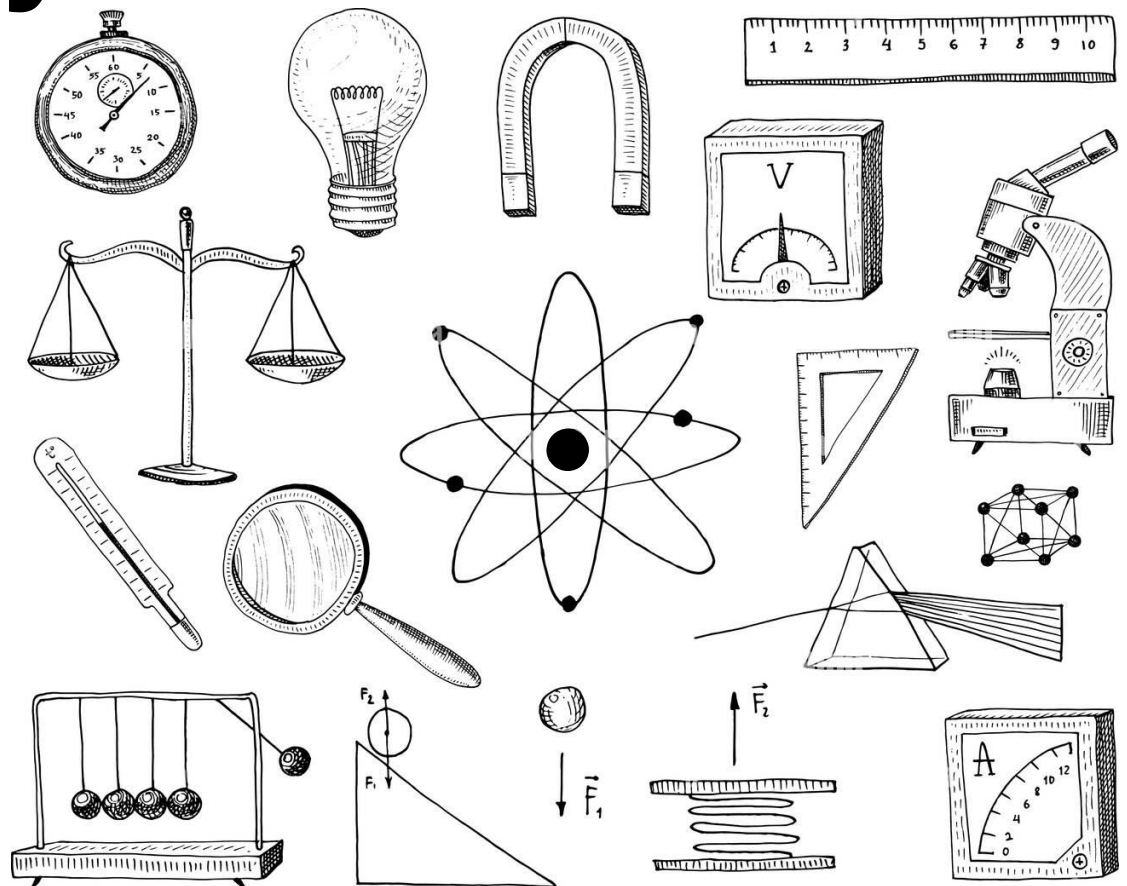


Schulinterner Lehrplan
des Albertus-Magnus-Gymnasiums
Sekundarstufe I
Stand: 29.Juni 2021



Physik



Inhalt

1	Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit.....	2
2	Entscheidungen zum Unterricht	4
2.1	Unterrichtsvorhaben	4
2.2	Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit.....	15
2.3	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	38
2.4	Lehr- und Lernmittel	42
3	Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen.....	44
4	Qualitätssicherung und Evaluation.....	46

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Fachliche Bezüge zum Leitbild der Schule

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

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

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

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

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

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

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

Dem Fach Physik stehen zwei Fachräume zur Verfügung, in dem in Schülerübungen experimentell gearbeitet werden kann. Der zweite Fachraum ist explizit für die fünfte Jahrgangsstufe vorgesehen und wird mit der Biologie geteilt. Hier ist fachübergreifender Unterricht besonders gut möglich, der an den Unterricht der Grundschule direkt anschließen kann. Zudem wird überwiegend in der Oberstufe der Unterricht in 2 Hörsälen abgehalten. Nach Möglichkeit werden die Experimentierphasen in der Oberstufe im Übungsraum abgehalten. Die Ausstattung der Physiksammlung mit Geräten und Materialien für Schülerexperimente ist teilweise veraltet aber überwiegend befriedigend, der Förderverein unterstützt die Fachschaft Physik nach Kräften insbesondere beim Ausbau der Schülerexperimentiersammlung.

Darüber hinaus setzen wir Schwerpunkte in der Nutzung von neuen Medien, wozu regelmäßig kollegiumsinterne Fortbildungen angeboten werden. Im Fach Physik gehört dazu auch die Erfassung von Daten und Messwerten mit modernen digitalen Medien. An der Schule existieren zwei Computerräume, die nach Reservierung auch von Physikkursen für bestimmte Unterrichtsprojekte genutzt werden können. Außerdem steht ein Laptopwagen zum Einsatz im Experimentierraum zur Verfügung.

2 Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Unterrichtsvorhaben

In der nachfolgenden Übersicht über die Unterrichtsvorhaben wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Die Übersicht dient dazu, für die einzelnen Jahrgangsstufen allen am Bildungsprozess Beteiligten einen schnellen Überblick über Themen bzw. Fragestellungen der Unterrichtsvorhaben unter Angabe besonderer Schwerpunkte in den Inhalten und in der Kompetenzentwicklung zu verschaffen. Dadurch soll verdeutlicht werden, welches Wissen und welche Fähigkeiten in den jeweiligen Unterrichtsvorhaben besonders gut zu erlernen sind und welche Aspekte deshalb im Unterricht hervorgehoben thematisiert werden sollten. Unter den weiteren Vereinbarungen des Übersichtsrasters werden u.a. Möglichkeiten im Hinblick auf inhaltliche Fokussierungen sowie interne und externe Verknüpfungen ausgewiesen. Bei Synergien und Vernetzungen bedeutet die Pfeilrichtung $\leftarrow$, dass auf Lernergebnisse anderer Bereiche zurückgegriffen wird (aufbauend auf ...), die Pfeilrichtung $\rightarrow$, dass Lernergebnisse später fortgeführt werden (grundlegend für ...).

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.

Übersicht über die Unterrichtsvorhaben

Jahrgangsstufe 5			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
5.1 Wir messen Temperaturen <i>Wie funktionieren unterschiedliche Thermometer?</i> ca. 10 Ustd.	IF 1: Temperatur und Wärme Thermische Energie: - Wärme, Temperatur und Temperaturmessung Wirkungen von Wärme: - Wärmeausdehnung	E2: Beobachtung und Wahrnehmung - Beschreibung von Phänomenen E4: Untersuchung und Experiment - Messen physikalischer Größen E6: Modell und Realität - Modelle zur Erklärung K1: Dokumentation - Protokolle nach vorgegebenem Schema - Anlegen von Tabellen	... zur <i>Schwerpunktsetzung</i> - Einführung Modellbegriff - Erste Anleitung zum selbstständigen Experimentieren ... zur <i>Vernetzung</i> - Ausdifferenzierung des Teilchenmodells → Elektron-Atomrumpf und Kern-Hülle-Modell (IF 9, IF 10) ... zu <i>Synergien</i> - Beobachtungen, Beschreibungen, Protokolle, Arbeits- und Kommunikationsformen ← Biologie (IF 1)
5.2 Leben bei verschiedenen Temperaturen <i>Wie beeinflusst die Temperatur Vorgänge in der Natur?</i> ca. 10 Ustd.	IF 1: Temperatur und Wärme Thermische Energie: - Wärme, Temperatur Wärmetransport: - Wärmemitführung, Wärmeleitung, Wärmestrahlung, Wärmedämmung Wirkungen von Wärme: - Aggregatzustände und ihre Veränderung, Wärmeausdehnung	UF1: Wiedergabe und Erläuterung - Erläuterung von Phänomenen - Fachbegriffe gegeneinander abgrenzen UF4: Übertragung und Vernetzung - physikalische Erklärungen in Alltagssituationen E2: Beobachtung und Wahrnehmung - Unterscheidung Beschreibung – Deutung E6: Modell und Realität - Modelle zur Erklärung & zur Vorhersage K1: Dokumentation - Tabellen und Diagramme nach Vorgabe	... zur <i>Schwerpunktsetzung</i> - Anwendungen, Phänomene der Wärme im Vordergrund, als Energieform nur am Rande, - Argumentation über Teilchenmodell - Selbstständiges Experimentieren ... zur <i>Vernetzung</i> - Aspekte Energieerhaltung und Entwertung → (IF 7) ... zu <i>Synergien</i> - Angepasstheit an Jahreszeiten und extreme Lebensräume ← Biologie Teilchenmodell → Chemie (IF 1)

Jahrgangsstufe 5			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
5.3 Elektrische Geräte im Alltag <i>Was geschieht in elektrischen Geräten?</i> ca. 14 Ustd.	IF 2: Elektrischer Strom und Magnetismus Stromkreise und Schaltungen: • Spannungsquellen • Leiter und Nichtleiter • verzweigte Stromkreise Wirkungen des elektrischen Stroms: • Wärmewirkung • magnetische Wirkung • Gefahren durch Elektrizität	UF4: Übertragung und Vernetzung • physikalische Konzepte auf Realsituationen anwenden E4: Untersuchung und Experiment • Experimente planen und durchführen K1: Dokumentation • Schaltskizzen erstellen, lesen und umsetzen K4: Argumentation • Aussagen begründen	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> • Makroebene, grundlegende Phänomene, Umgang mit Grundbegriffen <i>... zu Synergien</i> • → Informatik (Differenzierungsbereich): UND-, ODER- Schaltung
5.4 Magnetismus – interessant und hilfreich <i>Warum zeigt uns der Kompass die Himmelsrichtung?</i> ca. 6 Ustd.	IF 2: Elektrischer Strom und Magnetismus Magnetische Kräfte und Felder: • Anziehende und abstoßende Kräfte • Magnetpole • magnetische Felder • Feldlinienmodell • Magnetfeld der Erde Magnetisierung: • Magnetisierbare Stoffe • Modell der Elementarmagnete	E3: Vermutung und Hypothese • Vermutungen äußern E4: Untersuchung und Experiment • Systematisches Erkunden E6: Modell und Realität • Modelle zur Veranschaulichung K1: Dokumentation • Felder skizzieren	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> • Feld nur als Phänomen, erste Begegnung mit dem physikalischen Kraftbegriff <i>... zur Vernetzung</i> • → elektrisches Feld (IF 9) • → Elektromotor & Generator (IF 11) <i>... zu Synergien</i> • Erdkunde: Bestimmung der Himmelsrichtungen

Jahrgangsstufe 5			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
5.5 Physik und Musik <i>Wie lässt sich Musik physikalisch beschreiben?</i> ca. 6 Ustd.	IF 3: Schall Schwingungen & Schallwellen: • Tonhöhe und Lautstärke; Schallausbreitung Schallquellen und Schallempfänger: • Sender-Empfängermodell	UF4: Übertragung und Vernetzung • Fachbegriffe und Alltagssprache E2: Beobachtung und Wahrnehmung • Phänomene wahrnehmen und Veränderungen beschreiben E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Interpretationen von Diagrammen E6: Modell und Realität • Funktionsmodell zur Veranschaulichung	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> • Nur qualitative Betrachtung der Größen, keine Formeln <i>... zur Vernetzung</i> • ← Teilchenmodell (IF1)
5.6 Achtung Lärm! <i>Wie schützt man sich vor Lärm?</i> ca. 4 Ustd.	IF 3: Schall Schwingungen & Schallwellen: • Schallausbreitung; Absorption, Reflexion Schallquellen und Schallempfänger: • Lärm und Lärmschutz	UF4: Übertragung und Vernetzung • Fachbegriffe und Alltagssprache B1: Fakten- und Situationsanalyse • Fakten nennen und gegenüber Interessen abgrenzen B3: Abwägung und Entscheidung • Erhaltung der eigenen Gesundheit	<i>... zur Vernetzung</i> ← Teilchenmodell (IF1)
5.7 Schall in Natur und Technik <i>Schall ist nicht nur zum Hören gut!</i> ca. 2 Ustd.	IF 3: Schall Schwingungen & Schallwellen: • Tonhöhe und Lautstärke Schallquellen und Schallempfänger: • Ultraschall in Tierwelt, Medizin und Technik	UF4: Übertragung und Vernetzung • Kenntnisse übertragen E2: Beobachtung und Wahrnehmung • Phänomene aus Tierwelt und Technik mit physikalischen Begriffen beschreiben.	

