fadenstrahlrohr</i> und ermitteln aus den Messergebnissen die Elektronenmasse (E4, E9, K7), • erläutern Experimente zur Variation elektrischer Einflussgrößen und deren Auswirkungen auf die Bahnformen von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern (E2, K4), • schließen aus der statistischen Auswertung einer vereinfachten Version des <i>Millikan-Versuchs</i> auf die Existenz einer kleinsten Ladung (E3, E11, K8), • wenden eine Messmethode zur Bestimmung der magnetischen Flussdichte an (E3, K6), • erschließen sich die Funktionsweise des <i>Zyklotrons</i> auch mithilfe von Simulationen (E1, E10, S1, K1), beurteilen die Schutzwirkung des Erdmagnetfeldes gegen den Strom geladener Teilchen aus dem Weltall	Stromwaage <i>Schlüsselexperiment:</i> Fadenstrahlrohr <i>Schlüsselexperiment:</i> Leiterschaukel <i>Schlüsselexperiment:</i> Zyklotron
<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> Photonen und Elektronen als Quantenobjekte <i>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen</i>	Quantenobjekte Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern anhand eines <i>Experiments zum Photoeffekt</i> den Quantencharakter von Licht (S1, E9, K3), • stellen die Lichtquanten- und De-Broglie-Hypothese sowie deren Unterschied zur klassischen Betrachtungsweise dar (S1, S2, E8, K4), • wenden die De-Broglie-Hypothese an, um das Beugungsbild beim <i>Doppelspaltversuch mit Elektronen</i> quantitativ zu erklären (S1, S5, E6, K9), 	<i>Simulation:</i> PhET Der Photoelektrische Effekt Doppelspalt <i>Schlüsselexperiment:</i> Photoeffekt

<p><i>durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</i></p> <p>[ca. 7 Wochen]</p>		<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Determiniertheit der Zufallsverteilung der diskreten Energieabgabe beim Doppelspaltexperiment mit stark intensitätsreduziertem Licht (S3, E6, K3), • berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quantenobjekte (S3), • erklären an geeigneten Darstellungen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte (S1, K3), • erläutern bei Quantenobjekten die „Welcher-Weg“-Information als Bedingung für das Auftreten oder Ausbleiben eines Interferenzmusters in einem Interferenzexperiment (S2, K4), • leiten anhand eines <i>Experiments zum Photoeffekt</i> den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen ab (E6, S6), • untersuchen mithilfe von Simulationen das Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt (E4, E8, K6, K7), (MKR 1.2) • beurteilen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen (E9, E11, K8), • erläutern die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8), • stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9), <p>beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der physikalischen Erkenntnisfähigkeit (B8, E11, K8).</p>	<p><i>Schlüsselexperiment:</i> Doppelspalt mit Elektronen</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben V</u></p> <p>Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren</p>	<p>Elektrodynamik und Energieübertragung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern das Auftreten von Induktionsspannungen am Beispiel der <i>Leiterschaukel</i> durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (S3, S4, K4), • führen Induktionserscheinungen bei einer Leiterschleife auf die zeitliche Änderung der magnetischen Flussdichte oder die zeitliche Änderung der durchsetzten Fläche zurück (S1, S2, K4), 	<p><i>Simulation:</i> PhET Generator PhET Stromkreise schalten Wechselstrom</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i></p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Grundkurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise, Vereinbarungen und Schlüsselexperimente
