**Schulinterner Lehrplan des KWG Höxter**

**zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe**

**Physik**

**Entwurf – Stand: 04.08.2023**

**Inhalt**

Seite

1 Die Fachgruppe Physik im KWG Höxter 3

2 Entscheidungen zum Unterricht 4

2.1 Unterrichtsvorhaben 4

2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben 6

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben 13

2.1.2.1 Einführungsphase 13

2.1.2.2 Qualifikationsphase: Grundkurs 20

2.1.2.3 Qualifikationsphase: Leistungskurs 36

2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe 68

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung 70

2.4 Lehr- und Lernmittel 74

3 Qualitätssicherung und Evaluation 75

Anhang 1 Advance Organizer „Photovoltaik“ (GK Q1) 79

# 1 Die Fachgruppe Physik im KWG Höxter

Das König-Wilhelm-Gymnasium Höxter liegt ganz am östlichen Rand Nordrhein-Westfalens. Zurzeit etwa 70 Lehrerinnen und Lehrer unterrichten knapp 700 Schülerinnen und Schüler

Die Fachgruppe Physik versucht in besonderem Maße, jeden Lernenden in seiner Kompetenzentwicklung möglichst weit zu bringen und Interesse an einem naturwissenschaftlich geprägten Studium oder Beruf zu wecken. In diesem Rahmen sollen u.a. Schülerinnen und Schüler mit besonderen Stärken im Bereich Physik unterstützt werden. Dieses drückt sich in AG-Angeboten (Physik AG in Kooperation mit dem HEx-Lab Höxter) ebenso aus wie in der angestrebten regelmäßigen Teilnahme von Schülergruppen an Wettbewerben wie *Jugend forscht*, der *Physikolympiade* oder dem *physikalischen Adventskalender.*

Die Ausstattung mit experimentiergeeigneten Fachräumen und mit Materialien ist zufriedenstellend. Der Etat für Neuanschaffungen und Reparaturen ist nicht üppig, aber gerade ausreichend. Schrittweise sollen mehr Möglichkeiten für Schülerversuche an geeigneten Stellen geschaffen werden. Darüber hinaus setzen wir Schwerpunkte in der Nutzung von neuen Medien, wozu regelmäßig kollegiumsinterne Fortbildungen angeboten werden sollen. Im Fach Physik gehört dazu auch die Erfassung von Daten und Messwerten mit modernen digitalen Medien. In der Zukunft soll hier die Messwerterfassung LabView verwendet werden, mit der auch Simulationen von Experimenten durchgeführt werden können. An der Schule existieren zwei Computerräume, die nach Reservierung auch von Physikkursen für bestimmte Unterrichtsprojekte genutzt werden können.

Außerdem stehen einige Laptops zur Verfügung, die nach Reservierung ausgeliehen werden können, sodass in Zweier– oder Dreiergruppen an Online-Experimenten, computergestützten Auswertungen, Referate oder Simulationen gearbeitet werden kann.

Ebenfalls angestrebt wird die Benutzung des in der Sekundarstufe eingeführten GTRs (zur Zeit TI Nspire CX) zur digitalen Messwerterfassung mittels externer Messmodule.

In der Oberstufe befinden sich durchschnittlich etwa 90-100 Schülerinnen und Schüler pro Stufe. Das Fach Physik ist in der Regel in der Einführungsphase mit zwei Grundkursen, in der Qualifikationsphase je Jahrgangsstufe mit ein bis zwei Grundkursen vertreten.

Die Fachschaft Physik strebt die Einrichtung von Leistungskursen an, die Voraussetzung dafür ist aber auch ein planmäßiger Unterricht in der Sek. I gemäß Stundentafel.   
Ein Projektkurs wird zur Zeit nicht angeboten. Ein Entwurf zum Thema Formgedächtnislegierungen als einjähriges Projekt liegt jedoch vor.

# 2 Entscheidungen zum Unterricht

|  |
| --- |
| **Hinweis:** Die nachfolgend dargestellte Umsetzung der verbindlichen Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans findet auf zwei Ebenen statt.  Das **Übersichtsraster** gibt den Lehrkräften einen raschen Überblick über die laut Fachkonferenz verbindlichen Unterrichtsvorhaben pro Schuljahr.  Die **Konkretisierung von Unterrichtsvorhaben** führt weitere Kompetenzerwartungen auf und bietet konkrete Unterrichtsvorhaben an. |

## 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, 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.

Es ist darauf zu achten, dass insbesondere in der EF wegen des zweiwöchigen Praktikums und einer einwöchigen Austauschfahrt (plus Vorbereitungszeit) sowie des Gegenbesuchs von Austauschschülern etwa 12 Unterrichtsstunden ausfallen.

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, es sei denn, die Verbindlichkeit bestimmter Aspekte ist dort, markiert durch Fettdruck, explizit angegeben. 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

