



Schulinterner Lehrplan

Physik

Sekundarstufe II

Albertus-Magnus-Gymnasium Köln

Stand: 08.01.2025

Inhaltsverzeichnis

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit	3
2 Entscheidungen zum Unterricht	5
2.1 Unterrichtsvorhaben	5
2.2 Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit	30
2.3 Lehr- und Lernmittel	32
3 Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen	33
4 Qualitätssicherung und Evaluation	34
Anhang A1: Kompetenzerwartungen und inhaltliche Schwerpunkte bis zum Ende der Einführungsphase	38
Anhang A2: Kompetenzerwartungen und inhaltliche Schwerpunkte bis zum Ende der Qualifikationsphase	41

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Das Albertus-Magnus-Gymnasium befindet sich in Ehrenfeld im Norden Kölns. Zurzeit unterrichten ca. 60 Lehrerinnen und Lehrer etwa 850 Schülerinnen und Schüler, die vorwiegend aus den nördlichen Stadtteilen Kölns stammen. Ehrenfeld ist von seiner Geschichte her eher industriell geprägt, befindet sich aber in einem Wandel, der noch nicht abgeschlossen ist. Insgesamt ist die Schülerschaft in seiner Zusammensetzung eher heterogen.

Das Albertus-Magnus-Gymnasium hat eine lange naturwissenschaftliche Tradition. So werden jedes Jahr Leistungskurse in Chemie, Biologie oder Physik angeboten.

Die Lehrerbesetzung der Schule ermöglicht einen ordnungsgemäßen Fachunterricht in der Sekundarstufe I, Unterstützung und Förderung der Teilnahme an Wettbewerben und Wahlpflichtkurse mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt (Chemie/Naturwissenschaften, Biologie/Sport, Informatik/Politik). In der Sekundarstufe I wird in den Jahrgangsstufen 5, 8, 9 und 10 Physik im Umfang der vorgesehenen 7 Wochenstunden laut Stundentafel erteilt.

Auch mit Blick auf diese Zusammensetzung besteht ein wesentliches Leitziel der Schule in der individuellen Förderung. Die Fachgruppe Physik versucht in besonderem Maße, jeden Lernenden in seiner Kompetenzentwicklung möglichst weit zu bringen. Außerdem wird angestrebt, Interesse an einem naturwissenschaftlich geprägten Studium oder Beruf zu wecken.

In der Oberstufe sind durchschnittlich ca. 90 - 100 Schülerinnen und Schüler pro Stufe. Das Fach Physik ist in der Regel in der Einführungsphase mit 1-2 Grundkursen, in der Qualifikationsphase je Jahrgangsstufe mit 1-2 Grundkursen und unregelmäßig mit 1 Leistungskurs vertreten.

In der Schule sind die Unterrichtseinheiten als Einzel- und Doppelstunden organisiert, in der Oberstufe gibt es im Grundkurs 1 Doppel- und 1 Einzelstunde, im Leistungskurs 2 Doppelstunden und 1 Einzelstunde wöchentlich.

Fachteams erarbeiten gemeinsam Materialien für die Fächer auf Stufenebene. Der Unterricht wird – soweit möglich – auf der Stufenebene parallelisiert. Auch in der Oberstufe ist der Austausch zu Inhalten, methodischen Herangehensweisen und zu fachdidaktischen Problemen intensiv. Insbesondere in Doppelstunden können Experimente in einer einzigen Unterrichtsphase gründlich vorbereitet und ausgewertet werden.

Dem Fach Physik steht ein Fachraum zur Verfügung, in dem in Schülerübungen experimentell gearbeitet werden kann. Zudem wird überwiegend in der Oberstufe der Unterricht in 2 Hörsälen abgehalten. Nach Möglichkeit werden die Experimentierphasen in der Oberstufe im Übungsraum abgehalten. Die Ausstattung der Physiksammlung mit Geräten und Materialien für Schülerexperimente ist gut, der Förderverein unterstützt die Fachschaft Physik nach Kräften insbesondere beim Ausbau der Schülerexperimentiersammlung.

Darüber hinaus setzen wir Schwerpunkte in der Nutzung von neuen Medien, wozu regelmäßig kollegiumsinterne Fortbildungen angeboten werden.

Im Fach Physik gehört dazu auch die Erfassung von Daten und Messwerten mit modernen digitalen Medien. An der Schule existieren zwei Computerräume, die nach Reservierung auch von Physikkursen für bestimmte Unterrichtsprojekte genutzt werden 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 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.