<p><i>Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?</i></p> <p>[ca. 7 Wochen]</p>	<p>Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator</p> <ul style="list-style-type: none"> Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben das Induktionsgesetz mit der mittleren Änderungsrate und in differentieller Form des magnetischen Flusses (S7), untersuchen die gezielte Veränderung elektrischer Spannungen und Stromstärken durch <i>Transformatoren</i> mithilfe angeleiteter Experimente als Beispiel für die technische Anwendung der Induktion (S1, S4, E6, K8), erklären am physikalischen <i>Modellexperiment zu Freileitungen</i> technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie (S1, S3, K8), 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), modellieren mathematisch das Entstehen von Induktionsspannungen für die beiden Spezialfälle einer zeitlich konstanten Fläche und einer zeitlich konstanten magnetischen Flussdichte (E4, E6, K7), erklären das Entstehen von sinusförmigen Wechselspannungen in <i>Generatoren</i> mithilfe des Induktionsgesetzes (E6, E10, K3, K4), 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, 	<p>Leiterschaukel</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Leiterschleife</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Transformator</p> <p><i>Schlüsselexperiment (Video):</i> Modellexperimente zu Freileitungen</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Oszilloskop bzw. Messwerterfassungssystem</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Generator</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Thomson'scher Ringversuch</p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Grundkurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise, Vereinbarungen und Schlüsselexperimente
		K4, K8), <ul style="list-style-type: none"> beurteilen ausgewählte Beispiele zur Energiebereitstellung und -umwandlung unter technischen und ökologischen Aspekten (B3, B6, K8, K10), (VB ÜB Z2) beurteilen das Potential der Energierückgewinnung auf der Basis von Induktionsphänomenen bei elektrischen Antriebssystemen (B7, K2). 	
Unterrichtsvorhaben VI Anwendungsbereiche des Kondensators <i>Wie kann man Energie in elektrischen Systemen speichern?</i> <i>Wie kann man elektrische Schwingungen erzeugen?</i> [ca. 6 Wochen]	Elektrodynamik und Energieübertragung <ul style="list-style-type: none"> Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Kapazität als Kenngröße eines Kondensators und bestimmen diese für den Spezialfall des Plattenkondensators in Abhängigkeit seiner geometrischen Daten (S1, S3), erläutern qualitativ die bei einer elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (S1, S4, E4), untersuchen den <i>Auf- und Entladevorgang bei Kondensatoren</i> unter Anleitung experimentell (S4, S6, K6), modellieren mathematisch den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei <i>Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren</i> (E4, E6, S7), interpretieren den Flächeninhalt zwischen Graph und Abszissenachse im <i>Q-U-Diagramm</i> als Energiegehalt des Plattenkondensators (E6, K8), beurteilen den Einsatz des Kondensators als Energiespeicher in ausgewählten alltäglichen Situationen (B3, B4, K9). 	<i>Simulation:</i> PhET Kondensator PhET Stromkreise schalten Wechselstrom <i>Schlüsselexperiment:</i> Auf- und Entladevorgang beim Kondensator
Unterrichtsvorhaben VII	Strahlung und Materie	<ul style="list-style-type: none"> unterscheiden α-, β- und γ-Strahlung, Röntgenstrahlung und 	<i>Simulation:</i> PhET Zerfälle