**Übersicht der Unterrichtsvorhaben - Tabellarische Übersicht (SiLp)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (ca. 80 Stunden)** | | |
| **Unterrichtsvorhaben** | **Inhaltsfelder,**  **Inhaltliche Schwerpunkte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen**  **Schülerinnen und Schüler…** |
| **Unterrichtsvorhaben I**  **Physik in Sport und Verkehr I**  *Wie lassen sich Bewegungen beschreiben, vermessen und analysieren?*  ca. 25 Ustd. | **Grundlagen der Mechanik**   * Kinematik: gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung; freier Fall; waagerechter Wurf; vektorielle Größen | * erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), * unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrunde liegende Ursachen auch am waagerechten Wurf (S2, S3, S7), * stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7), * planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Bewegungen (E5, S5), * interpretieren die Messdatenauswertung von Bewegungen unter qualitativer Berücksichtigung von Messunsicherheiten (E7, S6, K9), * ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6), * bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7). (MKR 1.2) * beurteilen die Güte digitaler Messungen von Bewegungsvorgängen mithilfe geeigneter Kriterien (B4, B5, E7, K7), (MKR 1.2, 2.3) |
| **Unterrichtsvorhaben II**  **Physik in Sport und Verkehr II**  *Wie lassen sich Ursachen von Bewegungen erklären?*  ca. 15 Ustd. | **Grundlagen der Mechanik**   * Dynamik: Newton‘sche Gesetze; beschleunigende Kräfte; Kräftegleichgewicht; Reibungskräfte | * erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), * analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, K7), * stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7), * erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton’schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4), * erläutern qualitativ die Auswirkungen von Reibungskräften bei realen Bewegungen (S1, S2, K4). * untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton‘schen Kraftgesetzes (E4, K4), * begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4), |
| **Unterrichtsvorhaben III**  **Superhelden und Crashtests - Erhaltungssätze in verschiedenen Situationen**  *Wie lassen sich mit Erhaltungssätzen Bewegungsvorgänge vorhersagen und analysieren?*  ca. 12 Ustd. | **Grundlagen der Mechanik**   * Erhaltungssätze: Impuls; Energie (Lage-, Bewegungs- und Spannenergie); Energiebilanzen; Stoßvorgänge | * erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), * beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Impuls- und Energieübertragung (S1, S2, K3), * analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, K7), * erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton’schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4), * untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton‘schen Kraftgesetzes (E4, K4), * begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4), * bewerten Ansätze aktueller und zukünftiger Mobilitätsentwicklung unter den Aspekten Sicherheit und mechanischer Energiebilanz (B6, K1, K5), (VB D Z 3) * bewerten die Darstellung bekannter vorrangig mechanischer Phänomene in verschiedenen Medien bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (B1, B2, K2, K8). (MKR 2.2, 2.3) |
| **Unterrichtsvorhaben IV**  **Bewegungen im Weltraum**  *Wie bewegen sich die Planeten im Sonnensystem?*  *Wie lassen sich aus (himmlischen) Beobachtungen Gesetze ableiten?*  ca. 20 Ustd. | **Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder**   * Kreisbewegung: gleichförmige Kreisbewegung, Zentripetalkraft * Gravitation: Schwerkraft,   Newton´sches Gravitationsgesetz,  Kepler´sche Gesetze,  Gravitationsfeld   * Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation | * erläutern auch quantitativ die kinematischen Größen der gleichförmigen Kreisbewegung Radius, Drehwinkel, Umlaufzeit, Umlauffrequenz, Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung sowie deren Beziehungen zueinander an Beispielen (S1, S7, K4), * beschreiben quantitativ die bei einer gleichförmigen Kreisbewegung wirkende Zentripetalkraft in Abhängigkeit der Beschreibungsgrößen dieser Bewegung (S1, K3), * erläutern die Abhängigkeiten der Massenanziehungskraft zweier Körper anhand des Newton´schen Gravitationsgesetzes im Rahmen des Feldkonzepts (S2, S3, K4), * erläutern die Bedeutung von Bezugsystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4), * interpretieren Messergebnisse aus Experimenten zur quantitativen Untersuchung der Zentripetalkraft (E4, E6, S6, K9), * deuten eine vereinfachte Darstellung des Cavendish-Experiments qualitativ als direkten Nachweis der allgemeinen Massenanziehung (E3, E6), * ermitteln mithilfe der Kepler‘schen Gesetze und des Newton’schen Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E4, E8), |
| **Unterrichtsvorhaben V**  **Weltbilder in der Physik**  *Revolutioniert die Physik unsere Sicht auf die Welt?*  ca. 8 Ustd. | **Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder**   * Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation | * stellen Änderungen bei der Beschreibung von Bewegungen der Himmelskörper beim Übergang vom geozentrischen Weltbild zu modernen physikalischen Weltbildern auf der Basis zentraler astronomischer Beobachtungsergebnisse dar (S2, K1, K3, K10), * erläutern die Bedeutung der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (S2, S3, K4), * erläutern die Bedeutung von Bezugsystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4), * erklären mit dem Gedankenexperiment der Lichtuhr unter Verwendung grundlegender Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie das Phänomen der Zeitdilatation zwischen bewegten Bezugssystemen qualitativ und quantitativ (S3, S5, S7). * ziehen das Ergebnis des Gedankenexperiments der Lichtuhr zur Widerlegung der absoluten Zeit heran (E9, E11, K9, B1). * ordnen die Bedeutung des Wandels vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild für die Emanzipation der Naturwissenschaften von der Religion ein (B8, K3), * beurteilen Informationen zu verschiedenen Weltbildern und deren Darstellungen aus unterschiedlichen Quellen hinsichtlich ihrer Vertrauenswürdigkeit und Relevanz (B2, K9, K10) (MKR 5.2) |

