Käthe-Kollwitz-Gymnasium-Wesseling
Schulinterner Lehrplan

Physik-Sekundarstufe I + II

(Fassung vom 09.10.2026)

Inhalt

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit....2

2 Entscheidungen zum Unterricht....4

2.1 Unterrichtsvorhaben....4

Sprachsensibler Unterricht....4

Medienkompetenzrahmen....4

Jahrgangsstufe 6....8

Jahrgangsstufe 8....14

Jahrgangsstufe 9....17

Jahrgangsstufe 10....21

Einführungsphase....25

Qualifikationsphase - Grundkurs....28

Qualifikationsphase - Leistungskurs....34

2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit....42

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung....44

2.4 Berufsorientierung....48

2.5 Lehr- und Lernmittel....49

3 Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen....50

4 Qualitätssicherung und Evaluation....52

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Die Fachkonferenz Physik des Käthe-Kollwitz-Gymnasiums in Wesseling legt hiermit ein kompetenzorientiertes schulinternes Curriculum für die Sekundarstufen I vor, das in allen Teilen dem Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen Physik folgt. Fachvorsitzender im Fach Physik ist Herr Simon, sein Stellvertreter ist Herr Böttger.

Fachliche Bezüge zum Leitbild der Schule

In unserem Schulprogramm ist das Ziel der Schule beschrieben, die Lernenden als Individuen mit jeweils besonderen Fähigkeiten, Stärken und Interessen zu fördern und zu unterstützen. Der Fachschaft Physik gelingt dieser Entwicklungsprozess durch die Umsetzung des Konzepts des „Kooperativen Lernens“, wobei die Potenziale jeder Schülerin und jedes Schülers optimal und gezielt entwickelt werden können.

Das Schulprogramm sieht vor, dass die Schülerinnen und Schüler eine konsequente methodische Schulung erhalten sollen, und zwar sowohl in fachspezifischer Hinsicht als auch fachübergreifend. Das Fach Physik ist in besonderer Weise geeignet hier einen Beitrag zu leisten, da es eine zentrale Grundlage für alle naturwissenschaftlichen Gebiete einnimmt.

In der Sekundarstufe I laufen alle Teilgebiete der Physik auf ein näheres Verständnis des Energiebegriffes hinaus, der höchste gesellschaftliche Bedeutung besitzt.

In der Sekundarstufe II besteht eine der zentralen Zielsetzungen darin, auch wichtige Inhalte der modernen Physik in den Unterricht mit einfließen zu lassen.

In verschiedenen Unterrichtsvorhaben werden fächerverbindende Aspekte berücksichtigt. Die Fachbereiche der Naturwissenschaften erarbeiten hierzu gemeinsam kompetenzorientierte und inhaltliche Schwerpunkte.

Nicht unerwähnt bleiben soll die Unterstützung der Schülerinnen und Schüler im Anschluss an die Schulausbildung hin zu einer individuellen Entwicklungskarriere. Hierzu sind Exkursionen zu wissenschaftlichen Instituten (DLR, Uni Bonn), Angeboten im Bereich MINT eC, Wettbewerbe, Kooperationen mit Universitäten, Zusammenarbeit nahegelegenen Unternehmen und dem Arbeitsamt zu nennen.

Fachliche Bezüge zu den Rahmenbedingungen des schulischen Umfelds

Das Käthe-Kollwitz-Gymnasium ist Teil des Schulzentrums in Wesseling, einer industriell geprägten Kleinstadt (36.000 Einwohner) zwischen Köln und Bonn mit einem Migrantenanteil von etwa 15 %. Auch viele Schülerinnen und Schüler des Gymnasiums sprechen neben Deutsch noch eine andere Sprache zu Hause. Einige von ihnen haben Deutsch als Zweitsprache erlernt. Es werden ca. 600 Schülerinnen und Schüler unterschiedlicher sozialer Herkunft und aus über 40 Nationen unterrichtet. Insgesamt zeichnet sich die Schülerschaft durch ihre Heterogenität aus, gerade auch in Bezug auf die Sprachsicherheit und Differenziertheit.

Seit 2013 kooperiert das Käthe-Kollwitz-Gymnasium in Wesseling mit dem Max-Ernst-Gymnasium im benachbarten Brühl, um Schülerinnen und Schülern das Belegen eines Physik-Leistungskurses zu ermöglichen.

Die Kooperation geht deutlich über organisatorische Maßnahmen hinaus. Es haben mehrere gemeinsame Fortbildungen zur Unterrichtsentwicklung stattgefunden, in denen die Zusammenarbeit vertieft wurde.

Fachliche Bezüge zu schulischen Standards zum Lehren und Lernen

Für den Physikunterricht stehen den Fachkräften fünf Physikfachräume, die von den drei Schulen des Wesselinger Schulzentrums gemeinsam genutzt werden und zwei Computerräume des Gymnasiums mit je 30 Computerarbeitsplätzen zur Verfügung. An allen Rechnern sind die gängigen Programme zur Textverarbeitung, Tabellenkalkulation und Präsentationsgestaltung installiert und ein kontrollierbarer Zugang zum Internet ist gegeben.

Die Physik besitzt neben einer gut ausgestatteten Sammlung für Demonstrationsexperimente eine umfangreiche Sammlung für Schülerexperimente. Beide Sammlungsteile wurden in den vergangenen Jahren immer wieder um moderne Geräte ergänzt und auf den neusten Stand gebracht. So besitzt das Käthe-Kollwitz-Gymnasium zum Beispiel eines der aktuellsten Schulröntgengeräte und neue Schülerversuchsgeräte zum Thema Mechanik in der Stufe EF.

Außerdem stehen Roboterbaukästen (LEGO-Mindstorms EV3) zur Verfügung, mit deren Hilfe eine Reihe physikalisch relevante Messungen vorgenommen werden können, wofür zahlreiche Sensoren angeschafft wurden. Leider besteht in allen Physikräumen derzeitig kein Internetzugang. Deshalb besteht ein besonders wichtiges Ziel der Fachschaft darin, in den nächsten Jahren die Renovierung der Fachräume mit der Einrichtung moderner IT-Medien incl. Internetzugang sinnvoll zu begleiten.

Drei Laptops mit Beamern komplettieren die Sammlung und ermöglichen den Einsatz moderner Medien. Zudem kommt ein aktuelles Messwerterfassungssystem an einem zusätzlichen Arbeitsplatz zum Einsatz.

In den einzelnen Stufen wird regelmäßig der Umgang mit verschiedenen Medien geschult. Hiermit tragen wir aktuellen gesellschaftlichen Entwicklungen Rechnung, ebenso wie der Tatsache, dass die Kernlehrpläne die Auseinandersetzung mit Medien sowie deren Nutzung fordern, um Ergebnisse ansprechend und zielführend zu präsentieren.

Die Mitglieder der Fachschaft Physik stehen durchgehend im fachlichen Austausch miteinander. Dazu gehört die gemeinsame Konzeption von Klausuren und Bewertungsrastern. Gemeinsame Unterrichtsvorbereitung insbesondere bei den eingesetzten Experimenten ist selbstverständlich.

Fachliche Zusammenarbeit mit außerunterrichtlichen Partnern

In der Stadt oder erreichbarer Nähe (z.B. Köln und Bonn) befinden sich für die Unterrichtsarbeit relevante außerschulische Lernorte wie diverse Schülerlabore, die eine Ergänzung zu den schuleigenen Möglichkeiten darstellen. Außerdem besitzen beide Universitätsstädte physikalische Institute, deren Angebote unser Gymnasium regelmäßig nutzt.

