

Schulinterner Lehrplan des LMGs zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe

Physik

Sek. II

Inhaltsverzeichnis

1	Die Fachgruppe Physik	3
2	Entscheidungen zum Unterricht	4
2.1	Unterrichtsvorhaben	4
2.2	Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben	5
	<i>Einführungsphase</i>	<i>5</i>
	<i>Qualifikationsphase (Q1) - GRUNDKURS</i>	<i>9</i>
	<i>Qualifikationsphase (Q2) - GRUNDKURS</i>	<i>12</i>
	<i>Qualifikationsphase (Q1) - LEISTUNGSKURS</i>	<i>15</i>
	<i>Qualifikationsphase (Q2) - LEISTUNGSKURS</i>	<i>23</i>
3	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	30
4	Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe	35
5	Lehr- und Lernmittel	37
6	Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen	38
7	Qualitätssicherung und Evaluation	39
8	Schlüsselexperimente / Messwertaufnahme	40
Anhang A	Kürzel und Bedeutungen der Übergeordneten Kompetenzen bis zum Ende der Einführungsphase	41
Anhang B	Kürzel und Bedeutungen der Übergeordneten Kompetenzen bis zum Ende der Qualifikationsphase	42

1 Die Fachgruppe Physik

Das Lise-Meitner-Gymnasium hat ca. 950 Schülerinnen und Schülern und befindet sich im ländlichen Raum in relativer Nähe zu mehreren Ballungszentren und zu mehreren Universitäten. Im unmittelbaren Umfeld befinden sich ein weiteres Gymnasium sowie zwei Gesamtschulen.

Die Lehrerbesetzung der Schule ermöglicht einen ordnungsgemäßen Fachunterricht in der Sekundarstufe I und II, ein NW-AG-Angebot und Wahlpflichtkurse mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt. In der Sekundarstufe I wird in den Jahrgangsstufen 6, 8 und 9 Physik im Umfang der vorgesehenen 6 Wochenstunden laut Stundentafel erteilt.

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

In der Schule sind die Unterrichtseinheiten als Doppelstunden oder als Einzelstunden à 45 Minuten organisiert, in der Oberstufe gibt es im Grundkurs 1 Doppel- und 1 Einzelstunde, im Leistungskurs 2 Doppelstunden und 1 Einzelstunde wöchentlich.

Dem Fach Physik stehen 2 Fachräume zur Verfügung. In beiden Räumen kann auch in Schülerübungen experimentell gearbeitet werden. Ein Raum verfügt über ein Smartboard. Die Ausstattung der Physiksammlung mit Geräten und Materialien für Demonstrations- und für Schülerexperimente ist gut und weitgehend neuwertig.

Schülerinnen und Schüler der Schule nehmen häufig am Wettbewerb „Jugend forscht/Schüler experimentieren“ teil und sind vor allem in der Juniorsparte recht erfolgreich.

Die Fachgruppe Physik hat sich vorgenommen, das Experimentieren in allen Jahrgangsstufen besonders zu fördern.

2 Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Unterrichtsvorhaben

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen abzudecken. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans bei den Lernenden auszubilden und zu entwickeln.

Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Übergeordnete Kompetenzen“ an dieser Stelle die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen in der Spalte „Konkretisierte Kompetenzerwartungen“ aufgeführt werden. Die übergeordneten Kompetenzen werden hier nur abgekürzt aufgeführt. Die Bedeutungen der jeweiligen Abkürzungen sind im Anhang zu finden.

Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Um Spielraum für Vertiefungen, besondere Schülerinteressen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans nur ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant. (Als 75 % wurden für die Einführungsphase 90 Unterrichtsstunden, für den Grundkurs in der Q1 ebenfalls 90 und in der Q2 60 Stunden und für den Leistungskurs in der Q1 150 und für Q2 90 Unterrichtsstunden zugrunde gelegt.)

2.2 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

Einführungsphase			
Inhaltsfeld Mechanik			
Kontext und Leitfrage	Inhaltliche Schwerpunkte	Übergeordnete Kompetenzen	Konkretisierte Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...
Physik und Verkehr bzw. Physik und Sport Wie lassen sich Bewegungen vermessen und analysieren sowie mathematisch modellieren? Zeitbedarf: 42 Ustd.	Kräfte und Bewegungen Energie und Impuls	UF1 UF2 UF4 E1 E2 E3 E4 E5 E6 K1 K3 K4 B1	<p><u>Umgang mit Fachwissen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Arbeit, Energie, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4), ➤ unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen (UF2), ➤ beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1). <p><u>Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (E1, UF1), ➤ berechnen mithilfe des Newton'schen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner oder mehrerer Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6), ➤ planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Zusammenhänge (u.a. zur Analyse von Bewegungen), führen sie durch, werten sie aus und bewerten Ergebnisse und Arbeitsprozesse (E2, E5, B1), ➤ verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6), ➤ entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen

			<p>zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E1, E4),</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ reflektieren Regeln des Experimentierens in der Planung und Auswertung von Versuchen (u.a. Zielorientierung, Sicherheit, Variablenkontrolle, Kontrolle von Störungen und Fehlerquellen) (E2, E4), ➤ erschließen und überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E5), ➤ bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (u.a. Tabellenkalkulation, GTR) (E6). <p><u>Kommunikation:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (u.a. t-s- und t-v-Diagramme, Vektordiagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3), ➤ begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4). <p><u>Bewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ geben Kriterien (u.a. Objektivität, Reproduzierbarkeit, Widerspruchsfreiheit, Überprüfbarkeit) an, um die Zuverlässigkeit von Messergebnissen und physikalischen Aussagen zu beurteilen, und nutzen diese bei der Bewertung von eigenen und fremden Untersuchungen (B1).
<p>Astronomische Beobachtungen</p> <p>Wie kommt man zu physikalischen Erkenntnissen über unser Sonnensystem?</p>	<p>Zentralkraft und Kreisbewegung</p> <p>Gravitation</p>	<p>UF2 UF3 E1 E6 E7 K2 K4 B3</p>	<p><u>Umgang mit Fachwissen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ beschreiben Wechselwirkungen im Gravitationsfeld und verdeutlichen den Unterschied zwischen Feldkonzept und Kraftkonzept (UF2, E6), ➤ stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7), <p><u>Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenerlegung bzw. Vektoraddition (E1),

<p>Zeitbedarf: 18 Ustd.</p>			<ul style="list-style-type: none"> ➤ berechnen mithilfe des Newton'schen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner oder mehrerer Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6), ➤ analysieren und berechnen auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6) ➤ ermitteln mithilfe der Kepler'schen Gesetze und des Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E6), ➤ beschreiben an Beispielen Veränderungen im Weltbild und in der Arbeitsweise der Naturwissenschaften, die durch die Arbeiten von Kopernikus, Kepler, Galilei und Newton initiiert wurden (E7, B3). <p><u>Kommunikation:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ entnehmen Kernaussagen zu naturwissenschaftlichen Positionen zu Beginn der Neuzeit aus einfachen historischen Texten (K2, K4), ➤ bewerten begründet die Darstellung bekannter mechanischer und anderer physikalischer Phänomene in verschiedenen Medien (Printmedien, Filme, Internet) bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (K2, K4). <p><u>Bewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ erläutern unterschiedliche Positionen zum Sinn aktueller Forschungsprogramme (z.B. Raumfahrt, Mobilität) und beziehen Stellung dazu (B2, B3).
<p>Schwingungen als Grundlage der Zeitmessung</p> <p>Zeitbedarf: 9 Ustd.</p>	<p>Schwingungen</p> <p>Kräfte und Bewegungen</p> <p>Energie</p>	<p>UF1 UF4 E2 E4</p>	<p><u>Umgang mit Fachwissen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ beschreiben Schwingungen und Wellen als Störungen eines Gleichgewichts und identifizieren die dabei auftretenden Kräfte (UF1, UF4), ➤ erläutern das Auftreten von Resonanz mithilfe von Wechselwirkung und Energie (UF1). <p><u>Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ reflektieren Regeln des Experimentierens in der Planung und Auswertung von Versuchen (u.a. Zielorientierung, Sicherheit, Variablenkontrolle,