### 2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

#### 2.1.2.1 Einführungsphase

**Inhaltsfeld: *Mechanik***

**Kontext: *Physik und Sport***

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** |
| --- | --- | --- | --- |
| Beschreibung von Bewegungen im Alltag und im Sport  Aristoteles vs. Galilei  (2 Ustd.) | stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7),  entnehmen Kernaussagen zu naturwissenschaftlichen Positionen zu Beginn der Neuzeit aus einfachen historischen Texten (K2, K4). | Textauszüge aus Galileis *Discorsi* zur Mechanik und zu den Fallgesetzen  Handexperimente zur qualitativen Beobachtung von Fallbewegungen (z. B. Stahlkugel, glattes bzw. zur Kugel zusammengedrücktes Papier, evakuiertes Fallrohr mit Feder und Metallstück) | Einstieg über faire Beurteilung sportlicher Leistungen (Weitsprung in West bzw. Ostrichtung, Speerwurf usw., Konsequenzen aus der Ansicht einer ruhenden oder einer bewegten Erde)  Analyse alltäglicher Bewegungsabläufe, Analyse von Kraftwirkungen auf reibungsfreie Körper  Vorstellungen zur Trägheit und zur Fallbewegung, Diskussion von Alltagsvorstellungen und physikalischen Konzepten  Vergleich der Vorstellungen von Aristoteles und Galilei zur Bewegung, Folgerungen für Vergleichbarkeit von sportlichen Leistungen. |
| Beschreibung und Analyse von linearen Bewegungen  (16 Ustd.) | unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen (UF2),  vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition (E1),  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), | Digitale Videoanalyse (z.B. mit *VIANA*, *Tracker*) von Bewegungen im Sport (Fahrradfahrt o. anderes Fahrzeug, Sprint, Flug von Bällen)  **Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung:**  **Messreihe zur gleichmäßig beschleunigten Bewegung**  **Freier Fall** und Bewegung auf einer schiefen Ebene  **Wurfbewegungen**  Basketball, Korbwurf, Abstoß beim Fußball, günstigster Winkel | Einführung in die Verwendung von digitaler Videoanalyse (Auswertung von Videosequenzen, Darstellung der Messdaten in Tabellen und Diagrammen mithilfe einer Software zur Tabellenkalkulation)  Unterscheidung von gleichförmigen und (beliebig) beschleunigten Bewegungen (insb. auch die gleichmäßig beschleunigte Bewegung)  Erarbeitung der Bewegungsgesetze der gleichförmigen Bewegung  Untersuchung gleichmäßig beschleunigter Bewegungen im Labor  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.  Planung von Experimenten durch die Schüler (Auswertung mithilfe der Videoanalyse)  Schlussfolgerungen bezüglich des Einflusses der Körpermasse bei Fallvorgängen, auch die Argumentation von Galilei ist besonders gut geeignet, um Argumentationsmuster in Physik explizit zu besprechen  Wesentlich: Erarbeitung des Superpositionsprinzips (Komponentenzerlegung und Addition vektorieller Größen)  Herleitung der Gleichung für die Bahnkurve nur optional |
| Newton’sche Gesetze, Kräfte und Bewegung  (12 Ustd.) | 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, E4),  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 die Zuverlässigkeit von Messergebnissen und physikalischen Aussagen zu beurteilen, und nutzen diese bei der Bewertung von eigenen und fremden Untersuchungen (B1), | **Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung:**  **Messung der Beschleunigung eines Körpers in Abhängigkeit von der beschleunigenden Kraft**  Protokolle: Funktionen und Anforderungen | Kennzeichen von Laborexperimenten im Vergleich zu natürlichen Vorgängen besprechen, Ausschalten bzw. Kontrolle bzw. Vernachlässigen von Störungen  Erarbeitung des Newton’schen Bewegungsgesetzes  Definition der Kraft als Erweiterung des Kraftbegriffs aus der Sekundarstufe I.  Berechnung von Kräften und Beschleunigungen beim Kugelstoßen, bei Ballsportarten, Einfluss von Reibungskräften |
| Energie und Leistung  Impuls  (12 Ustd.) | 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), | Einsatz des GTR zur Bestimmung des Integrals  Fadenpendel (Schaukel)  Sportvideos  **Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung:**  **Messreihen zu elastischen und unelastischen Stößen** | 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, Achterbahn, Halfpipe) erarbeiten und für Berechnungen nutzen  Energetische Analysen in verschiedenen Sportarten (Hochsprung, Turmspringen, Turnen, Stabhochsprung, Bobfahren, Skisprung)  Begriff des Impulses und Impuls als Erhaltungsgröße  Elastischer und inelastischer Stoß auch an anschaulichen Beispielen aus dem Sport (z.B. Impulserhaltung bei Ballsportarten, Kopfball beim Fußball, Kampfsport)  Hinweis: Erweiterung des Impulsbegriffs am Ende des Kontextes „Auf dem Weg in den Weltraum“ |
| **42 Ustd.** | **Summe** |  |  |

**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** |
| --- | --- | --- | --- |
| Aristotelisches Weltbild, Kopernikanische Wende  (3 Ustd.) | stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7), | Arbeit mit dem Lehrbuch: Geozentrisches und heliozentrisches Planetenmodell | Einstieg über Film zur Entwicklung des Raketenbaus und der Weltraumfahrt  Besuch in einer Sternwarte, Planetarium Bochum  Beobachtungen am Himmel  Historie: Verschiedene Möglichkeiten der Interpretation der Beobachtungen |
| Planetenbewegungen und Kepler’sche Gesetze  (5 Ustd.) | 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). | Drehbare Sternkarte und aktuelle astronomische Tabellen  Animationen zur Darstellung der Planetenbewegungen | Orientierung am Himmel  Beobachtungsaufgabe: Finden von Planeten am Nachthimmel  Tycho Brahes Messungen, Keplers Schlussfolgerungen  Benutzung geeigneter Apps |
| Newton’sches Gravitationsgesetz, Gravitationsfeld  (6 Ustd.) | beschreiben Wechselwirkungen im Gravitationsfeld und verdeutlichen den Unterschied zwischen Feldkonzept und Kraftkonzept (UF2, E6), | Arbeit mit dem Lehrbuch, Recherche im Internet | Newton’sches Gravitationsgesetz als Zusammenfassung bzw. Äquivalent der Kepler’schen Gesetze  Newton’sche „Mondrechnung“  Anwendung des Newton’schen Gravitationsgesetzes und der Kepler‘schen Gesetze zur Berechnung von Satellitenbahnen  Feldbegriff diskutieren, Definition der Feldstärke über Messvorschrift „Kraft auf Probekörper“ |
| Kreisbewegungen  (8 Ustd.) | analysieren und berechnen auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6), | **Messung der Zentralkraft**  **An dieser Stelle sollen 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)  Ergänzend: Deduktion der Formel für die Zentripetalbeschleunigung  Massenbestimmungen im Planetensystem, Fluchtgeschwindigkeiten  Bahnen von Satelliten und Planeten |
| Impuls und Impulserhaltung, Rückstoß  (6 Ustd.) | 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, Simulation des Fluges einer Rakete in einer Excel-Tabelle  Debatte über wissenschaftlichen Wert sowie Kosten und Nutzen ausgewählter Programme |
| **28 Ustd.** | **Summe** |  |  |