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, Studienfahrten 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.

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (ca. 80 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
Unterrichtsvorhaben I Physik in Sport und Verkehr I <i>Wie lassen sich Bewegungen beschreiben, vermessen und analysieren?</i> ca. 25 Ustd.	Grundlagen der Mechanik Kinematik: • Gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung • Freier Fall • Waagerechter Wurf • Vektorielle Größen	• 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].

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (ca. 80 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
<u>Unterrichtsvorhaben II</u> Physik in Sport und Verkehr II <i>Wie lassen sich Ursachen von Bewegungen erklären?</i> ca. 15 Ustd.	Grundlagen der Mechanik Dynamik: • Newton'sche Gesetze • Beschleunigende Kräfte • Kräftegleichgewicht • Reibungskräfte	• 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).

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (ca. 80 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
Unterrichtsvorhaben III Superhelden und Crash-tests – Erhaltungssätze in verschiedenen Situationen <i>Wie lassen sich mit Erhaltungssätzen Bewegungsvorgänge vorhersagen und analysieren?</i> ca. 12 Ustd.	Grundlagen der Mechanik Erhaltungssätze: • Impuls • Energie (Lage-, Bewegungs- und Spannenergie) • Energiebilanzen • Stoßvorgänge	• erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls 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 sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, K7). • erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, 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). • 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].

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (ca. 80 Stunden)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
Unterrichtsvorhaben IV Bewegungen im Welt- raum <i>Wie bewegen sich die Plane- ten im Sonnensystem? Wie lassen sich aus (himmlischen) Beobachtungen Gesetze ab- leiten?</i> ca. 20 Ustd.	Kreisbewegung, Gravita- tion und physikalische Weltbilder Kreisbewegung: • Gleichförmige Kreisbewe- gung • Zentripetalkraft Gravitation: • Schwerkraft • Newton'sches Gravitations- gesetz • Kepler'sche Gesetze • Gravitationsfeld Wandel physikalischer Welt- bilder: • Geo- und heliozentrische Weltbilder • Grundprinzipien der spezi- ellen Relativitätstheorie • Zeitdilatation	• erläutern auch quantitativ die kinematischen Größen der gleichförmigen Kreisbewegung Radi- us, 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 New- ton'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 Zentripe- talkraft (E4, E6, S6, K9). • deuten eine vereinfachte Darstellung des Cavendish-Experiments qualitativ als direkten Nach- weis der allgemeinen Massenanziehung (E3, E6). • ermitteln mithilfe der Kepler'schen Gesetze und des Newton'schen Gravitationsgesetzes astro- nomische Größen (E4, E8).

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (ca. 80 Stunden)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
Unterrichtsvorhaben V Weltbilder in der Physik <i>Revolutioniert die Physik unsere Sicht auf die Welt?</i> ca. 8 Ustd.	Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder Wandel physikalischer Weltbilder: • Geo- und heliozentrische Weltbilder • Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation	• 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].

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Grundkurs (ca. 152 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
<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. 10 Ustd.	Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern Klassische Wellen: • Federpendel • Mechanische harmonische Schwingungen und Wellen • Huygens'sches Prinzip • Reflexion/Brechung • Beugung • Superposition und Polarisation von Wellen	• 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].

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Grundkurs (ca. 152 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
<u>Unterrichtsvorhaben II</u> Beugung und Interferenz von Wellen - ein neues Lichtmodell <i>Wie kann man Ausbreitungsphänomene von Licht beschreiben und erklären?</i> ca. 18 Ustd.	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	• 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). • erläutern die lineare Polarisierung als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8). • weisen anhand des Interferenzmusters bei Doppelspalt- und Gitterversuchen mit mono- und polychromatischem Licht die Wellennatur des Lichts nach und bestimmen daraus Wellenlängen (E7, E8, K4).

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Grundkurs (ca. 152 Stunden)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
Unterrichtsvorhaben III Erforschung des Elektrons <i>Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?</i> ca. 26 Ustd.	Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern Teilchen in Feldern: • Elektrische und magnetische Felder • Elektrische Feldstärke • Elektrische Spannung • Magnetische Flussdichte • Bahnformen von geladenen Teilchen in homogenen Feldern	• 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 Fadenstrahlrohr 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 magnetische Feldlinienbilder (E4, E6). • modellieren mathematisch die Beobachtungen am Fadenstrahlrohr 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 Millikan-Versuchs 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 Zyklotrons auch mithilfe von Simulationen (E1, E10, S1, K1). • beurteilen die Schutzwirkung des Erdmagnetfeldes gegen den Strom geladener Teilchen aus dem Weltall.