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Grundkurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise, Vereinbarungen und Schlüsselexperimente
<p>Mensch und Strahlung - Chancen und Risiken ionisierender Strahlung</p> <p><i>Wie wirkt ionisierende Strahlung auf den menschlichen Körper?</i></p> <p>[ca. 5 Wochen]</p>	<p>Strahlung: Spektrum der elektromagnetischen Strahlung; ionisierende Strahlung, Geiger-Müller-Zählrohr, biologische Wirkungen</p>	<p>Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1),</p> <ul style="list-style-type: none"> ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6), erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des <i>Geiger-Müller-Zählrohrs</i> als Nachweisgerät für ionisierende Strahlung (S4, S5, K8), untersuchen experimentell anhand der Zählraten bei <i>Absorptionsexperimenten</i> unterschiedliche Arten ionisierender Strahlung (E3, E5, S4, S5), begründen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, K3), quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2). bewerten die Bedeutung hochenergetischer Strahlung hinsichtlich der Gesundheitsgefährdung sowie ihres Nutzens bei medizinischer Diagnose und Therapie (B5, B6, K1, K10). (VB B Z3). 	<p><i>Schlüsselexperiment:</i> Geiger-Müller-Zählrohr</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Absorptionsexperimente</p>
<p>Unterrichtsvorhaben VIII</p> <p>Erforschung des Mikro- und Makrokosmos</p>	<p>Strahlung und Materie</p> <p>Atomphysik: Linienspektrum, Energieniveauschema, Kern-Hülle-Modell, Röntgenstrahlung</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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), beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2), 	<p><i>Schlüsselexperiment:</i> Flammenfärbung</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Linienspektren bzw. Spektralanalyse</p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Grundkurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise, Vereinbarungen und Schlüsselexperimente
<p><i>Wie lassen sich aus Spektralanalysen Rückschlüsse auf die Struktur von Atomen ziehen?</i></p> <p>[ca. 7 Wochen]</p>		<ul style="list-style-type: none"> interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8), erklären die Entstehung von <i>Bremsstrahlung</i> und <i>charakteristischer Röntgenstrahlung</i> (S3, E6, K4), 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), interpretieren die Messergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuchs</i> (E6, E8, K8), erklären das <i>charakteristische Röntgenspektrum</i> mit den Energieniveaus der Atomhülle (E6), identifizieren vorhandene Stoffe in der Sonnen- und Erdatmosphäre anhand von Spektraltafeln des <i>Sonnenspektrums</i> (E3, E6, K1), stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9). 	<p><i>Schlüsselexperiment:</i> Franck-Hertz-Versuch</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Sonnenspektrum, Fraunhofer'sche Linien</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Absorptionsexperimente</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Röntgenspektren</p>
<p>Unterrichtsvorhaben IX</p> <p>Massendefekt und Kernumwandlungen</p> <p><i>Wie lassen sich energetische Bilanzen bei</i></p>	<p>Strahlung und Materie</p> <p>Kernphysik: Nukleonen; Zerfallsprozesse und Kernumwandlungen, Kernspaltung und -fusion</p>	<ul style="list-style-type: none"> erläutern den Begriff der Radioaktivität und zugehörige Kernumwandlungsprozesse auch mithilfe der Nuklidkarte (S1, S2), wenden das zeitliche Zerfallsgesetz für den radioaktiven Zerfall an (S5, S6, K6), erläutern qualitativ den Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen, den Aufbau der Nukleonen aus Quarks sowie die Rolle der starken 	<p><i>Simulation</i></p> <p>PhET Simulation Zerfälle</p> <p>PhET Simulation Spaltung</p> <p>Radioaktiver Zerfall</p> <p><i>Experiment:</i> Radioaktiver Zerfall</p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Grundkurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise, Vereinbarungen und Schlüsselexperimente
<p><i>Umwandlungs- und Zerfallsprozessen quantifizieren?</i></p> <p><i>Wie entsteht ionisierende Strahlung?</i></p> <p>[ca. 8 Wochen]</p>		<p>Wechselwirkung für die Stabilität des Kerns (S1, S2),</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern qualitativ am β^--Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2, K4), • erklären anhand des Zusammenhangs $E = \Delta m c^2$ die Grundlagen der Energiefreisetzung bei Kernspaltung und -fusion über den Massendefekt (S1) (S1), • ermitteln im Falle eines einstufigen radioaktiven Zerfalls anhand der gemessenen Zählraten die Halbwertszeit (E5, E8, S6), • vergleichen verschiedene Vorstellungen von der Materie mit den Konzepten der modernen Physik (B8, K9). 	

