

**Schulinterner Lehrplan
zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe
(Sekundarstufe II)**

gültig ab Schuljahr 2014/15

(letzte Überarbeitung: 03/2017)

Physik

Inhalt

1	Die Fachgruppe Physik in der FHS	3
2	Entscheidungen zum Unterricht	3
2.1	Unterrichtsvorhaben	3
2.1.1	<i>Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben</i>	5
2.1.2	<i>Konkretisierte Unterrichtsvorhaben</i>	14
2.2	Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe	34
2.3	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	36
2.4	Lehr- und Lernmittel	39
3	Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen	39
4	Qualitätssicherung und Evaluation	39

1 Die Fachgruppe Physik in der FHS

Das Friedrich-Harkort Gymnasium befindet sich in einer Kleinstadt des Ruhrgebiets. Etwa 80 Lehrerinnen und Lehrer unterrichten die Schülerinnen und Schüler, die vorwiegend aus der Stadt und näheren Umgebung des Schulstandorts stammen.

Ein wesentliches Leitziel der Schule liegt in der naturwissenschaftlichen Förderung über das MINT Programm und in der individuellen Förderung. Die Fachgruppe Physik versucht in besonderem Maße, jeden Lernenden in seiner Kompetenzentwicklung zu fördern und zu fordern. Darüber hinaus wird angestrebt, Interesse an einem naturwissenschaftlich geprägten Studium oder Beruf zu wecken.

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.

Die Ausstattung mit experimentiergeeigneten Fachräumen und mit Materialien ist auf einem guten Wege; schrittweise werden mehr Möglichkeiten für Schülerversuche an geeigneten Stellen geschaffen und der Physikraum wird erneuert werden. Im Fach Physik ist die Erfassung von Daten und Messwerten mit modernen digitalen Medien von wesentlicher Bedeutung. An der Schule existieren zwei Computerräume, die nach Reservierung auch von Physikkursen für bestimmte Unterrichtsprojekte genutzt werden können.

In der Oberstufe ist das Fach Physik in der Regel in der Einführungsphase mit zwei Grundkursen, in der Qualifikationsphase je Jahrgangsstufe mit zwei Grundkursen und einem Leistungskurs vertreten. Der Leistungskurs wird hierbei in Kooperation mit dem städtischen Gymnasium Wetter durchgeführt.

2 Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Unterrichtsvorhaben

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen zu berücksichtigen. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, Lerngelegenheiten für ihre Lerngruppe so anzulegen, dass alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans von den Schülerinnen und Schülern erworben werden können. Die entsprechende Umsetzung erfolgt auf zwei Ebenen: der Übersichts- und der Konkretisierungsebene.

Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.1) 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 sowie in der Fachkonferenz verabredeten verbindlichen Kontexten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Kompetenzen“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen erst auf der Ebene konkretisierter Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung 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 ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant.

Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ einschließlich der dort genannten Kontexte zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppenübertritten und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft

entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausweisung „konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.2, Tabellenspalten 3 und 4) empfehlenden Charakter. Insbesondere Referendarinnen und Referendaren sowie neuen Kolleginnen und Kollegen dienen die konkretisierten Unterrichtsvorhaben vor allem zur standardbezogenen Orientierung in der neuen Schule, aber auch zur Verdeutlichung von unterrichtsbezogenen fachgruppeninternen Absprachen zu didaktisch-methodischen Zugängen, fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen, die im Einzelnen auch den Kapiteln 2.2 bis 2.4 zu entnehmen sind. Abweichungen von den empfohlenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p>Physik und Straßenverkehr</p> <p>Wie lassen sich Bewegungen vermessen und analysieren?</p> <p>Zeitbedarf: 49 Ustd.</p>	<p>Mechanik</p> <p>Kräfte und Bewegungen Energie und Impuls</p>	<p>E7 Arbeits- und Denkweisen K4 Argumentation E5 Auswertung E6 Modelle UF2 Auswahl</p>
<p>Auf dem Weg in den Weltraum</p> <p>Wie kommt man zu physikalischen Erkenntnissen über unser Sonnensystem?</p> <p>Zeitbedarf: 21 Ustd.</p>	<p>Mechanik</p> <p>Gravitation Kräfte und Bewegungen Energie und Impuls</p>	<p>UF4 Vernetzung E3 Hypothesen E6 Modelle E7 Arbeits- und Denkweisen</p>
<p>Wasserwellen</p> <p>Wie lassen sich Wasserwellen physikalisch untersuchen?</p> <p>Zeitbedarf: 10 Ustd.</p>	<p>Mechanik</p> <p>Schwingungen und Wellen Kräfte und Bewegungen Energie und Impuls</p>	<p>E2 Wahrnehmung und Messung UF1 Wiedergabe K1 Dokumentation</p>
<p>Summe Einführungsphase: 80 Stunden</p>		

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p>Erforschung des Photons</p> <p>Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden?</p> <p>Zeitbedarf: 14 Ustd.</p>	<p>Quantenobjekte</p> <p>Photon (Wellenaspekt)</p>	<p>E2 Wahrnehmung und Messung</p> <p>E5 Auswertung</p> <p>K3 Präsentation</p>
<p>Erforschung des Elektrons</p> <p>Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?</p> <p>Zeitbedarf: 21 Ustd.</p>	<p>Quantenobjekte</p> <p>Elektron (Teilchenaspekt)</p>	<p>UF1 Wiedergabe</p> <p>UF3 Systematisierung</p> <p>E5 Auswertung</p> <p>E6 Modelle</p>
<p>Photonen und Elektronen als Quantenobjekte</p> <p>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</p> <p>Zeitbedarf: 9 Ustd</p>	<p>Quantenobjekte</p> <p>Elektron und Photon (Teilchenaspekt, Wellenaspekt)</p> <p>Quantenobjekte und ihre Eigenschaften</p>	<p>E6 Modelle</p> <p>E7 Arbeits- und Denkweisen</p> <p>K4 Argumentation</p> <p>B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>
<p>Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren</p> <p>Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?</p> <p>Zeitbedarf: 12 Ustd.</p>	<p>Elektrodynamik</p> <p>Spannung und elektrische Energie</p> <p>Induktion</p> <p>Spannungswandlung</p>	<p>UF2 Auswahl</p> <p>UF4 Vernetzung</p> <p>E2 Wahrnehmung und Messung</p> <p>E5 Auswertung</p> <p>E6 Modelle</p> <p>K3 Präsentation</p> <p>B1 Kriterien</p>
<p>Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 56 Stunden</p>		