#### 

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Grundkurs (ca. 242 Stunden)** | | |
| **Unterrichtsvorhaben** | **Inhaltsfelder,**  **Inhaltliche Schwerpunkte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen**  Schülerinnen und Schüler… |
| **Unterrichtsvorhaben I**    **Periodische Vorgänge in alltäglichen Situationen**  *Wie lassen sich zeitlich und räumlich periodische Vorgänge am Beispiel von harmonischen Schwingungen sowie mechanischen Wellen beschreiben und* *erklären?*  ca. 10 Ustd. | **Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern**   * Klassische Wellen: Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen und Wellen; Huygens‘sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Superposition und Polarisation von Wellen | * erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen, deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit sowie deren Zusammenhänge (S1, S3), * erläutern am Beispiel des Federpendels Energieumwandlungen harmonischer Schwingungen (S1, S2, K4), * erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3), * erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8), * konzipieren Experimente zur Abhängigkeit der Periodendauer von Einflussgrößen beim Federpendel und werten diese unter Anwendung digitaler Werkzeuge aus (E6, S4, K6), (MKR 1.2) * beurteilen Maßnahmen zur Störgeräuschreduzierung hinsichtlich deren Eignung (B7, K1, K5). (VB B Z1) |
| **Unterrichtsvorhaben II**    **Beugung und Interferenz von Wellen - ein neues Lichtmodell**  *Wie kann man Ausbreitungsphänomene von Licht beschreiben und erklären?*  ca. 18 Ustd. | **Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern**   * Klassische Wellen:   Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen und Wellen; Huygens‘sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Superposition und Polarisation von Wellen | * erläutern mithilfe der *Wellenwanne* qualitativ auf der Grundlage des Huygens’schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6), * erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8), * weisen anhand des Interferenzmusters bei *Doppelspalt- und Gitterversuchen* mit mono- und polychromatischem Licht die Wellennatur des Lichts nach und bestimmen daraus Wellenlängen (E7, E8, K4). |
| **Unterrichtsvorhaben III**  **Erforschung des Elektrons**  *Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?*  ca. 26 Ustd. | **Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern**   * Teilchen in Feldern: elektrische und magnetische Felder; elektrische Feldstärke, elektrische Spannung; magnetische Flussdichte; Bahnformen von geladenen Teilchen in homogenen Feldern | * stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radial- und Dipolfeldern sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1, K6), * beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6), * erläutern am Beispiel des Plattenkondensators den Zusammenhang zwischen elektrischer Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen elektrischen Feld (S3) * berechnen Geschwindigkeitsänderungen von Ladungsträgern nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (S1, S3, K3), * erläutern am *Fadenstrahlrohr* die Erzeugung freier Elektronen durch den glühelektrischen Effekt, deren Beschleunigung beim Durchlaufen eines elektrischen Felds sowie deren Ablenkung im homogenen magnetischen Feld durch die Lorentzkraft (S4, S6, E6, K5), * entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzips elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6), * modellieren mathematisch die Beobachtungen am *Fadenstrahlrohr* und ermitteln aus den Messergebnissen die Elektronenmasse (E4, E9, K7), * erläutern Experimente zur Variation elektrischer Einflussgrößen und deren Auswirkungen auf die Bahnformen von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern (E2, K4), * schließen aus der statistischen Auswertung einer vereinfachten Version des *Millikan-Versuchs* auf die Existenz einer kleinsten Ladung (E3, E11, K8), * wenden eine Messmethode zur Bestimmung der magnetischen Flussdichte an (E3, K6), * erschließen sich die Funktionsweise des *Zyklotrons* auch mithilfe von Simulationen (E1, E10, S1, K1), * beurteilen die Schutzwirkung des Erdmagnetfeldes gegen den Strom geladener Teilchen aus dem Weltall |
| **Unterrichtsvorhaben IV**  **Photonen und Elektronen als Quantenobjekte**  *Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?*  ca. 18 Ustd. | **Quantenobjekte**   * Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt * Wellenaspekt von Elektronen: De-Broglie-Wellenlänge, Interferenz von Elektronen am Doppelspalt * Photon und Elektron als Quantenobjekte: Wellen- und Teilchenmodell, Kopenhagener Deutung | * erläutern anhand eines *Experiments zum Photoeffekt* den Quantencharakter von Licht (S1, E9, K3), * stellen die Lichtquanten- und De-Broglie-Hypothese sowie deren Unterschied zur klassischen Betrachtungsweise dar (S1, S2, E8, K4), * wenden die De-Broglie-Hypothese an, um das Beugungsbild beim *Doppelspaltversuch mit Elektronen* quantitativ zu erklären (S1, S5, E6, K9), * erläutern die Determiniertheit der Zufallsverteilung der diskreten Energieabgabe beim Doppelspaltexperiment mit stark intensitätsreduziertem Licht (S3, E6, K3), * berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quantenobjekte (S3), * erklären an geeigneten Darstellungen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für  Quantenobjekte (S1, K3), * erläutern bei Quantenobjekten die „Welcher-Weg“-Information als Bedingung für das Auftreten oder Ausbleiben eines Interferenzmusters in einem Interferenzexperiment (S2, K4), * leiten anhand eines *Experiments zum Photoeffekt* den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen ab (E6, S6), * untersuchen mithilfe von Simulationen das Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt (E4, E8, K6, K7), (MKR 1.2) * beurteilen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen (E9, E11, K8), * erläutern die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8), * stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9), * beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der physikalischen Erkenntnisfähigkeit (B8, E11, K8). |