			Kontrolle von Störungen und Fehlerquellen) (E2, E4).
Energietransport durch Wellen Zeitbedarf: 9 Ustd.	<i>Wellen als gekoppelte Schwingung (Basis-konzept System)</i> Transversal- und Longitudinalwellen Energietransport und -erhaltung	UF1 UF4 E6	<u>Umgang mit Fachwissen:</u> ➤ beschreiben Schwingungen und Wellen als Störungen eines Gleichgewichts und identifizieren die dabei auftretenden Kräfte (UF1, UF4). <u>Erkenntnisgewinnung:</u> ➤ erklären qualitativ die Ausbreitung mechanischer Wellen (Transversal- oder Longitudinalwelle) mit den Eigenschaften des Ausbreitungsmediums (E6).
Summe Einführungsphase: 78 von 90 Stunden			

Qualifikationsphase (Q1) - GRUNDKURS

Inhaltsfeld Quantenobjekte

Kontext und Leitfrage	Inhaltliche Schwerpunkte	Übergeordnete Kompetenzen	Konkretisierte Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...
<p>Erforschung des Photons</p> <p>Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden?</p> <p>Zeitbedarf: 12 Ustd.</p>	<p>Photon (Wellenaspekt)</p> <p>Wellenwanne</p> <p>Beugung am Doppelspalt und am Gitter</p>	<p>E2 E5 K3</p>	<p><u>Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit Doppelspalt und Gitter (E5), ➤ demonstrieren anhand eines Experiments zum Photoeffekt den Quantencharakter von Licht und bestimmen den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen sowie die Austrittsarbeit der Elektronen (E5, E2). <p><u>Kommunikation:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ veranschaulichen mithilfe der Wellenwanne qualitativ unter Verwendung von Fachbegriffen auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Beugung, Interferenz, Reflexion und Brechung (K3),
<p>Erforschung des Elektrons</p> <p>Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?</p> <p>Zeitbedarf: 15 Ustd.</p>	<p>Elektron (Teilchenaspekt)</p> <p>Kräfte auf Ladungsträger in elektrischen und magnetischen Feldern</p> <p>Millikan-Versuch</p> <p>Fadenstrahlrohr (e/m)</p> <p>Funktionsweise Röhrenfernseher /</p>	<p>UF1 UF2 UF3 E3 E5 E6</p>	<p><u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ erläutern anhand einer vereinfachten Version des Millikanversuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung und ordnen und strukturieren die physikalischen Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien (UF1, UF3, E5), ➤ untersuchen, ergänzend zum Realexperiment, Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten (E6). ➤ beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen. (UF2, UF1), ➤ bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2), ➤ modellieren Vorgänge im Fadenstrahlrohr (Energie der Elektronen, Lorentzkraft) mathematisch, variieren Parameter und leiten dafür

	Braunsche Röhre / Oszilloskop		deduktiv Schlussfolgerungen her, die sich experimentell überprüfen lassen, und ermitteln die Elektronenmasse (E6, E3, E5),
Photonen und Elektronen als Quantenobjekte Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden? Zeitbedarf: 12 Ustd.	Elektron und Photon (Teilchen- und Wellenaspekt) Photoeffekt Elektronenbeugung Quantenobjekte und ihre Eigenschaften	UF1 UF2 E4 E6 E7 K3 K4 B4	Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung: <ul style="list-style-type: none"> ➤ erläutern die Aussage der de Broglie-Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes beim Elektronenbeugungsexperiment an und bestimmen die Wellenlänge der Elektronen (UF1, UF2, E4). ➤ erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grund-legende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7). Kommunikation, Bewertung: <ul style="list-style-type: none"> ➤ verdeutlichen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte unter Verwendung geeigneter Darstellungen (Graphiken, Simulationsprogramme) (K3). ➤ zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4), ➤ beschreiben und diskutieren die Kontroverse um die Kopenhagener Deutung und den Welle-Teilchen-Dualismus (B4, K4).

Inhaltsfeld Elektrodynamik			
Kontext und Leitfrage	Inhaltliche Schwerpunkte	Übergeordnete Kompetenzen	Konkretisierte Kompetenzen
Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren Wie kann elektrische Energie	Spannung und elektrische Energie Induktion Spannungswandlung Leiterschaukelver-	UF1 UF2 UF4 E2 E5 E6 K2 K3 B1 B2 B4	Die Schülerinnen und Schüler ... Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung: <ul style="list-style-type: none"> ➤ erläutern am Beispiel der Leiterschaukel das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1, E6), ➤ definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2), ➤ bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6),

<p>gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden? Zeitbedarf: 21 Ustd.</p>	<p>such Induktionsspannung am Generator (Oszilloskop / Cassy) Thomsonscher Ringversuch Wirbelstrombremse Modellexperiment: Ohmsche Verluste bei Energietransport</p>		<ul style="list-style-type: none"> ➤ werten Messdaten, die mit einem Oszilloskop bzw. mit einem Messwerterfassungssystem gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5), ➤ erläutern das Entstehen sinusförmiger Wechselspannungen in Generatoren (E2, E6), ➤ führen Induktionserscheinungen an einer Leiterschleife auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4), ➤ ermitteln die Übersetzungsverhältnisse von Spannung und Stromstärke beim Transformator (UF1, UF2), ➤ geben Parameter von Transformatoren zur gezielten Veränderung einer elektrischen Wechselspannung an (E4), ➤ zeigen den Einfluss und die Anwendung physikalischer Grundlagen in Lebenswelt und Technik am Beispiel der Bereitstellung und Weiterleitung elektrischer Energie auf (UF4). <p><u>Kommunikation, Bewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ recherchieren bei vorgegebenen Fragestellungen historische Vorstellungen und Experimente zu Induktionserscheinungen (K2), ➤ erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3), ➤ verwenden ein physikalisches Modellexperiment zu Freileitungen, um technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie zu demonstrieren und zu erklären (K3), ➤ bewerten die Notwendigkeit eines geeigneten Transformierens der Wechselspannung für die effektive Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B1), ➤ beurteilen Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten zur Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B2, B1, B4).
<p>Summe Qualifikationsphase (Q1) - GRUNDKURS: 60 von 90 Stunden</p>			