Jahrgangsstufe 5			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
5.8 Sehen und gesehen werden <i>Sicher mit dem Fahrrad im Straßenverkehr!</i> ca. 6 Ustd.	IF 4: Licht Ausbreitung von Licht: • Lichtquellen und Lichtempfänger • Modell des Lichtstrahls Sichtbarkeit und die Erscheinung von Gegenständen: • Streuung, Reflexion • Transmission; Absorption • Schattenbildung	UF1: Wiedergabe und Erläuterung • Differenzierte Beschreibung von Beobachtungen E6: Modell und Realität • Idealisierung durch das Modell Lichtstrahl K1: Dokumentation • Erstellung präziser Zeichnungen	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> • Reflexion nur als Phänomen <i>... zur Vernetzung</i> • → Schall (IF 3) • Lichtstrahlmodell → (IF 5)
5.9 Licht nutzbar machen <i>Wie entsteht ein Bild in einer (Loch-)Kamera?</i> <i>Unterschiedliche Strahlungsarten – nützlich, aber auch gefährlich!</i> ca. 6 Ustd.	IF 4: Licht Ausbreitung von Licht: • Abbildungen Sichtbarkeit und die Erscheinung von Gegenständen: • Schattenbildung	UF3: Ordnung und Systematisierung • Bilder der Lochkamera verändern • Strahlungsarten vergleichen K1: Dokumentation • Erstellung präziser Zeichnungen B1: Fakten- und Situationsanalyse • Gefahren durch Strahlung • Sichtbarkeit von Gegenständen verbessern B3: Abwägung und Entscheidung • Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> nur einfache Abbildungen <i>... zur Vernetzung</i> → Abbildungen mit optischen Geräten (IF 5)

Jahrgangsstufe 8

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
8.1 Spiegelbilder im Straßenverkehr <i>Wie entsteht ein Spiegelbild?</i> ca. 6 Ustd.	IF 5: Optische Instrumente Spiegelungen: - Reflexionsgesetz - Bildentstehung am Planspiegel Lichtbrechung: - Totalreflexion - Brechung an Grenzflächen	UF1: Wiedergabe und Erläuterung - mathematische Formulierung eines physikalischen Zusammenhanges E6: Modell und Realität - Idealisierung (Lichtstrahlmodell)	... zur <i>Schwerpunktsetzung</i> - Vornehmlich Sicherheitsaspekte ... zur <i>Vernetzung</i> - Ausbreitung von Licht: Lichtquellen und Lichtempfänger, Modell des Lichtstrahls, Abbildungen, Reflexion (IF 4) - Bildentstehung am Planspiegel Spiegelteleskope (IF 6)
8.2 Die Welt der Farben <i>Farben! Wie kommt es dazu?</i> ca. 6 Ustd.	IF 5: Optische Instrumente Lichtbrechung: - Brechung an Grenzflächen Licht und Farben: - Spektralzerlegung - Absorption - Farbmischung	UF3: Ordnung und Systematisierung - digitale Farbmodelle E5: Auswertung und Schlussfolgerung - Parameter bei Reflexion und Brechung E6: Modell und Realität - digitale Farbmodelle	... zur <i>Schwerpunktsetzung</i> : - Erkunden von Farbmodellen am PC ... zur <i>Vernetzung</i> : - Infrarotstrahlung, sichtbares Licht und Ultraviolettstrahlung, Absorption, Lichtenergie (IF 4) - Spektren Analyse von Sternenlicht (IF 6) - Lichtenergie Photovoltaik (IF 11) ... zu <i>Synergien</i> : - Schalenmodell Chemie (IF 1), Farbsehen Biologie (IF 7)

Jahrgangsstufe 8

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
8.3 Das Auge – ein optisches System <i>Wie entsteht auf der Netzhaut ein scharfes Bild?</i> ca. 6 Ustd.	IF 5: Optische Instrumente Lichtbrechung: - Brechung an Grenzflächen - Bildentstehung bei Sammellinsen und Auge	E4: Untersuchung und Experiment - Bildentstehung bei Sammellinsen E5: Auswertung und Schlussfolgerung - Parametervariation bei Linsensystemen	... zur <i>Schwerpunktsetzung</i> - Bildentstehung, Einsatz digitaler Werkzeuge (z. B. Geo-software) ... zur <i>Vernetzung</i> - Linsen, Lochblende Strahlenmodell des Lichts, Abbildungen (IF 4) ... zu <i>Synergien</i> - Auge Biologie (IF 7)
8.4 Mit optischen Instrumenten Unsichtbares sichtbar gemacht <i>Wie können wir Zellen und Planeten sichtbar machen?</i> ca. 4 Ustd.	IF 5: Optische Instrumente Lichtbrechung: - Bildentstehung bei optischen Instrumenten - Lichtleiter	UF2: Auswahl und Anwendung - Brechung - Bildentstehung UF4: Übertragung und Vernetzung - Einfache optische Systeme - Endoskop und Glasfaserkabel K3: Präsentation - arbeitsteilige Präsentationen	... zur <i>Schwerpunktsetzung</i> - Erstellung von Präsentationen zu physikalischen Sachverhalten ... zur <i>Vernetzung</i> - Teleskope Beobachtung von Himmelskörpern (IF 6) ... zu <i>Synergien</i> - Mikroskopie von Zellen Biologie (IF 1, 2 & 6)
8.5 Licht und Schatten im Sonnensystem <i>Wie entstehen Mondphasen, Finsternisse und Jahreszeiten?</i> ca. 5 Ustd.	IF 6: Sterne und Weltall Sonnensystem: - Mondphasen - Mond- und Sonnenfinsternisse - Jahreszeiten	E1: Problem und Fragestellung - naturwissenschaftlich beantwortbare Fragestellungen E2: Beobachtung und Wahrnehmung - Differenzierte Beschreibung von Beobachtungen E6: Modell und Realität - Phänomene mithilfe von gegenständlichen Modellen erklären	... zur <i>Schwerpunktsetzung</i> - Naturwissenschaftliche Fragestellungen, ggf. auch aus historischer Sicht ... zur <i>Vernetzung</i> - Schatten (IF 4) ... zu <i>Synergien</i> - Schrägstellung der Erdachse, Beleuchtungszonen, Jahreszeiten ↔ Erdkunde (IF 5)

Jahrgangsstufe 9			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
9.1 Objekte am Himmel <i>Was kennzeichnet die verschiedenen Himmelsobjekte?</i> ca. 10 Ustd.	IF 6: Sterne und Weltall Sonnensystem: • Planeten Universum: • Himmelsobjekte • Sternentwicklung	UF3: Ordnung und Systematisierung • Klassifizierung von Himmelsobjekten E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten • gesellschaftliche Auswirkungen B2: Bewertungskriterien und Handlungsoptionen • Wissenschaftliche und andere Weltvorstellungen vergleichen • Gesellschaftliche Relevanz (Raumfahrtprojekte)	<i>... zur Vernetzung</i> • Fernrohr (IF 5), Spektralzerlegung des Lichts (IF 5)
9.2 100 m in 10 Sekunden <i>Wie schnell bin ich?</i> ca. 6 Ustd.	IF7: Bewegung, Kraft und Energie Bewegungen: • Geschwindigkeit • Beschleunigung	UF1: Wiedergabe und Erläuterung • Bewegungen analysieren E4: Untersuchung und Experiment • Aufnehmen von Messwerten • Systematische Untersuchung der Beziehung zwischen verschiedenen Variablen E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Erstellen von Diagrammen • Kurvenverläufe interpretieren	<i>... zur Schwerpunktsetzung:</i> • Einführung von Vektorpfeilen für Größen mit Betrag und Richtung, Darstellung von realen Messdaten in Diagrammen <i>... zur Vernetzung:</i> • Vektorielle Größen Kraft (IF 7) <i>... zu Synergien</i> • Mathematisierung physikalischer Gesetzmäßigkeiten in Form funktionaler Zusammenhänge Mathematik (IF Funktionen)

Jahrgangsstufe 9			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
9.3 Einfache Maschinen und Werkzeuge: Kleine Kräfte, lange Wege <i>Wie kann ich mit kleinen Kräften eine große Wirkung erzielen?</i> ca. 12 Ustd.	IF 7: Bewegung, Kraft und Energie Kraft: • Bewegungsänderung • Verformung • Wechselwirkungsprinzip • Gewichtskraft und Masse • Kräfteaddition • Reibung Goldene Regel der Mechanik: • einfache Maschinen	UF3: Ordnung und Systematisierung • Kraft und Gegenkraft • Goldene Regel E4: Untersuchung und Experiment • Aufnehmen von Messwerten • Systematische Untersuchung der Beziehung zwischen Variablen E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Ableiten von Gesetzmäßigkeiten (Je-desto-Beziehungen) B1: Fakten- und Situationsanalyse • Einsatzmöglichkeiten von Maschinen und Barrierefreiheit	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> • Experimentelles Arbeiten, Anforderungen an Messgeräte <i>... zur Vernetzung</i> • Vektorielle Größen, Kraft Geschwindigkeit (IF 7) <i>... zu Synergien</i> • Bewegungsapparat, Skelett, Muskeln Biologie (IF 2), Lineare und proportionale Funktionen Mathematik (IF Funktionen)
9.4 Energie treibt alles an <i>Was ist Energie? Wie kann ich schwere Dinge heben?</i> ca. 8 Ustd.	IF 7: Bewegung, Kraft und Energie Energieformen: • Lageenergie • Bewegungsenergie • Spannenergie Energieumwandlungen: • Energieerhaltung • Leistung	UF1: Wiedergabe und Erläuterung • Energieumwandlungsketten UF3: Ordnung und Systematisierung • Energieerhaltung	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> • Energieverluste durch Reibung thematisieren, Energieerhaltung erst hier, Energiebilanzierung <i>... zur Vernetzung</i> • Energieumwandlungen, Energieerhaltung Goldene Regel (IF7) • Energieumwandlungen, Energieerhaltung Energieentwertung (IF 1, IF 2) <i>... zu Synergien</i> • Energieumwandlungen, Energieerhaltung Energieentwertung Biologie (IF 2, 4 & 7) • Energieumwandlungen, Energieerhaltung, Energieentwertung Chemie (alle bis auf IF 1 und IF 9)