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise, Vereinbarungen und Schlüsselexperimente
<p>Unterrichtsvorhaben I</p> <p>Untersuchung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern</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. 10 Wochen]</p>	<p>Ladungen, Felder und Induktion</p> <ul style="list-style-type: none"> Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten 	<ul style="list-style-type: none"> erklären grundlegende elektrostatische Phänomene mithilfe der Eigenschaften elektrischer Ladungen (S1), stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radial- und Dipolfeldern sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1, K6), beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6), erläutern anhand einer einfachen Version des Millikan-Versuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (S3, S5, E7, K9) erläutern die Bestimmung der Elektronenmasse am Beispiel des Fadenstrahlrohrs mithilfe der Lorentzkraft sowie die Erzeugung und Beschleunigung freier Elektronen (S4, S5, S6, E6, K5) bestimmen mithilfe des Coulomb'schen Gesetzes Kräfte von punktförmigen Ladungen aufeinander sowie resultierende Beträge und Richtungen von Feldstärken (E8, E10, S1, S3), entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzips elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6, K5), modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Querfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7), erläutern die Untersuchung magnetischer Flussdichten mithilfe des Hall-Effekts (E4, E7, S1, S5) konzipieren Experimente zur Bestimmung der Abhängigkeit der 	<p><i>Simulation:</i> PhET Ladungen und Felder</p> <p><i>Experiment:</i> Elektroskop und Glimmlampe</p> <p><i>Experiment:</i> Darstellung elektrischer Feldlinien</p> <p><i>Schlüsselexperiment (Simulation):</i> Millikan-Versuch</p> <p><i>Experiment:</i> Magnetismus</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Leiterschaukel</p> <p><i>Experiment:</i> Stromwaage</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Fadenstrahlrohr</p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise, Vereinbarungen und Schlüsselexperimente
	elektrischen und magnetischen Feldern	magnetischen Flussdichte einer langgestreckten stromdurchflossenen Spule von ihren Einflussgrößen (E2, E5),	<i>Experiment:</i> Elektronenstrahlröhre
<p><u>Unterrichtsvorhaben II</u></p> <p>Massenspektrometer und Zyklotron als Anwendung in der physikalischen Forschung</p> <p><i>Welche weiterführende Anwendungen von bewegten Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern gibt es in Forschung und Technik?</i></p> <p>[ca. 3 Wochen]</p>	<p>Ladungen, Felder und Induktion</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"> modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Quersfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7), stellen Hypothesen zum Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron auf (E2, E4, S1, K4), bewerten Teilchenbeschleuniger in Großforschungseinrichtungen im Hinblick auf ihre Realisierbarkeit und ihren gesellschaftlichen Nutzen hin (B3, B4, K1, K7), 	<p><i>Schlüsselexperiment (Simulation):</i> Zyklotron</p> <p><i>Simulation:</i> Wien-Filter, Massenspektrometer</p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwer- punkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise, Vereinbarungen und Schlüsselexperimente
<p>Unterrichtsvorhaben III</p> <p>Die elektromagnetische Induktion als Grundlage für die Kopplung elektrischer und magnetischer Felder und als Element von Energieumwandlungsketten</p> <p><i>Wie kann elektrische Energie gewonnen und im Alltag bereits gestellt werden?</i></p> <p>[ca. 6 Wochen]</p>	<p>Ladungen, Felder und Induktion</p> <p>Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität</p>	<ul style="list-style-type: none"> • nutzen das Induktionsgesetz auch in differenzieller Form unter Verwendung des magnetischen Flusses (S2, S3, S7), • erklären Verzögerungen bei Einschaltvorgängen sowie das Auftreten von Spannungstößen bei Ausschaltvorgängen mit der Kenngröße Induktivität einer Spule anhand der Selbstinduktion (S1, S7, E6), • führen die Funktionsweise eines Generators auf das Induktionsgesetz zurück (E10, K4), • begründen qualitative Versuche zur Lenz'schen Regel sowohl mit dem Wechselwirkungs- als auch mit dem Energiekonzept (E2, E9, K3). • identifizieren und beurteilen Anwendungsbeispiele für die elektromagnetische Induktion im Alltag (B6, K8). (VB D Z3) 	<p><i>Schlüsselexperiment:</i> Leiterschaukel</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Leiterschleife</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Messwerterfassung</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Generator</p> <p><i>Experiment:</i> Wirbelströme</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Thomson'scher Ringversuch</p> <p><i>Ggf. Schlüsselexperiment:</i> Transformator</p> <p><i>Ggf. Schlüsselexperiment (Video):</i> Modellexperiment zu Freileitungen</p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise, Vereinbarungen und Schlüsselexperimente
<p>Unterrichtsvorhaben IV</p> <p>Zeitliche und energetische Betrachtungen bei Kondensator und Spule</p> <p><i>Wie speichern elektrische und magnetische Felder Energie und wie geben sie diese wieder ab?</i></p> <p>[ca. 5 Wochen]</p>	<p>Ladungen, Felder und Induktion</p> <ul style="list-style-type: none"> Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität 	<ul style="list-style-type: none"> 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), geben die in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern gespeicherte Energie in Abhängigkeit der elektrischen Größen und der Kenngrößen der Bauelemente an (S1, S3, E2) prüfen Hypothesen zur Veränderung der Kapazität eines Kondensators durch ein Dielektrikum (E2, E3, S1), ermitteln anhand von Messkurven zu Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren sowie zu Ein- und Ausschaltvorgängen bei Spulen zugehörige Kenngrößen (E4, E6, S6), 	<p><i>Simulation:</i></p> <p>PhET Kondensator PhET Wechselstromlabor</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i></p> <p>Auf- und Entladevorgang bei Kondensatoren</p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise, Vereinbarungen und Schlüsselexperimente