Qualifikationsphase (Q2) - GRUNDKURS

Inhaltsfeld Strahlung und Materie

Kontext und Leitfrage	Inhaltliche Schwerpunkte	Übergeordnete Kompetenzen	Konkretisierte Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...
<p>Erforschung des Mikro- und Makrokosmos</p> <p>Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?</p> <p>Zeitbedarf: 12 Ustd.</p>	<p>Atommodelle</p> <p>Spektrum der elektromagnetischen Strahlung</p> <p>Linienpektren</p> <p>Franck-Hertz Versuch</p> <p>Röntgenspektren</p> <p>Spektralanalyse / Flammenfärbung</p> <p>Sonnenspektrum Fraunhoferlinien</p>	<p>UF1 E2 E5 E6</p>	<p><u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ deuten Linienspektren (Emissions- oder Absorptionsspektren) mit Hilfe von Atommodellen (UF1, E2), ➤ führen die beobachtete Energiequantelung auf diskrete Bahnen (Bohr'sches Atommodell) oder Eigenschwingungen (Potentialtopf Atommodell) zurück (UF1, E6) ➤ ordnen einer Wellenlänge eine entsprechende Energie zu und umgekehrt (E5) ➤ können anhand spektraler Informationen (charakteristische Röntgenstrahlung, Flammenfärbung, etc.) chemische Elemente identifizieren (UF1, E5) ➤ deuten das Ergebnis des Franck-Hertz-Versuchs als Beweis für die gequantelte Aufnahme von Energie (UF1)
<p>Mensch und Strahlung</p> <p>Wie wirkt Strahlung auf den Menschen?</p> <p>Zeitbedarf: 12</p>	<p>Kernumwandlungen</p> <p>Ionisierende Strahlung</p> <p>Spektrum der elektromagnetischen Strahlung</p>	<p>UF1 E2, E5 B1 B2</p>	<p><u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung Bewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ können Aktivitäten messen und im einfachen Fall mathematisch beschreiben (UF1) ➤ kennen den Aufbau und die Funktionsweise des Geiger-Müller Zählrohrs als Nachweisgerät für ionisierende Strahlung (UF1) ➤ kennen unterschiedliche Eigenschaften verschiedener Strahlenarten und können anhand dessen im Experiment zwischen verschiedenen Strahlenarten unterscheiden (UF1, E2, E5)

Ustd.	Absorption (α-, β-, γ-Strahlung) Geiger-Müller-Zählrohr		<ul style="list-style-type: none"> ➤ unterscheiden zwischen den wichtigsten Einheiten zur Charakterisierung von ionisierender Strahlung (Aktivität, Energiedosis, Äquivalentdosis, Dosisleistung) (UF1) ➤ <u>Bewertung:</u> ➤ kennen das Gefährdungspotential ionisierender Strahlung und können es mit geeigneten Dosiseinheiten quantifizieren (UF1, B1) ➤ vergleichen natürliche Strahlenexpositionen und Strahlenschutzgrenzwerte (B1) ➤ wägen bei zivilisatorischen Strahlenexpositionen (z. B. in der Medizin oder Energiegewinnung) zwischen Nutzen und Risiko ab (B2)
Forschung am CERN und DESY Wie ist die Materie im Innersten aufgebaut? Zeitbedarf: 6 Ustd.	Standardmodell der Elementarteilchen	UF1 UF3 E6 B1	<p><u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ können den prinzipiellen Aufbau eines Teilchenbeschleunigers erläutern. (UF1) ➤ systematisieren mithilfe des heutigen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3, E6), <p><u>Bewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ diskutieren die Kosten-Nutzen-Relation in der Elementarteilchenphysik auch unter historischen Gesichtspunkten (B1)

Inhaltsfeld Relativität von Raum und Zeit			
Kontext und Leitfrage	Inhaltliche Schwerpunkte	Übergeordnete Kompetenzen	Konkretisierte Kompetenzen
Navigationssysteme Welchen Einfluss hat die Bewegung auf	Konstanz der Lichtgeschwindigkeit Zeitdilatation, Längenkontraktion	UF1 E6	<p><u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ begründen mit dem Ausgang des Michelson-Morley-Experiments die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF1, E6) ➤ begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten Auswirkungen auf die additive Überlagerung von Geschwindigkeiten (UF1).

den Ablauf der Zeit?	Michelson Morley		➤ erläutern das Auftreten von Längenkontraktion und Zeitdilatation am Beispiel der Zerfallszeit kosmischer Myonen (UF1)
Zeitbedarf: Ustd.	9 Lichtuhr Myonenzerfall		
Teilchenbeschleuniger	Veränderlichkeit der Masse	UF1 UF2	<u>Umgang mit Fachwissen</u> ➤ erläutern die Energie-Masse-Beziehung (UF1), ➤ berechnen die relativistische kinetische Energie von Teilchen mithilfe der Energie-Masse-Beziehung (UF2). ➤ erläutern experimentelle Auswirkungen der relativistischen Massezunahmen am Beispiel des Zyklotrons (UF1)
Ist die Masse konstant?	Energie / Masse Äquivalenz		
Zeitbedarf: Ustd.	5 Zyklotron		
Summe Qualifikationsphase (Q2) - GRUNDKURS: 44 von 60 Stunden			

Qualifikationsphase (Q1) - LEISTUNGSKURS

Inhaltsfeld Relativitätstheorie

Kontext und Leitfrage	Inhaltliche Schwerpunkte	Übergeordnete Kompetenzen	Konkretisierte Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...
<p>Satellitennavigation – Zeitmessung ist nicht absolut</p> <p>Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit?</p> <p>Zeitbedarf: 4 Ustd.</p>	<p>Konstanz der Lichtgeschwindigkeit</p> <p>Problem der Gleichzeitigkeit</p>	<p>UF2 UF4 E5 E6</p>	<p><u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ begründen mit dem Ausgang des Michelson-Morley-Experiments die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4, E5, E6), ➤ erläutern das Problem der relativen Gleichzeitigkeit mit in zwei verschiedenen Inertialsystemen jeweils synchronisierten Uhren (UF2), ➤ begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten Auswirkungen auf die additive Überlagerung von Geschwindigkeiten (UF2).
<p>Höhenstrahlung</p> <p>Warum erreichen Myonen aus der oberen Atmosphäre die Erdoberfläche?</p> <p>Zeitbedarf: 4 Ustd.</p>	<p>Zeitdilatation und Längenkontraktion</p>	<p>UF1 E5 E7 K3</p>	<p><u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ leiten mithilfe der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und des Modells Lichtuhr quantitativ die Formel für die Zeitdilatation her (E5), ➤ reflektieren die Nützlichkeit des Modells Lichtuhr hinsichtlich der Herleitung des relativistischen Faktors (E7). ➤ erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1), ➤ begründen den Ansatz zur Herleitung der Längenkontraktion (E6), ➤ erläutern die relativistischen Phänomene Zeitdilatation und Längenkontraktion anhand des Nachweises von in der oberen Erdatmosphäre entstehenden Myonen (UF1). <p><u>Kommunikation:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und

			Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3).
<p>Teilchenbeschleuniger - Warum Teilchen aus dem Takt geraten</p> <p>Ist die Masse bewegter Teilchen konstant?</p> <p>Zeitbedarf: 8 Ustd.</p>	<p>Relativistische Massenzunahme</p> <p>Energie-Masse-Beziehung</p>	<p>UF4 K3</p>	<p><u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ erläutern die Energie-Masse-Beziehung (UF1), ➤ berechnen die relativistische kinetische Energie von Teilchen mithilfe der Energie-Masse-Beziehung (UF2). <p><u>Kommunikation:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ erläutern auf der Grundlage historischer Dokumente ein Experiment (Bertozzi-Versuch) zum Nachweis der relativistischen Massenzunahme (K2, K3).
<p>Satellitennavigation – Zeitmessung unter dem Einfluss von Geschwindigkeit und Gravitation.</p> <p>Beeinflusst Gravitation den Ablauf der Zeit?</p> <p>Zeitbedarf: 4 Ustd.</p>	<p>Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung</p>	<p>UF4 K3</p>	<p><u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ beschreiben qualitativ den Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung (UF4). <p><u>Kommunikation:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ veranschaulichen mithilfe eines einfachen gegenständlichen Modells den durch die Einwirkung von massebehafteten Körpern hervorgerufenen Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung sowie die „Krümmung des Raums“ (K3).