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p>Erforschung des Mikro- und Makrokosmos</p> <p>Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?</p> <p>Zeitbedarf: 13 Ustd.</p>	<p>Strahlung und Materie</p> <p>Energiequantelung der Atomhülle Spektrum der elektromagnetischen Strahlung</p>	<p>UF1 Wiedergabe E5 Auswertung E2 Wahrnehmung und Messung</p>
<p>Mensch und Strahlung</p> <p>Wie wirkt Strahlung auf den Menschen?</p> <p>Zeitbedarf: 9 Ustd.</p>	<p>Strahlung und Materie</p> <p>Kernumwandlungen Ionisierende Strahlung Spektrum der elektromagnetischen Strahlung</p>	<p>UF1 Wiedergabe B3 Werte und Normen B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>
<p>Forschung am CERN und DESY</p> <p>Was sind die kleinsten Bausteine der Materie?</p> <p>Zeitbedarf: 6 Ustd.</p>	<p>Strahlung und Materie</p> <p>Standardmodell der Elementarteilchen</p>	<p>UF3 Systematisierung E6 Modelle</p>
<p>Navigationssysteme</p> <p>Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit?</p> <p>Zeitbedarf: 5 Ustd.</p>	<p>Relativität von Raum und Zeit</p> <p>Konstanz der Lichtgeschwindigkeit Zeitdilatation</p>	<p>UF1 Wiedergabe E6 Modelle</p>
<p>Teilchenbeschleuniger</p> <p>Ist die Masse bewegter Teilchen konstant?</p> <p>Zeitbedarf: 6 Ustd.</p>	<p>Relativität von Raum und Zeit</p> <p>Veränderlichkeit der Masse Energie-Masse Äquivalenz</p>	<p>UF4 Vernetzung B1 Kriterien</p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p>Das heutige Weltbild</p> <p>Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt?</p> <p>Zeitbedarf: 2 Ustd.</p>	<p>Relativität von Raum und Zeit</p> <p>Konstanz der Lichtgeschwindigkeit</p> <p>Zeitdilatation</p> <p>Veränderlichkeit der Masse</p> <p>Energie-Masse Äquivalenz</p>	<p>E7 Arbeits- und Denkweisen</p> <p>K3 Präsentation</p>
Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 41 Stunden		

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p>Physikalische Grundlagen der drahtlosen Nachrichtenübermittlung</p> <p>Wie können Nachrichten ohne Materietransport übermittelt werden?</p> <p>Zeitbedarf: 30 Ustd.</p>	<p>Elektrik</p> <p>Elektromagnetische Schwingungen und Wellen (Doppelspalt, Einfachspalt, Gitter)</p>	<p>UF1 Wiedergabe UF2 Auswahl E4 Untersuchungen und Experimente E5 Auswertung E6 Modelle K3 Präsentation B1 Kriterien B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>
<p>Erforschung des Photons</p> <p>Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden?</p> <p>Zeitbedarf: 8 Ustd.</p>	<p>Quantenobjekte</p> <p>Photon (Wellenaspekt) Photoeffekt phänomenologisch (Welle-Teilchen-Dualismus)</p>	<p>E2 Wahrnehmung und Messung E5 Auswertung K3 Präsentation</p>
<p>Erforschung des Elektrons</p> <p>Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?</p> <p>Zeitbedarf: 46 Ustd.</p>	<p>Elektrik</p> <p>Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern Ablenkröhre, Millikan-Versuch, Fadenstrahlrohr, Stromwaage</p>	<p>UF1 Wiedergabe UF2 Auswahl UF4 Vernetzung E1 Probleme und Fragestellungen E5 Auswertung E6 Modelle K3 Präsentation B1 Kriterien B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>
<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>Elektrodynamik</p> <p>Spannung und elektrische Energie Elektromagnetische Induktion</p>	<p>UF2 Auswahl E6 Modelle B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Photonen und Elektronen als Quantenobjekte</i></p> <p>Besteht Licht doch aus Teilchen? Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</p> <p>Zeitbedarf: 14Ustd.</p>	<p>Quantenphysik</p> <p>Licht und Elektronen als Quantenobjekte: (Photoeffekt quantitativ, Comptoneffekt, Elektronenbeugungsröhre)</p> <p>Welle-Teilchen-Dualismus und Wahrscheinlichkeitsinterpretation</p> <p>Quantenphysik und klassische Physik</p>	<p>UF2 Auswahl</p> <p>E6 Modelle</p> <p>E7 Arbeits- und Denkweisen</p> <p>UF1 Wiedergabe</p> <p>K3 Präsentation</p>
Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS: 120 Stunden		