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Grundkurs (ca. 152 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
Unterrichtsvorhaben IV Photonen und Elektronen als Quantenobjekte <i>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</i> ca. 18 Ustd.	Teilchenaspekte von Photonen: - Energiequantelung von Licht - Photoeffekt Wellenaspekt von Elektronen: - De-Broglie-Wellenlänge - Interferenz von Elektronen am Doppelspalt Photon und Elektron als Quantenobjekte: - Wellen- und Teilchenmodell - Kopenhagener Deutung	- erläutern anhand eines Experiments zum Photoeffekt 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 Doppelspaltversuch mit Elektronen quantitativ zu erklären (S1, S5, E6, K9). - 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 Experiments zum Photoeffekt 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). - beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der physikalischen Erkenntnisfähigkeit (B8, E11, K8).

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Grundkurs (ca. 152 Stunden)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
Unterrichtsvorhaben V Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren <i>Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?</i> ca. 18 Ustd.	Elektrodynamik und Energieübertragung Elektrodynamik: • Magnetischer Fluss • Elektromagnetische Induktion • Induktionsgesetz • Wechselspannung • Auf- und Entladevorgang am Kondensator Energieübertragung: • Generator • Transformator • Elektromagnetische Schwingung	• erläutern das Auftreten von Induktionsspannungen am Beispiel der Leiterschaukel 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). • beschreiben das Induktionsgesetz mit der mittleren Änderungsrate und in differentieller Form des magnetischen Flusses (S7). • untersuchen die gezielte Veränderung elektrischer Spannungen und Stromstärken durch Transformatoren mithilfe angeleiteter Experimente als Beispiel für die technische Anwendung der Induktion (S1, S4, E6, K8). • erklären am physikalischen Modellexperiment zu Freileitungen technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie (S1, S3, K8). • interpretieren die mit einem Oszilloskop bzw. Messwerterfassungssystem 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 Generatoren mithilfe des Induktionsgesetzes (E6, E10, K3, K4). • stellen Hypothesen zum Verhalten des Rings beim Thomson'schen Ringversuch bei Zunahme und Abnahme des magnetischen Flusses im Ring auf und erklären diese mithilfe des Induktionsgesetzes (E2, E9, S3, K4, K8). • 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 der Qualifikationsphase – Grundkurs (ca. 152 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
Unterrichtsvorhaben VI Anwendungsbereiche des Kondensators <i>Wie kann man Energie in elektrischen Systemen speichern? Wie kann man elektrische Schwingungen erzeugen?</i> ca. 15 Ustd.	Elektrodynamik und Energieübertragung Elektrodynamik: • Magnetischer Fluss • Elektromagnetische Induktion • Induktionsgesetz • Wechselspannung • Auf- und Entladevorgang am Kondensator Energieübertragung: • Generator • Transformator • Elektromagnetische Schwingung	• 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 Auf- und Entladevorgang bei Kondensatoren unter Anleitung experimentell (S4, S6, K6). • modellieren mathematisch den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren (E4, E6, S7). • interpretieren den Flächeninhalt zwischen Graph und Abszissenachse im Q-U-Diagramm als Energiegehalt des Plattenkondensators (E6, K8). • beurteilen den Einsatz des Kondensators als Energiespeicher in ausgewählten alltäglichen Situationen (B3, B4, K9).

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Grundkurs (ca. 152 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
Unterrichtsvorhaben VII Mensch und Strahlung - <i>Wie wirkt ionisierende Strahlung auf den menschlichen Körper?</i> ca. 12 Ustd.	Strahlung und Materie Strahlung: • Spektrum der elektromagnetischen Strahlung • Ionisierende Strahlung • Geiger-Müller-Zählrohr • Biologische Wirkungen	• erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4). • unterscheiden α-, β-, γ-Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1). • ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6). • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs als Nachweisgerät für ionisierende Strahlung (S4, S5, K8). • untersuchen experimentell anhand der Zählraten bei Absorptionsexperimenten 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].