Das heutige Weltbild	Konstanz der Lichtgeschwindigkeit	B4	Bewertung: ➤ bewerten Auswirkungen der Relativitätstheorie auf die Veränderung des physikalischen Weltbilds (B4).
Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt?	Problem der Gleichzeitigkeit		
Zeitbedarf: 4 Ustd.	Zeitdilatation und Längenkontraktion		
	Relativistische Massenzunahme		
	Energie-Masse-Beziehung		
	Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung		

Inhaltsfeld Elektrik

Kontext und Leitfrage	Inhaltliche Schwerpunkte	Übergeordnete Kompetenzen	Konkretisierte Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...
Untersuchung von Elektronen. Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?	Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern	UF1 UF2 UF3 E4 E5 E6 K3 B1 B4	Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung: ➤ erklären elektrostatische Phänomene und Influenz mithilfe grundlegender Eigenschaften elektrischer Ladungen (UF2, E6), ➤ beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der entsprechenden Feldstärken (UF2, UF1), ➤ nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (E6), ➤ erläutern den Feldbegriff und zeigen dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Gravitationsfeld, elektrischem und magnetischem Feld auf (UF3, E6),

<p>Zeitbedarf: 24 Ustd.</p>			<ul style="list-style-type: none"> ➤ bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6), ➤ leiten physikalische Gesetze (Term für die Lorentzkraft) aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2), ➤ ermitteln die in elektrischen bzw. magnetischen Feldern gespeicherte Energie (Kondensator) (UF2), ➤ beschreiben qualitativ und quantitativ, bei vorgegebenen Lösungsansätzen, Ladungs- und Entladungsvorgänge in Kondensatoren (E4, E5, E6). <p><u>Kommunikation, Bewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, (K3, B4), ➤ treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1), ➤ erläutern an Beispielen den Stellenwert experimenteller Verfahren bei der Definition physikalischer Größen (elektrische und magnetische Feldstärke) und geben Kriterien zu deren Beurteilung an (z.B. Genauigkeit, Reproduzierbarkeit, Unabhängigkeit von Ort und Zeit) (B1, B4).
<p>Aufbau und Funktionsweise wichtiger Versuchs- und Messapparaturen</p> <p>Wie und warum werden physi-</p>	<p>Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder</p> <p>Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern</p>	<p>UF1 UF2 UF4 E1 E2 E3 E4 E5 E6 K1 K3 B1 B4</p>	<p><u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ leiten physikalische Gesetze (u.a. die im homogenen elektrischen Feld gültige Beziehung zwischen Spannung und Feldstärke und den Term für die Lorentzkraft) aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2), ➤ entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (UF2, E1), ➤ ermitteln die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer Spannung (auch relativistisch) (UF2, UF4),

<p>kalische Größen meistens elektrisch erfasst und wie werden sie verarbeitet?</p> <p>Zeitbedarf: 22 Ustd.</p>			<ul style="list-style-type: none"> ➤ beschreiben qualitativ und quantitativ die Bewegung von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern sowie in gekreuzten Feldern (Wien-Filter, Hall-Effekt) (E1, E2, E3, E4, E5 UF1, UF4), ➤ wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze (u.a. Coulomb'sches Gesetz, Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld, Lorentzkraft, Spannung im homogenen E-Feld) problembezogen aus (UF2), ➤ wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrizität (auch computergestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5), ➤ schließen aus spezifischen Bahnkurvendaten bei der e/m-Bestimmung und beim Massenspektrometer auf wirkende Kräfte sowie Eigenschaften von Feldern und bewegten Ladungsträgern (E5, UF2), ➤ erläutern den Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron (E6, UF4). <p><u>Kommunikation, Bewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ erläutern an Beispielen den Stellenwert experimenteller Verfahren bei der Definition physikalischer Größen (elektrische und magnetische Feldstärke) und geben Kriterien zu deren Beurteilung an (z.B. Genauigkeit, Reproduzierbarkeit, Unabhängigkeit von Ort und Zeit) (B1, B4), ➤ treffen im Bereich Elektrizität Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1), ➤ erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrizität (K1, K3), ➤ beschreiben qualitativ die Erzeugung eines Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahlröhre (K3).
--	--	--	--

<p>Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie</p> <p>Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?</p> <p>Zeitbedarf: 22 Ustd.</p>	<p>Elektromagnetische Induktion</p>	<p>UF2 UF4 E1 E2 E4 E5 E6 K1 K3 K4 B1 B4</p>	<p><u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrizität, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1), ➤ wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze (u.a. Coulomb'sches Gesetz, Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld, Lorentzkraft, Spannung im homogenen E-Feld) problembezogen aus (UF2), ➤ leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2), ➤ planen und realisieren Experimente zum Nachweis der Teilaussagen des Induktionsgesetzes (E2, E4, E5), ➤ führen das Auftreten einer Induktionsspannung auf die zeitliche Änderung der von einem Leiter überstrichenen gerichteten Fläche in einem Magnetfeld zurück (u.a. bei der Erzeugung einer Wechselspannung) (E6), ➤ identifizieren Induktionsvorgänge aufgrund der zeitlichen Änderung der magnetischen Feldgröße B in Anwendungs- und Alltagssituationen (E1, E6, UF4), ➤ wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrizität (auch computer-gestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4), ➤ ermitteln die in magnetischen Feldern gespeicherte Energie (Spule) (UF2), ➤ bestimmen die Richtungen von Induktionsströmen mithilfe der Lenz'schen Regel (UF2, UF4, E6). <p><u>Kommunikation, Bewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ begründen die Lenz'sche Regel mithilfe des Energie- und des Wechselwirkungskonzeptes (E6, K4), ➤ erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrizität (K1, K3,
--	-------------------------------------	--	---

			<p>UF3),</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1).
<p>Physikalische Grundlagen der drahtlosen Nachrichtenübermittlung</p> <p>Wie können Nachrichten ohne Materietransport übermittelt werden?</p> <p>Zeitbedarf: 28 Ustd.</p>	<p>Elektromagnetische Schwingungen und Wellen</p>	<p>UF1 UF2 UF4 E1 E2 E4 E5 E6 K1 K2 K3 B1 B4</p>	<p><u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ erläutern die Erzeugung elektromagnetischer Schwingungen, erstellen aussagekräftige Diagramme und werten diese aus (E2, E4, E5, B1), ➤ erläutern qualitativ die bei einer ungedämpften elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (UF1, UF2), ➤ beschreiben den Schwingvorgang im RLC-Kreis qualitativ als Energieumwandlungsprozess und benennen wesentliche Ursachen für die Dämpfung (UF1, UF2, E5), ➤ wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrik (auch computer-gestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4), ➤ beschreiben den Hertz'schen Dipol als einen (offenen) Schwingkreis (UF1, UF2, E6), ➤ erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (UF1, UF4, E6), ➤ beschreiben qualitativ die lineare Ausbreitung harmonischer Wellen als räumlich und zeitlich periodischen Vorgang (UF1, E6), ➤ ermitteln auf der Grundlage von Brechungs-, Beugungs- und Interferenzerscheinungen (mit Licht- und Mikrowellen) die Wellenlängen und die Lichtgeschwindigkeit (E2, E4, E5), ➤ beschreiben die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz im Wellenmodell und begründen sie qualitativ mithilfe des Huygens'schen Prinzips (UF1, E6),