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Geschichte der Atommodelle</i></p> <p>Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?</p> <p>Zeitbedarf: 12 UStd.</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <p>Atomaufbau Franck-Hertz-Versuch</p>	<p>UF1 Wiedergabe E5 Auswertung E6 Modelle E7 Arbeits- Denkweisen</p>
<p><i>Physik in der Medizin (Bildgebende Verfahren)</i></p> <p>Röntgenstrahlung, Radiologie</p> <p>Entstehung von Röntgenstrahlung und ihr Spektrum, Radioaktiver Zerfall und Strahlung</p> <p>Zeitbedarf: 23 UStd.</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <p>Entstehung von Röntgenstrahlung, Spektrum einer Röntgenröhre Ionisierende Strahlung Radioaktiver Zerfall</p>	<p>UF1 Wiedergabe UF3 Systematisierung UF4 Vernetzung E6 Modelle</p>
<p><i>(Erdgeschichtliche) Altersbestimmung</i></p> <p>Wie funktioniert die C14 Methode?</p> <p>Zeitbedarf: 10 UStd</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <p>Radioaktiver Zerfall</p>	<p>UF2 Auswahl E5 Auswertung</p>
<p><i>Energiegewinnung durch nukleare Prozesse:</i></p> <p>Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?</p> <p>Zeitbedarf: 9 UStd</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <p>Kernspaltung und Kernfusion Ionisierende Strahlung</p>	<p>B1 Kriterien UF4 Vernetzung K2 Recherche</p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Forschung an CERN und DESY – Elementarteilchen und ihre Fundamentale Wechselwirkung</i></p> <p>Was sind die kleinsten Bausteine der Materie?</p> <p>Zeitbedarf: 11 UStd.</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <p>Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen</p>	<p>UF3 Systematisierung K2 Recherche</p>
<p><i>Satellitenavigation – Zeitmessung ist nicht absolut</i></p> <p>Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit?</p> <p>Zeitbedarf : 4 UStd.</p>	<p>Relativitätstheorie</p> <p>Konstanz der Lichtgeschwindigkeit Problem der Gleichzeitigkeit</p>	<p>UF2 Auswahl E6 Modelle</p>
<p><i>Höhenstrahlung</i></p> <p>Warum erreichen Myonen aus der oberen Atmosphäre die Erdoberfläche?</p> <p>Zeitbedarf: 4 UStd.</p>	<p>Relativitätstheorie</p> <p>Zeitdilatation und Längenkontraktion</p>	<p>E5 Auswertung K3 Präsentation</p>
<p><i>Teilchenbeschleuniger - Warum Teilchen aus dem Takt geraten</i></p> <p>Ist die Masse bewegter Teilchen konstant?</p> <p>Zeitbedarf: 8 UStd.</p>	<p>Relativitätstheorie</p> <p>Relativistische Massenzunahme Energie-Masse-Beziehung</p>	<p>UF4 Vernetzung B1 Kriterien</p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<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>Relativitätstheorie</p> <p>Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung</p>	<p>K3 Präsentation</p>
<p>Das heutige Weltbild</p> <p>Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt?</p> <p>Zeitbedarf: 4 Ustd.</p>	<p>Relativitätstheorie</p> <p>Konstanz der Lichtgeschwindigkeit</p> <p>Problem der Gleichzeitigkeit</p> <p>Zeitdilatation und Längenkontraktion</p> <p>Relativistische Massenzunahme</p> <p>Energie-Masse-Beziehung</p> <p>Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung</p>	<p>B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>
<p>Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: 89 Stunden</p>		

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

2.1.2.1 Einführungsphase

Inhaltsfeld: Mechanik

Kontext: Physik und Straßenverkehr

Leitfrage: Wie lassen sich Bewegungen vermessen, analysieren und optimieren?

Inhaltliche Schwerpunkte: Kräfte und Bewegungen, Energie und Impuls

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können ...

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen

(K4) physikalische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren.

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
Aristoteles vs. Galilei Beschreibung von Bewegungen im Alltag und im Straßenverkehr (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> entnehmen Kernaussagen zu naturwissenschaftlichen Positionen zu Beginn der Neuzeit aus einfachen historischen Texten (K2, K4). stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7), 	Textauszüge Weltmodelle (z.B. Impulse EF, S. 78-80)	Einstieg über „Wettrennen“ : Wer ist schneller? Woran kann man das festmachen? Analyse alltäglicher Bewegungsabläufe Betrachtung aus verschiedenen Bezugssystemen Historischer Exkurs Weltmodelle Diskussion von Alltagsvorstellungen und physikalischen Konzepten Vergleich der Vorstellungen von z.B. geozentrisch, heliozentrisch, Neuzeit
<i>Beschreibung und Analyse von linearen Bewegungen</i> (21 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen (UF2) vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung 	Luftkissenfahrbahn mit digitaler / analoger Messwerterfassung: Schülerübungen mit den Mechanik-Kästen	Unterscheidung von gleichförmigen und beschleunigten Bewegungen. Erarbeitung der Bewegungsgesetze der gleichförmigen Bewegung