Jahrgangsstufe 10			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
10.1 Sicherer Umgang mit Elektrizität <i>Wann ist Strom gefährlich?</i> ca. 14 Ustd.	IF 9: Elektrizität elektrische Stromkreise: • elektrischer Widerstand • Reihen- und Parallelschaltung • Sicherungsvorrichtungen elektrische Energie und Leistung	UF4: Übertragung und Vernetzung • Anwendung auf Alltagssituationen E4: Untersuchung und Experiment • Systematische Untersuchung der Beziehung zwischen Variablen E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Mathematisierung (Proportionalität) E6: Modell und Realität • Analogiemodelle und ihre Grenzen B3: Abwägung und Entscheidung • Sicherer Umgang mit Elektrizität	... zur <i>Schwerpunktsetzung</i> • Analogiemodelle (z.B. Wassermmodell); Mathematisierung physikalischer Gesetze; keine komplexen Ersatzschaltungen ... zur <i>Vernetzung</i> • Stromwirkungen (IF 2) ... zu <i>Synergien</i> • Nachweis proportionaler Zuordnungen; Umformungen zur Lösung von Gleichungen Mathematik (Funktionen erste Stufe)
10.2 Gefahren und Nutzen ionisierender Strahlung <i>Ist ionisierende Strahlung gefährlich oder nützlich?</i> ca. 15 Ustd.	IF 10: Ionisierende Strahlung und Kernenergie Atomaufbau und ionisierende Strahlung: • α-, β-, γ- Strahlung, • radioaktiver Zerfall, • Halbwertszeit, • Röntgenstrahlung Wechselwirkung von Strahlung mit Materie: • Nachweismethoden, • Absorption, • biologische Wirkungen, • medizinische Anwendung • Schutzmaßnahmen	UF4: Übertragung und Vernetzung • Biologische Wirkungen und medizinische Anwendungen E1: Problem und Fragestellung • Auswirkungen auf Politik und Gesellschaft E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten • Nachweisen und Modellieren K2: Informationsverarbeitung • Filterung von wichtigen und nebensächlichen Aspekten	... zur <i>Schwerpunktsetzung</i> • Quellenkritische Recherche, Präsentation ... zur <i>Vernetzung</i> • Atommodelle Chemie (IF 5) Radioaktiver Zerfall Mathematik Exponentialfunktion (Funktionen zweite Stufe) Biologie (SII, Mutationen, 14C)

10.3 Energie aus Atomkernen <i>Ist die Kernenergie beherrschbar?</i> ca. 10 Ustd.	IF 10: Ionisierende Strahlung und Kernenergie Kernenergie: • Kernspaltung, • Kernfusion, • Kernkraftwerke, • Endlagerung	K2: Informationsverarbeitung • Seriosität von Quellen K4: Argumentation • eigenen Standpunkt schlüssig vertreten B1: Fakten- und Situationsanalyse • Identifizierung relevanter Informationen B3: Abwägung und Entscheidung • Meinungsbildung	... zur <i>Schwerpunktsetzung</i> • Meinungsbildung, Quellenbeurteilung, Entwicklung der Urteilsfähigkeit ... zur <i>Vernetzung</i> • Zerfallsgleichung aus 10.1. Vergleich der unterschiedlichen Energieanlagen (IF 11)
10.4 Versorgung mit elektrischer Energie <i>Wie erfolgt die Übertragung der elektrischen Energie vom Kraftwerk bis zum Haushalt?</i> ca. 14 Ustd.	IF 11: Energieversorgung Induktion & Elektromagnetismus • Elektromotor • Generator • Wechselspannung • Transformator • Bereitstellung und Nutzung von Energie: • Energieübertragung • Energieentwertung • Wirkungsgrad	E4: Untersuchung und Experiment • Planung von Experimenten mit mehr als zwei Variablen • Variablenkontrolle B2: Bewertungskriterien und Handlungsoptionen • Kaufentscheidungen treffen	... zur <i>Schwerpunktsetzung</i> • Verantwortlicher Umgang mit Energie ... zur <i>Vernetzung</i> • Lorentzkraft, Energiewandlung (IF 10) mechanische Leistung und Energie (IF 7), elektrische Leistung und Energie (IF 9)
10.5 Energieversorgung der Zukunft <i>Wie können regenerative Energien zur Sicherung der Energieversorgung beitragen?</i> ca. 5 Ustd.	IF 11: Energieversorgung Bereitstellung und Nutzung von Energie: • Kraftwerke • Regenerative Energieanlagen • Energieübertragung • Energieentwertung • Wirkungsgrad • Nachhaltigkeit	UF4: Übertragung und Vernetzung • Beiträge verschiedener Fachdisziplinen zur Lösung von Problemen K2: Informationsverarbeitung • Quellenanalyse B3: Abwägung und Entscheidung • Filterung von Daten nach Relevanz B4: Stellungnahme und Reflexion • Stellung beziehen	... zur <i>Schwerpunktsetzung</i> • Verantwortlicher Umgang mit Energie, Nachhaltigkeitsgedanke ... zur <i>Vernetzung</i> • Kernkraftwerk, Energiewandlung (IF 10) ... zu <i>Synergien</i> • Energie aus chemischen Reaktionen Chemie (IF 3, 10); Energiediskussion Erdkunde (IF 5), Wirtschaft-Politik (IF 3, 10)

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (ca. 80 Stunden)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> Physik in Sport und Verkehr I <i>Wie lassen sich Bewegungen beschreiben, vermessen und analysieren?</i> ca. 25 Ustd.	Grundlagen der Mechanik • <u>Kinematik</u>: ○ 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].
<u>Unterrichtsvorhaben II</u> Physik in Sport und Verkehr II <i>Wie lassen sich Ursachen von Bewegungen erklären?</i> ca. 15 Ustd.	Grundlagen der Mechanik • <u>Dynamik</u>: ○ 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).
<u>Unterrichtsvorhaben III</u> Superhelden und Crash-tests – Erhaltungssätze in verschiedenen Situationen <i>Wie lassen sich mit Erhaltungssätzen Bewegungsvorgänge vorhersagen und analysieren?</i> ca. 12 Ustd.	Grundlagen der Mechanik • <u>Erhaltungssätze</u>: ○ Impuls ○ Energie (Lage-, Bewegungs- und Spannergie) ○ 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].
<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> Bewegungen im Weltraum <i>Wie bewegen sich die Planeten im Sonnensystem?</i> <i>Wie lassen sich aus (himmlichen) Beobachtungen Gesetze ableiten?</i> ca. 20 Ustd.	Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder • <u>Kreisbewegung</u>: ○ Gleichförmige Kreisbewegung ○ Zentripetalkraft • <u>Gravitation</u>: ○ Schwerkraft ○ Newton'sches Gravitationsgesetz ○ Kepler'sche Gesetze ○ Gravitationsfeld • <u>Wandel physikalischer</u>	• erläutern auch quantitativ die kinematischen Größen der gleichförmigen Kreisbewegung Radius, Drehwinkel, Umlaufzeit, Umlauffrequenz, Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung sowie deren Beziehungen zueinander an Beispielen (S1, S7, K4), • beschreiben quantitativ die bei einer gleichförmigen Kreisbewegung wirkende Zentripetalkraft in Abhängigkeit der Beschreibungsgrößen dieser Bewegung (S1, K3), • erläutern die Abhängigkeiten der Massenanziehungskraft zweier Körper anhand des Newton'schen Gravitationsgesetzes im Rahmen des Feldkonzepts (S2, S3, K4), • erläutern die Bedeutung von Bezugssystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4), • interpretieren Messergebnisse aus Experimenten zur quantitativen Untersuchung der Zentripetalkraft (E4, E6, S6, K9), • deuten eine vereinfachte Darstellung des Cavendish-Experiments qualitativ als direkten

	<u>Weltbilder:</u> ○ Geo- und heliozentrische Weltbilder ○ Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation	Nachweis der allgemeinen Massenanziehung (E3, E6), • ermitteln mithilfe der Kepler'schen Gesetze und des Newton'schen Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E4, E8).
<u>Unterrichtsvorhaben V</u> Weltbilder in der Physik <i>Revolutioniert die Physik unsere Sicht auf die Welt?</i> ca. 8 Ustd.	Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder • <u>Wandel physikalischer Weltbilder:</u> ○ Geo- und heliozentrische Weltbilder ○ Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation	• stellen Änderungen bei der Beschreibung von Bewegungen der Himmelskörper beim Übergang vom geozentrischen Weltbild zu modernen physikalischen Weltbildern auf der Basis zentraler astronomischer Beobachtungsergebnisse dar (S2, K1, K3, K10), • erläutern die Bedeutung der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (S2, S3, K4), • erläutern die Bedeutung von Bezugssystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4), • erklären mit dem Gedankenexperiment der Lichtuhr unter Verwendung grundlegender Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie das Phänomen der Zeitdilatation zwischen bewegten Bezugssystemen qualitativ und quantitativ (S3, S5, S7), • ziehen das Ergebnis des Gedankenexperiments der Lichtuhr zur Widerlegung der absoluten Zeit heran (E9, E11, K9, B1), • ordnen die Bedeutung des Wandels vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild für die Emanzipation der Naturwissenschaften von der Religion ein (B8, K3), • beurteilen Informationen zu verschiedenen Weltbildern und deren Darstellungen aus unterschiedlichen Quellen hinsichtlich ihrer Vertrauenswürdigkeit und Relevanz (B2, K9, K10) [MKR 5.2].

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Grundkurs (ca. 242 Stunden)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> Periodische Vorgänge in alltäglichen Situationen <i>Wie lassen sich zeitlich und räumlich periodische Vorgänge am Beispiel von harmonischen Schwingungen sowie mechanischen Wellen beschreiben und erklären?</i> ca. 10 Ustd.	Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern • <u>Klassische Wellen:</u> ○ 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].
<u>Unterrichtsvorhaben II</u> Beugung und Interferenz von Wellen – Ein neues Lichtmodell <i>Wie kann man Ausbreitungsphänomene von Licht beschreiben und erklären?</i> ca. 18 Ustd.	Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern • <u>Klassische Wellen:</u> ○ Federpendel ○ Mechanische harmonische Schwingungen und Wellen ○ Huygens'sches Prinzip ○ Reflexion ○ Brechung ○ Beugung ○ Superposition und Polarisation von Wellen	• erläutern mithilfe der <i>Wellenwanne</i> qualitativ auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6), • erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8), • weisen anhand des Interferenzmusters bei <i>Doppelspalt- und Gitterversuchen</i> mit mono- und polychromatischem Licht die Wellennatur des Lichts nach und bestimmen daraus Wellenlängen (E7, E8, K4).
<u>Unterrichtsvorhaben III</u>	Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern	• stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radial- und Dipolfeldern sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1, K6),