Darüber hinaus befindet sich im Schulzentrum eine Bibliothek, die von engagierten Eltern betrieben wird und sowohl von Gruppen als auch einzelnen Schülerinnen und Schülern zu den Öffnungszeiten, die in der Regel am Vormittag liegen, genutzt werden kann und physikalische Literatur bereithält.

Außerdem finden regelmäßig Betriebsbesichtigung in den nahegelegenen Unternehmen „Evonik“ und „Shell“ statt. Das große Interesse unserer Schülerinnen und Schüler für Naturwissenschaften führen wir unter anderem darauf zurück, dass durch diese Exkursionen eine besondere Motivation entsteht.

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 ←, dass auf Lernergebnisse anderer Bereiche zurückgegriffen wird (aufbauend auf …), die Pfeilrichtung →, dass Lernergebnisse später fortgeführt werden (grundlegend für …).

Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Der Schulinterne Lehrplan ist so gestaltet, dass er zusätzlichen Spielraum für Vertiefungen, besondere Interessen von Schülerinnen und Schülern, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Klassenfahrten o.Ä.) belässt. Abweichungen über die notwendigen Absprachen hinaus sind im Rahmen des pädagogischen Gestaltungsspielraumes der Lehrkräfte möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

Sprachsensibler Unterricht

Aufgrund des wissenschaftspropädeutischen Auftrags am Gymnasium ist die Fachsprache in Physik besonders zu fördern. Insbesondere sollen Formalismen und Mathematisierungen durch angemessene Fachsprache ausgedrückt werden können. Der Einsatz von Fachsprache soll eine präzisere und effizientere Kommunikation erleichtern.

Dazu werden zu ausgewählten Themen Arbeitsmaterialien eingesetzt, die zum Beispiel folgende Methoden umfassen (s. dazu: Materialien der Mercator-Stiftung):

- Sprechblasen
- Wortgeländer
- Wortschatz aktivieren
- Flussdiagramme

Medienkompetenzrahmen

„Bildung ist der entscheidende Schlüssel, um alle Heranwachsenden an den Chancen des digitalen Wandels teilhaben zu lassen“. Allen Kindern und Jugendlichen sollen die erforderlichen Schlüsselqualifikationen und eine erfolgreiche berufliche Orientierung bis zum Ende ihrer Schullaufbahn vermittelt und so eine gesellschaftliche Partizipation sowie ein selbstbestimmtes Leben ermöglicht werden.

Ziel ist es u.a., sie in einer Gesellschaft, die sich im digitalen Wandel befindet, zu einem sicheren, kreativen und verantwortungsvollen Umgang mit Medien zu befähigen und neben einer umfassenden Medienkompetenz auch eine informatische Grundbildung zu vermitteln.

Vor diesem Hintergrund hat die Kultusministerkonferenz im Dezember 2016 die Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ beschlossen, in der sich alle Länder auf einen gemeinsamen Kompetenzrahmen im Umgang mit Medien verständigt haben mit dem Ziel, dass das Lernen und Leben mit digitalen Medien zur Selbstverständlichkeit im Unterricht aller Fächer werden kann.

Der „Medienkompetenzrahmen NRW“ stellt hier die Umsetzung dar, bei dem alle Fächer ihren spezifischen Beitrag zur Entwicklung der geforderten Kompetenzen beitragen werden.

Für das Fach Physik werden die Anwendungsbezüge des MKR in unserem Schulbuch Dorn Bader Physik für die Stufen 5-6 in folgender Tabelle zusammenfassend und beispielhaft dargestellt.

1 Bedienen und Anwenden	2 Informieren und Recherchieren	3 Kommunizieren und Kooperieren
1.1 Medienausstattung	**2.1 Informationsrecherche**	**3.1 Kommunikations- und Kooperationsprozesse**
S. 15, Exkurs Messung der Temperatur mit einer Wärmebildkamera (Wärmebildkamera, Smartphone mit entsprechendem Zusatzgerät); S. 101, Versuch V1 (Smartphone-Kamera): S. 108, Infrarotes Licht (Smartphone und/oder Tablet); S. 113, Versuch V4 (Smartphone und App Phyphox); S.117, Exkurs Töne und Klänge (Smartphone und App Phyphox); S. 121, Aufgabe 1 (Smartphone und App Phyphox)	S. 11, Aufgaben 2, 4; S. 15, Aufgabe 3; S. 31, Aufgabe 2; S. 33, Aufgaben 2 – 6; S. 49, Aufgabe 4; S. 57, Aufgaben 3, 4; S. 59, Aufgabe 2; S. 61, Aufgaben 2, 5; S. 71, Aufgaben 3, 4; S. 75, Aufgabe 1; S. 113, Aufgaben 2, 3; S. 115, Aufgabe 1 – 3; S. 119, Aufgabe 2; S. 123, Aufgaben 4, 5	S. 11, Aufgabe 4; S. 33, Aufgabe 7; S. 55, Aufgabe 2; S. 69, Versuch V2; S. 89, Aufgaben 2, 5; S. 93, Aufgabe 5; S. 93, Aufgabe 8; S. 107, Aufgaben 2, 3; S. 111, Aufgabe 2
1.2 Digitale Werkzeuge	**2.2 Informationsauswertung**	**3.2 Kommunikations- und Kooperationsregeln**
S. 101, Versuch V1; S. 108 f., Unsichtbares Licht; S. 113, Versuch V4; S. 113, Aufgabe 4; S. 117, Exkurs Töne und Klänge; S. 121, Aufgabe 1	S. 11, Aufgaben 1, 5; S. 14, Aufgaben 1, 2; S. 15, Aufgabe 2; S. 16, Methode Wertetabellen erstellen; S. 17, Methode Diagramme erstellen; S. 17, Aufgabe 1; S. 21, Aufgabe 3; S. 23, Aufgabe 2, 3; S. 27, Aufgabe 2; S. 35, Aufgabe 1; S. 41, Aufgaben 3, 6; S. 61, Aufgabe 5; S. 65, Aufgabe 1, 2; S. 67, Aufgabe 1; S. 77, Aufgaben 2, 3; S. 89, Aufgabe 4; S. 93, Aufgaben 1 – 3; S. 95, Aufgabe 1; S. 103, Aufgabe 6; S. 119, Aufgabe 1; S. 121, Aufgabe 3; S. 127, Aufgaben 1, 2, 4, 5	
1.3 Datenorganisation	**2.3 Informationsbewertung**	**3.3 Kommunizieren und Kooperieren in der Gesellschaft**
	S. 33, Aufgabe 6; S. 81, Aufgaben 10, 20; S. 93, Aufgabe 8; S. 103, Aufgaben 1, 2; S. 109, Sonnenbrille; S. 115, Aufgabe 2	
1.4 Datenschutz und Informationssicherheit	**2.4 Informationskritik**	**3.4 Cybergewalt und -kriminalität**

4 Produzieren und Präsentieren	5 Analysieren und Reflektieren	6 Problemlösen und Modellieren
4.1 Medienproduktion und -präsentation	**5.1 Medienanalyse**	**6.1 Problemlösen und Modellieren**
S. 49, Aufgaben 4, 7; S. 81, Aufgabe 19		S. 62 f., Mehrere Schalter im Stromkreis; S. 63, Aufgaben 3, 4
4.2 Gestaltungsmittel	**5.2 Meinungsbildung**	**6.2 Algorithmen erkennen**
4.3 Quellendokumentation	**5.3 Identitätsbildung**	**6.3 Modellieren und Programmieren**
4.4 Rechtliche Grundlagen	**5.4 Selbstregulierte Medien-nutzung**	**6.4 Bedeutung von Algorithmen**