| **Unterrichtsvorhaben V**  **Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren**  *Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?*  ca. 18 Ustd. | **Elektrodynamik und Energieübertragung**   * Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator * Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung | * erläutern das Auftreten von Induktionsspannungen am Beispiel der *Leiterschaukel* durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (S3, S4, K4), * führen Induktionserscheinungen bei einer Leiterschleife auf die zeitliche Änderung der magnetischen Flussdichte oder die zeitliche Änderung der durchsetzten Fläche zurück (S1, S2, K4), * beschreiben das Induktionsgesetz mit der mittleren Änderungsrate und in differentieller Form des magnetischen Flusses (S7), * untersuchen die gezielte Veränderung elektrischer Spannungen und Stromstärken durch *Transformatoren* mithilfe angeleiteter Experimente als Beispiel für die technische Anwendung der Induktion (S1, S4, E6, K8), * erklären am physikalischen *Modellexperiment zu Freileitungen* technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie (S1, S3, K8), * interpretieren die mit einem *Oszilloskop* bzw. *Messwerterfassungssystem* aufgenommenen Daten bei elektromagnetischen Induktions- und Schwingungsversuchen unter Rückbezug auf die experimentellen Parameter (E6, E7, K9), * modellieren mathematisch das Entstehen von Induktionsspannungen für die beiden Spezialfälle einer zeitlich konstanten Fläche und einer zeitlich konstanten magnetischen Flussdichte (E4, E6, K7), * erklären das Entstehen von sinusförmigen Wechselspannungen in *Generatoren* mithilfe des Induktionsgesetzes (E6, E10, K3, K4), * stellen Hypothesen zum Verhalten des Rings beim *Thomson’schen Ringversuch* bei Zunahme und Abnahme des magnetischen Flusses im Ring auf und erklären diese mithilfe des Induktionsgesetzes (E2, E9, S3, K4, K8), * beurteilen ausgewählte Beispiele zur Energiebereitstellung und -umwandlung unter technischen und ökologischen Aspekten (B3, B6, K8, K10), (VB ÜB Z2) * beurteilen das Potential der Energierückgewinnung auf der Basis von Induktionsphänomenen bei elektrischen Antriebssystemen (B7, K2). |
| **Unterrichtsvorhaben VI**  **Anwendungsbereiche des Kondensators**  *Wie kann man Energie in elektrischen Systemen speichern?*  *Wie kann man elektrische Schwingungen erzeugen?*  ca. 15 UStd. | **Elektrodynamik und Energieübertragung**   * Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator * Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung | * beschreiben die Kapazität als Kenngröße eines Kondensators und bestimmen diese für den Spezialfall des Plattenkondensators in Abhängigkeit seiner geometrischen Daten (S1, S3), * erläutern qualitativ die bei einer elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (S1, S4, E4), * untersuchen den *Auf- und Entladevorgang bei Kondensatoren* unter Anleitung experimentell (S4, S6, K6), * modellieren mathematisch den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei *Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren* (E4, E6, S7), * interpretieren den Flächeninhalt zwischen Graph und Abszissenachse im *Q-U-*Diagramm als Energiegehalt des Plattenkondensators (E6, K8), * beurteilen den Einsatz des Kondensators als Energiespeicher in ausgewählten alltäglichen Situationen (B3, B4, K9). |
| **Unterrichtsvorhaben VII**  **Erforschung des Mikro- und Makrokosmos**  *Wie lassen sich aus Spektralanalysen Rückschlüsse auf die Struktur von Atomen ziehen?*  ca. 19 Ustd. | **Strahlung und Materie**   * Atomphysik: Linienspektrum, Energieniveauschema, Kern-Hülle-Modell, Röntgenstrahlung | * erklären die Energie emittierter und absorbierter Photonen am Beispiel von Linienspektren leuchtender Gase und Fraunhofer’scher Linien mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S1, S3, E6, K4), * beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2), * interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8), * erklären die Entstehung von *Bremsstrahlung* und *charakteristischer Röntgenstrahlung* (S3, E6, K4), * interpretieren die Bedeutung von *Flammenfärbung* und *Linienspektren* bzw. *Spektralanalyse* für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E6, E10), * interpretieren die Messergebnisse des *Franck-Hertz-Versuchs* (E6, E8, K8), * erklären das *charakteristische Röntgenspektrum* mit den Energieniveaus der Atomhülle (E6), * identifizieren vorhandene Stoffe in der Sonnen- und Erdatmosphäre anhand von Spektraltafeln des *Sonnenspektrums* (E3, E6, K1), * stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9). |
| **Unterrichtsvorhaben VIII**  **Mensch und Strahlung -**  **Chancen und Risiken ionisierender Strahlung**  *Wie wirkt ionisierende Strahlung auf den menschlichen Körper?*  ca. 12 Ustd. | **Strahlung und Materie**   * Strahlung: Spektrum der elektromagnetischen Strahlung; ionisierende Strahlung, Geiger-Müller-Zählrohr, biologische Wirkungen | * erklären die Entstehung von *Bremsstrahlung* und *charakteristischer Röntgenstrahlung* (S3, E6, K4), * unterscheiden -, --Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1), * ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6), * erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des *Geiger-Müller-Zählrohrs* als Nachweisgerät für ionisierende Strahlung (S4, S5, K8), * untersuchen experimentell anhand der Zählraten bei *Absorptionsexperimenten* unterschiedliche Arten ionisierender Strahlung (E3, E5, S4, S5), * begründen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, K3), * quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2). * bewerten die Bedeutung hochenergetischer Strahlung hinsichtlich der Gesundheitsgefährdung sowie ihres Nutzens bei medizinischer Diagnose und Therapie (B5, B6, K1, K10). (VB B Z3). |
| **Unterrichtsvorhaben IX**  **Massendefekt und Kernumwandlungen**  *Wie lassen sich energetische Bilanzen bei Umwandlungs- und Zerfallsprozessen quantifizieren?*  *Wie entsteht ionisierende Strahlung?*  ca. 16 Ustd. | **Strahlung und Materie**   * Kernphysik: Nukleonen; Zerfallsprozesse und Kernumwandlungen, Kernspaltung und -fusion | * erläutern den Begriff der Radioaktivität und zugehörige Kernumwandlungsprozesse auch mithilfe der Nuklidkarte (S1, S2), * wenden das zeitliche Zerfallsgesetz für den radioaktiven Zerfall an (S5, S6, K6), * erläutern qualitativ den Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen, den Aufbau der Nukleonen aus Quarks sowie die Rolle der starken Wechselwirkung für die Stabilität des Kerns (S1, S2), * erläutern qualitativ am -Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2, K4), * erklären anhand des Zusammenhangs *E* = *m* *c*² die Grundlagen der Energiefreisetzung bei Kernspaltung und -fusion über den Massendefekt (S1) (S1), * ermitteln im Falle eines einstufigen radioaktiven Zerfalls anhand der gemessenen Zählraten die Halbwertszeit (E5, E8, S6), * vergleichen verschiedene Vorstellungen von der Materie mit den Konzepten der modernen Physik (B8, K9). |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Leistungskurs (ca. 150 Stunden)** | | |
| **Unterrichtsvorhaben** | **Inhaltsfelder,**  **Inhaltliche Schwerpunkte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen**  Die Schülerinnen und Schüler ... |
| **Unterrichtsvorhaben I**    **Untersuchung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern**  *Wie lassen sich Kräfte auf bewegte Ladungen in elektrischen und magnetischen Feldern beschreiben?*  *Wie können Ladung und Masse eines Elektrons bestimmt werden?*  ca. 40 Ustd. | **Ladungen, Felder und Induktion**   * Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb’sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte * Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern | * erklären grundlegende elektrostatische Phänomene mithilfe der Eigenschaften elektrischer Ladungen (S1), * stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radial- und Dipolfeldern sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1, K6), * beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6), * erläutern anhand einer einfachen Version des Millikan-Versuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (S3, S5, E7, K9) * erläutern die Bestimmung der Elektronenmasse am Beispiel des Fadenstrahlrohrs mithilfe der Lorentzkraft sowie die Erzeugung und Beschleunigung freier Elektronen (S4, S5, S6, E6, K5) * bestimmen mithilfe des Coulomb’schen Gesetzes Kräfte von punktförmigen Ladungen aufeinander sowie resultierende Beträge und Richtungen von Feldstärken (E8, E10, S1, S3), * entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzip elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6, K5), * modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Querfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7), * erläutern die Untersuchung magnetischer Flussdichten mithilfe des Hall-Effekts (E4, E7, S1, S5) * konzipieren Experimente zur Bestimmung der Abhängigkeit der magnetischen Flussdichte einer langgestreckten stromdurchflossenen Spule von ihren Einflussgrößen (E2, E5), |