Erforschung des Elekt- rons <i>Wie können physikalische Eigenschaften wie die La- dung und die Masse eines Elektrons gemessen wer- den?</i> ca. 26 Ustd.	• <u>Teilchen in Feldern:</u> ○ Elektrische und mag- netische Felder ○ Elektrische Feldstärke ○ Elektrische Spannung ○ Magnetische Fluss- dichte ○ Bahnformen von gela- denen Teilchen in ho- mogenen Feldern	• beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6), • erläutern am Beispiel des Plattenkondensators den Zusammenhang zwischen elektrischer Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen elektrischen Feld (S3), • berechnen Geschwindigkeitsänderungen von Ladungsträgern nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (S1, S3, K3), • erläutern am <i>Fadenstrahlrohr</i> die Erzeugung freier Elektronen durch den glühelektri- schen 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 Feldlinien- bilder (E4, E6), • modellieren mathematisch die Beobachtungen am <i>Fadenstrahlrohr</i> und ermitteln aus den Messergebnissen die Elektronenmasse (E4, E9, K7), • erläutern Experimente zur Variation elektrischer Einflussgrößen und deren Auswirkun- gen auf die Bahnformen von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magneti- schen Feldern (E2, K4), • schließen aus der statistischen Auswertung einer vereinfachten Version des <i>Millikan- Versuchs</i> auf die Existenz einer kleinsten Ladung (E3, E11, K8), • wenden eine Messmethode zur Bestimmung der magnetischen Flussdichte an (E3, K6), • erschließen sich die Funktionsweise des <i>Zyklotrons</i> auch mithilfe von Simulationen (E1, E10, S1, K1), • beurteilen die Schutzwirkung des Erdmagnetfeldes gegen den Strom geladener Teil- chen aus dem Weltall.
<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> Photonen und Elektronen als Quantenobjekte <i>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames</i>	Quantenobjekte • <u>Teilchenaspekte von Pho- tonen:</u> ○ Energiequantelung von Licht ○ Photoeffekt • <u>Wellenaspekt von Elektro- nen:</u>	• erläutern anhand eines <i>Experiments zum Photoeffekt</i> den Quantencharakter von Licht (S1, E9, K3), • stellen die Lichtquanten- und De-Broglie-Hypothese sowie deren Unterschied zur klassi- schen Betrachtungsweise dar (S1, S2, E8, K4), • wenden die De-Broglie-Hypothese an, um das Beugungsbild beim <i>Doppelspaltversuch mit Elektronen</i> quantitativ zu erklären (S1, S5, E6, K9), • erläutern die Determiniertheit der Zufallsverteilung der diskreten Energieabgabe beim Doppelspaltexperiment mit stark intensitätsreduziertem Licht (S3, E6, K3),

<i>Modell beschrieben werden?</i> ca. 18 Ustd.	○ De-Broglie-Wellenlänge ○ Interferenz von Elektronen am Doppelspalt • <u>Photon und Elektron als Quantenobjekte:</u> ○ Wellen- und Teilchenmodell ○ Kopenhagener Deutung	• berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quantenobjekte (S3), • erklären an geeigneten Darstellungen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte (S1, K3), • erläutern bei Quantenobjekten die „Welcher-Weg“-Information als Bedingung für das Auftreten oder Ausbleiben eines Interferenzmusters in einem Interferenzexperiment (S2, K4), • leiten anhand eines <i>Experiments zum Photoeffekt</i> den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen ab (E6, S6), • untersuchen mithilfe von Simulationen das Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt (E4, E8, K6, K7) [MKR 1.2], • beurteilen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen (E9, E11, K8), • erläutern die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8), • stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9), • beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der physikalischen Erkenntnisfähigkeit (B8, E11, K8).
<u>Unterrichtsvorhaben V</u> Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren <i>Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?</i> ca. 18 Ustd.	Elektrodynamik und Energieübertragung • <u>Elektrodynamik:</u> ○ Magnetischer Fluss ○ Elektromagnetische Induktion ○ Induktionsgesetz ○ Wechselspannung ○ Auf- und Entladevorgang am Kondensator • <u>Energieübertragung:</u> ○ Generator ○ Transformator ○ Elektromagnetische Schwingung	• erläutern das Auftreten von Induktionsspannungen am Beispiel der <i>Leiterschaukel</i> durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (S3, S4, K4), • führen Induktionserscheinungen bei einer Leiterschleife auf die zeitliche Änderung der magnetischen Flussdichte oder die zeitliche Änderung der durchsetzten Fläche zurück (S1, S2, K4), • beschreiben das Induktionsgesetz mit der mittleren Änderungsrate und in differentieller Form des magnetischen Flusses (S7), • untersuchen die gezielte Veränderung elektrischer Spannungen und Stromstärken durch <i>Transformatoren</i> mithilfe angeleiteter Experimente als Beispiel für die technische Anwendung der Induktion (S1, S4, E6, K8), • erklären am physikalischen <i>Modellexperiment zu Freileitungen</i> technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie (S1, S3, K8), • interpretieren die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. <i>Messwerterfassungssystem</i> aufgenommenen Daten bei elektromagnetischen Induktions- und Schwingungsversuchen unter Rückbezug auf die experimentellen Parameter (E6, E7, K9),

		• modellieren mathematisch das Entstehen von Induktionsspannungen für die beiden Spezialfälle einer zeitlich konstanten Fläche und einer zeitlich konstanten magnetischen Flussdichte (E4, E6, K7), • erklären das Entstehen von sinusförmigen Wechselspannungen in <i>Generatoren</i> mithilfe des Induktionsgesetzes (E6, E10, K3, K4), • stellen Hypothesen zum Verhalten des Rings beim <i>Thomson'schen Ringversuch</i> bei Zunahme und Abnahme des magnetischen Flusses im Ring auf und erklären diese mithilfe des Induktionsgesetzes (E2, E9, S3, 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 <i>Wie kann man Energie in elektrischen Systemen speichern?</i> <i>Wie kann man elektrische Schwingungen erzeugen?</i> ca. 15 UStd.	Elektrodynamik und Energieübertragung • <u>Elektrodynamik:</u> ○ Magnetischer Fluss ○ Elektromagnetische Induktion ○ Induktionsgesetz ○ Wechselspannung ○ Auf- und Entladevorgang am Kondensator • <u>Energieübertragung:</u> ○ 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 <i>Auf- und Entladevorgang bei Kondensatoren</i> unter Anleitung experimentell (S4, S6, K6), • modellieren mathematisch den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei <i>Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren</i> (E4, E6, S7), • interpretieren den Flächeninhalt zwischen Graph und Abszissenachse im <i>Q-U-Diagramm</i> als Energiegehalt des Plattenkondensators (E6, K8), • beurteilen den Einsatz des Kondensators als Energiespeicher in ausgewählten alltäglichen Situationen (B3, B4, K9).
Unterrichtsvorhaben VII Mensch und Strahlung – Chancen und Risiken ionisierender Strahlung <i>Wie wirkt ionisierende</i>	Strahlung und Materie • <u>Strahlung:</u> ○ Spektrum der elektromagnetischen Strahlung ○ Ionisierende Strahlung ○ Geiger-Müller-Zählrohr	• erklären die Entstehung von <i>Bremsstrahlung</i> und <i>charakteristischer Röntgenstrahlung</i> (S3, E6, K4), • unterscheiden Alpha-, Beta-, Gamma-Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1), • ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6),

<i>Strahlung auf den menschlichen Körper?</i> ca. 12 Ustd.	○ Biologische Wirkungen	• erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des <i>Geiger-Müller-Zählrohrs</i> als Nachweisgerät für ionisierende Strahlung (S4, S5, K8), • untersuchen experimentell anhand der Zählraten bei <i>Absorptionsexperimenten</i> unterschiedliche Arten ionisierender Strahlung (E3, E5, S4, S5), • begründen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, K3), • quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2). • bewerten die Bedeutung hochenergetischer Strahlung hinsichtlich der Gesundheitsgefährdung sowie ihres Nutzens bei medizinischer Diagnose und Therapie (B5, B6, K1, K10) [VB B Z3].
<u>Unterrichtsvorhaben VIII</u> Erforschung des Mikro- und Makrokosmos <i>Wie lassen sich aus Spektralanalysen Rückschlüsse auf die Struktur von Atomen ziehen?</i> ca. 19 Ustd.	Strahlung und Materie • <u>Atomphysik:</u> ○ 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 <i>Bremsstrahlung</i> und <i>charakteristischer Röntgenstrahlung</i> (S3, E6, K4), • interpretieren die Bedeutung von <i>Flammenfärbung</i> und <i>Linienspektren</i> bzw. <i>Spektralanalyse</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E6, E10), • interpretieren die Messergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuchs</i> (E6, E8, K8), • erklären das <i>charakteristische Röntgenspektrum</i> mit den Energieniveaus der Atomhülle (E6), • identifizieren vorhandene Stoffe in der Sonnen- und Erdatmosphäre anhand von Spektraltafeln des <i>Sonnenspektrums</i> (E3, E6, K1), • stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9).
<u>Unterrichtsvorhaben IX</u>	Strahlung und Materie • <u>Kernphysik:</u> ○ Nukleonen	• 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),

Massendefekt und Kernumwandlungen <i>Wie lassen sich energetische Bilanzen bei Umwandlungs- und Zerfallsprozessen quantifizieren?</i> <i>Wie entsteht ionisierende Strahlung?</i> ca. 16 Ustd.	○ Zerfallsprozesse und Kernumwandlungen ○ Kernspaltung und -fusion	• erläutern qualitativ den Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen, den Aufbau der Nukleonen aus Quarks sowie die Rolle der starken Wechselwirkung für die Stabilität des Kerns (S1, S2), • erläutern qualitativ an der Beta-Minus-Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2, K4), • erklären anhand des Zusammenhangs $E = mc^2$ die Grundlagen der Energiefreisetzung bei Kernspaltung und -fusion über den Massendefekt (S1), • ermitteln im Falle eines einstufigen radioaktiven Zerfalls anhand der gemessenen Zählraten die Halbwertszeit (E5, E8, S6), • vergleichen verschiedene Vorstellungen von der Materie mit den Konzepten der modernen Physik (B8, K9).
---	---	--

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Leistungskurs (ca. 150 Stunden)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler ...
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> Untersuchung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern <i>Wie lassen sich Kräfte auf bewegte Ladungen in elektrischen und magnetischen Feldern beschreiben?</i> <i>Wie können Ladung und Masse eines Elektrons bestimmt werden?</i> ca. 40 Ustd.	Ladungen, Felder und Induktion • <u>Elektrische Ladungen und Felder:</u> ○ Ladungen ○ Elektrische Felder ○ Elektrische Feldstärke ○ Coulomb'sches Gesetz ○ Elektrisches Potential ○ Elektrische Spannung ○ Kondensator und Kapazität ○ Magnetische Felder ○ Magnetische Flussdichte • <u>Bewegungen in Feldern:</u> ○ 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 Superpositionsprinzips elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6, K5), • modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Querfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7), • erläutern die Untersuchung magnetischer Flussdichten mithilfe des Hall-Effekts (E4, E7, S1, S5), • konzipieren Experimente zur Bestimmung der Abhängigkeit der magnetischen Flussdichte einer langgestreckten stromdurchflossenen Spule von ihren Einflussgrößen (E2, E5).
<u>Unterrichtsvorhaben II</u>	Ladungen, Felder und Induktion	• modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Querfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern

Massenspektrometer und Zyklotron als Anwendung in der physikalischen Forschung <i>Welche weiterführende Anwendungen von bewegten Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern gibt es in Forschung und Technik?</i> ca. 10 Ustd.	• <u>Bewegungen in Feldern:</u> ○ Geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern ○ Lorentzkraft ○ Geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen 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).
<u>Unterrichtsvorhaben III</u> Die elektromagnetische Induktion als Grundlage für die Kopplung elektrischer und magnetischer Felder und als Element von Energieumwandlungsketten <i>Wie kann elektrische Energie gewonnen und im Alltag bereits gestellt werden?</i> ca. 25 Ustd.	Ladungen, Felder und Induktion • <u>Elektromagnetische Induktion:</u> ○ Magnetischer Fluss ○ Induktionsgesetz ○ Lenz'sche Regel ○ Selbstinduktion ○ Induktivität	• nutzen das Induktionsgesetz auch in differentieller Form unter Verwendung des magnetischen Flusses (S2, S3, S7), • erklären Verzögerungen bei Einschaltvorgängen sowie das Auftreten von Spannungstößen bei Ausschaltvorgängen mit der Kenngröße Induktivität einer Spule anhand der Selbstinduktion (S1, S7, E6), • führen die Funktionsweise eines Generators auf das Induktionsgesetz zurück (E10, K4), • begründen qualitative Versuche zur Lenz'schen Regel sowohl mit dem Wechselwirkungs- als auch mit dem Energiekonzept (E2, E9, K3). • identifizieren und beurteilen Anwendungsbeispiele für die elektromagnetische Induktion im Alltag (B6, K8) [VB D Z3].
<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> Zeitliche und energetische Betrachtungen bei Kondensator und Spule <i>Wie speichern elektrische und magnetische Felder Energie und wie geben sie</i>	Ladungen, Felder und Induktion • <u>Elektrische Ladungen und Felder:</u> ○ Ladungen ○ Elektrische Felder ○ Elektrische Feldstärke ○ Coulomb'sches Gesetz	• 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),