Übersicht über die Unterrichtsvorhaben

Jahrgangsstufe 6			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
6.1 Was sich mit der Temperatur alles ändert *Wie funktionieren unterschiedliche Thermometer?* ca. 10 Ustd.	**IF 1: Temperatur und Wärme** • Temperatur und Temperaturmessung, Thermometer • Wärmeausdehnung • Anomalie des Wassers • Kugelmodell und Aggregatzustände	E2: Beobachtung und Wahrnehmung • Beschreibung von Phänomenen E4: Untersuchung und Experiment • Messen physikalischer Größen E6: Modell und Realität • Modelle zur Erklärung K1: Dokumentation	*… zur Schwerpunktsetzung* Einführung der Modellvorstellung des Kugelmodells Erste Anleitung zum selbstständigen Experimentieren *… zu Synergien* Beobachtungen, Beschreibungen, Protokolle, Arbeits- und Kommunikationsformen ← Biologie (IF 1) Sprachsensibilität: Protokolle nach vorgegebenem Schema erstellen
6.2 Leben bei verschiedenen Temperaturen *Wie beeinflusst die Temperatur Vorgänge in Natur und Technik*	**IF 1: Temperatur und Wärme** • Wärmeenergie • Unterschied Temperatur und Wärmeenergie Wärmetransport: • Wärmemitführung, Wärmelei-	UF1: Wiedergabe und Erläuterung • Erläuterung von Phänomenen • Fachbegriffe gegeneinander abgrenzen UF4: Übertragung und Vernetzung • physikalische Erklärungen in	*… zur Schwerpunktsetzung* Anwendungen, Phänomene der Wärme im Vordergrund, als Energieform nur am Rande, Argumentation mit dem Teilchenmodell Selbstständiges Experimentie-

Jahrgangsstufe 6			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder** **Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der** **Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
ca. 10 Ustd.	tung, Wärmestrahlung, Wärmedämmung	Alltagssituationen E2: Beobachtung und Wahrnehmung • Unterscheidung Beschreibung – Deutung E6: Modell und Realität • Modelle zur Erklärung und zur Vorhersage K1: Dokumentation • Tabellen und Diagramme nach Vorgabe	ren, *Projekt*: Dämmung Modellhaus *Berufsorientierung: Einblicke in das Berufsfeld "Energieberater"* *… zur Vernetzung* Aspekte Energieerhaltung und Entwertung → (IF 7) *… zu Synergien* Angepasstheit an Jahreszeiten und extreme Lebensräume ← Biologie (IF 1) Teilchenmodell → Chemie (IF 1)
6.3 Elektrische Geräte im Alltag *Was geschieht in elektrischen Geräten?* ca. 14 Ustd.	**IF 2: Elektrischer Strom und Magnetismus** Stromkreise und Schaltungen: • Spannungsquellen • Leiter und Nichtleiter • verzweigte Stromkreise • Modellvorstellungen Wirkungen des elektrischen Stroms:	UF4: Übertragung und Vernetzung • physikalische Konzepte auf Realsituationen anwenden E4: Untersuchung und Experiment • Experimente planen und durchführen E6: Modell und Realität • Modelle zur Erklärung und zur Vorhersage	*… zur Schwerpunktsetzung* Makroebene, grundlegende Phänomene, Umgang mit Grundbegriffen Modellvorstellung *… zu Synergien* → Informatik (Differenzierungsbereich): UND-, ODER- Schaltung

Jahrgangsstufe 6			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder** **Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der** **Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
	• Wärmewirkung • magnetische Wirkung • Gefahren durch Elektrizität	K1: Dokumentation • Schaltskizzen erstellen, lesen und umsetzen K4: Argumentation • Aussagen begründen	KL: *Stationenlernen, SegeLn*
6.4 Magnetismus – interessant und hilfreich *Warum zeigt uns der Kompass die Himmelsrichtung?* 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	*… zur Schwerpunktsetzung* Feld nur als Phänomen, nur Magnetfeld erste Begegnung mit dem physikalischen Kraftbegriff, Wechselwirkung *… zur Vernetzung* → Elektromotor und Generator (IF 11) *… zu Synergien* Erdkunde: Bestimmung der Himmelsrichtungen KL: *Stationenlernen*
6.5 Schall in Natur und Technik	**IF 3: Schall** Schwingungen und Schallwellen:	UF4: Übertragung und Vernetzung • Fachbegriffe und Alltagssprache	*… zur Schwerpunktsetzung* Nur qualitative Betrachtung der Größen, keine Formeln

Jahrgangsstufe 6			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
Wie lässt Schall physikalisch beschreiben? ca. 6 Ustd.	• Schallarten und „Sichtbarmachen“ von Schall • Entstehung von Schall, Schwingungen • Tonhöhe und Lautstärke; • Schallausbreitung Schallquellen und Schallempfänger: • Sender-Empfängermodell • Ultraschall in Tierwelt, Medizin und Technik	E2: Beobachtung und Wahrnehmung • Phänomene aus und Technik, Musik und Tierwelt mit physikalischen Begriffen sowie ihre Veränderungen beschreiben E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Interpretationen von Diagrammen E6: Modell und Realität • Funktionsmodell zur Veranschaulichung (Welle)	*… zur Vernetzung* ← Teilchenmodell (IF1) ← Musik (Töne und Frequenzen)
6.6 Achtung Lärm! *Wie schützt man sich vor Lärm?* ca. 4 Ustd.	**IF 3: Schall** Schwingungen und Schallwellen: • Absorption, Reflexion Schallquellen und Schallempfänger: • Das Ohr des Menschen • 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	*… zur Vernetzung* ← Teilchenmodell (IF1) ← Biologie Ohr des …

Jahrgangsstufe 6			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder** **Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der** **Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
6.7 Sehen und gesehen werden *Sicher mit dem Fahrrad im Straßenverkehr!* 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	*… zur Schwerpunktsetzung* Reflexion nur als Phänomen *… zur Vernetzung* ← Schall (IF 3) Lichtstrahlmodell → (IF 5)
6.8 Licht nutzbar machen *Wie entsteht ein Bild in einer (Loch-)Kamera?* *Unterschiedliche Strahlungsarten – nützlich, aber auch gefährlich!* ca. 4 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	*… zur Schwerpunktsetzung* nur einfache Abbildungen *Projekt*: Bau einer Lochkamera *… zur Vernetzung* → Abbildungen mit optischen Geräten (IF 5)

Jahrgangsstufe 6			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
		B3: Abwägung und Entscheidung • Auswahl geeigneter Schutzmaß-nahmen	

Jahrgangsstufe 8			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
8.1 Spiegelbilder im Straßenverkehr *Wie entsteht ein Spiegelbild?* ca. 6 Ustd.	**IF 5: Optische Instrumente** Spiegelungen: • Diffuse und gerichtete Reflexion • Reflexionsgesetz • Bildentstehung am Planspiegel	UF1: Wiedergabe und Erläuterung • mathematische Formulierung eines physikalischen Zusammenhanges E5: Auswertung und Schlussfolgerung Parameter bei Reflexion und Brechung	*… zur Schwerpunktsetzung* Vornehmlich Sicherheitsaspekte *… zur Vernetzung* ← Ausbreitung von Licht: Lichtquellen und Lichtempfänger, Modell des Lichtstrahls, Abbildungen, Reflexion (IF 4) Bildentstehung am Planspiegel → Spiegelteleskope (IF 6)
8.2 Lichtbrechung in Natur und Technik *Wie funktionieren Glasfaserkabel?* ca. 6 Ustd.	**IF 5: Optische Instrumente** Lichtbrechung: • Brechung an Grenzflächen • optisch. dicht-dünn • Brechungsgesetz • Totalreflexion und Lichtleiter	UF1: Wiedergabe und Erläuterung • mathematische Formulierung eines physikalischen Zusammenhanges E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Parameter bei Reflexion und Brechung E6: Modell und Realität • Gültigkeitsbereich von physikalischen Gesetzen	*… zur Schwerpunktsetzung* • Darstellung von Messergebnissen und Auswertung • Kooperatives, individualisiertes Lernen (Stationenlernen) • Sprachsensibilität: Physikalische Fachsprache anwenden *… zur Vernetzung* ← Biologie: Endoskopie → Informatik: Datenübertragung
8.3 Die Welt der Farben *Farben! Wie kommt es dazu?*	**IF 5: Optische Instrumente** Licht und Farben: • Spektralzerlegung • Absorption • Farbmischung	UF3: Ordnung und Systematisierung • digitale Farbmodelle E2: Beobachtung und Wahrnehmung	*… zur Schwerpunktsetzung:* Erkunden von Farbmodellen am PC *… zur Vernetzung:* ← Infrarotstrahlung, sichtbares