<p>Unterrichtsvorhaben V</p> <p>Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und deren Eigenschaften</p> <p><i>Welche Analogien gibt es zwischen mechanischen und elektromagnetischen schwingenden Systemen?</i></p> <p>[ca. 9 Wochen]</p>	<p>Schwingende Systeme und Wellen</p> <ul style="list-style-type: none"> Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer Schwingende Systeme: Federpendel, Fadenpendel, Resonanz; Schwingkreis, Hertz'scher Dipol 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren Zusammenhänge (S1, S3, K4), vergleichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Aspekten und hinsichtlich der jeweiligen Kenngrößen (S1, S3), erläutern qualitativ die physikalischen Prozesse bei ungedämpften, gedämpften und erzwungenen mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen (S1, E1), leiten für das Federpendel und unter Berücksichtigung der Kleinwinkelnäherung für das Fadenpendel aus dem linearen Kraftgesetz die zugehörigen Differentialgleichungen her (S3, S7, E2), 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), beschreiben den Hertz'schen Dipol als (offenen) Schwingkreis (S1, S2, K8), untersuchen experimentell die Abhängigkeit der Periodendauer und Amplitudenabnahme von Einflussgrößen bei mechanischen und elektromagnetischen harmonischen Schwingungen unter Anwendung digitaler Werkzeuge (E4, S4), (MKR 1.2) untersuchen experimentell am Beispiel des Federpendels das Phänomen der Resonanz auch unter Rückbezug auf Alltagssituationen (E5, E6, 	<p><i>Experiment:</i> Mechanische Schwingungen Schwingkreis</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Federpendel</p> <p><i>Experiment:</i> Hertz'scher Dipol</p> <p><i>Experiment:</i> Resonanz</p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwer- punkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise, Vereinbarungen und Schlüsselexperimente
		K1), <ul style="list-style-type: none"> • beurteilen Maßnahmen zur Vermeidung von Resonanzkatastrophen (B5, B6, K2), • unterscheiden am Beispiel von Schwingungen deduktives und induktives Vorgehen als Grundmethoden der Erkenntnisgewinnung (B8, K4) 	
<p>Unterrichtsvorhaben VI Wellen und Interferenzphänomene</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. 4 Wochen]</p>	<p>Schwingende Systeme und Wellen</p> <p>Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren Zusammenhänge (S1, S3, K4), • 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), • beschreiben mathematisch die räumliche und zeitliche Entwicklung einer harmonischen eindimensionalen Welle (S1, S2, S3, S7), • erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3), • erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8), • 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), • erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (S1, K4). • weisen anhand des Interferenzmusters bei Spalt- und Gitterversuchen 	<p><i>Experiment:</i> Eigenschaften von Wellen</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Wellenwanne</p> <p><i>Simulation:</i> PhET Wellenwanne</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Doppelspalt, Gitter</p> <p><i>Experiment/Simulation:</i> Michelson-Interferometer</p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise, Vereinbarungen und Schlüsselexperimente
		<p>die Welleneigenschaften des Lichts nach und bestimmen daraus die Wellenlänge des Lichts (E5, E6, E7, S6),</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern Aufbau und Funktionsweise des Michelson-Interferometers (E2, E3, S3, K3). • beurteilen die Bedeutung von Schwingkreisen für die Umsetzung des Sender-Empfänger-Prinzips an alltäglichen Beispielen (B1, B4, K1), (VB B Z 1) 	
<p>Unterrichtsvorhaben VII</p> <p>Quantenphysik als Weiterentwicklung des physikalischen Weltbildes</p> <p><i>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</i></p> <p>[ca. 7 Wochen]</p>	<p>Quantenphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt, Bremsstrahlung • Photonen und Elektronen als Quantenobjekte: Doppelspaltexperiment, Bragg-Reflexion, Elektronenbeugung; Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Delayed-Choice-Experiment; Kopenhagener 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären den Photoeffekt mit der Einstein'schen Lichtquantenhypothese (S1, S2, E3). • beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise der Röntgenröhre (S1), • stellen anhand geeigneter Phänomene dar, dass Licht sowohl Wellen- als auch Teilchencharakter aufweisen kann (S2, S3, E6, K8) • 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), • erklären am Beispiel von Elektronen die De-Broglie-Hypothese (S1, S3), • berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quantenobjekte (S3), • deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Nachweiswahrscheinlichkeitsdichte von Elektronen (S3), • erläutern die Heisenberg'sche Unbestimmtheitsrelation in der Version der Unmöglichkeit-Formulierung (S2, S3, E7, E11, K4). • interpretieren die experimentellen Befunde zum Photoeffekt 	<p><i>Schlüsselexperiment:</i> Photoeffekt</p> <p><i>Simulation:</i> PhET Photoeffekt</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Doppelspaltversuch mit Elektronen</p> <p><i>Experiment:</i> Elektronenbeugung</p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise, Vereinbarungen und Schlüsselexperimente