			<ul style="list-style-type: none"> ➤ wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze problembezogen aus (UF2), ➤ leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2), ➤ beschreiben die Interferenz an Doppelspalt und Gitter im Wellenmodell und leiten die entsprechenden Terme für die Lage der jeweiligen Maxima n-ter Ordnung her (E6, UF1, UF2). <p><u>Kommunikation, Bewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1), ➤ entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1), ➤ erläutern anhand schematischer Darstellungen Grundzüge der Nutzung elektromagnetischer Trägerwellen zur Übertragung von Informationen (K2, K3, E6). ➤ erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten (K1, K3, UF3).
Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS: 120 von 150 Stunden			

Qualifikationsphase (Q2) - LEISTUNGSKURS

Inhaltsfeld Quantenphysik

Kontext und Leitfrage	Inhaltliche Schwerpunkte	Übergeordnete Kompetenzen	Konkretisierte Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...
<p>Erforschung des Photons</p> <p>Besteht Licht doch aus Teilchen?</p> <p>Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p>Licht und Elektronen als Quantenobjekte,</p> <p>Entladung einer Zinkplatte durch UV-Licht (Hg)</p> <p>h-Bestimmung mit Fotozelle</p> <p>Welle-Teilchen-Dualismus,</p> <p>Quantenphysik und klassische Physik</p>	<p>UF2 E6 E7</p>	<p><u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ diskutieren und begründen das Versagen der klassischen Modelle bei der Deutung quantenphysikalischer Prozesse (K4, E6) ➤ legen am Beispiel des Photoeffekts und seiner Deutung dar, dass neue physikalische Experimente und Phänomene zur Veränderung des physikalischen Welt-bildes bzw. zur Erweiterung oder Neubegründung physikalischer Theorien und Modelle führen können (E7), ➤ erläutern die qualitativen Vorhersagen der klassischen Elektrodynamik zur Energie von Photoelektronen (bezogen auf die Frequenz und Intensität des Lichts) (UF2, E3), ➤ erläutern den Widerspruch der experimentellen Befunde zum Photoeffekt zur klassischen Physik und nutzen zur Erklärung die Einstein'sche Lichtquantenhypothese (E6, E1), ➤ ermitteln aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck'sche Wirkungsquantum (E5, E6), <p><u>Kommunikation, Bewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ diskutieren das Auftreten eines Paradigmenwechsels in der Physik am Beispiel der quantenmechanischen Beschreibung von Licht und Elektronen im Vergleich zur Beschreibung mit klassischen Modellen (B2, E7), ➤ beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2),

<p>Röntgenstrahlung, Erforschung des Photons</p> <p>Was ist Röntgenstrahlung?</p> <p>Zeitbedarf: 9 Ustd.</p>	<p>Licht und Elektronen als Quantenobjekte</p>	<p>UF1 E6</p>	<p><u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ beschreiben den Aufbau einer Röntgenröhre (UF1), ➤ erläutern die Bragg-Reflexion an einem Einkristall und leiten die Bragg'sche Reflexionsbedingung her (E6), ➤ deuten die Entstehung der kurzwelligen Röntgenstrahlung als Umkehrung des Photoeffekts (E6), <p><u>Kommunikation, Bewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ führen Recherchen zu komplexeren Fragestellungen der Quantenphysik durch und präsentieren die Ergebnisse (K2, K3),
<p>Erforschung des Elektrons</p> <p>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeins. Modell beschrieben werden?</p> <p>Zeitbedarf: 6 Ustd.</p>	<p>Welle-Teilchen-Dualismus</p> <p>Elektronenbeugungsröhre</p>	<p>UF1 K3</p>	<p><u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ interpretieren experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E1, E5, E6), ➤ erklären die de Broglie-Hypothese am Beispiel von Elektronen (UF1), <p><u>Kommunikation, Bewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2), beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten
<p>Die Welt kleinster Dimensionen – Mikroobjekte und Quantentheorie</p>	<p>Welle-Teilchen-Dualismus und Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Quantenphysik und klassische Physik</p>	<p>UF1 E7</p>	<p><u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Elektronen (UF1, UF4), ➤ ermitteln die Wellenlänge und die Energiewerte von im linearen Potentialtopf gebundenen Elektronen (UF2, E6). erklären die de Broglie-Hypothese am Beispiel von Elektronen (UF1), ➤ erläutern die Aufhebung des Welle-Teilchen-Dualismus durch die

<p>Was ist anders im Mikrokosmos?</p> <p>Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p>Linearer Potentialtopf</p> <p>Wellenfunktion und Aufenthaltswahrscheinlichkeit</p> <p>Heisenberg'sche Unschärferelation</p>		<p>Wahrscheinlichkeitsinterpretation (UF1, UF4),</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ erläutern die Bedeutung von Gedankenexperimenten und Simulationsprogrammen zur Erkenntnisgewinnung bei der Untersuchung von Quantenobjekten (E6, E7). ➤ erläutern bei Quantenobjekten das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (UF1, E3), <p>Kommunikation, Bewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ diskutieren das Auftreten eines Paradigmenwechsels in der Physik am Beispiel der quantenmechanischen Beschreibung von Licht und Elektronen im Vergleich zur Beschreibung mit klassischen Modellen (B2, E7), ➤ stellen anhand geeigneter Phänomene dar, wann Licht durch ein Wellenmodell bzw. ein Teilchenmodell beschrieben werden kann (UF1, K3, B1), ➤ erläutern die Aussagen und die Konsequenzen der Heisenberg'schen Unschärferelation (Ort-Impuls, Energie-Zeit) an Beispielen (UF1, K3), ➤ bewerten den Einfluss der Quantenphysik im Hinblick auf Veränderungen des Weltbildes und auf Grundannahmen zur physikalischen Erkenntnis (B4, E7).
---	---	--	---

Inhaltsfeld Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik			
Kontext und Leitfrage	Inhaltliche Schwerpunkte	Übergeordnete Kompetenzen	Konkretisierte Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...
<p>Geschichte der Atommodelle, Lichtquellen und ihr Licht</p> <p>Wie gewinnt man</p>	<p>Atomaufbau</p> <p>Rutherford'scher Streuversuch</p> <p>Franck-Hertz-Versuch</p>	<p>UF1 E5 E7</p>	<p>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ geben wesentliche Schritte in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis hin zum Kern-Hülle-Modell wieder (UF1), ➤ erklären Linienspektren in Emission und Absorption sowie den Franck-Hertz-Versuch mit der Energiequantelung in der Atomhülle (E5), ➤ stellen die Bedeutung des Franck-Hertz-Versuchs und der Experimente zu Linienspektren in Bezug auf die historische Bedeutung des