Jahrgangsstufe 8			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
ca. 4 Ustd.		• Trennung von Beschreibung und Deutung E6: Modell und Realität • digitale Farbmodelle	Licht und Ultraviolettstrahlung, Absorption, Lichtenergie (IF 4) Spektren → Analyse von Sternenlicht (IF 6) Lichtenergie → Photovoltaik (IF 11) *… zu Synergien:* Farbensehen → Biologie (IF 7)
8.4 Das Auge – ein optisches System *Wie entsteht auf der Netzhaut ein scharfes Bild?* ca. 10 Ustd.	**IF 5: Optische Instrumente** Lichtbrechung und Linsen: • Brechung an Grenzflächen • Eigenschaften von Sammellinsen • Bildentstehung bei Sammellinsen und Auge	E4: Untersuchung und Experiment • Bildentstehung bei Sammellinsen E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Parametervariation bei Linsensystemen	*… zur Schwerpunktsetzung* • Bildkonstruktionen,ggf. Einsatz digitaler Werkzeuge (z. B. Geometriesoftware) • Kooperatives, individualisiertes Lernen (Stationenlernen) *… zur Vernetzung* ←Linsen, Lochblende (IF 4) *… zu Synergien* Auge → Biologie (IF 7)
8.5 Mit optischen Instrumenten Unsichtbares sichtbar gemacht *Wie können wir Zellen und Planeten sichtbar machen?* ca. 4 Ustd.	**IF 5: Optische Instrumente** Lichtbrechung und Linsen: • Bildentstehung bei optischen Instrumenten (Mikroskop und/oder Fernrohr)	UF2: Auswahl und Anwendung • Bildentstehung UF4: Übertragung und Vernetzung • Einfache optische Systeme K3: Präsentation	*… zur Schwerpunktsetzung* Erstellung von Präsentationen zu physikalischen Sachverhalten *… zur Vernetzung* Teleskope → Beobachtung von Himmelskörpern (IF 6) *Berufsorientierung: Einblicke in*

Jahrgangsstufe 8			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
		• arbeitsteilige Präsentationen	*das Berufsfeld "Optiker"* *… zu Synergien* Mikroskopie von Zellen ←→ Biologie (IF 1, IF 2, IF 6)

Jahrgangsstufe 9			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder** **Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der** **Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
9.1 Objekte am Himmel *Was kennzeichnet die verschiedenen Himmelsobjekte?* 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)	*… zur Vernetzung* ← Fernrohr (IF 5), Spektralzerlegung des Lichts (IF 5)
9.2 100 m in 10 Sekunden *Wie schnell bin ich?* 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	*… zur Schwerpunktsetzung:* Einführung von Vektorpfeilen für Größen mit Betrag und Richtung, Darstellung von realen Messdaten in Diagrammen *… zur Vernetzung:* Vektorielle Größen → Kraft (IF 7) *… zu Synergien*

		E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Erstellen von Diagrammen • Kurvenverläufe interpretieren	Mathematisierung physikalischer Gesetzmäßigkeiten in Form funktionaler Zusammenhänge ← Mathematik (IF Funktionen)
9.3 Einfache Maschinen und Werkzeuge: Kleine Kräfte, lange Wege *Wie kann ich mit kleinen Kräften eine große Wirkung erzielen?* 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 verschiedenen Variablen E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Ableiten von Gesetzmäßigkeiten (Je-desto-Beziehungen) B1: Fakten- und Situationsanalyse • Einsatzmöglichkeiten von Maschinen • Barrierefreiheit	*… zur Schwerpunktsetzung* Experimentelles Arbeiten, Anforderungen an Messgeräte *… zur Vernetzung* Vektorielle Größen, Kraft ← Geschwindigkeit (IF 7) *… zu Synergien* Bewegungsapparat, Skelett, Muskeln ← Biologie (IF 2), Lineare und proportionale Funktionen ← Mathematik (IF Funktionen) Sprachsensibilität: Vergleich Fach- und Alltagssprache (am Beispiel Masse / Gewichtskraft)
9.4 Energie treibt alles an *Was ist Energie? Wie kann ich schwere Dinge heben?*	**IF 7: Bewegung, Kraft und Energie** Energieformen: • Lageenergie • Bewegungsenergie	UF1: Wiedergabe und Erläuterung • Energieumwandlungsketten UF3: Ordnung und Systematisierung	*… zur Schwerpunktsetzung* Energieverluste durch Reibung thematisieren, Energieerhaltung erst hier, Energiebilanzierung

ca. 8 Ustd.	• Spannenergie Energieumwandlungen: • Energieerhaltung • Leistung	• Energieerhaltung	*… zur Vernetzung* Energieumwandlungen, Energieerhaltung ← Goldene Regel (IF7) Energieumwandlungen, Energieerhaltung ← Energieentwertung (IF 1, IF 2) *… zu Synergien* Energieumwandlungen ← Biologie (IF 2) Energieumwandlungen, Energieerhaltung → Biologie (IF 4) Energieumwandlungen, Energieerhaltung, Energieentwertung → Biologie (IF 7) Energieumwandlungen, Energieerhaltung → Chemie (alle bis auf IF 1 und IF 9)
9.5 Blitze und Gewitter *Warum schlägt der Blitz ein?* ca. 8 Ustd.	**IF 9: Elektrizität** Elektrostatik: • elektrische Ladungen • elektrische Felder • Spannung elektrische Stromkreise: • Elektronen-Atomrumpf-Modell • Ladungstransport und elektrischer Strom	UF1: Wiedergabe und Erläuterung • Korrekter Gebrauch der Begriffe Ladung, Spannung und Stromstärke • Unterscheidung zwischen Einheit und Größen E4: Untersuchung und Experiment • Umgang mit Ampere- und Voltmeter	*… zur Schwerpunktsetzung* Anwendung des Elektronen-Atomrumpf-Modells *… zur Vernetzung* ← Elektrische Stromkreise (IF 2) *… zu Synergien* Kern-Hülle-Modell ← Chemie (IF 5)