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Grundkurs (ca. 152 Stunden)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
Unterrichtsvorhaben VIII Erforschung des Mikro- und Makrokosmos <i>Wie lassen sich aus Spektralanalysen Rückschlüsse auf die Struktur von Atomen ziehen?</i> ca. 19 Ustd.	Strahlung und Materie Atomphysik: • Linienspektrum • Energieniveauschema • Kern-Hülle-Modell • Röntgenstrahlung	• 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). • interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8). • erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4). • interpretieren die Bedeutung von Flammenfärbung und Linienspektren bzw. Spektralanalyse für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E6, E10). • interpretieren die Messergebnisse des Franck-Hertz-Versuchs (E6, E8, K8). • erklären das charakteristische Röntgenspektrum mit den Energieniveaus der Atomhülle (E6). • identifizieren vorhandene Stoffe in der Sonnen- und Erdatmosphäre anhand von Spektraltafeln des Sonnenspektrums (E3, E6, K1). • stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9).

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Grundkurs (ca. 152 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
Unterrichtsvorhaben IX Massendefekt und Kernumwandlungen <i>Wie lassen sich energetische Bilanzen bei Umwandlungs- und Zerfallsprozessen quantifizieren? Wie entsteht ionisierende Strahlung?</i> ca. 16 Ustd.	Strahlung und Materie Kernphysik: • Nukleonen • Zerfallsprozesse und Kernumwandlungen • Kernspaltung und -fusion	• 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 Wechselwirkung für die Stabilität des Kerns (S1, S2). • erläutern qualitativ an der 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). • 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 (ca. 242 Stunden)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
Unterrichtsvorhaben I Untersuchung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern <i>Wie lassen sich Kräfte auf bewegte Ladungen in elektrischen und magnetischen Feldern beschreiben? Wie können Ladung und Masse eines Elektrons bestimmt werden?</i> ca. 40 Ustd.	Ladungen, Felder und Induktion 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 Quersfeldern • Lorentzkraft • Geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern	• 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 Quersfeldern 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 magnetischen Flussdichte einer langgestreckten stromdurchflossenen Spule von ihren Einflussgrößen (E2, E5).

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Leistungskurs (ca. 242 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
<u>Unterrichtsvorhaben II</u> Massenspektrometer und Zyklotron als Anwendung in der physikalischen Forschung <i>Welche weiterführende Anwendungen von bewegten Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern gibt es in Forschung und Technik?</i> ca. 10 Ustd.	Ladungen, Felder und Induktion <i>Bewegungen in Feldern:</i> • Geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Quersfeldern • Lorentzkraft • Geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern	• 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).

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Leistungskurs (ca. 242 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
Unterrichtsvorhaben III Die elektromagnetische Induktion als Grundlage für die Kopplung elektrischer und magnetischer Felder und als Element von Energieumwandlungsketten <i>Wie kann elektrische Energie gewonnen und im Alltag bereits gestellt werden?</i> ca. 25 Ustd.	Ladungen, Felder und Induktion Elektromagnetische Induktion: • Magnetischer Fluss • Induktionsgesetz • Lenz'sche Regel • Selbstinduktion • Induktivität	• 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].

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Leistungskurs (ca. 242 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
Unterrichtsvorhaben IV Zeitliche und energetische Betrachtungen bei Kondensator und Spule <i>Wie speichern elektrische und magnetische Felder Energie und wie geben sie diese wieder ab?</i> ca. 20 Ustd.	Ladungen, Felder und Induktion 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	• 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).

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Leistungskurs (ca. 242 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
Unterrichtsvorhaben V Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und deren Eigenschaften <i>Welche Analogien gibt es zwischen mechanischen und elektromagnetischen schwingenden Systemen?</i> ca. 40 Ustd.	Schwingende Systeme und Wellen 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	• 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, K1). • beurteilen Maßnahmen zur Vermeidung von Resonanzkatastrophen (B5, B6, K2). • unterscheiden am Beispiel von Schwingungen deduktives und induktives Vorgehen als Grundmethoden der Erkenntnisgewinnung (B8, K4).

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Leistungskurs (ca. 242 Stunden)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
Unterrichtsvorhaben VI Wellen und Interferenzphänomene <i>Warum kam es im 17. Jh. zu einem Streit über das Licht/die Natur des Lichts? Ist für die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen ein Trägermedium notwendig? Gibt es den "Äther"?</i> ca. 15 Ustd.	Schwingende Systeme und Wellen Schwingungen und Wellen: • Harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen • Huygens'sches Prinzip • Reflexion • Brechung • Beugung • Polarisierung und Superposition von Wellen • Michelson-Interferometer	• 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 Polarisierung 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 die Welleneigenschaften des Lichts nach und bestimmen daraus die Wellenlänge des Lichts (E5, E6, E7, S6). • 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].