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
	<p>bzw. Vektoraddition (E1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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), ▪ 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), ▪ 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>Messreihe zur gleichmäßig beschleunigten Bewegung</p> <p>Freier Fall</p> <p>Horizontaler Wurf (Autounfall: Fahrt über Klippe)</p>	<p>Untersuchung gleichmäßig beschleunigter Bewegungen im Labor</p> <p>Kennzeichen von Laborexperimenten im Vergleich zu natürlichen Vorgängen besprechen, Ausschalten bzw. Kontrolle bzw. Vernachlässigen von Störungen</p> <p>Erarbeitung der Bewegungsgesetze der gleichmäßig beschleunigten Bewegung Erstellung von t-s- und t-v-Diagrammen (auch mithilfe digitaler Hilfsmittel), die Interpretation und Auswertung derartiger Diagramme sollte intensiv geübt werden.</p> <p>Planung von Experimenten durch die Schüler Schlussfolgerungen bezüglich des Einflusses der Körpermasse bei Fallvorgängen, auch die Argumentation von Galilei ist besonders gut geeignet, um Argumentationsmuster in Physik explizit zu besprechen</p> <p>Wesentlich: Erarbeitung des Superpositionsprinzips (Komponentenzerlegung und Addition vektorieller Größen) Herleitung der Gleichung für die Bahnkurve nur optional</p>
<p><i>Newton'sche Gesetze, Kräfte und Bewegung</i> (10 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) ▪ entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E1) ▪ reflektieren Regeln des Experimentierens in der Planung und Auswertung von Versuchen (u. a. Zielorientierung, Sicherheit, Variablenkontrolle, Kontrolle von Störungen und Fehlerquellen) (E2, E4) ▪ geben Kriterien (u.a. Objektivität, Reproduzierbarkeit, Widerspruchsfreiheit, Überprüfbarkeit) an, um 	<p>Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung:</p> <p>Messung der Beschleunigung eines Körpers in Abhängigkeit von der beschleunigenden Kraft</p> <p>Schiefe Ebene</p> <p>Protokolle: Funktionen und Anforderungen</p>	<p>Erarbeitung des Newton'schen Bewegungsgesetzes</p> <p>Kraft als vektorielle Größe / Komponentenzerlegung (Kräfteparallelogramm, Berechnung über die Winkelfunktionen)</p> <p>Berechnung von Kräften und Beschleunigungen im Straßenverkehr, Einfluss von Reibungskräften</p>

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
	<p>die Zuverlässigkeit von Messergebnissen und physikalischen Aussagen zu beurteilen, und nutzen diese bei der Bewertung von eigenen und fremden Untersuchungen (B1),</p>		
<p><i>Energie, Leistung und Impuls</i> (16 Ustd.)</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) ▪ analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (E1, UF1) ▪ verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6) ▪ beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1) ▪ begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (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>Einsatz des GTR zur Bestimmung des Integrals Fadenpendel (Schaukel)</p> <p>Luftkissenfahrbahn oder Schülerfahrbahn mit digitaler Messwertfassung: Messreihen zu elastischen und unelastischen Stößen</p>	<p>Begriffe der Arbeit und der Energie aus der SI aufgreifen und wiederholen Deduktive Herleitung der Formeln für die mechanischen Energiearten aus den Newton'schen Gesetzen und der Definition der Arbeit Energieerhaltung an Beispielen (Pendel, Feder) erarbeiten und für Berechnungen nutzen Energetische Analysen in verschiedenen Sportarten (z.B. Trampolin) Begriff des Impulses und Impuls als Erhaltungsgröße Elastischer und inelastischer Stoß auch an anschaulichen Beispielen aus dem Straßenverkehr (z.B. Autounfall)</p>

Kontext: Auf dem Weg in den Weltraum

Leitfrage: Wie kommt man zu physikalischen Erkenntnissen über unser Sonnensystem?

Inhaltliche Schwerpunkte: Gravitation, Kräfte und Bewegungen, Energie und Impuls

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- (E3) mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten,
- (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,
- (E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
<i>Aristotelisches Weltbild, Kopernikanische Wende</i> (1 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7), 	Wiederholung aus dem Lehrbuch: Geozentrisches und heliozentrisches Planetenmodell	Einstieg über Film / Sonnenfinsternis / Sternwarte... Fazit: „Kreisbewegungen“ bestimmen die Planetenbahnen
<i>Kreisbewegungen</i> (8 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ analysieren und berechnen auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6), 	Messung der Zentralkraft An dieser Stelle kann das experimentell-erkundende Verfahren und das deduktive Verfahren zur Erkenntnisgewinnung am Beispiel der Herleitung der Gleichung für die Zentripetalkraft als zwei wesentliche Erkenntnismethoden der Physik bearbeitet werden.	Beschreibung von gleichförmigen Kreisbewegungen, Winkelgeschwindigkeit, Periode, Bahngeschwindigkeit, Frequenz Experimentell-erkundende Erarbeitung der Formeln für Zentripetalkraft und Zentripetalbeschleunigung: Herausstellen der Notwendigkeit der Konstanthaltung der restlichen Größen bei der experimentellen Bestimmung einer von mehreren anderen Größen abhängigen physikalischen Größe (hier bei der Bestimmung der Zentripetalkraft in Abhängigkeit von der Masse des rotierenden Körpers) Fakultativ: Deduktion der Formel für die Zentripetalbeschleunigung Massenbestimmungen im Planetensystem, Fluchtgeschwindigkeiten

Unterrichtsvorhaben in der Einführungsphase: Kontext „Auf dem Weg in den Weltraum“

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
			Bahnen von Satelliten und Planeten
<i>Newton'sches Gravitationsgesetz, Gravitationsfeld</i> (6 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben Wechselwirkungen im Gravitationsfeld und verdeutlichen den Unterschied zwischen Feldkonzept und Kraftkonzept (UF2, E6), 	Arbeit mit dem Lehrbuch, Recherche im Internet Evt. Cavendish	Newton'sches Gravitationsgesetz Feldbegriff diskutieren, Definition der Feldstärke über Messvorschrift „Kraft auf Probekörper“
<i>Impuls und Impulserhaltung, Rückstoß</i> (6 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6) erläutern unterschiedliche Positionen zum Sinn aktueller Forschungsprogramme (z.B. Raumfahrt, Mobilität) und beziehen Stellung dazu (B2, B3). 	Skateboards und Medizinball Wasserrakete Raketentriebwerke für Modellraketen Recherchen zu aktuellen Projekten von ESA und DLR, auch zur Finanzierung	Impuls und Rückstoß Bewegung einer Rakete im luftleeren Raum Untersuchungen mit einer Wasserrakete Debatte über wissenschaftlichen Wert sowie Kosten und Nutzen ausgewählter Programme

Kontext: Wasserwellen

Leitfrage: Wie lassen sich Wasserwellen physikalisch untersuchen?