Informationen zum Aufbau der Materie? Zeitbedarf: 10 Ustd.	Linienpektren von H		Bohr'schen Atommodells dar (E7). <u>Kommunikation, Bewertung:</u> ➤ formulieren geeignete Kriterien zur Beurteilung des Bohr'schen Atommodells aus der Perspektive der klassischen und der Quantenphysik (B1, B4),
Physik in der Medizin (Bildgebende Verfahren, Radiologie) Wie nutzt man Strahlung in der Medizin? Zeitbedarf: 14 Ustd.	Ionisierende Strahlung, Radioaktiver Zerfall GM-Zählrohr Nebelkammer Absorption von α-, β-, γ-Strahlung (SV) Ablenkung von β-Strahlen im Magnetfeld (SV) Literatur (zur Röntgen-, Neutronen- und Schwerionenstrahlung)	UF3, UF4 E6	<u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</u> ➤ benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6), ➤ erklären die Ablenkbarkeit von ionisierenden Strahlen in elektrischen und magnetischen Feldern sowie die Ionisierungsfähigkeit und Durchdringungsfähigkeit mit ihren Eigenschaften (UF3), ➤ erklären die Entstehung des Bremsspektrums und des charakteristischen Spektrums der Röntgenstrahlung (UF1), ➤ erläutern das Absorptionsgesetz für Gamma-Strahlung, auch für verschiedene Energien (UF3), ➤ stellen die physikalischen Grundlagen von Röntgenaufnahmen und Szintigrammen als bildgebende Verfahren dar (UF4), <u>Kommunikation, Bewertung:</u> ➤ erläutern in allgemein verständlicher Form bedeutsame Größen der Dosimetrie (Aktivität, Energie- und Äquivalentdosis) auch hinsichtlich der Vorschriften zum Strahlenschutz (K3), ➤ beurteilen Nutzen und Risiken ionisierender Strahlung unter verschiedenen Aspekten (B4),
(Erdgeschichtliche) Altersbestimmungen	Radioaktiver Zerfall Nuklidkarte	UF2 E5	<u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</u> ➤ benennen Protonen und Neutronen als Kernbausteine, identifizieren Isotope und erläutern den Aufbau einer Nuklidkarte (UF1), ➤ identifizieren natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte

<p>Wie funktioniert die C14-Methode?</p> <p>Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p>Simulationsprogramm „Moebius“</p> <p>Tabellenkalkulation</p>		<p>Kernumwandlungsprozesse mithilfe der Nuklidkarte (UF2),</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ entwickeln Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit radioaktiver Substanzen (E4, E5), ➤ leiten das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (E6), ➤ bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C14-Methode (UF2), <p><u>Kommunikation, Bewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ nutzen Hilfsmittel, um bei radioaktiven Zerfällen den funktionalen Zusammenhang zwischen Zeit und Abnahme der Stoffmenge sowie der Aktivität radioaktiver Substanzen zu ermitteln (K3),
<p>Energiegewinnung durch nukleare Prozesse</p> <p>Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?</p> <p>Zeitbedarf: 9 Ustd.</p>	<p>Kernspaltung und Kernfusion, Ionisierende Strahlung</p> <p>Videos/Applets zu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kernwaffen - Mausefallenmodell <p>Diagramm über mittlere Bindungsenergie</p>	<p>UF4 B1</p>	<p><u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ erläutern die Entstehung einer Kettenreaktion als relevantes Merkmal für einen selbstablaufenden Prozess im Nuklearbereich (E6), ➤ beschreiben Kernspaltung und Kernfusion unter Berücksichtigung von Bindungsenergien (quantitativ) und Kernkräften (qualitativ) (UF4), <p><u>Kommunikation, Bewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ bewerten den Massendefekt hinsichtlich seiner Bedeutung für die Gewinnung von Energie (B1), ➤ bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1), ➤ beurteilen Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion anhand verschiedener Kriterien (B4), ➤ hinterfragen Darstellungen in Medien hinsichtlich technischer und sicherheitsrelevanter Aspekte der Energiegewinnung durch Spaltung und Fusion (B3, K4).

<p>Forschung am CERN und DESY – Elementarteilchen und ihre fundamentalen Wechselwirkungen</p> <p>Was sind die kleinsten Bausteine der Materie?</p> <p>Zeitbedarf: 11 Ustd.</p>	<p>Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen</p>	<p>UF3 K2</p>	<p><u>Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ systematisieren mithilfe des heutigen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3), ➤ vergleichen das Modell der Austauschteilchen im Bereich der Elementarteilchen mit dem Modell des Feldes (Vermittlung, Stärke und Reichweite der Wechselwirkungskräfte) (E6). ➤ erklären an Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell mithilfe der Heisenberg'schen Unschärferelation und der Energie-Masse-Äquivalenz (UF1). <p><u>Kommunikation, Bewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2),
<p>Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: 89 von 150 Stunden</p>			

Hinweis: In diesem Bereich sind i. d. R. keine bzw. nur in Ausnahmefällen Realexperimente für Schulen möglich. Es sollte daher insbesondere die Möglichkeit genutzt werden, auf geeignete Internetmaterialien zurück zu greifen. Nachfolgend sind einige geeignet erscheinende Internetquellen aufgelistet. Internet-Materialien (Letzter Aufruf Jan 2012):

- CERN-Film zum Standardmodell (sehr übersichtlich):
 - ➔ <http://project-phycsteaching.web.cern.ch/project-phycsteaching/german/kurzvideos/film6.wmv>
 - ➔ Weiter Filme zum Standardmodell im Netz verfügbar (z.B. bei YouTube)
- Einführung in Teilchenphysik (DESY):
 - ➔ <http://teilchenphysik.desy.de/>
 - ➔ <http://kworkquark.desy.de/1/index.html>

- Übungen und Erklärungen zu Ereignisidentifikation (umfangreiche CERN-Internetseite zum Analysieren von (Original-) Eventdisplays) am Computer:
➔ <http://kjende.web.cern.ch/kjende/de/wpath.htm>
- Ausgezeichnete Unterrichtsmaterialien des CERN zur Teilchenphysik:
➔ <http://project-physicsteaching.web.cern.ch/project-physicsteaching/german/>
- Übungen zur Teilchenphysik in der Realität:
➔ <http://physicsmasterclasses.org/neu/>
➔ <http://www.teilchenwelt.de/>
- Naturphänomene und Anregungen für den Physikunterricht:
➔ <http://www.solstice.de>
- ... und vieles mehr:

3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Hinweis:

Um sowohl Transparenz bei Bewertungen als auch in der Vergleichbarkeit von Leistungen zu gewährleisten, sollen durch die Fachgruppe Vereinbarungen zu Bewertungskriterien und deren Gewichtung getroffen werden.

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOST sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Physik hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die nachfolgenden Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

Anforderungsbereiche

Die Leistungsbewertung in der Sekundarstufe II bezieht sich auf die im Kernlehrplan benannten vier Kompetenzbereiche und unterscheidet dabei in Anlehnung an die EPA Physik jeweils die drei verschiedenen Anforderungsbereiche.

Anforderungsbereich I	Reproduktion und die Anwendung einfacher Sachverhalte und Fachmethoden
Anforderungsbereich II	Reorganisation und das Übertragen komplexerer Sachverhalte und Fachmethoden
Anforderungsbereich III	problembezogenes Anwenden und Übertragen komplexer Sachverhalte und Fachmethoden

Die folgende Übersicht zeigt Beispiele, wie Schülerleistungen den Anforderungsbereichen zugeordnet werden können:

Umgang mit Fachwissen

- Wiedergeben von einfachen Daten und Fakten (I)
- Fachgerechtes Wiedergeben und Anwenden von komplexeren Zusammenhängen (II)
- Problembezogenes Verknüpfen von Daten und Fakten mit neuen Fragestellungen (III)
- Wiedergeben von einfachen Gesetzen und Formeln sowie deren Erläuterung (I)
- Verknüpfen von Formeln und Gesetzen eines abgegrenzten Gebietes (II)
- Problembezogenes Einordnen und Nutzen von Wissen in verschiedenen inner- und außerphysikalischen Wissensbereichen (III)

Erkenntnisgewinnung

- Aufbau und Beschreibung eines einfachen Experiments nach vorgelegtem Plan (I)
- Selbstständiger Aufbau und Durchführung eines Experiments (II)
- Planung, Aufbau und Durchführung eines Experiment zu einer vorgegebenen Fragestellung (III)
- Auswertung von Ergebnissen nach bekannten, einfachen Verfahren (I)
- Modellbildung und mathematische Beschreibung physikalischer Phänomene (II)
- Entwickeln und beschreiben alternativer Modelle, Modellelemente und Lösungswege, auch in neuen Kontexten (III)