	Deutung	<p>hinsichtlich des Widerspruchs zur klassischen Physik (E3, E8, S2, K3),</p> <ul style="list-style-type: none"> • bestimmen aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck'sche Wirkungsquantum (E6, S6), • interpretieren das Auftreten der kurzwelligen Grenze des Bremsstrahlungsspektrums (E6, S1), • erklären experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E3, E6), • modellieren qualitativ das stochastische Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt bei gleichzeitiger Determiniertheit der Zufallsverteilung mithilfe der Eigenschaften der Wellenfunktion (E4, E6, K4). • beurteilen die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8), • stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9), • beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der exakten Vorhersagbarkeit von physikalischen Phänomenen (B8, K8, E11). 	
<p>Unterrichtsvorhaben VIII</p> <p>Struktur der Materie</p> <p><i>Wie hat sich unsere Vorstellung vom Aufbau der</i></p>	<p>Atom- und Kernphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung 	<ul style="list-style-type: none"> • geben wesentliche Beiträge in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis zum ersten Kern-Hülle-Modell (Dalton, Thomson, Rutherford) wieder (S2, K3), • erklären die Energie absorbiert und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S3, E6, K4), • erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4), • beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom und 	<p><i>Simulation:</i> PhET Atommodelle</p> <p><i>Schlüsselexperiment (Simulation):</i> Röntgenspektren</p> <p><i>Schlüsselexperiment (Simulation):</i></p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise, Vereinbarungen und Schlüsselexperimente
<p><i>Materie historisch bis heute entwickelt?</i></p> <p>[ca. 5 Wochen]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung 	<p>wasserstoffähnliche Atome mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2),</p> <ul style="list-style-type: none"> erläutern das Modell des eindimensionalen Potentialtopfs und seine Grenzen (S2, K4), 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), interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8), 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), interpretieren Linienspektren bei Emission und Absorption sowie die Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuchs mithilfe des Energieniveauschemas (E2, E10, S6), stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9), 	<p>Franck-Hertz-Versuch</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Linienspektren bzw. Spektralanalyse</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Sonnenspektrum, Fraunhofer'sche Linien</p>
<p>Unterrichtsvorhaben IX</p> <p>Mensch und Strahlung - Chancen und Risiken ionisierender Strahlung</p>	<p>Atom- und Kernphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse (Kernspaltung und -fusion, Neutroneneinfang) auch mithilfe der Nuklidkarte (S1), beschreiben Kernspaltung und Kernfusion mithilfe der starken Wechselwirkung zwischen den Nukleonen auch unter quantitativer Berücksichtigung von Bindungsenergien (S1, S2) 	<p><i>Experiment:</i> Radioaktiver Zerfall</p> <p><i>Simulation:</i> PhET Zerfälle</p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise, Vereinbarungen und Schlüsselexperimente
<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. 7 Wochen]</p>	<p>Energienveauschema; Röntgenstrahlung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ionisierende Strahlung: Strahlungsarten, Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung, Eigenschaften ionisierender Strahlung, Absorption ionisierender Strahlung • Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung 	<ul style="list-style-type: none"> • bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C-14-Methode (E4, E7, S7, K1), • bewerten Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion hinsichtlich der globalen Energieversorgung (B5, B7, K3, K10), (VB D Z3), • diskutieren ausgewählte Aspekte der Endlagerung radioaktiver Abfälle unter Berücksichtigung verschiedener Quellen (B2, B4, K2, K10). (MKR 2.1, 2.3) (VB D Z3) 	<p><i>Schlüsselexperiment:</i> Geiger-Müller-Zählrohr</p> <p><i>Schlüsselexperiment:</i> Absorptionsexperimente</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben X</u></p>	<p>Atom- und Kernphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse (Kernspaltung und -fusion, Neutroneneinfang) auch mithilfe der Nuklidkarte (S1), 	<p><i>Simulation:</i> PhET Altersbestimmung</p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktische Hinweise, Vereinbarungen und Schlüsselexperimente
<p>Massendefekt und Kernumwandlung</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. 6 Wochen]</p>	<p>Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kernspaltung und -fusion: Bindungsenergien, Massendefekt; Kettenreaktion 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Kernspaltung und Kernfusion mithilfe der starken Wechselwirkung zwischen den Nukleonen auch unter quantitativer Berücksichtigung von Bindungsenergien (S1, S2) • bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C-14-Methode (E4, E7, S7, K1), • bewerten Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion hinsichtlich der globalen Energieversorgung (B5, B7, K3, K10), (VB D Z3), • diskutieren ausgewählte Aspekte der Endlagerung radioaktiver Abfälle unter Berücksichtigung verschiedener Quellen (B2, B4, K2, K10). (MKR 2.1, 2.3) (VB D Z3) 	