<i>diese wieder ab?</i> ca. 20 Ustd.	○ Elektrisches Potential ○ Elektrische Spannung ○ Kondensator und Kapazität ○ Magnetische Felder ○ Magnetische Flussdichte ● <u>Elektromagnetische Induktion:</u> ○ Magnetischer Fluss ○ Induktionsgesetz ○ Lenz'sche Regel ○ Selbstinduktion ○ Induktivität	● ermitteln anhand von Messkurven zu Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren sowie zu Ein- und Ausschaltvorgängen bei Spulen zugehörige Kenngrößen (E4, E6, S6).
<u>Unterrichtsvorhaben V</u> Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und deren Eigenschaften <i>Welche Analogien gibt es zwischen mechanischen und elektromagnetischen schwingenden Systemen?</i> ca. 40 Ustd.	Schwingende Systeme und Wellen ● <u>Schwingungen und Wellen:</u> ○ Harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen ○ Huygens'sches Prinzip ○ Reflexion ○ Brechung ○ Beugung ○ Polarisation und Superposition von Wellen ○ Michelson-Interferometer ● <u>Schwingende Systeme:</u> ○ Federpendel ○ Fadenpendel ○ Resonanz ○ Schwingkreis	● 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),

	○ Hertz'scher Dipol	• beurteilen Maßnahmen zur Vermeidung von Resonanzkatastrophen (B5, B6, K2), • unterscheiden am Beispiel von Schwingungen deduktives und induktives Vorgehen als Grundmethoden der Erkenntnisgewinnung (B8, K4).
<u>Unterrichtsvorhaben VI</u> Wellen und Interferenzphänomene <i>Warum kam es im 17. Jh. zu einem Streit über das Licht/die Natur des Lichts?</i> <i>Ist für die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen ein Trägermedium notwendig? (Gibt es den „Äther“?)</i> ca. 10-15 Ustd.	Schwingende Systeme und Wellen • <u>Schwingungen und Wellen:</u> ○ 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 Polarisierung als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8), • stellen für Einzel-, Doppelspalt und Gitter die Bedingungen für konstruktive und destruktive Interferenz und deren quantitative Bestätigung im Experiment für mono- und polychromatisches Licht dar (S1, S3, S6, E6), • erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (S1, K4), • weisen anhand des Interferenzmusters bei Spalt- und Gitterversuchen die Welleneigenschaften des Lichts nach und bestimmen daraus die Wellenlänge des Lichts (E5, E6, E7, S6), • erläutern Aufbau und Funktionsweise des Michelson-Interferometers (E2, E3, S3, K3), • beurteilen die Bedeutung von Schwingkreisen für die Umsetzung des Sender-Empfänger-Prinzips an alltäglichen Beispielen (B1, B4, K1) [VB B Z 1].
<u>Unterrichtsvorhaben VII</u> Quantenphysik als Weiterentwicklung des physikalischen Weltbildes <i>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen</i>	Quantenphysik • <u>Teilchenaspekte von Photonen:</u> ○ Energiequantelung von Licht ○ Photoeffekt ○ Bremsstrahlung	• erklären den Photoeffekt mit der Einsteinschen 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 Verwen-

durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden? ca. 30 Ustd.	• <u>Photonen und Elektronen als Quantenobjekte:</u> ○ Doppelspaltexperiment ○ Bragg-Reflexion ○ Elektronenbeugung ○ Wahrscheinlichkeitsinterpretation ○ Delayed-Choice-Experiment ○ Kopenhagener Deutung	dung der Koinzidenzmethode das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (S1, S5, E3, K3), • erklären am Beispiel von Elektronen die De-Broglie-Hypothese (S1, S3), • berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quantenobjekte (S3), • deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Nachweiswahrscheinlichkeitsdichte von Elektronen (S3), • erläutern die Heisenberg'sche Unbestimmtheitsrelation in der Version der Unmöglichkeit-Formulierung (S2, S3, E7, E11, K4), • interpretieren die experimentellen Befunde zum Photoeffekt hinsichtlich des Widerspruchs zur klassischen Physik (E3, E8, S2, K3), • bestimmen aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck'sche Wirkungsquantum (E6, S6), • interpretieren das Auftreten der kurzwelligen Grenze des Bremsstrahlungsspektrums (E6, S1), • erklären experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E3, E6), • modellieren qualitativ das stochastische Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt bei gleichzeitiger Determiniertheit der Zufallsverteilung mithilfe der Eigenschaften der Wellenfunktion (E4, E6, K4), • beurteilen die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8), • stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9), • beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der exakten Vorhersagbarkeit von physikalischen Phänomenen (B8, K8, E11).
<u>Unterrichtsvorhaben VIII</u> Struktur der Materie <i>Wie hat sich unsere Vorstellung vom Aufbau der Materie historisch bis heute entwickelt?</i>	Atom- und Kernphysik • <u>Atomaufbau:</u> ○ Atommodelle ○ Eindimensionaler Potentialtopf ○ Energieniveauschema ○ Röntgenstrahlung	• 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

ca. 20 Ustd.	• <u>Radioaktiver Zerfall:</u> ○ Kernaufbau ○ Zerfallsreihen ○ Zerfallsgesetz ○ Halbwertszeit ○ Altersbestimmung	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).
<u>Unterrichtsvorhaben IX</u> Mensch und Strahlung – Chancen und Risiken ionisierender Strahlung <i>Welche Auswirkungen haben ionisierende Strahlung auf den Menschen und wie kann man sich davor schützen?</i> <i>Wie nutzt man die ionisierende Strahlung in der Medizin?</i> ca. 22 Ustd.	Atom- und Kernphysik • <u>Atomaufbau:</u> ○ Atommodelle ○ Eindimensionaler Potentialtopf ○ Energieniveauschema ○ Röntgenstrahlung • <u>Ionisierende Strahlung:</u> ○ Strahlungsarten ○ Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung ○ Eigenschaften ionisierender Strahlung ○ Absorption ionisierender Strahlung • <u>Radioaktiver Zerfall:</u> ○ Kernaufbau ○ Zerfallsreihen ○ Zerfallsgesetz ○ Halbwertszeit	• erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4), • ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6), • unterscheiden Alpha-, Beta-, Gamma-γ-Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1), • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs als Nachweisgerät ionisierender Strahlung (S4, S5, K8), • erklären die Ablenkbarkeit in elektrischen und magnetischen Feldern sowie Durchdringungs- und Ionisierungsfähigkeit von ionisierender Strahlung mit ihren Eigenschaften (S1, S3), • erläutern qualitativ an der Beta-Minus-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),

	○ Altersbestimmung	• 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].
<u>Unterrichtsvorhaben X</u> Massendefekt und Kernumwandlung <i>Wie kann man natürliche Kernumwandlung beschreiben und wissenschaftlich nutzen?</i> <i>Welche Möglichkeiten der Energiegewinnung ergeben sich durch Kernumwandlungen in Natur und Technik?</i> ca. 20 Ustd.	Atom- und Kernphysik • <u>Radioaktiver Zerfall</u>: ○ Kernaufbau ○ Zerfallsreihen ○ Zerfallsgesetz ○ Halbwertszeit ○ Altersbestimmung • <u>Kernspaltung und -fusion</u>: ○ Bindungsenergien ○ Massendefekt ○ Kettenreaktion	• beschreiben natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse (Kernspaltung und -fusion, Neutroneneinfang) auch mithilfe der Nuklidkarte (S1), • beschreiben Kernspaltung und Kernfusion mithilfe der starken Wechselwirkung zwischen den Nukleonen auch unter quantitativer Berücksichtigung von Bindungsenergien (S1, S2), • bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C-14-Methode (E4, E7, S7, K1), • bewerten Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion hinsichtlich der globalen Energieversorgung (B5, B7, K3, K10) [VB D Z3], • diskutieren ausgewählte Aspekte der Endlagerung radioaktiver Abfälle unter Berücksichtigung verschiedener Quellen (B2, B4, K2, K10) [MKR 2.1, 2.3] [VB D Z3].

2.2 Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit

Die Lehrerkonferenz hat unter Berücksichtigung des Schulprogramms als überfachliche Grundsätze für die Arbeit im Unterricht bekräftigt, dass die im Referenzrahmen Schulqualität NRW formulierten Kriterien und Zielsetzungen als Maßstab für die kurz- und mittelfristige Entwicklung der Schule gelten sollen. Gemäß dem Schulprogramm sollen insbesondere die Lernenden als Individuen mit jeweils besonderen Fähigkeiten, Stärken und Interessen im Mittelpunkt stehen. Die Fachgruppe vereinbart, der individuellen Kompetenzentwicklung (Referenzrahmen Kriterium 2.2.1) und den herausfordernden und kognitiv aktivierenden Lehr- und Lernprozessen (Kriterium 2.2.2) besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Physik bezüglich ihres schulinternen Lehrplans die folgenden fach-methodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen:

Lehr- und Lernprozesse

- Schwerpunktsetzungen nach folgenden Kriterien:
 - Herausstellung zentraler Ideen und Konzepte, auch unter Nutzung von Synergien zwischen den naturwissenschaftlichen Fächern
 - Zurückstellen von Verzichtbarem bzw. eventuell späteres Aufgreifen, Orientierung am Prinzip des exemplarischen Lernens
 - Anschlussfähigkeit (fachintern und fachübergreifend)
 - Herstellen von Zusammenhängen statt Anhäufung von Einzelfakten
- Lehren und Lernen in sinnstiftenden Kontexten nach folgenden Kriterien
 - Eignung des Kontextes zum Erwerb spezifischer Kompetenzen („Was kann man an diesem Thema besonders gut lernen“?)
 - klare Schwerpunktsetzungen bezüglich des Erwerbs spezifischer Kompetenzen, insbesondere auch bezüglich physikalischer Denk- und Arbeitsweisen
 - eingegrenzte und altersgemäße Komplexität
 - authentische, motivierende und tragfähige Problemstellungen
 - Nachvollziehbarkeit/Schülerverständnis der Fragestellung
 - Kontexte und Lernwege sollten nicht unbedingt an fachsystematischen Strukturen, sondern eher an Erkenntnis- und Verständnisprozessen der Lernenden ansetzen.
- Variation der Lernaufgaben und Lernformen mit dem Ziel einer kognitiven Aktivierung aller Lernenden nach folgenden Kriterien
 - Aufgaben auch zur Förderung von vernetztem Denken mit Hilfe von übergreifenden Prinzipien, grundlegenden Ideen und Basiskonzepten
 - Einsatz von digitalen Medien und Werkzeugen zur Verständnisförderung und zur Unterstützung und Beschleunigung des Lernprozesses.