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Leistungskurs (ca. 242 Stunden)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
Unterrichtsvorhaben VII Quantenphysik als Weiterentwicklung des physikalischen Weltbildes <i>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</i> ca. 30 Ustd.	Quantenphysik Teilchenaspekte von Photonen: • Energiequantelung von Licht • Photoeffekt • Bremsstrahlung Photonen und Elektronen als Quantenobjekte: • Doppelspaltexperiment • Bragg-Reflexion • Elektronenbeugung • Wahrscheinlichkeitsinterpretation • Delayed-Choice-Experiment • Kopenhagener Deutung	• 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 hinsichtlich des Widerspruchs zur klassischen Physik (E3, E8, S2, K3). • 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).

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Leistungskurs (ca. 242 Stunden)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
Unterrichtsvorhaben VIII Struktur der Materie <i>Wie hat sich unsere Vorstellung vom Aufbau der Materie historisch bis heute entwickelt?</i> ca. 20 Ustd.	Atom- und Kernphysik Atomaufbau: • Atommodelle • Eindimensionaler Potentialtopf • Energieniveauschema • Röntgenstrahlung Radioaktiver Zerfall: • Kernaufbau • Zerfallsreihen • Zerfallsgesetz • Halbwertszeit • Altersbestimmung	• geben wesentliche Beiträge in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis zum ersten Kern-Hülle-Modell (Dalton, Thomson, Rutherford) wieder (S2, K3). • erklären die Energie absorbierter 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 wasserstoffähnliche Atome mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2). • 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).

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Leistungskurs (ca. 242 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
Unterrichtsvorhaben IX Mensch und Strahlung - Chancen und Risiken ionisierender Strahlung <i>Welche Auswirkungen haben ionisierende Strahlung auf den Menschen und wie kann man sich davor schützen? Wie nutzt man die ionisierende Strahlung in der Medizin?</i> ca. 22 Ustd.	Atom- und Kernphysik Atomaufbau: • Atommodelle • Eindimensionaler Potentialtopf • Energieniveauschema • Röntgenstrahlung Ionisierende Strahlung: • Strahlungsarten • Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung • Eigenschaften ionisierender Strahlung • Absorption ionisierender Strahlung Radioaktiver Zerfall: • Kernaufbau • Zerfallsreihen • Zerfallsgesetz • Halbwertszeit • Altersbestimmung	• erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4). • ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6). • unterscheiden α-, β-, γ-Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1). • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs als Nachweisgerät ionisierender Strahlung (S4, S5, K8). • erklären die Ablenkbarkeit in elektrischen und magnetischen Feldern sowie Durchdringungs- und Ionisierungsfähigkeit von ionisierender Strahlung mit ihren Eigenschaften (S1, S3). • erläutern qualitativ an der β^--Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2, K4). • leiten auf der Basis der Definition der Aktivität das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (S7, E9). • wählen für die Planung von Experimenten mit ionisierender Strahlung zwischen dem Geiger-Müller-Zählrohr und einem energiesensiblen Detektor gezielt aus (E3, E5, S5, S6). • konzipieren Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit kurzlebiger radioaktiver Substanzen (E2, E5, S5). • quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2). • wägen die Chancen und Risiken bildgebender Verfahren in der Medizin unter Verwendung ionisierender Strahlung gegeneinander ab (B1, B4, K3) [VB B Z 3].

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase – Leistungskurs (ca. 242 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...
<u>Unterrichtsvorhaben X</u> Massendefekt und Kernumwandlung <i>Wie kann man natürliche Kernumwandlung beschreiben und wissenschaftlich nutzen? Welche Möglichkeiten der Energiegewinnung ergeben sich durch Kernumwandlungen in Natur und Technik?</i> ca. 20 Ustd.	Atom- und Kernphysik <i>Radioaktiver Zerfall:</i> • Kernaufbau • Zerfallsreihen • Zerfallsgesetz • Halbwertszeit • Altersbestimmung <i>Kernspaltung und -fusion:</i> • Bindungsenergien • Massendefekt • Kettenreaktion	• 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). • 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 fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Physik die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen.