| **Unterrichtsvorhaben II**  **Massenspektrometer und Zyklotron als Anwendung in der physikalischen Forschung**  *Welche weiterführende Anwendungen von bewegten Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern gibt es in Forschung und Technik?*  ca. 10 Ustd. | **Ladungen, Felder und Induktion**   * Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern | * modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Querfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7), * stellen Hypothesen zum Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron auf (E2, E4, S1, K4), * bewerten Teilchenbeschleuniger in Großforschungseinrichtungen im Hinblick auf ihre Realisierbarkeit und ihren gesellschaftlichen Nutzen hin (B3, B4, K1, K7), |
| **Unterrichtsvorhaben III**  **Die elektromagnetische Induktion als Grundlage für die Kopplung elektrischer und magnetischer Felder und als Element von Energieumwandlungsketten**  *Wie kann elektrische Energie gewonnen und im Alltag bereits gestellt werden?*  ca. 25 Ustd. | **Ladungen, Felder und Induktion**   * Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz’sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität | * nutzen das Induktionsgesetz auch in differenzieller Form unter Verwendung des magnetischen Flusses (S2, S3, S7), * erklären Verzögerungen bei Einschaltvorgängen sowie das Auftreten von Spannungsstößen bei Ausschaltvorgängen mit der Kenngröße Induktivität einer Spule anhand der Selbstinduktion (S1, S7, E6), * führen die Funktionsweise eines Generators auf das Induktionsgesetz zurück (E10, K4), * begründen qualitative Versuche zur Lenz’schen Regel sowohl mit dem Wechselwirkungs- als auch mit dem Energiekonzept (E2, E9, K3). * identifizieren und beurteilen Anwendungsbeispiele für die elektromagnetische Induktion im Alltag (B6, K8).(VB D Z3) |
| **Unterrichtsvorhaben IV**  **Zeitliche und energetische Betrachtungen bei Kondensator und Spule**  *Wie speichern elektrische und magnetische Felder Energie und wie geben sie diese wieder ab?*  ca. 20 Ustd. | **Ladungen, Felder und Induktion**   * Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb’sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte * Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz’sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität | * beschreiben qualitativ und quantitativ die Zusammenhänge von Ladung, Spannung und Stromstärke unter Berücksichtigung der Parameter Kapazität und Widerstand bei Lade- und Entladevorgängen am Kondensator auch mithilfe von Differentialgleichungen und deren vorgegebenen Lösungsansätzen(S3, S6, S7, E4, K7), * geben die in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern gespeicherte Energie in Abhängigkeit der elektrischen Größen und der Kenngrößen der Bauelemente an (S1, S3, E2) * prüfen Hypothesen zur Veränderung der Kapazität eines Kondensators durch ein Dielektrikum (E2, E3, S1), * ermitteln anhand von Messkurven zu Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren sowie zu Ein- und Ausschaltvorgängen bei Spulen zugehörige Kenngrößen (E4, E6, S6), |
| **Unterrichtsvorhaben V**  **Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und deren Eigenschaften**  *Welche Analogien gibt es zwischen mechanischen und elektromagnetischen schwingenden Systemen?*  ca. 40 Ustd. | **Schwingende Systeme und Wellen**   * Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens’sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und  Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer * Schwingende Systeme: Federpendel, Fadenpendel, Resonanz; Schwingkreis, Hertz’scher Dipol | * erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren Zusammenhänge (S1, S3, K4), * vergleichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Aspekten und hinsichtlich der jeweiligen Kenngrößen (S1, S3), * erläutern qualitativ die physikalischen Prozesse bei ungedämpften, gedämpften und erzwungenen mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen (S1, E1), * leiten für das Federpendel und unter Berücksichtigung der Kleinwinkelnäherung für das Fadenpendel aus dem linearen Kraftgesetz die zugehörigen Differentialgleichungen her (S3, S7, E2), * ermitteln mithilfe der Differentialgleichungen und der Lösungsansätze für das ungedämpfte Fadenpendel, die ungedämpfte Federschwingung und den ungedämpften Schwingkreis die Periodendauer sowie die Thomson’sche Gleichung (S3, S7, E8), * beschreiben den Hertz’schen Dipol als (offenen) Schwingkreis (S1, S2, K8), * untersuchen experimentell die Abhängigkeit der Periodendauer und Amplitudenabnahme von Einflussgrößen bei mechanischen und elektromagnetischen harmonischen Schwingungen unter Anwendung digitaler Werkzeuge (E4, S4), (MKR 1.2) * untersuchen experimentell am Beispiel des Federpendels das Phänomen der Resonanz auch unter Rückbezug auf Alltagssituationen (E5, E6, K1), * beurteilen Maßnahmen zur Vermeidung von Resonanzkatastrophen (B5, B6, K2), * unterscheiden am Beispiel von Schwingungen deduktives und induktives Vorgehen als Grundmethoden der Erkenntnisgewinnung (B8, K4) |
| **Unterrichtsvorhaben VI**  **Wellen und Interferenzphänomene**  *Warum kam es im 17. Jh. zu einem Streit über das Licht/die Natur des Lichts?*  *Ist für die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen ein Trägermedium notwendig?*  *(Gibt es den „Äther“?)*  ca. 10-15 Ustd. | **Schwingende Systeme und Wellen**   * Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens‘sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und  Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer | * erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren Zusammenhänge (S1, S3, K4), * erläutern mithilfe der Wellenwanne qualitativ auf der Grundlage des Huygens’schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6), * beschreiben mathematisch die räumliche und zeitliche Entwicklung einer harmonischen eindimensionalen Welle (S1, S2, S3, S7), * erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3), * erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8), * stellen für Einzel-, Doppelspalt und Gitter die Bedingungen für konstruktive und destruktive Interferenz und deren quantitative Bestätigung im Experiment für mono- und polychromatisches Licht dar (S1, S3, S6, E6), * erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (S1, K4). * weisen anhand des Interferenzmusters bei Spalt- und Gitterversuchen die Welleneigenschaften des Lichts nach und bestimmen daraus die Wellenlänge des Lichts (E5, E6, E7, S6), * erläutern Aufbau und Funktionsweise des Michelson-Interferometers (E2, E3, S3, K3). * beurteilen die Bedeutung von Schwingkreisen für die Umsetzung des Sender- Empfänger-Prinzips an alltäglichen Beispielen (B1, B4, K1), (VB B Z 1) |