- Einbindung von Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erwerbenden Kompetenzen reflektiert werden, explizite Thematisierung der erforderlichen Denk- und Arbeitsweisen und ihrer zugrundeliegenden Ziele und Prinzipien, Vertrautmachen mit dabei zu verwendenden Begrifflichkeiten
- Vertiefung der Fähigkeit zur Nutzung erworbener Kompetenzen beim Transfer auf neue Aufgaben und Problemstellungen durch hinreichende Integration von Reflexions-, Übungs- und Problemlösephasen in anderen Kontexten
- ziel- und themengerechter Wechsel zwischen Phasen der Einzelarbeit, Partnerarbeit und Gruppenarbeit unter Berücksichtigung von Vielfalt durch Elemente der Binnendifferenzierung
- Beachtung von Aspekten der Sprachsensibilität bei der Erstellung von Materialien.
- bei kooperativen Lernformen: insbesondere Fokussierung auf das Nachdenken und den Austausch von naturwissenschaftlichen Ideen und Argumenten

Experimente und eigenständige Untersuchungen

- Verdeutlichung der verschiedenen Funktionen von Experimenten in den Naturwissenschaften und des Zusammenspiels zwischen Experiment und konzeptionellem Verständnis
- überlegter und zielgerichteter Einsatz von Experimenten: Einbindung in Erkenntnisprozesse und in die Klärung von Fragestellungen
- schrittweiser und systematischer Aufbau von der reflektierten angeleiteten Arbeit hin zur Selbstständigkeit bei der Planung, Durchführung und Auswertung von Untersuchungen
- Nutzung sowohl von manuell-analoger, aber auch digitaler Messwerterfassung und Messwertauswertung
- Entwicklung der Fähigkeiten zur Dokumentation der Experimente und Untersuchungen (Versuchsprotokoll) in Absprache mit den Fachkonferenzen der anderen naturwissenschaftlichen Fächer

Individuelles Lernen und Umgang mit Heterogenität

Gemäß ihren Zielsetzungen setzt die Fachgruppe ihren Fokus auf eine Förderung der individuellen Kompetenzentwicklung. Die Gestaltung von Lernprozessen kann sich deshalb nicht auf eine angenommene mittlere Leistungsfähigkeit einer Lerngruppe beschränken, sondern muss auch Lerngelegenheiten sowohl für stärkere als auch schwächere Schülerinnen und Schüler bieten. Um den Arbeitsaufwand dafür in Grenzen zu halten, vereinbart die Fachgruppe, bei der schrittweisen Nutzung bzw. Erstellung von Lernarrangements, bei der alle Lernenden am gleichen Unterrichtsthema arbeiten, aber dennoch vielfältige Möglichkeiten für binnendifferenzierende Maßnahmen bestehen, eng zusammenzuarbeiten. Gesammelt bzw. erstellt, ausgetauscht sowie erprobt werden sollen zunächst

- unterrichtsbegleitende Testaufgaben zur Diagnose individueller Kompetenzentwicklung in allen Kompetenzbereichen
- komplexere Lernaufgaben mit gestuften Lernhilfen für unterschiedliche Leistungsanforderungen

- unterstützende zusätzliche Maßnahmen für erkannte oder bekannte Lernschwierigkeiten
- herausfordernde zusätzliche Angebote für besonders leistungsstarke Schülerinnen und Schüler (auch durch Helfersysteme oder Unterrichtsformen wie „Lernen durch Lehren“)

Als Beispiel dieser Prinzipien soll eine Unterrichtsreihe zur Wärmeanomalie des Wassers in Klasse 5 dienen:

2.2.1. Unterrichtseinheit „Wärmeanomalie des Wassers“, Klasse 5

U5.1. Einordnung der UE in Leitideen guten Unterrichts

U5.1.1 Problemorientierung – Wie kann Unterricht ‚problemorientiert‘ angelegt werden?

Problemorientierung im Unterricht bedeutet unter anderem, dass eine Fragehaltung den Unterricht prägt, eine herausfordernde Situation dazu motiviert, sich mit ihr auseinanderzusetzen, oder ein kognitiver Konflikt das Lernen fördert. Ein problemorientierter Unterricht regt durch komplexe Fragen, Sachverhalte und Phänomene den Lernfortschritt aktiv an. Überraschungen und kognitive Dissonanzen sind integraler Bestandteil eines solchen Unterrichts: Sachverhalte und Phänomene erscheinen plötzlich uneindeutig oder werden von den Schülerinnen und Schülern differenzierter als zuvor wahrgenommen.

Einstieg über die Gegenüberstellung zweier Phänomene:

Limonadenflasche platzt in der Kühltruhe ↔ Eine erhitzte Eisenkugel passt nicht mehr durch ein Loch, durch das sie vorher hindurch passte.

Der im zweiten Fall passende Ansatz, dass sich Stoffe bei Erwärmung ausdehnen, passt im Fall der abgekühlten und dennoch geplatzten Flasche nicht mehr. Dieser kognitive Konflikt sollte dazu führen, dass die Schüler den einfachen Lösungsansatz hinterfragen.

U5.1.2 Orientierung an einem komplexen Kompetenzbegriff – Wie können Lehr- und Lernsituationen herausfordernd und kognitiv aktivierend gestaltet werden?

Kompetenzorientierter Unterricht will langfristig wirksame Bildungsprozesse anregen. Der Aufbau von Kompetenzen soll Schülerinnen und Schüler in die Lage versetzen, sich aktiv Herausforderungen und Anforderungen ihrer aktuellen und zukünftigen Lebenswelt stellen zu können. Im Sinne einer vertieften Allgemeinbildung fördert kompetenzorientierter Unterricht die Fähigkeit zur kritischen Reflexion und Selbstbestimmung.

d.h. z.B.:

Im Unterricht kommen metakognitive Lernstrategien zum Einsatz, die es den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, ihre Lernprozesse zu reflektieren und Lernstrategien zu entwickeln.

Im Rahmen eines Stationenlernens mit bereits vorgegebenen Stationen sollen die Schülerinnen und Schüler, je nach Lerntempo und Interesse, auch eine oder mehrere Wahlstationen selbstständig nach folgenden Leitfragen entwickeln:

- *Wie kann ich mit Hilfe eines geeigneten Experiments oder Gedankenexperiments entscheiden, ob sich ein bestimmter Stoff bei Erwärmung ausdehnt oder zusammenzieht?*
- *Lässt sich der im Experiment oder im Rollenspiel untersuchte Stoff mit Wasser oder Eisen vergleichen?*

- *Welchen Ausgang / welche Antworten erwarte ich vom Experiment?*

U5.1.3 Selbstbestimmung – Wie kann eigenständiges und selbstgesteuertes Lernen der Schülerinnen und Schüler gewährleistet werden?

Die Entwicklung von Kompetenzen ist ein vom Individuum zu leistender Prozess. Er kann nicht von außen ‚erzeugt‘, sondern durch anschlussfähige Impulse höchstens angeregt werden. Dabei spielt die Lehrkraft eine entscheidende Rolle. D.h. z.B:

- Das Potenzial, die fachlichen Vorerfahrungen und die Expertisen der Schüler und Schülerinnen werden hinreichend differenziert diagnostiziert und für den Unterricht fruchtbar gemacht.

Ein Online-Eingangstest diagnostiziert das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler. Die Wiederholung des Test am Ende wird auch genutzt, um daraus neue Fragen zu entwickeln und für den Folgeunterricht fruchtbar zu machen.

- Die Schüler und Schülerinnen erhalten vielfältige Möglichkeiten, sich in Bezug auf die Themen und Inhalte einzubringen und unterschiedliche, individuelle Lernwege zu wählen. Die Lehrkraft unterstützt die Schülerinnen und Schüler dabei aktiv.

Die Schülerinnen und Schüler können die vorbereiteten Stationen in eigener Reihenfolge bearbeiten und zusätzlich im Wahlteil zusätzliche Experimente, Rollenspiele und Buchrecherchen zur Beantwortung ihrer Fragen planen und durchführen.

U5.2. Zentrale Perspektive: Unterstützung kumulativer Lernprozesse

U5.2.1 Wie können unterschiedliche Kompetenzbereiche und fachliche Inhalte unterrichtlich angesteuert werden?

Als Orientierungshilfe in Bezug auf den Aufbau von Kompetenzen kann das Bild der ‚Lernschleifen‘ dienen:

Leitideen und zentrale Perspektiven guten Unterrichts



A: Der Aspekt der Wärmeausdehnung im Eingangstest wird durch zwei Experimente wieder aufgegriffen: Eine in der Kühltruhe geborstene Limonadenflasche wird der durch Hitze ausgedehnten Eisenkugel, die nicht mehr durch ein vorher passenden Loch hindurch passt, gegenübergestellt. Mit einem auf dem Teilchenmodell basierenden Rollenspiel (Mehrere Schülerinnen und Schüler in einem vorher eng um sie herum aufgezeichneten Kreis, nehmen bei stärkerer Bewegung mehr Platz ein) lässt sich die Ausdehnung der Eisenkugel erklären, die Ausdehnung der Limonade (weniger Bewegung der Moleküle) lässt sich damit jedoch nicht erklären. Dieses Problem führt zum motivierenden kognitiven Konflikt.

B: Folgende komplexe, miteinander vernetzte Kompetenzen werden im Folgenden nun trainiert:

- Die Schülerinnen und Schüler müssen das Problem durch weitere, teilweise auch selbst geplante Experimente und Überlegungen erfassen und vertiefen.
- Sie müssen die Prozesse der Wärmeausdehnung z.B. durch Rollenspiele nachvollziehen können und ihre Grenzen in der Anomalie des Wassers erkennen.
- Sie müssen das Teilchenmodell selbstständig erweitern und Bindungskräfte und raum-einnehmendes Verhalten der sich langsamer bewegende Wassermoleküle in das Rollenspiel mit einbeziehen.

C: Die Schülerinnen und Schüler legen eine eigene, für sie geeignete Reihenfolge der festen Stationen fest und planen eigen Stationen, die einen individuellen Zugang zur Problemstellung und zum Kompetenzaufbau ermöglichen. Sie überprüfen die Sinnhaftigkeit und Nachhaltigkeit ihres Vorgehens anhand vorangestellter Fragen (s.o.) und einer nachgeschalteten Wiederholung des Eingangstests, so dass überprüft wird, ob die Lösung des Problems aus A so erreicht werden kann bzw. wurde. Neue Fragen in Bezug auf das Problem können so entwickelt werden und der Kreis schließt sich.

Die Lernphasen untergliedern sich also in

- Die Standortbestimmung durch den Online-Eingangstest
- Die Eingangsexperimente zur Problemorientierung
- Die Formulierung entsprechender Fragen
- Das Stationenlernen zur vorgegebenen Experimenten
- Das Entwickeln eigener Fragen und Zusatzstationen
- Die Kontrolle des eigenen Lernfortschritts und Entwicklung weiterer Fragen durch die Wiederholung des Eingangstests

Dabei ist die Verknüpfung mit dem Teilchenmodell zur Lösung des Problems zwingend erforderlich.

Die Leistungsbewertung erfolgt durch den zum Ende der Einheit wiederholten Eingangstest und durch die Abgabe der Versuchsprotokolle.

Durch die Leitfragen zu den selbst geplanten Zusatzexperimenten können sich die Schülerinnen und Schüler ihre Lernziele z.T. selbst formulieren.

Der Eingangstest und seine Wiederholung zum Ende der Unterrichtseinheit bilden eine Klammer, die durch die Entwicklung noch offener oder neuer Fragen am Ende den Beginn einer neuen Lernschleife einleitet.

U5.2.2 Wie unterschiedlich können die Ziele des Kompetenzaufbaus aussehen?