Inhaltliche Schwerpunkte: Schwingungen und Wellen

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien/Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(K1) Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten nach gegebenen Strukturen dokumentieren und stimmig rekonstruieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
<i>Entstehung und Ausbreitung von Wasserwellen</i> (4 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> erklären qualitativ die Ausbreitung mechanischer Wellen (Transversal- oder Longitudinalwelle) mit den Eigenschaften des Ausbreitungsmediums (E6), 	Wellenwanne Magnetrollen Projektion Federschwingung und Kreisbewegung	Erarbeitung der Grundgrößen zur Beschreibung von Schwingungen und Wellen: Frequenz (Periode) und Amplitude mittels Analogiebetrachtung zur Kreisbewegung
<i>Modelle der Wellenausbreitung</i> (4 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben Schwingungen und Wellen als Störungen eines Gleichgewichts und identifizieren die dabei auftretenden Kräfte (UF1, UF4), 	Lange Schraubenfeder, Wellenwanne / Schülerübungen	Entstehung von Longitudinal- und Transversalwellen Ausbreitungsmedium, Möglichkeit der Ausbreitung longitudinaler. bzw. transversaler Schallwellen in Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern
<i>Erzwungene Schwingungen und Resonanz</i> (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> erläutern das Auftreten von Resonanz mithilfe von Wechselwirkung und Energie (UF1). 	Stimmgabeln	Resonanz (auch Tacoma-Bridge, Millennium-Bridge) Resonanzkörper von Musikinstrumenten

2.1.2.2 Qualifikationsphase: Grundkurs

Inhaltsfeld: Quantenobjekte (GK)

Kontext: Erforschung des Photons

Leitfrage: Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Photon (Wellenaspekt)

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden
- (E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern
- (K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
<i>Beugung und Interferenz Lichtwellenlänge, Lichtfrequenz, Kreiswellen, ebene Wellen, Beugung, Brechung</i> (12 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ veranschaulichen mithilfe der <i>Wellenwanne</i> qualitativ unter Verwendung von Fachbegriffen auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Beugung, Interferenz, Reflexion und Brechung (K3) ▪ bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit <i>Doppelspalt</i> und <i>Gitter</i> (E5), 	Doppelspalt und Gitter, Wellenwanne quantitative Experimente mit Laserlicht	Ausgangspunkt: Beugung von Laserlicht Modellbildung mit Hilfe der Wellenwanne (ggf. als Schülerpräsentation) Bestimmung der Wellenlängen von Licht mit Doppelspalt und Gitter Sehr schön sichtbare Beugungsphänomene finden sich vielfach bei Meereswellen (s. Google-Earth)
<i>Quantelung der Energie von Licht, Austrittsarbeit</i> (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ demonstrieren anhand eines <i>Experiments zum Photoeffekt</i> den Quantencharakter von Licht und bestimmen den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen sowie die Austrittsarbeit der Elektronen (E5, E2), 	Photoeffekt Hallwachsversuch Vakuumphotозelle	Bestimmung des Planck'schen Wirkungsquantums und der Austrittsarbeit Hinweis: Formel für die max. kinetische Energie der Photoelektronen wird zunächst vorgegeben. Der Zusammenhang zwischen Spannung, Ladung und Überführungsarbeit wird ebenfalls vorgegeben und nur plausibel gemacht. Er muss an dieser Stelle nicht grundlegend hergeleitet werden

Kontext: Erforschung des Elektrons

Leitfrage: Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektron (Teilchenaspekt)

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,
- (UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,
- (E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,
- (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen.

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
<i>Elektronen im elektrischen Feld, Elementarladung</i> (12 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ erläutern anhand einer vereinfachten Version des <i>Millikanversuchs</i> die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1, E5) ▪ untersuchen, ergänzend zum Realexperiment, Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten (E6). ▪ definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2) ▪ 	schwebender Wattebausch Plattenkondensator Millikanversuch Auch als Simulation möglich Ablenkkröhre	Begriff des elektrischen Feldes in Analogie zum Gravitationsfeld besprechen, Definition der Feldstärke über die Kraft auf einen Probekörper, in diesem Fall die Ladung Homogenes elektrisches Feld im Plattenkondensator, Zusammenhang zwischen Feldstärke im Plattenkondensator, Spannung und Abstand der Kondensatorplatten vorgeben und durch Auseinanderziehen der geladenen Platten demonstrieren Bestimmung der Elementarladung Bewegung von Elektronen im elektrischen Feld Definition der Spannung und Erläuterung anhand von Beispielen für Energieumwandlungsprozesse bei Ladungstransporten, Anwendungsbeispiele.
<i>Elektronen im magnetischen Feld, Elektronenmasse</i> (7 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 <i>Fadenstrahlrohr</i> (Ener- 	bewegter Leiter im (homogenen) Magnetfeld „ Leiterschaukelversuch “ Deduktive Herleitung der Beziehung zwischen U , v und B . auch Ablenkung des Strahls mit Permanentmagneten (Lorentzkraft)	Einführung der 3-Finger-Regel und Angabe der Gleichung für die Lorentzkraft: Einführung des Begriffs des magnetischen Feldes (in Analogie zu den beiden anderen Feldern durch Kraft auf Probekörper, in diesem Fall bewegte Ladung oder stromdurchflossener Leiter) und des Zusammenhangs zwischen magnetischer Kraft, Leiterlänge und Stromstärke.