		E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Schlussfolgerungen aus Beobachtungen E6: Modell und Realität • Elektronen-Atomrumpf-Modell • Feldlinienmodell • Schaltpläne	
9.6 Sicherer Umgang mit Elektrizität (Teil 1) *Wann ist Strom gefährlich?* Ca. 7 Ustd.	elektrische Stromkreise: • elektrischer Widerstand • Reihen- und Parallelschaltung • Sicherungsvorrichtungen	UF4: Übertragung und Vernetzung • Anwendung auf Alltagssituationen E4: Untersuchung und Experiment • Systematische Untersuchung der Beziehung zwischen verschiedenen Variablen E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Mathematisierung (proportionale Zusammenhänge, graphisch und rechnerisch) E6: Modell und Realität • Analogiemodelle und ihre Grenzen	*… zur Schwerpunktsetzung* Analogiemodelle (z.B. Wassermodell); Mathematisierung physikalischer Gesetze; keine komplexen Ersatzschaltungen *… zur Vernetzung* ← Stromwirkungen (IF 2) *Berufsorientierung: Einblicke in das Berufsfeld "Elektriker"* *… zu Synergien* Nachweis proportionaler Zuordnungen; Umformungen zur Lösung von Gleichungen ← Mathematik (Funktionen erste Stufe)

Jahrgangsstufe 10			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
10.1 Druck und Auftrieb *Was ist Druck?* ca. 10 Ustd.	• **IF 8: Druck und Auftrieb** Druck in Flüssigkeiten und Gasen: • Druck als Kraft pro Fläche • Schweredruck • Luftdruck (Atmosphäre) • Dichte • Auftrieb • Archimedisches Prinzip Druckmessung: • Druck und Kraftwirkungen	UF1: Wiedergabe und Erläuterung • Druck und Kraftwirkungen UF2 Auswahl und Anwendung • Auftriebskraft E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Schweredruck und Luftdruck bestimmen E6: Modell und Realität • Druck und Dichte im Teilchenmodell • Auftrieb im mathematischen Modell	*… zur Schwerpunktsetzung* Anwendung experimentell gewonnener Erkenntnisse *… zur Vernetzung* Druck ← Teilchenmodell (IF 1) Auftrieb ← Kräfte (IF 7) *… zu Synergien* Dichte ← Chemie (IF 1)
10.2 Gefahren und Nutzen ionisierender Strahlung *Ist ionisierende Strahlung gefährlich oder nützlich?*	**IF 10: Ionisierende Strahlung und Kernenergie** Atomaufbau und ionisierende Strahlung: • Alpha-, Beta-, Gamma Strahlung, • radioaktiver Zerfall,	UF4: Übertragung und Vernetzung • Biologische Wirkungen und medizinische Anwendungen E1: Problem und Fragestellung • Auswirkungen auf Politik und Gesellschaft	*… zur Schwerpunktsetzung* Quellenkritische Recherche, Präsentation *… zur Vernetzung* Atommodelle ← Chemie (IF 5) Radioaktiver Zerfall ←

ca. 15 Ustd.	• Halbwertszeit, • Röntgenstrahlung Wechselwirkung von Strahlung mit Materie: • Nachweismethoden, • Absorption, • biologische Wirkungen, • medizinische Anwendung, • Schutzmaßnahmen	E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten • Nachweisen und Modellieren K2: Informationsverarbeitung • Filterung von wichtigen und nebensächlichen Aspekten	Mathematik Exponentialfunktion (Funktionen zweite Stufe) à Biologie (SII, Mutationen, 14C)
10.3 Energie aus Atomkernen *Ist die Kernenergie beherrschbar?* 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 Schwerpunktsetzung* Meinungsbildung, Quellenbeurteilung, Entwicklung der Urteilsfähigkeit *… zur Vernetzung* ← Zerfallsgleichung aus 10.1. à Vergleich der unterschiedlichen Energieanlagen (IF 11) *Berufsorientierung: Einblicke in das Berufsfeld "Energieversorger"*
10.4 Sicherer Umgang mit Elektrizität (Teil 2) *Wann ist Strom gefährlich?*	**IF 9: Elektrizität** elektrische Energie und Leistung	B3: Abwägung und Entscheidung Sicherheit im Umgang mit Elektrizität	*… zur Schwerpunktsetzung* Analogiemodelle (z.B. Wassermodell); Mathematisierung physikalischer Gesetze; keine komplexen Ersatzschaltungen

ca. 7 Ustd.			*… zur Vernetzung* ← Stromwirkungen (IF 2) *… zu Synergien* Nachweis proportionaler Zuordnungen; Umformungen zur Lösung von Gleichungen ← Mathematik (Funktionen erste Stufe) *Sprachsensibilität: Physikalische Gleichungen, Größen und Einheiten*
10.5 Versorgung mit elektrischer Energie *Wie erfolgt die Übertragung der elektrischen Energie vom Kraftwerk bis zum Haushalt?* ca. 14 Ustd.	**IF 11: Energieversorgung** Induktion und 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 Schwerpunktsetzung* Verantwortlicher Umgang mit Energie *… zur Vernetzung* ← Lorentzkraft, Energiewandlung (IF 10) ← mechanische Leistung und Energie (IF 7), elektrische Leistung und Energie (IF 9)
10.6 Energieversorgung der Zukunft *Wie können regenerative Energien zur Sicherung der Energieversorgung beitragen?*	**IF 11: Energieversorgung** Bereitstellung und Nutzung von Energie: • Kraftwerke • Regenerative Energieanlagen • Energieübertragung	UF4: Übertragung und Vernetzung • Beiträge verschiedener Fachdisziplinen zur Lösung von Problemen K2: Informationsverarbeitung • Quellenanalyse	*… zur Schwerpunktsetzung* Verantwortlicher Umgang mit Energie, Nachhaltigkeitsgedanke *… zur Vernetzung* → Kernkraftwerk, Energiewand-

ca. 5 Ustd.	• Energieentwertung • Wirkungsgrad • Nachhaltigkeit	B3: Abwägung und Entscheidung • Filterung von Daten nach Relevanz B4: Stellungnahme und Reflexion • Stellung beziehen	lung (IF 10) *… zu Synergien* Energie aus chemischen Reaktionen ← Chemie (IF 3, 10); Energiediskussion ← Erdkunde (IF 5), Wirtschaft-Politik (IF 3, 10)

Einführungsphase (ca. 80 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** **Schülerinnen und Schüler…**
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> **Physik in Sport und Verkehr I** *Wie lassen sich Bewegungen beschreiben, vermessen und analysieren?* ca. 25 Ustd.	**Grundlagen der Mechanik** • Kinematik: gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung; freier Fall; waagerechter Wurf; vektorielle Größen	• erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), • unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrunde liegende Ursachen auch am waagerechten Wurf (S2, S3, S7), • stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7), • planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Bewegungen (E5, S5), • interpretieren die Messdatenauswertung von Bewegungen unter qualitativer Berücksichtigung von Messunsicherheiten (E7, S6, K9), • ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6), • bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7). (MKR 1.2) • beurteilen die Güte digitaler Messungen von Bewegungsvorgängen mithilfe geeigneter Kriterien (B4, B5, E7, K7), (MKR 1.2, 2.3)
<u>Unterrichtsvorhaben II</u> **Physik in Sport und Verkehr II** *Wie lassen sich Ursachen*	**Grundlagen der Mechanik** • Dynamik: Newton‘sche Gesetze; beschleunigende Kräfte; Kräftegleichgewicht; Reibungskräfte	• erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), • analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, K7), • stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung

von Bewegungen erklären? ca. 15 Ustd.		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 Crashtests - Erhaltungssätze in verschiedenen Situationen** *Wie lassen sich mit Erhaltungssätzen Bewegungsvorgänge vorhersagen und analysieren?* ca. 12 Ustd.	**Grundlagen der Mechanik** • Erhaltungssätze: Impuls; Energie (Lage-, Bewegungs- und Spannenergie); Energiebilanzen; Stoßvorgänge	• erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), • beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Impuls- und Energieübertragung (S1, S2, K3), • analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, K7), • erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4), • untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton'schen Kraftgesetzes (E4, K4), • begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4), • bewerten Ansätze aktueller und zukünftiger Mobilitätsentwicklung unter den Aspekten Sicherheit und mechanischer Energiebilanz (B6, K1, K5), (VB D Z 3) • bewerten die Darstellung bekannter vorrangig mechanischer Phänomene in verschiedenen Medien bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (B1, B2, K2, K8). (MKR 2.2, 2.3)
<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> **Bewegungen im Weltraum** *Wie bewegen sich die Pla-*	**Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder** • Kreisbewegung: gleichförmige Kreisbewegung,	• 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 Zen-