Der Kompetenzaufbau kann sich in Bezug auf die Niveaus der fachlichen Vertiefung (vgl. die Erläuterungen zu Frage 1) unterscheiden. Aufgrund der Heterogenität der Lerngruppe kann es geboten sein, innerhalb einer übergreifenden einheitlichen Zielvorstellung die Teilziele im Lernprozess zu variieren.

Es gibt Pflicht- und Wahlstationen, Experimente in den Wahlstationen sind individuell durch Rollenspiele oder Buchrecherche ersetzbar.

U5.2.3 Wie werden die unterschiedlichen Kompetenzbereiche und Inhaltsfelder sinnvoll miteinander verknüpft?

Die Stufen des Kompetenzaufbaus und ihre Konkretisierungen sind von den Kernlehrplänen vorgegeben. Die konkrete unterrichtliche Umsetzung ist schulintern zu verhandeln. Dabei ist auch die Vernetzung von Kompetenzen und Inhalten sicherzustellen.

Wärmeausdehnung und Anomalie des Wassers werden miteinander verknüpft und sinnvoll in den Themenbereich „Wärme und Temperatur“ eingebettet. Das Teilchenmodell wird als sinnvolles Erklärungsmodell eingeführt.

U5.2.4 Wie lassen sich Lernphasen sinnvoll, wiederholt und ausdrücklich durch Lernsituationen initiieren, so dass ein nachhaltiger Kompetenzaufbau erfolgt?

Lernphasen beziehen sich auf den Aufbau verschiedenster Kompetenzbereiche und werden durch wiederkehrende Lernsituationen angeregt. Phasen einer systematischen und kontinuierlichen Wiederholung, Übung und Vertiefung oder der Entwicklung von Lösungsstrategien können je nach Schwerpunktsetzung in unterschiedlichen inhaltlichen Kontexten Anwendung finden. Ziel ist dabei, Schülerinnen und Schülern eine deutliche Steigerung ihrer Kompetenzen erfahrbar zu machen.

Das gelingt durch die Wiederholung des Eingangstest am Ende der Unterrichtseinheit. Die Schülerinnen und Schüler werden dabei eine Steigerung ihrer Kompetenzen erfahren.

Weiter heißt es in den Konkretisierungen:

Wie gelingt es, metareflexive Phasen in den Unterricht zu integrieren, die die angestrebten Prozesse und Ziele thematisieren?

Wahlstationen werden durch metareflexive Leitfragen (s.o., unter 1.2!) selbst geplant und reflektiert.

U5.2.5 Wie können Leistungserwartungen und -überprüfungen lernfördernd in den Unterricht integriert werden?

Lernerfolgsüberprüfungen setzen transparente Leistungserwartungen voraus. Sie dienen auch der Selbsteinschätzung der Schülerinnen und Schüler, die wiederum eine wichtige Voraussetzung für selbstgesteuertes Lernen bildet. Den Lehrenden geben sie Aufschluss über den Grad des Kompetenzaufbaus; dieses diagnostische Wissen ist eine notwendige Grundlage für die Planung und Gestaltung adäquater Lernsituationen.

Durch den Online-Eingangstest zu Beginn wird den Schülern klar, was Sie erwartet und was zum Ende von ihnen erwartet wird.

Die Wiederholung dieses Test zum Ende der Unterrichtseinheit motiviert durch den offensichtlichen Kompetenzerwerb. Noch offene Fragen werden dabei positiv aufgenommen und sollen den weiteren Unterricht motivieren.

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Hinweis:

Die Fachkonferenz trifft Vereinbarungen zu Bewertungskriterien und deren Gewichtung. Ziele dabei sind, innerhalb der gegebenen Freiräume sowohl eine Transparenz von Bewertungen als auch eine Vergleichbarkeit von Leistungen zu gewährleisten.

Grundlagen der Vereinbarungen sind § 48 SchulG, § 6 APO-S I sowie die Angaben in Kapitel 3 *Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung* des Kernlehrplans.

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

Grundsätzliche Absprachen:

Nach dem allgemeinem Leistungskonzept gilt:

Zum Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen“ gehören demnach im Zusammenhang mit dem Unterricht erbrachten mündlichen und praktischen Leistungen sowie gelegentliche kurze schriftliche Übungen. Die Leistungen bei der Mitarbeit im Unterricht sind bei der Beurteilung ebenso zu berücksichtigen wie die übrigen Leistungen. Dies bedeutet, dass die sonstige Mitarbeit sowohl den mündlichen Bereich der Beteiligung am Unterricht als auch die Bearbeitung der schriftlichen Aufgaben im Unterricht umfasst. Bei der Bewertung der „sonstigen Leistungen“ werden folgende Bereiche schriftlicher und mündlicher Mitarbeit in einem ausgewogenen Verhältnis berücksichtigt, dabei kann die prozentuelle Aufteilung jedoch fachspezifisch sich unterscheiden bzw. der Lehrkraft freigestellt sein:

- Die Qualität individueller mündlicher Beiträge
- Die Quantität individueller mündlicher Beiträge
- Die Erarbeitung und der Vortrag von Referaten
- Die kooperative Leistung im Rahmen von Partner- und Gruppenarbeit
- Das Präsentieren von individuellen und kooperativen Arbeitsergebnissen
- Die Kenntnis und Verwendung von Fachbegriffen
- Im Unterricht eingeforderte Leistungsnachweise, z.B.
 - vorgetragene Hausaufgaben
 - Protokolle einer Einzel- oder Gruppenarbeitsphase,
 - Die Qualität schriftlicher Beiträge / Aufgaben
 - Die Quantität schriftlicher Beiträge
 - Die Ergebnisse von Vokabel- und Grammatiktests
- Die angemessene Gestaltung von Heften, Mappen, Lerntagebüchern, Portfolios o.ä.
- Die regelmäßige und angemessene Erledigung von Lernzeitaufgaben
- kurze schriftliche Überprüfungen
- Zuverlässigkeit von Absprachen und Aufgabenerledigung
- Aufgaben im Rahmen der SeGeL-Aufgaben

Insbesondere in den nicht schriftlichen Fächern wird im Rahmen der sonstigen Leistungen mindestens ein Leistungsnachweis mit schriftlichem Anteil beurteilt. Den verschiedenen Fächern steht dabei eine große Anzahl von spezifischen Leistungsnachweisen zur Verfügung, die die Fachlehrer je nach Themenbereich von den Schülerinnen und Schülern erwarten bzw. einfordern:

Leistungsnachweise	Fächer
Arbeits- und Kooperationsverhalten	Alle Fächer
Dokumentationen, z.B. Portfolio	Alle Fächer
Hausarbeiten / Jahres-/Halbjahresarbeiten	Alle Fächer
Heftführung	Alle Fächer
Referate	Alle Fächer
Schriftliche Lernzielkontrolle	Alle Fächer
Selbstgesteuerte Projektarbeit (Planung – Durchführung – Präsentation)	Alle Fächer
Themenplakat / Lernplakat	Alle Fächer
Berichtigungen von schriftlichen Arbeiten	Alle Fächer mit schriftlicher Leistung
Bewerbungsportfolio / Praktikumsmappe	Deutsch
Lesetagebuch SPRACHEN	Sprachliche Fächer
Literarische Produkte (z.B. Verfassen von Texten: Gedichte, Kurzgeschichten etc.)	Sprachliche Fächer
Gestaltung von szenischen Darstellungen mit Bühnenpräsentation	Musische, gesellschaftliche und sprachliche Fächer
Handwerkliche Gestaltung von bildhaften oder plastischen Darstellungen	Kunst
Herstellung technisch, handwerklicher Produkte	Kunst, naturwissenschaftliche Fächer
Praktische experimentelle Aufgaben / Durchführung von Versuchen	Naturwissenschaftliche Fächer
punktueller sowie prozessbezogener Lernerfolgsüberprüfungen	Sport

Kriterien der Leistungsbeurteilung:

Beurteilungsgrundlage der mündlichen Mitarbeit im Unterricht ist die Beobachtung und Bewertung der Unterrichtsbeteiligung mit Berücksichtigung folgender Kriterien:

- Qualität sachlich verständlicher, mündlicher Beiträge
- eine Qualität verständlich formulierter Fragen
- der thematisch angemessene Bezug zum Inhalt des Unterrichts

- das Einbringen von eigenem Vorwissen in den Unterricht
- die aktive Aufmerksamkeit
- die Quantität / Regelmäßigkeit mündlicher Beiträge
- die Einhaltung von Gesprächsregeln
- die Fähigkeit, aktiv zuzuhören und sich auf Beiträge anderer zu beziehen
- die Kenntnisse im Umgang mit Fachbegriffen
- die Kreativität in der Weiterentwicklung von Ideen und Gedanken
- Struktur und Präsentation von Referaten
- Mitarbeit in Gruppenarbeitsphasen
- Präsentieren von Arbeitsergebnissen

Für die Bewertung wird nach §48 (2) und (3) SchulG folgendes Bewertungsraster herangezogen:

Situation	Fazit	Note
• Erkennen des Problems und dessen Einordnung in einen größeren Zusammenhang • sachgerechte und ausgewogene Beurteilung • eigenständige gedankliche Leistung als Beitrag zur Problemlösung. • Angemessene, klare sprachliche Darstellung.	Die Leistung entspricht den Anforderungen in ganz besonderem Maße.	1
• Verständnis schwieriger Sachverhalte und deren Einordnung in den Gesamtzusammenhang des Themas. • Erkennen des Problems, Unterscheidung zwischen Wesentlichem und Unwesentlichem. • Es sind Kenntnisse vorhanden, die über die Unterrichtsreihe hinausreichen.	Die Leistung entspricht in vollem Umfang den Anforderungen.	2
• Regelmäßig freiwillige Mitarbeit im Unterricht. • Im Wesentlichen richtige Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus unmittelbar behandeltem Stoff. • Verknüpfung mit Kenntnissen des Stoffes der gesamten Unterrichtsreihe.	Die Leistung entspricht im Allgemeinen den Anforderungen.	3
• Nur gelegentlich freiwillige Mitarbeit im Unterricht. • Äußerungen beschränken sich auf die Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus dem unmittelbar behandelten Stoffgebiet und sind im Wesentlichen richtig.	Die Leistung weist zwar Mängel auf, entspricht im Ganzen aber noch den Anforderungen.	4
• Keine freiwillige Mitarbeit im Unterricht. • Äußerungen nach Aufforderung sind nur teilweise richtig.	Die Leistung entspricht den Anforderungen nicht, notwendige Grundkenntnisse sind jedoch vorhanden und die Mängel in absehbarer Zeit behebbar.	5

• Keine freiwillige Mitarbeit im Unterricht. • Äußerungen nach Aufforderung sind falsch.	Die Leistung entspricht den Anforderungen nicht. Selbst Grundkenntnisse sind so lückenhaft, dass die Mängel in absehbarer Zeit nicht behebbar sind.	6
---	---	---

Im Fach Physik gelten zusätzlich zu den allgemeinen folgende fachspezifische Kriterien:

- die inhaltliche Geschlossenheit und sachliche Richtigkeit sowie die Angemessenheit fachtypischer qualitativer und quantitativer Darstellungen bei Erklärungen, beim Argumentieren und beim Lösen von Aufgaben,
- die zielgerechte Auswahl und konsequente Anwendung von Verfahren beim Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten und bei der Nutzung von Modellen,
- die Genauigkeit und Zielbezogenheit beim Analysieren, Interpretieren und Erstellen von Texten, Graphiken oder Diagrammen.
- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Klarheit und Richtigkeit beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben physikalischer Sachverhalte
- sichere Verfügbarkeit physikalischen Grundwissens (z. B. physikalische Größen, deren Einheiten, Formeln, fachmethodische Verfahren)
- konstruktives Umgehen mit Fehlern
- fachlich sinnvoller, sicherheitsbewusster und zielgerichteter Umgang mit Experimentalmedien
- fachlich sinnvoller und zielgerichteter Umgang mit Modellen, Hilfsmitteln und Simulationen
- Beurteilung und Bewertung von Daten, Fehlerabschätzung

Verfahren der Leistungsrückmeldung und Beratung

Die Leistungsrückmeldung kann in mündlicher und schriftlicher Form erfolgen.