Unterrichtsvorhaben in der Qualifikationsphase im Grundkurs: Kontext „Erforschung des Elektrons“

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
	gie der Elektronen, Lorentzkraft) mathematisch, variieren Parameter und leiten dafür deduktiv Schlussfolgerungen her, die sich experimentell überprüfen lassen, und ermitteln die Elektronenmasse (E6, E3, E5),	evtl. Stromwaage Messung der Stärke von Magnetfeldern mit der Hallsonde <i>e/m</i> -Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr und Helmholtzspulenpaar	Vertiefung des Zusammenhangs zwischen Spannung, Ladung und Überführungsarbeit am Beispiel Elektronenkanone.

Kontext: Photonen und Elektronen als Quantenobjekte

Leitfrage: Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektron und Photon (Teilchenaspekt, Wellenaspekt), Quantenobjekte und ihre Eigenschaften

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,
- (E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.
- (K4) sich mit anderen über physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.
- (B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
<i>Streuung von Elektronen an Festkörpern, de Broglie-Wellenlänge</i> (5 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ erläutern die Aussage der de Broglie-Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes beim <i>Elektronenbeugungsexperiment</i> an und bestimmen die Wellenlänge der Elektronen (UF1, UF2, E4). 	Experiment zur Elektronenbeugung an polykristallinem Graphit	Veranschaulichung der Bragg-Bedingung analog zur Gitterbeugung
<i>Licht und Materie</i> (4 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7) ▪ 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). 	Computersimulation Doppelspalt Photoeffekt	Reflexion der Bedeutung der Experimente für die Entwicklung der Quantenphysik

Inhaltsfeld: Elektrodynamik (GK)

Kontext: Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren

Leitfrage: Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Spannung und elektrische Energie, Induktion, Spannungswandlung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,
- (UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- (E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,
- (E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,
- (E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,
- (K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,
- (B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
<p>Wandlung von mechanischer in elektrische Energie: Elektromagnetische Induktion Induktionsspannung Lenz'sche Regel</p> <p>(8 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ erläutern am Beispiel der <i>Leiterschaukel</i> das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1, E6) ▪ bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6), ▪ werten Messdaten, die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. mit einem <i>Messwerterfassungssystem</i> gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5). ▪ erläutern das Entstehen sinusförmiger Wechsel- 	<p>Messung und Registrierung von Induktionsspannungen mit Oszilloskop und digitalem Messwerterfassungssystem</p> <p>Thomson'scher Ringversuch diverse technische und spielerische Anwendungen, z.B. Dämpfungselement an einer Präzisionswaage, Wirbelstrombremse, „fallender Magnet“ im Alu-Rohr.</p>	<p>Das Entstehen einer Induktionsspannung bei bewegtem Leiter im Magnetfeld wird mit Hilfe der Lorentzkraft erklärt, eine Beziehung zwischen Induktionsspannung, Leitergeschwindigkeit und Stärke des Magnetfeldes wird (deduktiv) hergeleitet.</p> <p>Die an der Leiterschaukel registrierten (zeitabhängigen) Induktionsspannungen werden mit Hilfe der hergeleiteten Beziehung auf das Zeit-Geschwindigkeit-Gesetz des bewegten Leiters zurückgeführt</p> <p>Der Zusammenhang zwischen induzierter Spannung und zeitlicher Veränderung der senkrecht vom Magnetfeld durchsetzten Fläche wird „deduktiv“ erschlossen.</p>

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
	<p>spannungen in Generatoren (E2, E6)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ führen Induktionserscheinungen an einer <i>Leiterschleife</i> auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4) ▪ erläutern anhand des <i>Thomson’schen Ringversuchs</i> die Lenz’sche Regel (E5, UF4) 		<p>Ausgehend von kognitiven Konflikten bei den Ringversuchen wird die Lenz’sche Regel erarbeitet Erarbeitung von Anwendungsbeispielen zur Lenz’schen Regel (z.B. Wirbelstrombremse bei Fahrzeugen oder an der Kreissäge)</p>
<p><i>Nutzbarmachung elektrischer Energie durch „Transformation“ Transformator</i> (4 Ustd.)</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) ▪ ermitteln die Übersetzungsverhältnisse von Spannung und Stromstärke beim <i>Transformator</i> (UF1, UF2) ▪ geben Parameter von Transformatoren zur gezielten Veränderung einer elektrischen Wechselspannung an (E4), 	<p>Internetquellen, Lehrbücher, Firmeninformationen, Filme und Applets zum Generatorprinzip Experimente mit drehenden Leiterschleifen in (näherungsweise homogenen) Magnetfeldern, Wechselstromgeneratoren</p>	<p>Hier bietet es sich an, arbeitsteilige Präsentationen auch unter Einbezug von Realexperimenten anfertigen zu lassen. Der Transformator wird eingeführt und die Übersetzungsverhältnisse der Spannungen experimentell ermittelt.</p>

Inhaltsfeld: Strahlung und Materie (GK)

Kontext: Erforschung des Mikro- und Makrokosmos

Leitfrage: Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Energiequantelung der Atomhülle, Spektrum der elektromagnetischen Strahlung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern
- (E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern
- (E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Kern-Hülle-Modell (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ erläutern, vergleichen und beurteilen Modelle zur Struktur von Atomen und Materiebausteinen (E6, UF3, B4), 	Literaturrecherche, Schulbuch	Ausgewählte Beispiele für Atommodelle
Energieniveaus der Atomhülle (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ erklären die Energie absorbierter und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (UF1, E6), 	Erzeugung von Linienpektren mithilfe von Gasentladungslampen	Deutung der Linienpektren
Quantenhafte Emission und Absorption von Photonen (5Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ erläutern die Bedeutung von <i>Flammenfärbung und Linienpektren bzw. Spektralanalyse</i>, die Ergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuches</i> sowie die <i>charakteristischen Röntgenspektren</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7) 	Franck-Hertz-Versuch	Es kann das Bohr'sche Atommodell angesprochen werden (ohne Rechnungen)