Kommunikation

- Entnehmen von Informationen aus einfachen Fachtexten (I)
- Strukturieren von Informationen und adressatengerechte Aufarbeitung (II)
- Eigenständiges Recherchieren, Strukturieren, Beurteilen und Aufarbeiten von Informationen mit Bezug auf neue Fragestellungen oder Zielsetzungen (III)
- Darstellen von Sachverhalten in verschiedenen Darstellungsformen als Tabellen, Graphen, Skizzen, Texte, Bilder, Diagramme, Mind-Maps, Concept-Maps, Formeln und Gesetze (I)
- Strukturiertes schriftliches oder mündliches Präsentieren komplexer Sachverhalte (II)
- Analysieren und Einsetzen komplexer Texte und Darstellungen nach eigener Auswahl (III)

Bewertung

- Darstellen von Konflikten und ihren Lösungen in wissenschaftlich-historischen Kontexten (I)
- Übertragung bekannter Problemlösungen auf Konflikte mit physikalisch-technischem Hintergrund (II)
- Angabe möglicher Problemlösungen bei Konflikten mit physikalisch-technischem Hintergrund (III)
- Darstellen von Positionen und Argumenten bei Bewertungen in physikalisch-technischen Zusammenhängen (I)
- Kriteriengeleitetes Abwägen vorliegender Argumente bei Bewertungen in physikalisch-technischen Zusammenhängen und Beziehen eines begründeten Standpunkts (II)
- Bewertung komplexer physikalisch-technischer Zusammenhänge aus verschiedenen Perspektiven und auf der Basis von Sachargumenten (III)

Überprüfungsformen

Im Lehrplan werden Überprüfungsformen angegeben, die Möglichkeiten bieten, Leistungen nach den oben genannten Kriterien im Bereich der „sonstigen Mitarbeit“ oder den Klausuren zu überprüfen. Um abzusichern, dass am Ende der Qualifikationsphase von den Schülerinnen und Schülern alle geforderten Kompetenzen erreicht werden, sind alle Überprüfungsformen notwendig. Besonderes Gewicht wird im Grundkurs auf experimentelle Aufgaben und Aufgaben zur Datenanalyse gelegt.

Lern- und Leistungssituationen

In **Lernsituationen** ist das Ziel der Kompetenzerwerb. Fehler und Umwege dienen den Schülerinnen und Schülern als Erkenntnismittel, den Lehrkräften geben sie Hinweise für die weitere Unterrichtsplanung. Das Erkennen von Fehlern und der konstruktiv-produktive Umgang mit ihnen sind ein wesentlicher Teil des Lernprozesses. Lernsituationen sollen, insbesondere was das Auftreten von Fehlern anbetrifft, - auch für die Lernenden erkennbar - weitgehend beurteilungsfrei bleiben.

Bei **Leistungs- und Überprüfungssituationen** steht der Nachweis der Verfügbarkeit der erwarteten bzw. erworbenen Kompetenzen im Vordergrund.

Lern- und Leistungssituationen sind nicht immer klar voneinander trennbar: So können insbesondere in vorrangig als Lernsituationen zu bezeichnenden Unterrichtsphasen weiterführende Beiträge der Lernenden, die auf früherem Kompetenzerwerb basieren, durchaus entsprechend beurteilt werden.

Sonstige Mitarbeit

Folgende Aspekte können bei der Leistungsbewertung der sonstigen Mitarbeit eine Rolle spielen (die Liste ist nicht abschließend):

- 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 dieser Arbeit
- 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 Experimentalmedien
- fachlich sinnvoller und zielgerichteter Umgang mit Modellen, Hilfsmitteln und Simulationen
- zielgerichtetes Beschaffen von Informationen
- Erstellen von nutzbaren Unterrichtsdokumentationen, ggf. Portfolio
- Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Zielbezogenheit und Adressatengerechtigkeit von Präsentationen, auch mediengestützt
- sachgerechte Kommunikationsfähigkeit in Unterrichtsgesprächen und Kleingruppenarbeiten
- Einbringen kreativer Ideen
- fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Überprüfungen

Folgende Formulierungen können zur Leistungsbewertung im Rahmen der *Sonstigen Mitarbeit* herangezogen werden:

sehr gut	sehr kontinuierliche, ausgezeichnete Mitarbeit, sehr umfangreiche, produktive und kreative Beiträge, kommunikationsfördernd, souveräner Gebrauch der Fachsprache und souveräne Anwendung der physikalischen Kenntnisse und Fähigkeiten
gut	kontinuierliche, gute Mitarbeit, gute und produktive Beiträge, kommunikationsfördernd, sicherer Gebrauch der Fachsprache und sichere Anwendung der physikalischen Grundkenntnisse
befriedigend	durchschnittliche Mitarbeit, kommunikativ, fachlich korrekte Beiträge, meistens sicherer Gebrauch der Fachsprache und sichere Anwendung der physikalischen Grundkenntnisse
ausreichend	selten eigenständige Beteiligung, fachliche Ungenauigkeiten, auch unstrukturierte oder unproduktive Beiträge, kann sich grundlegend in der Fachsprache verständlich machen und physikalische Grundkenntnisse in der Regel anwenden
mangelhaft	nur sporadische Mitarbeit trotz Aufforderung und Hilfsangeboten, schwerwiegende und anhaltende fachliche Defizite, meistens fehlerhafte oder lückenhafte Anwendung der Fachsprache und der physikalischen Grundkenntnisse
ungenügend	keine Beteiligung trotz Aufforderung und Hilfsangeboten, fehlende fachliche Kenntnisse auch in elementaren Grundlagen, kann die Fachsprache nicht anwenden und sich mit ihr verständlich machen, es ist erkennbar, dass die Defizite nicht in absehbarer Zeit behoben werden können

Klausuren

Dauer und Anzahl richten sich nach den Angaben der APO-GOST. In der Einführungsphase soll (in Anzahl und Dauer) das jeweilige dort benannte Minimum gewählt werden.

Die Notenfestsetzung erfolgt nach folgendem Schlüssel:

Leistungsbeurteilung	Erreichte Hilfspunktzahl in %
sehr gut	>85 bis 100
gut	>70 bis 85
befriedigend	>55 bis 70
ausreichend	>40 bis 55
mangelhaft	>20 bis 40
ungenügend	<20

Die Leistungsbewertung in den Klausuren sollte mit der Perspektive schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters zu den Teilleistungen durchgeführt werden. Dieses Kriterienraster soll auch für Schülerinnen und Schüler transparent sein.

Mündliche Abiturprüfungen

Auch für das mündliche Abitur (im 4. Fach oder bei Abweichungs- bzw. Bestehensprüfungen im 1. bis 3. Fach) soll dargelegt werden, wann eine gute oder ausreichende Leistung erreicht wird.

4 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe

Überfachliche Grundsätze:

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

Fachliche Grundsätze:

- 14.) Der Physikunterricht ist problemorientiert und an Kontexten ausgerichtet.
- 15.) Der Physikunterricht ist kognitiv aktivierend und verständnisfördernd.
- 16.) Der Physikunterricht unterstützt durch seine experimentelle Ausrichtung Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern.
- 17.) Der Physikunterricht knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an.
- 18.) Der Physikunterricht stärkt über entsprechende Arbeitsformen kommunikative Kompetenzen.
- 19.) Der Physikunterricht bietet nach experimentellen oder deduktiven Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Reflexion, in denen der Prozess der Erkenntnisgewinnung bewusst gemacht wird.
- 20.) Der Physikunterricht fördert das Einbringen individueller Lösungsideen und den Umgang mit unterschiedlichen Ansätzen. Dazu gehört auch eine positive Fehlerkultur.
- 21.) 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.
- 22.) Der Physikunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen und deren Teilziele für die Schülerinnen und Schüler transparent.
- 23.) Der Physikunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung und des Transfers auf neue Aufgaben und Problemstellungen.