| **Unterrichtsvorhaben VII**  **Quantenphysik als Weiterentwicklung des physikalischen Weltbildes**  *Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?*  ca. 30 Ustd. | **Quantenphysik**   * Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt, Bremsstrahlung * Photonen und Elektronen als Quantenobjekte: Doppelspaltexperiment, Bragg-Reflexion, Elektronenbeugung; Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Delayed-Choice-Experiment; Kopenhagener Deutung | * erklären den Photoeffekt mit der Einstein´schen Lichtquantenhypothese (S1, S2, E3). * beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise der Röntgenröhre (S1), * stellen anhand geeigneter Phänomene dar, dass Licht sowohl Wellen- als auch Teilchencharakter aufweisen kann (S2, S3, E6, K8) * erklären bei Quantenobjekten anhand des Delayed-Choice-Experiments unter Verwendung der Koinzidenzmethode das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (S1, S5, E3, K3), * erklären am Beispiel von Elektronen die De-Broglie-Hypothese (S1, S3), * berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quanten objekte (S3), * deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Nachweiswahrscheinlichkeitsdichte von Elektronen (S3), * erläutern die Heisenberg´sche Unbestimmtheitsrelation in der Version der Unmöglichkeits-Formulierung (S2, S3, E7, E11, K4). * interpretieren die experimentellen Befunde zum Photoeffekt hinsichtlich des Widerspruchs zur klassischen Physik (E3, E8, S2, K3), * bestimmen aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck´sche Wirkungsquantum (E6, S6), * interpretieren das Auftreten der kurzwelligen Grenze des Bremsstrahlungsspektrums (E6, S1), * erklären experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E3, E6), * modellieren qualitativ das stochastische Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt bei gleichzeitiger Determiniertheit der Zufallsverteilung mithilfe der Eigenschaften der Wellenfunktion (E4, E6, K4). * beurteilen die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8), * stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9), * beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der exakten Vorhersagbarkeit von physikalischen Phänomenen (B8, K8, E11). |
| **Unterrichtsvorhaben VIII**  **Struktur der Materie**  *Wie hat sich unsere Vorstellung vom Aufbau der Materie historisch bis heute entwickelt?*  ca. 20 Ustd. | **Atom- und Kernphysik**   * Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung * Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung | * geben wesentliche Beiträge in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis zum ersten Kern-Hülle-Modell (Dalton, Thomson, Rutherford) wieder (S2, K3), * erklären die Energie absorbierter und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S3, E6, K4), * erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4), * beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom und wasserstoffähnliche Atome mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2), * erläutern das Modell des eindimensionalen Potentialtopfs und seine Grenzen (S2, K4), * beschreiben anhand des Modells des eindimensionalen Potentialtopfs die Verallgemeinerung eines quantenmechanischen Atommodells hin zu einem Ausblick auf Mehrelektronensysteme unter Verwendung des Pauli-Prinzips (S2, S3, E10), * interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8), * erläutern qualitativ den Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen, den Aufbau der Nukleonen aus Quarks sowie die Rolle der starken Wechselwirkung für die Stabilität des Kerns (S1, S2, K3), * interpretieren Linienspektren bei Emission und Absorption sowie die Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuchs mithilfe des Energieniveauschemas (E2, E10, S6), * stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9), |
| **Unterrichtsvorhaben IX**  **Mensch und Strahlung -**  **Chancen und Risiken ionisierender Strahlung**  *Welche Auswirkungen haben ionisierende Strahlung auf den Menschen und wie kann man sich davor schützen?*  *Wie nutzt man die ionisierende Strahlung in der Medizin?*  ca. 22 Ustd. | **Atom- und Kernphysik**   * Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung * Ionisierende Strahlung: Strahlungsarten, Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung, Eigenschaften ionisierender Strahlung, Absorption ionisierender Strahlung * Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau,   Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung | * erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4), * ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6), * unterscheiden-, --Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1), * erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs als Nachweisgerät ionisierender Strahlung (S4, S5, K8), * erklären die Ablenkbarkeit in elektrischen und magnetischen Feldern sowie Durchdringungs- und Ionisierungsfähigkeit von ionisierender Strahlung mit ihren Eigenschaften (S1, S3), * erläutern qualitativ an der -Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2, K4). * leiten auf der Basis der Definition der Aktivität das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (S7, E9), * wählen für die Planung von Experimenten mit ionisierender Strahlung zwischen dem Geiger-Müller-Zählrohr und einem energiesensiblen Detektor gezielt aus (E3, E5, S5, S6), * konzipieren Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit kurzlebiger radioaktiver Substanzen (E2, E5, S5), * quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2). * wägen die Chancen und Risiken bildgebender Verfahren in der Medizin unter Verwendung ionisierender Strahlung gegeneinander ab (B1, B4, K3), (VB B Z 3) |
| **Unterrichtsvorhaben X**  **Massendefekt und Kernumwandlung**  *Wie kann man natürliche Kernumwandlung beschreiben und wissenschaftlich nutzen?*  *Welche Möglichkleiten der Energiegewinnung ergeben sich durch Kernumwandlungen in Natur und Technik?*  ca. 20 Ustd. | **Atom- und Kernphysik**   * Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung * Kernspaltung und -fusion: Bindungsenergien, Massendefekt; Kettenreaktion | * beschreiben natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse (Kernspaltung und -fusion, Neutroneneinfang) auch mithilfe der Nuklidkarte (S1), * beschreiben Kernspaltung und Kernfusion mithilfe der starken Wechselwirkung zwischen den Nukleonen auch unter quantitativer Berücksichtigung von Bindungsenergien (S1, S2) * bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C-14-Methode (E4, E7, S7, K1), * bewerten Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion hinsichtlich der globalen Energieversorgung (B5, B7, K3, K10), (VB D Z3), * diskutieren ausgewählte Aspekte der Endlagerung radioaktiver Abfälle unter Berücksichtigung verschiedener Quellen (B2, B4, K2, K10).(MKR 2.1, 2.3) (VB D Z3) |