Unterrichtsvorhaben in der Qualifikationsphase im Grundkurs: Kontext „Erforschung des Mikro- und Makrokosmos“

<p>Röntgenstrahlung (3 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ erläutern die Bedeutung von <i>Flammenfärbung und Linienspektren bzw. Spektralanalyse</i>, die Ergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuches</i> sowie die <i>charakteristischen Röntgenspektren</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7), 	<p>Aufnahme von Röntgenspektren (kann mit interaktiven Bildschirmexperimenten (IBE) oder Lehrbuch geschehen, falls keine Schulröntgeneinrichtung vorhanden ist)</p>	<p>Im Zuge der „Elemente der Quantenphysik“ kann die Röntgenstrahlung bereits als Umkehrung des Photoeffekts bearbeitet werden Mögliche Ergänzungen: Bremspektrum mit h-Bestimmung / Bragg-Reflexion</p>
<p>Sternspektren und Fraunhoferlinien (2 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ interpretieren Spektraltafeln des Sonnenspektrums im Hinblick auf die in der Sonnen- und Erdatmosphäre vorhandenen Stoffe (K3, K1) ▪ erklären Sternspektren und Fraunhoferlinien (UF1, E5, K2) ▪ stellen dar, wie mit spektroskopischen Methoden Informationen über die Entstehung und den Aufbau des Weltalls gewonnen werden können (E2, K1) 	<p>evt. Flammenfärbung Darstellung des Sonnenspektrums mit seinen Fraunhoferlinien Spektralanalyse</p>	<p>Durchstrahlung einer Na-Flamme mit Na- und Hg-Licht (Schattenbildung)</p>

Kontext: Mensch und Strahlung

Leitfrage: Wie wirkt Strahlung auf den Menschen?

Inhaltliche Schwerpunkte: Kernumwandlungen, Ionisierende Strahlung, Spektrum der elektromagnetischen Strahlung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,
- (B3) an Beispielen von Konfliktsituationen mit physikalisch-technischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und bewerten,
- (B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Strahlungsarten (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ unterscheiden α-, β-, γ-Strahlung und Röntgenstrahlung sowie Neutronen- und Schwerionenstrahlung (UF3) ▪ erläutern den Nachweis unterschiedlicher Arten ionisierender Strahlung mithilfe von Absorptionsexperimenten (E4, E5) ▪ bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1, B3) 	<p>Recherche</p> <p>Absorptionsexperimente zu α-, β-, γ-Strahlung</p>	Wiederholung und Vertiefung aus der Sek. I
Elementumwandlung (1 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungsprozesse (UF1, K1), 	Nuklidkarte	
Detektoren (3 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ erläutern den Aufbau und die Funktionsweise von Nachweisgeräten für ionisierende Strahlung (<i>Geiger-Müller-Zählrohr</i>) und bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (UF1, E2), 	Geiger-Müller-Zählrohr evt. Nebelkammer	
Biologische Wirkung ionisierender Strahlung und Energieaufnahme im menschli-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ beschreiben Wirkungen von ionisierender und elektromagnetischer Strahlung auf Materie und lebende Organismen (UF1) ▪ bereiten Informationen über wesentliche biolo- 	ggf. Einsatz eines Films / eines Videos	Sinnvolle Beispiele sind die Nutzung von ionisierender Strahlung zur Diagnose und zur Therapie bei Krankheiten des Menschen (von Lebewesen) sowie zur Kontrolle technische Anlagen.

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
chen Gewebe Dosimetrie (3 Ustd.)	gisch-medizinische Anwendungen und Wirkungen von ionisierender Strahlung für unterschiedliche Adressaten auf (K2, K3, B3, B4) <ul style="list-style-type: none"> ▪ begründen in einfachen Modellen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, UF4) ▪ erläutern das Vorkommen künstlicher und natürlicher Strahlung, ordnen deren Wirkung auf den Menschen mithilfe einfacher dosimetrischer Begriffe ein und bewerten Schutzmaßnahmen im Hinblick auf die Strahlenbelastungen des Menschen im Alltag (B1, K2) ▪ bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung physikalischer Prozesse, u. a. von ionisierender Strahlung, auf der Basis medizinischer, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Gegebenheiten (B3, B4) ▪ bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung ionisierender Strahlung unter Abwägung unterschiedlicher Kriterien (B3, B4) 		Erläuterung von einfachen dosimetrischen Begriffen: Aktivität, Energiedosis, Äquivalentdosis eventuell: Zerfallsreihen, Altersbestimmung

Kontext: Forschung am CERN und DESY

Leitfrage: Was sind die kleinsten Bausteine der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Standardmodell der Elementarteilchen

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Kernbausteine und Elementarteilchen (4 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ erläutern mithilfe des aktuellen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3, E6) ▪ erklären an einfachen Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell (UF1) ▪ recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2). 	<p>In diesem Bereich sind i. d. R. keine Realexperimente für Schulen möglich.</p> <p>Es z.B. kann auf Internetseiten des CERN und DESY zurückgegriffen werden.</p>	<p>Mögliche Schwerpunktsetzung: Paarerzeugung, Paarvernichtung,</p>
(Virtuelles) Photon als Austauschteilchen der elektromagnetischen Wechselwirkung Konzept der Austauschteilchen vs. Feldkonzept (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ vergleichen in Grundprinzipien das Modell des Photons als Austauschteilchen für die elektromagnetische Wechselwirkung exemplarisch für fundamentale Wechselwirkungen mit dem Modell des Feldes (E6). 	Lehrbuch, Animationen	Veranschaulichung der Austauschwechselwirkung mithilfe geeigneter mechanischer Modelle, auch Problematik dieser Modelle thematisieren

Inhaltsfeld: Relativität von Raum und Zeit (GK)

Kontext: Navigationssysteme

Leitfrage: Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit?

Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Zeitdilatation

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Relativität der Zeit (5 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ interpretieren das Michelson-Morley-Experiment als ein Indiz für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4) ▪ erklären anschaulich mit der Lichtuhr grundlegende Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie und ermitteln quantitativ die Formel für die Zeitdilatation (E6, E7) ▪ erläutern qualitativ den Myonenzerfalls in der Erdatmosphäre als experimentellen Beleg für die von der Relativitätstheorie vorhergesagte Zeitdilatation (E5, UF1) ▪ erläutern die relativistische Längenkontraktion über eine Plausibilitätsbetrachtung (K3) ▪ begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten, dass eine additive Überlagerung von Geschwindigkeiten nur für „kleine“ Geschwindigkeiten gilt (UF2) ▪ erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1) 	Experiment von Michelson und Morley (Computersimulation) Lichtuhr (Gedankenexperiment / Computersimulation) Myonenzerfall (Experimentepool der Universität Wuppertal)	Ausgangsproblem: Exaktheit der Positionsbestimmung mit Navigationssystemen Begründung der Hypothese von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit mit dem Ausgang des Michelson-Morley-Experiments Herleitung der Formel für die Zeitdilatation am Beispiel einer „bewegten Lichtuhr“. Der Myonenzerfall in der Erdatmosphäre dient als experimentelle Bestätigung der Zeitdilatation. Betrachtet man das Bezugssystem der Myonen als ruhend, kann die Längenkontraktion der Atmosphäre plausibel gemacht werden. Die Formel für die Längenkontraktion wird angegeben.

Kontext: Teilchenbeschleuniger

Leitfrage: Ist die Masse bewegter Teilchen konstant?

Inhaltliche Schwerpunkte: Veränderlichkeit der Masse, Energie-Masse Äquivalenz

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
„Schnelle“ Ladungsträger in E- und B-Feldern (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ erläutern die Funktionsweise eines Zyklotrons und argumentieren zu den Grenzen einer Verwendung zur Beschleunigung von Ladungsträgern bei Berücksichtigung relativistischer Effekte (K4, UF4) 	Zyklotron (in einer Simulation mit und ohne Massenveränderlichkeit)	Der Einfluss der Massenzunahme wird in der Simulation durch das „Aus-dem-Takt-Geraten“ eines beschleunigten Teilchens im Zyklotron ohne Rechnung veranschaulicht.
Ruhemasse und dynamische Masse (4 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ erläutern die Energie-Masse Äquivalenz (UF1) ▪ zeigen die Bedeutung der Beziehung $E=mc^2$ für die Kernspaltung und -fusion auf (B1, B3) 	Film / Video	Die Formeln für die dynamische Masse und $E=mc^2$ werden als deduktiv herleitbar angegeben. Erzeugung und Vernichtung von Teilchen, Hier können Texte und Filme zu Hiroshima und Nagasaki eingesetzt werden.
6 Ustd.	Summe		

Kontext: Das heutige Weltbild

Leitfrage: Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt?

Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Zeitdilatation, Veränderlichkeit der Masse, Energie-Masse Äquivalenz

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

Inhalt (Ustd. à 45 min)	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Gegenseitige Bedingung von Raum und Zeit (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ diskutieren die Bedeutung von Schlüsselexperimenten bei physikalischen Paradigmenwechseln an Beispielen aus der Relativitätstheorie (B4, E7), ▪ beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3) 	Lehrbuch, Film / Video	
2 Ustd.	Summe		

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

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Physik die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen. Die Grundsätze 1 bis 14 beziehen sich auf fachübergreifende Aspekte, die Grundsätze 15 bis 26 sind fachspezifisch angelegt.

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 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 ein GTR oder ein CAS verwendet. Die Messwertauswertung kann auf diese Weise oder per PC erfolgen.

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

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.

Überprüfungsformen

In Kapitel 3 des KLP Physik Lehrplan werden Überprüfungsformen angegeben, die Möglichkeiten bieten, Leistungen 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.

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

Beurteilungsbereich 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

Beurteilungsbereich Klausuren

Verbindliche Absprache:

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

Für Aufgabenstellungen mit experimentellem Anteil gelten die Regelungen, die in Kapitel 3 des KLP formuliert sind.

Dauer und Anzahl richten sich nach den Angaben der APO-GOST.

In der Qualifikationsphase werden die Notenpunkte durch äquidistante Unterteilung der Notenbereiche (mit Ausnahme des Bereichs ungenügend) erreicht. Die Leistungsbewertung in den **Klausuren** wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters zu den Teilleistungen durchgeführt. Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 50 % der Hilfspunkte erteilt werden. Von dem Zuordnungsschema kann abgewichen werden, wenn sich z.B. besonders originelle Teillösungen nicht durch Hilfspunkte gemäß den Kriterien des Erwartungshorizonts abbilden lassen oder eine Abwertung wegen besonders schwacher Darstellung angemessen erscheint.

Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung

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

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

Mündliche Abiturprüfungen

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

2.4 Lehr- und Lernmittel

Für den Physikunterricht in der Sekundarstufe II ist an der Schule derzeit ein Schulbuch eingeführt, welches jedoch in der nächsten Zeit hinsichtlich der G8 Reform verändert werden muss.

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

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

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

3 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.

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.