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 Kompetenzentwicklung und den herausfordernden und kognitiv aktivierenden Lehr- und Lernprozessen 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, Vertraut machen 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, zusammenzuarbeiten.

Nutzung der digitalen Endgeräte für Schülerinnen und Schüler:

Die Fachkonferenz Physik hat sich darauf verständigt, die ab dem Jahrgang 8 von Schülerinnen und Schülern genutzten digitalen Endgeräte im Unterricht gewinnbringend zu verwenden, Erfahrungen dazu zu sammeln, dies zu evaluieren und in die weitere Unterrichtsentwicklung einzubeziehen.

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Die Fachkonferenz hat im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen:

Grundsätzliche Absprachen:

Erbrachte Leistungen werden auf der Grundlage transparenter Ziele und Kriterien in allen Kompetenzbereichen benotet und den Schülerinnen und Schülern mit Bezug auf diese Kriterien rückgemeldet und erläutert. Auf dieser Basis sollen die Schülerinnen und Schüler ihre Leistungen möglichst realistisch einschätzen können. Die individuelle Rückmeldung erfolgt stärkenorientiert und nicht defizitorientiert, sie soll dabei den tatsächlich erreichten Leistungsstand aufzeigen. Sie soll Hilfen und Absprachen zu realistischen Möglichkeiten der weiteren Entwicklung enthalten.

Die Bewertung von Leistungen berücksichtigt Lern- und Leistungssituationen. Einerseits soll dabei Schülerinnen und Schülern deutlich gemacht werden, in welchen Bereichen aufgrund des zurückliegenden Unterrichts stabile Kenntnisse erwartet und bewertet werden. Andererseits können und dürfen sie in Lernsituationen zu neuen fachlichen Themen und Inhalten auch Fehler machen, ohne dass sie deshalb Geringschätzung oder Nachteile in ihrer Beurteilung befürchten müssen.

In Kapitel 3 des KLP Physik werden Überprüfungsformen angegeben, die Möglichkeiten bieten, Leistungen im Bereich der „sonstigen Mitarbeit“ oder den schriftlichen Arbeiten/Klausuren zu überprüfen. Um abzuschließen, dass am Ende der Qualifikationsphase von den Schülerinnen und Schülern alle geforderten Kompetenzen erreicht werden, sind alle Überprüfungsformen gemäß KLP zu beachten.

Kriterien der Leistungsbeurteilung:

Die folgenden Kriterien stellen die Grundlage für die Leistungsbeurteilung dar und werden in ihrer gesamten Breite berücksichtigt:

- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Verständlichkeit und Präzision beim zusammenfassenden Darstellen und Erläutern von Lösungen einer Einzel-, Partner-, Gruppenarbeit oder einer anderen Sozialform sowie konstruktive Mitarbeit bei diesen Arbeitsformen
- Klarheit und Richtigkeit beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben physikalischer Sachverhalte

- sichere Verfügbarkeit physikalischen Grundwissens (z. B. physikalische Größen, deren Einheiten, Formeln, fachmethodische Verfahren)
- situationsgerechtes Anwenden geübter Fertigkeiten
- angemessenes Verwenden der physikalischen Fachsprache
- konstruktives Umgehen mit Fehlern
- fachlich sinnvoller, sicherheitsbewusster und zielgerichteter Umgang mit Experimentiermaterial
- fachlich sinnvoller und zielgerichteter Umgang mit Modellen sowie mit analogen und digitalen Hilfsmitteln
- zielgerichtetes Beschaffen von Informationen
- Erstellen von nutzbaren Unterrichtsdokumentationen, ggf. Portfolio
- Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Zielbezogenheit und Adressatengerechtigkeit von Präsentationen, auch mediengestützt
- Fähigkeit zur sachgerechten Kommunikation in Unterrichtsgesprächen und Kleingruppenarbeiten
- Einbringen kreativer Ideen
- fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Übungen

Beurteilungsbereich Klausuren:

Verbindliche Absprache:

Die Aufgaben für Klausuren in parallelen Kursen werden im Vorfeld von den beteiligten Lehrkräften abgesprochen und nach Möglichkeit gemeinsam gestellt.

Dauer und Anzahl richten sich nach den Vorgaben der APO-GOST bzw. der Verwaltungsvorschriften zur APO-GOST.

Einführungsphase:

Eine Klausur pro Halbjahr (90 Minuten)

Qualifikationsphase 1:

Zwei Klausuren pro Halbjahr (Q1/1 im GK 90 Minuten, LK 135 Minuten und Q1/2 im GK 135 Minuten, LK 180 Minuten), wobei in einem Fach die erste Klausur im 2. Halbjahr durch eine Facharbeit ersetzt werden kann.

Qualifikationsphase 2.1:

Zwei Klausuren (je 180 Minuten im GK und je 225 Minuten im LK)

Qualifikationsphase 2.2:

Eine Klausur, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen einschließlich Aufgabenauswahl durch Schülerinnen und Schüler geschrieben wird.

In der Qualifikationsphase werden die Notenpunkte durch äquidistante Unterteilung der Notenbereiche (mit Ausnahme des Bereichs ungenügend) erreicht.