## 2.2 Grundsätze der 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:***

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. Der Unterricht berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Schülerinnen und Schüler.
9. Die Lernenden erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt.
10. Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
11. Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
12. Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
13. Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
14. Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

***Fachliche Grundsätze:***

1. Der Physikunterricht ist problemorientiert und an Kontexten ausgerichtet.
2. Der Physikunterricht ist kognitiv aktivierend und verständnisfördernd.
3. Der Physikunterricht unterstützt durch seine experimentelle Ausrichtung Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern.
4. Der Physikunterricht knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an.
5. Der Physikunterricht stärkt über entsprechende Arbeitsformen kommunikative Kompetenzen.
6. Der Physikunterricht bietet nach experimentellen oder deduktiven Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Reflexion, in denen der Prozess der Erkenntnisgewinnung bewusst gemacht wird.
7. Der Physikunterricht fördert das Einbringen individueller Lösungsideen und den Umgang mit unterschiedlichen Ansätzen. Dazu gehört auch eine positive Fehlerkultur.
8. 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.
9. Der Physikunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen und deren Teilziele für die Schülerinnen und Schüler transparent.
10. Der Physikunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung und des Transfers auf neue Aufgaben und Problemstellungen.
11. Der Physikunterricht bietet die Gelegenheit zum regelmäßigen wiederholenden Üben sowie zu selbstständigem Aufarbeiten von Unterrichtsinhalten.
12. 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

**Beurteilungsbereich Klausuren**

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

Einführungsphase:

Je 1 Klausur wird im ersten Halbjahr und im zweiten Halbjahr (je 90 Minuten) geschrieben.

Qualifikationsphase 1:

2 Klausuren pro Halbjahr (je 90 Minuten im GK und je 135 Minuten im LK im 1. HJ, je 90 Minuten im GK und 180 min LK im 2. HJ), wobei in einem Fach die erste Klausur im 2. Halbjahr durch 1 Facharbeit ersetzt werden kann bzw. muss.

Qualifikationsphase 2.1:

2 Klausuren (je 135 Minuten im GK und je 225 Minuten im LK)

Qualifikationsphase 2.2:

1 Klausur, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben wird.

## 2.4 Lehr- und Lernmittel

Für den Physikunterricht in der Sekundarstufe II ist an der Schule derzeit das Lehrbuch „Duden – Selbstverständlich Physik Oberstufe (EF bzw Q-Phase) eingeführt.

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

# 3 Qualitätssicherung und Evaluation

**Evaluation des schulinternen Curriculums**

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

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

**Fachgruppenarbeit**

Die folgende Checkliste dient dazu, den Ist-Zustand bzw. auch Handlungsbedarf in der fachlichen Arbeit festzustellen und zu dokumentieren, Beschlüsse der Fachkonferenz zur Fachgruppenarbeit in übersichtlicher Form festzuhalten sowie die Durchführung der Beschlüsse zu kontrollieren und zu reflektieren. Die Liste wird regelmäßig überabeitet und angepasst. Sie dient auch dazu, Handlungsschwerpunkte für die Fachgruppe zu identifizieren und abzusprechen.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bedingungen und Planungen der Fachgruppenarbeit** | | **Ist-Zustand**  **Auffälligkeiten** | **Änderungen/**  **Konsequenzen/**  **Perspektivplanung** | **Wer**  **(Verantwortlich)** | **Bis wann**  **(Zeitrahmen)** |
| **Funktionen** | |  |  |  |  |
| Fachvorsitz | |  |  |  |  |
| Stellvertretung | |  |  |  |  |
| Sammlungsleitung | |  |  |  |  |
| Strahlenschutzbeauftragungen | |  | Fristen beachten! |  |  |
| Sonstige Funktionen  (im Rahmen der schulprogrammatischen fächerübergreifenden Schwerpunkte) | |  |  |  |  |
| **Ressourcen** | |  |  |  |  |
| personell | Fachlehrkräfte |  |  |  |  |
| fachfremd |  |  |  |  |
| Lerngruppen |  |  |  |  |
| Lerngruppengröße |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |
| räumlich | Fachräume |  |  |  |  |
| Bibliothek |  |  |  |  |
| Computerraum |  |  |  |  |
| Raum für Fachteamarbeit |  |  |  |  |
| Sammlungsraum |  |  |  |  |
| materiell/  sachlich | Lehrwerke |  |  |  |  |
| Fachzeitschriften |  |  |  |  |
| Ausstattung mit Demonstrationsexperimenten |  |  |  |  |
|  | Ausstattung mit Schülerexperimenten |  |  |  |  |
| zeitlich | Abstände Fachteamarbeit |  |  |  |  |
| Dauer Fachteamarbeit |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| **Unterrichtsvorhaben** | |  |  |  |  |
|  | |  |  |  |  |
|  | |  |  |  |  |
|  | |  |  |  |  |
|  | |  |  |  |  |
|  | |  |  |  |  |
| **Leistungsbewertung/**  **Einzelinstrumente** | |  |  |  |  |
| Klausuren | |  |  |  |  |
| Facharbeiten | |  |  |  |  |
| **Kurswahlen** | |  |  |  |  |
| Grundkurse | |  |  |  |  |
| Leistungskurse | |  |  |  |  |
| Projektkurse | |  |  |  |  |
| **Leistungsbewertung/Grundsätze** | |  |  |  |  |
| sonstige Mitarbeit | |  |  |  |  |
|  | |  |  |  |  |
| **Arbeitsschwerpunkt(e) SE** | |  |  |  |  |
| **fachintern** | |  |  |  |  |
| - kurzfristig (Halbjahr) | |  |  |  |  |
| - mittelfristig (Schuljahr) | |  |  |  |  |
| - langfristig | |  |  |  |  |
| **fachübergreifend** | |  |  |  |  |
| - kurzfristig | |  |  |  |  |
| - mittelfristig | |  |  |  |  |
| - langfristig | |  |  |  |  |
| … | |  |  |  |  |
| **Fortbildung** | |  |  |  |  |
| **Fachspezifischer Bedarf** | |  |  |  |  |
| - kurzfristig | |  |  |  |  |
| - mittelfristig | |  |  |  |  |
| - langfristig | |  |  |  |  |
| **Fachübergreifender Bedarf** | |  |  |  |  |
| - kurzfristig | |  |  |  |  |
| - mittelfristig | |  |  |  |  |
| - langfristig | |  |  |  |  |
| … | |  |  |  |  |
|  | |  |  |  |  |
|  | |  |  |  |  |

# MacBookPro:Users:shgt:Desktop:Schule:Schuljahr-2014-2015:Physik: Ph11:Wellen und Interferenz+Photoeffekt:AdvanceOrganizer-Photovoltaik-final.jpgAnhang 1 Advance Organizer „Photovoltaik“ (GK Q1)