- 24.) Der Physikunterricht bietet die Gelegenheit zum regelmäßigen wiederholenden Üben sowie zu selbstständigem Aufarbeiten von Unterrichtsinhalten.
- 25.) Im Physikunterricht wird ein GTR verwendet. Die Messwertauswertung kann auf diese Weise oder per PC erfolgen.

5 Lehr- und Lernmittel

Für den Physikunterricht in der Sekundarstufe II ist an der Schule derzeit Metzler Physik als Schulbuch eingeführt. Er kann sowohl in der Einführungs- als auch in der Qualifikationsphase verwendet werden.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten die im Unterricht behandelten Inhalte in häuslicher Arbeit nach.

Zu ihrer Unterstützung steht eine Link-Liste „guter“ Adressen, die im Kommentar zu den konkretisierten Unterrichtsvorhaben der Leistungskurse aufgeführt werden, zur Verfügung.

Weiterhin bestehen die Möglichkeiten, dass Schüler/innen Concept-Maps erstellen oder ein Stundenprotokoll anfertigen.

Unterstützende Materialien sind auch im *Lehrplannavigator* des NRW-Bildungsportals angegeben. Verweise darauf finden sich über Links in den HTML-Fassungen des Kernlehrplans. Den *Lehrplannavigator* findet man für das Fach Physik unter:

<http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe/physik/>

6 Entscheidungen zu fach- und 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.

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 eine fachübergreifende Informationsveranstaltung statt. Am LMG erhält jeder Schüler bzw. jede Schülerin eine Informationsbroschüre für die Erstellung einer Facharbeit, die alle relevanten Informationen, auch unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Arbeitsweisen in den Fachbereichen, bereitstellt.

Exkursionen

In der Gymnasialen Oberstufe sollen in Absprache mit der Stufenleitung nach Möglichkeit unterrichtsbegleitende Exkursionen durchgeführt werden. Diese sollen im Unterricht vor- bzw. nachbereitet werden. Die Fachkonferenz hält folgende Exkursionen für sinnvoll:

EF : Besuch eines Science Centers oder des Nanotracks

Q 1: Besuch eines Schülerlabors

Q 2 Besuch einer Physikveranstaltung der Universität z.B. Workshop zur Teilchenwelt (Masterclass) Uni-Dortmund, Bochum oder Aachen

Über die Erfahrungen wird in den Fachkonferenzen berichtet.

7 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.

8 Schlüsselexperimente / Messwertaufnahme

Nr.		Schülerexperiment (S) Demoexperiment (D) Simulation/Applet (A)	Oszilloskop Cassy
1	Wellenphänomene an der Wellenwanne	D	
2	Beugung am Doppelspalt und am Gitter	D	
3	Millikan-Versuch	A	
4	Fadenstrahlrohr (e/m)	D	
5	Photoeffekt	D	
6	Elektronenbeugung (Doppelspalt)	D	
7	Leiterschaukel	D	
8	Modellexperiment: Ohmsche Verluste bei Energietransport	S	
9	Thomsonscher Ringversuch	D	
10	Wirbelstrombremse	A (D)	
11	Linienpektren	D	
12	Franck-Hertz Versuch	D	
13	Röntgenspektren	D	C
14	Spektralanalyse / Flammenfärbung	A	
15	Sonnenspektrum Fraunhoferlinien	A (D)	
16	Absorption (α-, β-, γ-Strahlung)	S	C.
17	Geiger-Müller-Zählrohr	S	O. / C.
18	Michelson Morley	A	
19	Lichtuhr	A	
20	Myonenzerfall	A	
21	Zyklotron	A	
22			
23			
24			
25			

Anhang A Kürzel und Bedeutungen der Übergeordneten Kompetenzen bis zum Ende der Einführungsphase

Umgang mit Fachwissen	Schülerinnen und Schüler können ...
UF1 Wiedergabe	physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,
UF2 Auswahl	zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,
UF3 Systematisierung	physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,
UF4 Vernetzung	Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

Erkenntnisgewinnung	Schülerinnen und Schüler können ...
E1 Probleme und Fragestellungen	in unterschiedlichen Kontexten physikalische Probleme identifizieren, analysieren und in Form physikalischer Fragestellungen präzisieren,
E2 Wahrnehmung und Messung	kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,
E3 Hypothesen	mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten,
E4 Untersuchungen und Experimente	Experimente auch mit komplexen Versuchsplänen und Versuchsaufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien durchführen,
E5 Auswertung	Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,
E6 Modelle	Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,
E7 Arbeits- und Denkweisen	naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

Kommunikation	Schülerinnen und Schüler können ...
K1 Dokumentation	Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten nach gegebenen Strukturen dokumentieren und stimmig rekonstruieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge,
K2 Recherche	in vorgegebenen Zusammenhängen selbstständig physikalisch-technische Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen, auch einfachen historischen, Texten, bearbeiten,
K3 Präsentation	physikalische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal,

	sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen,
K4 Argumentation	physikalische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren.

Bewertung	Schülerinnen und Schüler können ...
B1 Kriterien	bei Bewertungen in naturwissenschaftlich-technischen Zusammenhängen Bewertungskriterien angeben,
B2 Entscheidungen	für Bewertungen in physikalisch-technischen Zusammenhängen kriteriengeleitet Argumente abwägen und einen begründeten Standpunkt beziehen,
B3 Werte und Normen	in bekannten Zusammenhängen Konflikte bei Auseinandersetzungen mit physikalisch-technischen Fragestellungen darstellen sowie mögliche Konfliktlösungen aufzeigen.

Anhang B Kürzel und Bedeutungen der Übergeordneten Kompetenzen bis zum Ende der Qualifikationsphase

Umgang mit Fachwissen	Schülerinnen und Schüler können ...
UF1 Wiedergabe	physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien/ Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,
UF2 Auswahl	zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,
UF3 Systematisierung	physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,
UF4 Vernetzung	Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

Erkenntnisgewinnung	Schülerinnen und Schüler können ...
E1 Probleme und Fragestellungen	in unterschiedlichen Kontexten physikalische Probleme identifizieren, analysieren und in Form physikalischer Fragestellungen präzisieren,
E2 Wahrnehmung und Messung	kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,
E3 Hypothesen	mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten,
E4 Untersuchungen und Experimente	Experimente mit komplexen Versuchsplänen und Versuchsaufbauten, auch historisch bedeutsame Experimente, mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien durchführen,
E5 Auswertung	Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

E6 Modelle	Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,
E7 Arbeits- und Denkweisen	naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

Kommunikation	Schülerinnen und Schüler können ...
K1 Dokumentation	bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden,
K2 Recherche	zu physikalischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen,
K3 Präsentation	physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,
K4 Argumentation	sich mit anderen über physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.

Bewertung	Schülerinnen und Schüler können ...
B1 Kriterien	fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,
B2 Entscheidungen	Auseinandersetzungen und Kontroversen in physikalisch-technischen Zusammenhängen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten,
B3 Werte und Normen	an Beispielen von Konfliktsituationen mit physikalisch-technischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und bewerten,
B4 Möglichkeiten und Grenzen	begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.