neten im Sonnensystem? *Wie lassen sich aus (himmlischen) Beobachtungen Gesetze ableiten?* ca. 20 Ustd.	Zentripetalkraft • Gravitation: Schwerkraft, Newton´sches Gravitationsgesetz, Kepler´sche Gesetze, Gravitationsfeld • Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation	tripetalkraft in Abhängigkeit der Beschreibungsgrößen dieser Bewegung (S1, K3), • erläutern die Abhängigkeiten der Massenanziehungskraft zweier Körper anhand des Newton´schen Gravitationsgesetzes im Rahmen des Feldkonzepts (S2, S3, K4), • erläutern die Bedeutung von Bezugsystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4), • interpretieren Messergebnisse aus Experimenten zur quantitativen Untersuchung der Zentripetalkraft (E4, E6, S6, K9), • deuten eine vereinfachte Darstellung des Cavendish-Experiments qualitativ als direkten Nachweis der allgemeinen Massenanziehung (E3, E6), • ermitteln mithilfe der Kepler'schen Gesetze und des Newton'schen Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E4, E8),
<u>Unterrichtsvorhaben V</u> **Weltbilder in der Physik** *Revolutioniert die Physik unsere Sicht auf die Welt?* ca. 8 Ustd.	**Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder** • Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation	• stellen Änderungen bei der Beschreibung von Bewegungen der Himmelskörper beim Übergang vom geozentrischen Weltbild zu modernen physikalischen Weltbildern auf der Basis zentraler astronomischer Beobachtungsergebnisse dar (S2, K1, K3, K10), • erläutern die Bedeutung der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (S2, S3, K4), • erläutern die Bedeutung von Bezugsystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4), • erklären mit dem Gedankenexperiment der Lichtuhr unter Verwendung grundlegender Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie das Phänomen der Zeitdilatation zwischen bewegten Bezugssystemen qualitativ und quantitativ (S3, S5, S7). • ziehen das Ergebnis des Gedankenexperiments der Lichtuhr zur Widerlegung der absoluten Zeit heran (E9, E11, K9, B1). • ordnen die Bedeutung des Wandels vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild für die Emanzipation der Naturwissenschaften von der Religion ein (B8, K3), • beurteilen Informationen zu verschiedenen Weltbildern und deren Darstellungen aus unterschiedlichen Quellen hinsichtlich ihrer Vertrauenswürdigkeit und Relevanz (B2, K9, K10) (MKR 5.2)

Qualifikationsphase - Grundkurs (ca. 150 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schülerinnen und Schüler…
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> **Periodische Vorgänge in alltäglichen Situationen** *Wie lassen sich zeitlich und räumlich periodische Vorgänge am Beispiel von harmonischen Schwingungen sowie mechanischen Wellen beschreiben und erklären?* ca. 10 Ustd.	**Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern** • Klassische Wellen: Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen und Wellen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Superposition und Polarisation von Wellen	• erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen, deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit sowie deren Zusammenhänge (S1, S3), • erläutern am Beispiel des Federpendels Energieumwandlungen harmonischer Schwingungen (S1, S2, K4), • erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3), • erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8), • konzipieren Experimente zur Abhängigkeit der Periodendauer von Einflussgrößen beim Federpendel und werten diese unter Anwendung digitaler Werkzeuge aus (E6, S4, K6), (MKR 1.2) • beurteilen Maßnahmen zur Störgeräuschreduzierung hinsichtlich deren Eignung (B7, K1, K5). (VB B Z1)
<u>Unterrichtsvorhaben II</u> **Beugung und Interferenz von Wellen - ein neues Lichtmodell** *Wie kann man Ausbreitungsphänomene von Licht beschreiben und erklären?*	**Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern** • Klassische Wellen: Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen und Wellen; Huygens'sches	• erläutern mithilfe der *Wellenwanne* qualitativ auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6), • erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8), • weisen anhand des Interferenzmusters bei *Doppelspalt- und Gitterversuchen* mit mono- und polychromatischem Licht die Wellennatur des Lichts nach und bestimmen daraus Wellenlängen (E7, E8, K4).

ca. 18 Ustd.	Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Superposition und Polarisation von Wellen	
<u>Unterrichtsvorhaben III</u> **Erforschung des Elektrons** *Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?* ca. 26 Ustd.	**Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern** • Teilchen in Feldern: elektrische und magnetische Felder; elektrische Feldstärke, elektrische Spannung; magnetische Flussdichte; Bahnformen von geladenen Teilchen in homogenen Feldern	• stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radial- und Dipolfeldern sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1, K6), • beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6), • erläutern am Beispiel des Plattenkondensators den Zusammenhang zwischen elektrischer Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen elektrischen Feld (S3) • berechnen Geschwindigkeitsänderungen von Ladungsträgern nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (S1, S3, K3), • erläutern am *Fadenstrahlrohr* die Erzeugung freier Elektronen durch den glühelektrischen Effekt, deren Beschleunigung beim Durchlaufen eines elektrischen Felds sowie deren Ablenkung im homogenen magnetischen Feld durch die Lorentzkraft (S4, S6, E6, K5), • entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzips elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6), • modellieren mathematisch die Beobachtungen am *Fadenstrahlrohr* und ermitteln aus den Messergebnissen die Elektronenmasse (E4, E9, K7), • erläutern Experimente zur Variation elektrischer Einflussgrößen und deren Auswirkungen auf die Bahnformen von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern (E2, K4), • schließen aus der statistischen Auswertung einer vereinfachten Version des *Millikan-Versuchs* auf die Existenz einer kleinsten Ladung (E3, E11, K8), • wenden eine Messmethode zur Bestimmung der magnetischen Flussdichte an (E3, K6), • erschließen sich die Funktionsweise des *Zyklotrons* auch mithilfe von Simulationen (E1, E10, S1, K1),

		• beurteilen die Schutzwirkung des Erdmagnetfeldes gegen den Strom geladener Teilchen aus dem Weltall
<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> **Photonen und Elektronen als Quantenobjekte** *Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?* ca. 18 Ustd.	**Quantenobjekte** • Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt • Wellenaspekt von Elektronen: De-Broglie-Wellenlänge, Interferenz von Elektronen am Doppelspalt • Photon und Elektron als Quantenobjekte: Wellen- und Teilchenmodell, Kopenhagener Deutung	• erläutern anhand eines *Experiments zum Photoeffekt* den Quantencharakter von Licht (S1, E9, K3), • stellen die Lichtquanten- und De-Broglie-Hypothese sowie deren Unterschied zur klassischen Betrachtungsweise dar (S1, S2, E8, K4), • wenden die De-Broglie-Hypothese an, um das Beugungsbild beim *Doppelspaltversuch mit Elektronen* quantitativ zu erklären (S1, S5, E6, K9), • erläutern die Determiniertheit der Zufallsverteilung der diskreten Energieabgabe beim Doppelspaltexperiment mit stark intensitätsreduziertem Licht (S3, E6, K3), • berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quantenobjekte (S3), • erklären an geeigneten Darstellungen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte (S1, K3), • erläutern bei Quantenobjekten die „Welcher-Weg“-Information als Bedingung für das Auftreten oder Ausbleiben eines Interferenzmusters in einem Interferenzexperiment (S2, K4), • leiten anhand eines *Experiments zum Photoeffekt* den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen ab (E6, S6), • untersuchen mithilfe von Simulationen das Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt (E4, E8, K6, K7), (MKR 1.2) • beurteilen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen (E9, E11, K8), • erläutern die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8), • stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9), • beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der physikalischen Erkenntnisfähigkeit (B8, E11, K8).
<u>Unterrichtsvorhaben V</u> **Energieversorgung und Transport mit**	**Elektrodynamik und Energieübertragung** • Elektrodynamik: magneti-	• erläutern das Auftreten von Induktionsspannungen am Beispiel der *Leiterschaukel* durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (S3, S4, K4), • führen Induktionserscheinungen bei einer Leiterschleife auf die zeitliche Änderung der magnetischen Flussdichte oder die zeitliche Änderung der durchsetzten Fläche