Überfachliche Grundsätze:

- Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
- Inhalt und Anforderungsniveau des Unterrichts entsprechen dem Leistungsvermögen der Schülerinnen und Schüler.
- Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt.
- Medien und Arbeitsmittel sind lernernah gewählt.
- Die Schülerinnen und Schüler erreichen einen Lernzuwachs.
- Der Unterricht fördert und fordert eine aktive Teilnahme der Lernenden.
- Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
- Der Unterricht berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Schülerinnen und Schüler.
- Die Lernenden erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt.
- Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
- Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
- Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
- Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
- Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

Fachliche Grundsätze:

- Der Physikunterricht ist problemorientiert und nach Kontexten ausgerichtet.
- Der Physikunterricht ist kognitiv aktivierend und verständnisfördernd.
- Der Physikunterricht unterstützt durch seine experimentelle Ausrichtung Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern.

- Der Physikunterricht knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an.
- Der Physikunterricht stärkt über entsprechende Arbeitsformen kommunikative Kompetenzen.
- Der Physikunterricht bietet nach experimentellen oder deduktiven Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Reflexion, in denen der Prozess der Erkenntnisgewinnung bewusst gemacht wird.
- Der Physikunterricht fördert das Einbringen individueller Lösungsideen und den Umgang mit unterschiedlichen Ansätzen. Dazu gehört auch eine positive Fehlerkultur.
- Im Physikunterricht wird auf eine angemessene Fachsprache und die Kenntnis grundlegender Formeln geachtet. Schülerinnen und Schüler werden zu regelmäßiger, sorgfältiger und selbstständiger Dokumentation der erarbeiteten Unterrichtsinhalte angehalten.
- Der Physikunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen und deren Teilziele für die Schülerinnen und Schüler transparent.
- Der Physikunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung und des Transfers auf neue Aufgaben und Problemstellungen.
- Der Physikunterricht bietet die Gelegenheit zum regelmäßigen wiederholenden Üben sowie zu selbstständigem Aufarbeiten von Unterrichtsinhalten.
- Im Physikunterricht wird bei Gelegenheit (s.o.) ein Messwerterfassungssystem und ergänzend ein GTR verwendet. Nach methodischer Einführung soll die Messwertauswertung auf diese Weise oder per PC erfolgen.
- An geeigneten Stellen sollen Analogien zwischen physikalischen Teilgebieten aufgezeigt werden.

2.3 Lehr- und Lernmittel

Für den Physikunterricht in der Sekundarstufe II werden an der Schule derzeit folgende Lehrwerke verwendet:

- Einführungsphase: *Dorn / Bader – Physik SII – Einführungsphase* (Westermann)
- Qualifikationsphase: *Physik – Oberstufe Gesamtband* (Cornelsen)

Unterstützende Materialien sind auch im Lehrplannavigator des NRW-Bildungsportals angegeben. Diesen findet man für das Fach Physik unter:

<https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe-neue-klp/physik/hinweise-und-materialien/>

3 Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen

Die Fachkonferenz Physik hat sich im Rahmen des Schulprogramms für folgende zentrale Schwerpunkte entschieden:

Zusammenarbeit mit anderen Fächern

Durch die unterschiedliche Belegung von Fächern können Schülerinnen und Schüler Aspekte aus anderen Kursen mit in den Physikunterricht einfließen lassen. Es wird Wert darauf gelegt, dass in bestimmten Fragestellungen die Expertise einzelner Schülerinnen und Schüler gesucht wird, die aus einem von ihnen belegten Fach genauere Kenntnisse mitbringen und den Unterricht dadurch bereichern.

Schnuppernachmittag der Naturwissenschaften am AMG

Die naturwissenschaftlichen Fachbereiche führen gemeinsam einmal im Jahr einen Schnuppernachmittag für Grundschüler durch. Hier können sie auf vielfältige Weise das naturwissenschaftliche Lernen und Arbeiten an unserer Schule ausprobieren.

Facharbeit

Um eine einheitliche Grundlage für die Erstellung und Bewertung der Facharbeiten in der Jahrgangsstufe Q1 zu gewährleisten, findet im Vorfeld des Bearbeitungszeitraums ein fachübergreifende Workshops statt, begleitet von einem Besuch einer Universitätsbibliothek. Die AG Facharbeit hat schulinterne Richtlinien für Erstellung einer Facharbeit angefertigt. Im Verlauf der Workshops werden den Schülerinnen und Schülern diese schulinternen Richtlinien vermittelt.

4 Qualitätssicherung und Evaluation

Evaluation des schulinternen Curriculums

Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, sondern ist als *lebendes Dokument* zu betrachten. Dementsprechend werden die Inhalte stetig überprüft, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachkonferenz trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches Physik bei.

Die Evaluation erfolgt jährlich. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert.