- Intervalle:
Eine differenzierte Rückmeldung zum erreichten Lernstand sollte mindestens einmal pro Quartal erfolgen. Aspektbezogene Leistungsrückmeldung erfolgt anlässlich der Auswertung benoteter Lernprodukte.
- Formen:
Schülergespräch, individuelle Beratung, schriftliche Hinweise und Kommentare (Selbst-)Evaluationsbögen; Gespräche beim Elternsprechtag

2.4 Lehr- und Lernmittel

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

- Klasse 5: Impulse 5/6 vom Klettverlag
- Klasse 8: Impulse 7-10 vom Klettverlag
- Klasse 9: Impulse 7-10 vom Klettverlag
- Klasse 10: Impulse 7-10 vom Klettverlag

Lehrwerke, die im Klassensatz für den temporären Einsatz im Unterricht zur Verfügung stehen:

- Klasse 5: Impulse 5/6 vom Klettverlag
- Klasse 8: Impulse 7-10 vom Klettverlag
- Klasse 9: Impulse 7-10 vom Klettverlag
- Klasse 10: Impulse 7-10 vom Klettverlag

Fachzeitschriften:

- keine

Fachliteratur und didaktische Literatur: siehe Inventarliste der Fachbibliothek

Weitere Quellen, Hinweise und Hilfen zum Unterricht

Plattformen für Unterrichtsmaterialien und digitale Instrumente:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.mabo-physik.de/index.html	Simulationen zu allen Themenbereichen der Physik
2	http://www.leifiphysik.de	Aufgaben, Versuch, Simulationen etc. zu allen Themenbereichen
3	http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/physik/	Fachbereich Physik des Landesbildungsservers Baden-Württemberg
4	https://www.howtosmile.org/topics	Digitale Bibliothek mit Freihandexperimenten, Simulationen etc. diverser Museen der USA

5	http://phyphox.org/de/home-de	phyphox ist eine sehr umfangreiche App mit vielen Messmöglichkeiten und guten Messergebnissen. Sie bietet vielfältige Einsatzmöglichkeiten im Physikunterricht. Sie läuft auf Smartphones unter IOS und Android und wurde an der RWTH Aachen entwickelt.
6	http://www.viananet.de/	Videoanalyse von Bewegungen
7	https://www.planet-schule.de	Simulationen, Erklärvideos,...
8	https://phet.colorado.edu/de/simulations/category/physics	Simulationen

- **Digitale Werkzeuge / digitales Arbeiten:**
 - iPad
 - Cassy
 - Taschenrechner
- **Rechtliche Grundlagen**

3 Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen

Die Fachkonferenz erstellt eine Übersicht über die Zusammenarbeit mit anderen Fächern, trifft fach- und aufgabenfeldbezogene sowie übergreifende Absprachen, z. B. zur Arbeitsteilung bei der Entwicklung Curricula übergreifender Kompetenzen (ggf. Methodentage, Projektwoche, Facharbeitsvorbereitung, Schulprofil...) und über eine Nutzung besonderer außerschulischer Lernorte.

Die drei naturwissenschaftlichen Fächer beinhalten viele inhaltliche und methodische Gemeinsamkeiten, aber auch einige Unterschiede, die für ein tieferes fachliches Verständnis genutzt werden können. Synergien beim Aufgreifen von Konzepten, die schon in einem anderen Fach angelegt wurden, nützen dem Lehren, weil nicht alles von Grund auf neu unterrichtet werden muss und unnötige Redundanzen vermieden werden. Es unterstützt aber auch nachhaltiges Lernen, indem es Gelerntes immer wieder aufgreift und in anderen Kontexten vertieft und weiter ausdifferenziert. Es wird dabei klar, dass Gelerntes in ganz verschiedenen Zusammenhängen anwendbar ist und Bedeutung besitzt. Verständnis wird auch dadurch gefördert, dass man Unterschiede in den Sichtweisen der Fächer herausarbeitet und dadurch die Eigenheiten eines Konzepts deutlich werden lässt.

Zusammenarbeit mit anderen Fächern

Die schulinternen Lehrpläne und der Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern sollen den Schülerinnen und Schülern aufzeigen, dass bestimmte Konzepte und Begriffe in den verschiedenen Fächern aus unterschiedlicher Perspektive beleuchtet, in ihrer Gesamtheit aber gerade durch diese ergänzende Betrachtungsweise präziser verstanden werden können. Dazu gehört beispielsweise der Energiebegriff, der in allen Fächern eine bedeutende Rolle spielt.

Im Kapitel 2.1. ist jeweils bei den einzelnen Unterrichtsvorhaben angegeben, welche Beiträge die Physik zur Klärung solcher Konzepte auch für die Fächer Biologie und Chemie leisten kann, oder aber in welchen Fällen in Physik Ergebnisse der anderen Fächern aufgegriffen und weitergeführt werden.

Eine jährlich stattfindende gemeinsame Konferenz aller Kolleginnen und Kollegen der naturwissenschaftlichen Fächer ermöglicht Absprachen für eine Zusammenarbeit der Fächer und klärt die dabei auftretenden Probleme.

Bei der Nutzung von Synergien stehen auch Kompetenzen, die das naturwissenschaftliche Arbeiten betreffen, im Fokus. Um diese Kompetenzen bei den Schülerinnen und Schülern gezielt und umfassend zu entwickeln, werden gemeinsame Vereinbarungen bezüglich des hypothesengeleiteten Experimentierens (Formulierung von Fragestellungen, Aufstellen von Hypothesen, Planung, Durchführung und Auswerten von Experimenten, Fehlerdiskussion), des Protokollierens von Experimenten (gemeinsame Protokollvorlage), des Auswertens von Diagrammen und des Verhaltens in den Fachräumen (gemeinsame Sicherheitsbelehrung) getroffen. Damit die hier erworbenen Kompetenzen fächerübergreifend angewandt werden können, ist es wichtig, sie im Unterricht explizit zu thematisieren und entsprechende Verfahren als Regelwissen festzuhalten.

Am Tag der offenen Tür präsentieren sich die Fächer Physik, Biologie und Chemie mit einem gemeinsamen Programm. In einer Rallye durch alle drei Naturwissenschaften können die

Grundschüler und -schülerinnen einfache Experimente durchführen und so einen Einblick in naturwissenschaftliche Arbeitsweisen gewinnen.

Methodenlernen

Im Schulprogramm der Schule ist festgeschrieben, dass in der gesamten Sekundarstufe I regelmäßig Module zum „Lernen lernen“ durchgeführt werden. Über die einzelnen Klassenstufen verteilt beteiligen sich alle Fächer an der Vermittlung einzelner Methodenkompetenzen. Die naturwissenschaftlichen Fächer greifen vorhandene Kompetenzen auf und entwickeln sie weiter, wobei fachliche Spezifika und besondere Anforderungen herausgearbeitet werden (z.B. bei Fachtexten, Protokollen, Erklärungen, Präsentationen, Argumentationen usw.).

AMG Extra-MINT Forscherclub (FC)

Die Schule bietet ab der Klassenstufe 5 eine MINT-Arbeitsgemeinschaft an, die von interessierten Schülerinnen und Schülern gewählt wird. Die Inhalte sind NW-fächerübergreifend und werden jeweils mit den Teilnehmenden vereinbart, wobei die einzelnen naturwissenschaftlichen Fachschaften sich die Betreuung der MINT-AG jahrgangsweise untereinander aufteilen.

Die MINT-AG bietet auch den Rahmen für die Teilnahme unserer Schülerinnen und Schüler an fachlichen Wettbewerben. Im Bereich Physik lag der Schwerpunkt der Teilnahme bisher beim *MNU-Schülerwettbewerb Physik (Fortgeschrittene)* sowie beim Wettbewerb *Jugend forscht*, bei dem besonders interessierte Schülerinnen und Schüler unter der fachlichen Betreuung bestimmter Lehrkräfte an eigenen Projekten arbeiten.

Zurzeit versuchen wir, besonders fähige AG-Mitglieder für die Teilnahme am *German Young Physicists' Tournament (GYPT)* der Deutschen Physikalischen Gesellschaft zu interessieren.

Nutzung außerschulischer Lernorte und Zusammenarbeit mit außerschulischen Kooperationspartnern

Uni-Köln,

Wettbewerbe

4 Qualitätssicherung und Evaluation

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

Maßnahmen der fachlichen Qualitätssicherung

Das Fachkollegium überprüft kontinuierlich, inwieweit die im schulinternen Lehrplan vereinbarten Maßnahmen zum Erreichen der im Kernlehrplan vorgegebenen Ziele geeignet sind. Dazu dienen beispielsweise auch der regelmäßige Austausch sowie die gemeinsame Konzeption von Unterrichtsmaterialien, welche hierdurch mehrfach erprobt und bezüglich ihrer Wirksamkeit beurteilt werden.

Kolleginnen und Kollegen der Fachschaft (ggf. auch die gesamte Fachschaft) nehmen regelmäßig an Fortbildungen teil, um fachliches Wissen zu aktualisieren und pädagogische sowie didaktische Handlungsalternativen zu entwickeln. Zudem werden die Erkenntnisse und Materialien aus fachdidaktischen Fortbildungen und Implementationen zeitnah in der Fachgruppe vorgestellt und für alle verfügbar gemacht.

Feedback von Schülerinnen und Schülern wird als wichtige Informationsquelle zur Qualitätsentwicklung des Unterrichts angesehen. Sie sollen deshalb Gelegenheit bekommen, die Qualität des Unterrichts zu evaluieren. Dafür wird das Online-Angebot SEFU (Schüler als Experten für Unterricht) genutzt. (www.sefu-online.de)

Checkliste zur Evaluation

Der schulinterne Lehrplan ist als „dynamisches Dokument“ zu sehen. Dementsprechend sind die dort getroffenen Absprachen stetig zu überprüfen, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachschaft trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches bei.

Prozess: Die Überprüfung erfolgt jährlich. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachkonferenz ausgetauscht, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen formuliert.

Die Checkliste dient dazu, mögliche Probleme und einen entsprechenden 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 als externe Datei regelmäßig überarbeitet und angepasst. Sie dient auch dazu, Handlungsschwerpunkte für die Fachgruppe zu identifizieren und abzusprechen.

Handlungsfelder		Handlungsbedarf	verantwortlich	zu erledigen bis
<i>Ressourcen</i>				
räumlich	Unterrichtsräume / Fachräume			
	Räume zur Unterrichtsvorbereitung			
	Bibliothek			
	Computerraum			
	Raum für Fachteamarbeit			
	...			
materiell/ sachlich	Lehrwerke			
	Fachzeitschriften			
	Geräte/ Medien			
	Chemikalien			
	...			
<i>Kooperation bei Unterrichtsvorhaben</i>				
<i>Leistungsbewertung/ Leistungsdiagnose</i>				
<i>Fortbildung</i>				
<i>fachspezifischer Bedarf</i>				
<i>fachübergreifender Bedarf</i>				