Die Leistungsbewertung in den Klausuren wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters zu den Teilleistungen durchgeführt. Dieses Kriterienraster wird den korrigierten Klausuren beigelegt und den Schülerinnen und Schüler auf diese Weise transparent gemacht.

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 45 % der Hilfspunkte erteilt werden. Bei der Bewertung schriftlicher Arbeiten sind Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit in der deutschen Sprache und gegen die äußere Form angemessen zu berücksichtigen. Gehäufte Verstöße führen zur Absenkung der Leistungsbewertung um eine Notenstufe in der Einführungsphase und um bis zu zwei Notenpunkte in der Qualifikationsphase.

Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung:

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene Kriterien angesprochen werden. Hier werden zentrale Stärken als auch Optimierungsperspektiven für jede Schülerin bzw. jeden Schüler hervorgehoben.

Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die mündliche Mitarbeit erfolgen auf Nachfrage der Schülerinnen und Schüler außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber in Form von mündlichem Quartalsfeedback oder Eltern-/Schülersprechtagen. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

Mündliche Abiturprüfungen:

Auch für das mündliche Abitur (im 4. Fach oder bei Bestehensprüfungen im 1. bis 3. Fach) wird ein Kriterienraster für den ersten und zweiten Prüfungsteil vorgelegt, aus dem auch deutlich wird, wann eine gute oder ausreichende Leistung erreicht wird.

2.4 Lehr- und Lernmittel

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

Jahrgangsstufe EF	noch nicht verabschiedet
Jahrgangsstufe Q1	noch nicht verabschiedet
Jahrgangsstufe Q2	noch nicht verabschiedet

Beispielhafte Plattformen für Unterrichtsmaterialien und digitale Instrumente:

URL/Quellenangabe:	Kurzbeschreibung des Inhalts/der Quelle:
http://www.mabo-physik.de/index.html	Simulation zu allen Themenbereichen der Physik
http://www.leifiphysik.de	Aufgaben, Versuch, Simulationen etc. zu allen Themenbereichen
http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/physik/	Fachbereich Physik des Landesbildungsservers Baden-Württemberg
https://www.howtosmile.org/topics	Digitale Bibliothek mit Freihandexperimenten, Simulationen etc. diverser Museen der USA
http://phybox.org/de/home-de	Umfangreiche App mit vielen Messmöglichkeiten und guten Messergebnissen. Sie bietet vielfältige Einsatzmöglichkeiten im Unterricht und läuft auf Smartphones unter IOS und Android und wurde an der RWTH Aachen entwickelt.
http://www.viananet.de/	Videoanalyse von Bewegungen
https://www.planet-schule.de	Simulationen, Erklärvideos, ...
https://phet.colorado.edu/de/simulations/category/physics	Simulationen (vgl. obige Übersichten zu den Unterrichtsvorhaben)

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 „Unterrichtsvorhaben“ 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 Fächer 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.

Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit:

Um eine einheitliche Grundlage für die Erstellung und Bewertung der Facharbeiten in der Jahrgangsstufe Q1 zu gewährleisten, findet im Vorfeld des Bearbeitungszeitraums ein fachübergreifender Projekttag statt. Die schulinternen Richtlinien für die Erstellung einer Facharbeit, die die unterschiedlichen Arbeitsweisen in den wissenschaftlichen Fachbereichen berücksichtigen, werden den Schülerinnen und Schülern zur Verfügung gestellt. Im

Verlauf des Projekttages werden den Schülerinnen und Schülern in einer zentralen Veranstaltung und in Gruppen diese schulinternen Richtlinien vermittelt.

Zusammenarbeit mit außerschulischen Kooperationspartnern:

Das Franz-Stock-Gymnasium ist eine MINT-EC- Schule. Daraus folgend nehmen sowohl Schülerinnen und Schüler als auch Lehrkräfte an verschiedenen Veranstaltungen wie Konferenzen, Workshops oder Fortbildungen teil.

Wettbewerbe:

Im Rahmen der Begabtenförderung weisen wir Schülerinnen und Schüler gezielt auf Wettbewerbe wie zum Beispiel Jugend forscht, Physikolympiade, freestyle-physics oder der FirstLego-League hin und organisieren eine entsprechende schulische Unterstützung bei Anmeldung und Vorbereitung.

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 Implementationsveranstaltungen der Fachaufsicht 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 (<https://www.sefu-online.de/index.php> (zuletzt abgerufen am: 14.02.2024)).

Evaluation:

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. Nach der jährlichen Evaluation finden sich die Jahrgangsstufenteams zusammen und

arbeiten die Änderungsvorschläge in 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 für die Fachkonferenz daraus abgeleitet werden.