Fachgruppenarbeit

Die folgende Checkliste dient dazu, den Ist-Zustand bzw. auch 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 regelmäßig überarbeitet und angepasst. Sie dient auch dazu, Handlungsschwerpunkte für die Fachgruppe zu identifizieren und abzusprechen.

Bedingungen und Planungen der Fachgruppenarbeit		Ist-Zustand Auffälligkeiten	Änderungen/ Konsequenzen/ Perspektivplanung	Wer (Verantwortlich)	Bis wann (Zeitraumen)
Funktionen					
	Fachvorsitz				
	Stellvertretung				
	Sammlungsleitung				
	Strahlenschutzbeauftragungen		Fristen beachten!		
	Sonstige Funktionen (im Rahmen der schulprogrammatischen fächerübergreifen- den Schwerpunkte)				
Ressourcen					
personell	Fachlehrkräfte				
	fachfremd				
	Lerngruppen				
	Lerngruppengröße				
	...				
räumlich	Fachräume				
	Bibliothek				
	Computerraum				
	Raum für Fachteamarbeit				
	Sammlungsraum				
materiell/	Lehrwerke				

sachlich	Fachzeitschriften				
	Ausstattung mit Demonstrationsexperimenten				
	Ausstattung mit Schülerexperimenten				
zeitlich	Abstände Fachteamarbeit				
	Dauer Fachteamarbeit				
Unterrichtsvorhaben					
Leistungsbewertung/ Einzelinstrumente					
Klausuren					
Facharbeiten					
Kurswahlen					
Grundkurse					
Leistungskurse					
Projektkurse					

Leistungsbewertung/Grundsätze				
sonstige Mitarbeit				
Arbeitsschwerpunkt(e) SE				
fachintern				
- kurzfristig (Halbjahr)				
- mittelfristig (Schuljahr)				
- langfristig				
fachübergreifend				
- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				
...				
Fortbildung				
Fachspezifischer Bedarf				
- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				
Fachübergreifender Bedarf				
- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				
...				

Anhang A1: Kompetenzerwartungen und inhaltliche Schwerpunkte bis zum Ende der Einführungsphase

Quelle: Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium / Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen – Physik

(https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/332/gost_klp_ph_2022_06.07.pdf)

Sachkompetenz:

	Die Schülerinnen und Schüler ...
S1	erklären Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Konzepten, übergeordneten Prinzipien, Modellen und Gesetzen.
S2	beschreiben Gültigkeitsbereiche von Modellen und Konzepten und geben deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten an.
S3	wählen zur Bearbeitung physikalischer Probleme relevante Modelle und Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen begründet aus.
S4	bauen einfache Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwerterfassungssystemen nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre qualitativen Beobachtungen und quantitativen Messwerte.
S5	beschreiben bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus.
S6	nutzen bekannte Auswerteverfahren für Messergebnisse.
S7	wenden unter Anleitung mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an.

Erkenntnisgewinnungskompetenz:

	Die Schülerinnen und Schüler ...
E1	identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten.
E2	stellen überprüfbare Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.
E3	erläutern an ausgewählten Beispielen die Eignung von Untersuchungsverfahren zur Prüfung bestimmter Hypothesen.
E4	modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe einfacher mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge.
E5	konzipieren erste Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung unter Beachtung der Variablenkontrolle.
E6	untersuchen mithilfe bekannter Modelle und Konzepte die in erhobenen oder recherchierten Daten vorliegenden Strukturen und Beziehungen.

E7	berücksichtigen Messunsicherheiten bei der Interpretation der Ergebnisse.
E8	untersuchen die Eignung physikalischer Modelle und Konzepte für die Lösung von Problemen.
E9	beschreiben an ausgewählten Beispielen die Relevanz von Modellen, Konzepten, Hypothesen und Experimenten im Prozess der physikalischen Erkenntnisgewinnung.
E10	beziehen theoretische Überlegungen und Modelle zurück auf zugrundeliegende Kontexte.
E11	reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses an ausgewählten Beispielen.

Kommunikationskompetenz:

	Die Schülerinnen und Schüler ...
K1	recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus.
K2	analysieren verwendete Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fachsprache und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt.
K3	entnehmen unter Anleitung und Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder.
K4	formulieren unter Verwendung der Fachsprache kausal korrekt.
K5	wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen aus.
K6	veranschaulichen Informationen und Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge.
K7	präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien.
K8	nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten zur Beurteilung vorgegebener Darstellungen.
K9	tauschen sich ausgehend vom eigenen Standpunkt mit anderen konstruktiv über physikalische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus.
K10	belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate.