Generatoren und Transformatoren *Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?* ca. 18 Ustd.	scher Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator • Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung	zurück (S1, S2, K4), • beschreiben das Induktionsgesetz mit der mittleren Änderungsrate und in differentieller Form des magnetischen Flusses (S7), • untersuchen die gezielte Veränderung elektrischer Spannungen und Stromstärken durch *Transformatoren* mithilfe angeleiteter Experimente als Beispiel für die technische Anwendung der Induktion (S1, S4, E6, K8), • erklären am physikalischen *Modellexperiment zu Freileitungen* technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie (S1, S3, K8), • interpretieren die mit einem *Oszilloskop* bzw. *Messwerterfassungssystem* aufgenommenen Daten bei elektromagnetischen Induktions- und Schwingungsversuchen unter Rückbezug auf die experimentellen Parameter (E6, E7, K9), • modellieren mathematisch das Entstehen von Induktionsspannungen für die beiden Spezialfälle einer zeitlich konstanten Fläche und einer zeitlich konstanten magnetischen Flussdichte (E4, E6, K7), • erklären das Entstehen von sinusförmigen Wechselspannungen in *Generatoren* mithilfe des Induktionsgesetzes (E6, E10, K3, K4), • stellen Hypothesen zum Verhalten des Rings beim *Thomson'schen Ringversuch* bei Zunahme und Abnahme des magnetischen Flusses im Ring auf und erklären diese mithilfe des Induktionsgesetzes (E2, E9, S3, K4, K8), • beurteilen ausgewählte Beispiele zur Energiebereitstellung und -umwandlung unter technischen und ökologischen Aspekten (B3, B6, K8, K10), (VB ÜB Z2) • beurteilen das Potential der Energierückgewinnung auf der Basis von Induktionsphänomenen bei elektrischen Antriebssystemen (B7, K2).
<u>Unterrichtsvorhaben VI</u> **Anwendungsbereiche des Kondensators** *Wie kann man Energie in elektrischen Systemen speichern?* *Wie kann man elektrische*	**Elektrodynamik und Energieübertragung** • Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator	• beschreiben die Kapazität als Kenngröße eines Kondensators und bestimmen diese für den Spezialfall des Plattenkondensators in Abhängigkeit seiner geometrischen Daten (S1, S3), • erläutern qualitativ die bei einer elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (S1, S4, E4), • untersuchen den *Auf- und Entladevorgang bei Kondensatoren* unter Anleitung experimentell (S4, S6, K6), • modellieren mathematisch den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei *Auf- und Ent-*

Schwingungen erzeugen? ca. 15 UStd.	• Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung	*ladevorgängen bei Kondensatoren* (E4, E6, S7), • interpretieren den Flächeninhalt zwischen Graph und Abszissenachse im *Q-U*-Diagramm als Energiegehalt des Plattenkondensators (E6, K8), • beurteilen den Einsatz des Kondensators als Energiespeicher in ausgewählten alltäglichen Situationen (B3, B4, K9).
<u>Unterrichtsvorhaben VII</u> **Mensch und Strahlung - Chancen und Risiken ionisierender Strahlung** *Wie wirkt ionisierende Strahlung auf den menschlichen Körper?* ca. 12 Ustd.	**Strahlung und Materie** • Strahlung: Spektrum der elektromagnetischen Strahlung; ionisierende Strahlung, Geiger-Müller-Zählrohr, biologische Wirkungen	• erklären die Entstehung von *Bremsstrahlung* und *charakteristischer Röntgenstrahlung* (S3, E6, K4), • unterscheiden α-, β-, γ- Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1), • ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6), • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des *Geiger-Müller-Zählrohrs* als Nachweisgerät für ionisierende Strahlung (S4, S5, K8), • untersuchen experimentell anhand der Zählraten bei *Absorptionsexperimenten* unterschiedliche Arten ionisierender Strahlung (E3, E5, S4, S5), • begründen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, K3), • quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2). • bewerten die Bedeutung hochenergetischer Strahlung hinsichtlich der Gesundheitsgefährdung sowie ihres Nutzens bei medizinischer Diagnose und Therapie (B5, B6, K1, K10). (VB B Z3).
<u>Unterrichtsvorhaben VIII</u> **Erforschung des Mikro- und Makrokosmos** *Wie lassen sich aus Spektralanalysen Rückschlüsse auf die Struktur von Atomen ziehen?* ca. 19 Ustd.	**Strahlung und Materie** • Atomphysik: Linienspektrum, Energieniveauschema, Kern-Hülle-Modell, Röntgenstrahlung	• erklären die Energie emittierter und absorbierter Photonen am Beispiel von Linienspektren leuchtender Gase und Fraunhofer'scher Linien mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S1, S3, E6, K4), • beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2), • interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8), • erklären die Entstehung von *Bremsstrahlung* und *charakteristischer Röntgenstrahlung* (S3, E6, K4), • interpretieren die Bedeutung von *Flammenfärbung* und *Linienspektren* bzw. *Spek-*

		tralanalyse für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E6, E10), • interpretieren die Messergebnisse des *Franck-Hertz-Versuchs* (E6, E8, K8), • erklären das *charakteristische Röntgenspektrum* mit den Energieniveaus der Atomhülle (E6), • identifizieren vorhandene Stoffe in der Sonnen- und Erdatmosphäre anhand von Spektraltafeln des *Sonnenspektrums* (E3, E6, K1), • stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9).
<u>Unterrichtsvorhaben IX</u> **Massendefekt und Kernumwandlungen** *Wie lassen sich energetische Bilanzen bei Umwandlungs- und Zerfallsprozessen quantifizieren?* *Wie entsteht ionisierende Strahlung?* ca. 16 Ustd.	**Strahlung und Materie** • Kernphysik: Nukleonen; Zerfallsprozesse und Kernumwandlungen, Kernspaltung und -fusion	• erläutern den Begriff der Radioaktivität und zugehörige Kernumwandlungsprozesse auch mithilfe der Nuklidkarte (S1, S2), • wenden das zeitliche Zerfallsgesetz für den radioaktiven Zerfall an (S5, S6, K6), • erläutern qualitativ den Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen, den Aufbau der Nukleonen aus Quarks sowie die Rolle der starken Wechselwirkung für die Stabilität des Kerns (S1, S2), • erläutern qualitativ am β^--Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2, K4), • erklären anhand des Zusammenhangs $E = \Delta m\, c^2$ die Grundlagen der Energiefreisetzung bei Kernspaltung und -fusion über den Massendefekt (S1) (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).