Bewertungskompetenz:

	Die Schülerinnen und Schüler ...
B1	erarbeiten aus verschiedenen Perspektiven eine schlüssige Argumentation.

B2	analysieren Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich ihrer Relevanz.
B3	entwickeln anhand festgelegter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug.
B4	bilden sich reflektiert ein eigenes Urteil.
B5	vollziehen Bewertungen von Technologien und Sicherheitsmaßnahmen oder Risikoeinschätzungen nach.
B6	beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung auch in Alltagssituationen.
B7	identifizieren kurz- und langfristige Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen mit physikalischem Hintergrund.
B8	identifizieren Auswirkungen physikalischer Weltbetrachtung sowie die Bedeutung physikalischer Kompetenzen in historischen, gesellschaftlichen oder alltäglichen Zusammenhängen.

Anhang A2: Kompetenzerwartungen und inhaltliche Schwerpunkte bis zum Ende der Qualifikationsphase

Quelle: Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium / Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen – Physik

(https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/332/gost_klp_ph_2022_06_07.pdf)

Sachkompetenz:

	Die Schülerinnen und Schüler ...
S1	erklären Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien, Modellen und Gesetzen auch auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens.
S2	beschreiben Gültigkeitsbereiche von Modellen und Theorien und erläutern deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten.
S3	wählen zur Bearbeitung physikalischer Probleme relevante Modelle und Theorien sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen begründet aus.
S4	bauen Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwertfassungssystemen nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre qualitativen Beobachtungen und quantitativen Messwerte.
S5	erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus.
S6	erklären bekannte Auswerteverfahren und wenden sie auf Messergebnisse an.
S7	wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an.

Erkenntnisgewinnungskompetenz:

	Die Schülerinnen und Schüler ...
E1	identifizieren und entwickeln in unterschiedlichen Kontexten naturwissenschaftlich-technische Probleme und Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten.
E2	stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.
E3	beurteilen die Eignung von Untersuchungsverfahren zur Prüfung bestimmter Hypothesen.
E4	modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge, wobei sie theoretische Überlegungen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen.
E5	konzipieren geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung unter Beachtung der Variablenkontrolle.

E6	erklären mithilfe bekannter Modelle und Theorien die in erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen.
E7	berücksichtigen Messunsicherheiten und analysieren die Konsequenzen für die Interpretation des Ergebnisses.
E8	beurteilen die Eignung physikalischer Modelle und Theorien für die Lösung von Problemen.
E9	reflektieren die Relevanz von Modellen, Theorien, Hypothesen und Experimenten im Prozess der physikalischen Erkenntnisgewinnung.
E10	beziehen theoretische Überlegungen und Modelle zurück auf zugrundeliegende Kontexte und reflektieren ihre Generalisierbarkeit.
E11	reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit).

Kommunikationskompetenz:

	Die Schülerinnen und Schüler ...
K1	recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus.
K2	prüfen verwendete Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fachsprache und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt.
K3	entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder.
K4	formulieren unter Verwendung der Fachsprache chronologisch und kausal korrekt strukturiert.
K5	wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen aus.
K6	veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge.
K7	präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien.
K8	nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten zur Beurteilung vorgegebener und zur Entwicklung eigener innerfachlicher Argumentationen.
K9	tauschen sich mit anderen konstruktiv über physikalische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus, vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt.

K10	prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate.
-----	---

Bewertungskompetenz:

	Die Schülerinnen und Schüler ...
B1	erläutern aus verschiedenen Perspektiven Eigenschaften einer schlüssigen und überzeugenden Argumentation.
B2	beurteilen Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz.
B3	entwickeln anhand geeigneter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen diese gegeneinander ab.
B4	bilden sich reflektiert und rational in außerfachlichen Kontexten ein eigenes Urteil.
B5	reflektieren Bewertungen von Technologien und Sicherheitsmaßnahmen oder Risikoeinschätzungen hinsichtlich der Güte des durchgeführten Bewertungsprozesses.
B6	beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung und Konsequenzen und schätzen Risiken, auch in Alltagssituationen, ein.
B7	reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen mit physikalischem Hintergrund.
B8	reflektieren Auswirkungen physikalischer Weltbetrachtung sowie die Bedeutung physikalischer Kompetenzen in historischen, gesellschaftlichen oder alltäglichen Zusammenhängen.