Qualifikationsphase - Leistungskurs (ca. 242 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Die Schülerinnen und Schüler ...
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> **Untersuchung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern** *Wie lassen sich Kräfte auf bewegte Ladungen in elektrischen und magnetischen Feldern beschreiben?* *Wie können Ladung und Masse eines Elektrons bestimmt werden?* ca. 40 Ustd.	**Ladungen, Felder und Induktion** – Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte – Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern	• erklären grundlegende elektrostatische Phänomene mithilfe der Eigenschaften elektrischer Ladungen (S1), • stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radial- und Dipolfeldern sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1, K6), • beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6), • erläutern anhand einer einfachen Version des Millikan-Versuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (S3, S5, E7, K9) • erläutern die Bestimmung der Elektronenmasse am Beispiel des Fadenstrahlrohrs mithilfe der Lorentzkraft sowie die Erzeugung und Beschleunigung freier Elektronen (S4, S5, S6, E6, K5) • bestimmen mithilfe des Coulomb'schen Gesetzes Kräfte von punktförmigen Ladungen aufeinander sowie resultierende Beträge und Richtungen von Feldstärken (E8, E10, S1, S3), • entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzip elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6, K5), • modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Querfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7), • erläutern die Untersuchung magnetischer Flussdichten mithilfe des Hall-Effekts (E4, E7, S1, S5)

		• konzipieren Experimente zur Bestimmung der Abhängigkeit der magnetischen Flussdichte einer langgestreckten stromdurchflossenen Spule von ihren Einflussgrößen (E2, E5),
Unterrichtsvorhaben II **Massenspektrometer und Zyklotron als Anwendung in der physikalischen Forschung** *Welche weiterführende Anwendungen von bewegten Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern gibt es in Forschung und Technik?* ca. 10 Ustd.	**Ladungen, Felder und Induktion** • Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern	• modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Querfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7), • stellen Hypothesen zum Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron auf (E2, E4, S1, K4), • bewerten Teilchenbeschleuniger in Großforschungseinrichtungen im Hinblick auf ihre Realisierbarkeit und ihren gesellschaftlichen Nutzen hin (B3, B4, K1, K7),
Unterrichtsvorhaben III **Die elektromagnetische Induktion als Grundlage für die Kopplung elektrischer und magnetischer Felder und als Element von Energieumwandlungsketten** *Wie kann elektrische Energie gewonnen und im Alltag bereits gestellt werden?* ca. 25 Ustd.	**Ladungen, Felder und Induktion** • Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität	• nutzen das Induktionsgesetz auch in differenzieller Form unter Verwendung des magnetischen Flusses (S2, S3, S7), • erklären Verzögerungen bei Einschaltvorgängen sowie das Auftreten von Spannungsstößen bei Ausschaltvorgängen mit der Kenngröße Induktivität einer Spule anhand der Selbstinduktion (S1, S7, E6), • führen die Funktionsweise eines Generators auf das Induktionsgesetz zurück (E10, K4), • begründen qualitative Versuche zur Lenz'schen Regel sowohl mit dem Wechselwirkungs- als auch mit dem Energiekonzept (E2, E9, K3). • identifizieren und beurteilen Anwendungsbeispiele für die elektromagnetische Induktion im Alltag (B6, K8).(VB D Z3)

Unterrichtsvorhaben IV **Zeitliche und energetische Betrachtungen bei Kondensator und Spule** *Wie speichern elektrische und magnetische Felder Energie und wie geben sie diese wieder ab?* ca. 20 Ustd.	**Ladungen, Felder und Induktion** • Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte • Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität	• beschreiben qualitativ und quantitativ die Zusammenhänge von Ladung, Spannung und Stromstärke unter Berücksichtigung der Parameter Kapazität und Widerstand bei Lade- und Entladevorgängen am Kondensator auch mithilfe von Differentialgleichungen und deren vorgegebenen Lösungsansätzen(S3, S6, S7, E4, K7), • geben die in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern gespeicherte Energie in Abhängigkeit der elektrischen Größen und der Kenngrößen der Bauelemente an (S1, S3, E2) • prüfen Hypothesen zur Veränderung der Kapazität eines Kondensators durch ein Dielektrikum (E2, E3, S1), • ermitteln anhand von Messkurven zu Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren sowie zu Ein- und Ausschaltvorgängen bei Spulen zugehörige Kenngrößen (E4, E6, S6),
Unterrichtsvorhaben V **Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und deren Eigenschaften** *Welche Analogien gibt es zwischen mechanischen und elektromagnetischen schwingenden Systemen?*	**Schwingende Systeme und Wellen** • Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer • Schwingende Systeme:	• 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),

ca. 40 Ustd.	Federpendel, Fadenpendel, Resonanz; Schwingkreis, Hertz'scher Dipol	• ermitteln mithilfe der Differentialgleichungen und der Lösungsansätze für das ungedämpfte Fadenpendel, die ungedämpfte Federschwingung und den ungedämpften Schwingkreis die Periodendauer sowie die Thomson'sche Gleichung (S3, S7, E8), • beschreiben den Hertz'schen Dipol als (offenen) Schwingkreis (S1, S2, K8), • untersuchen experimentell die Abhängigkeit der Periodendauer und Amplitudenabnahme von Einflussgrößen bei mechanischen und elektromagnetischen harmonischen Schwingungen unter Anwendung digitaler Werkzeuge (E4, S4), (MKR 1.2) • untersuchen experimentell am Beispiel des Federpendels das Phänomen der Resonanz auch unter Rückbezug auf Alltagssituationen (E5, E6, K1), • beurteilen Maßnahmen zur Vermeidung von Resonanzkatastrophen (B5, B6, K2), • unterscheiden am Beispiel von Schwingungen deduktives und induktives Vorgehen als Grundmethoden der Erkenntnisgewinnung (B8, K4)
<u>Unterrichtsvorhaben VI</u> **Wellen und Interferenzphänomene** *Warum kam es im 17. Jh. zu einem Streit über das Licht/die Natur des Lichts?* *Ist für die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen ein Trägermedium notwendig?* *(Gibt es den „Äther"?)* ca. 10-15 Ustd.	**Schwingende Systeme und Wellen** • Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer	• erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren Zusammenhänge (S1, S3, K4), • erläutern mithilfe der Wellenwanne qualitativ auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6), • beschreiben mathematisch die räumliche und zeitliche Entwicklung einer harmonischen eindimensionalen Welle (S1, S2, S3, S7), • erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3), • erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8), • stellen für Einzel-, Doppelspalt und Gitter die Bedingungen für konstruktive und destruktive Interferenz und deren quantitative Bestätigung im Experiment für mono- und polychromatisches Licht dar (S1, S3, S6, E6), • erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (S1, K4). • weisen anhand des Interferenzmusters bei Spalt- und Gitterversuchen die Welleneigenschaften des Lichts nach und bestimmen daraus die Wellenlänge des Lichts (E5, E6, E7, S6),

		• erläutern Aufbau und Funktionsweise des Michelson-Interferometers (E2, E3, S3, K3). • beurteilen die Bedeutung von Schwingkreisen für die Umsetzung des Sender-Empfänger-Prinzips an alltäglichen Beispielen (B1, B4, K1), (VB B Z 1)
<u>Unterrichtsvorhaben VII</u> **Quantenphysik als Weiterentwicklung des physikalischen Weltbildes** *Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?* ca. 30 Ustd.	**Quantenphysik** • Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt, Bremsstrahlung • Photonen und Elektronen als Quantenobjekte: Doppelspaltexperiment, Bragg-Reflexion, Elektronenbeugung; Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Delayed-Choice-Experiment; Kopenhagener Deutung	• erklären den Photoeffekt mit der Einstein´schen Lichtquantenhypothese (S1, S2, E3). • beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise der Röntgenröhre (S1), • stellen anhand geeigneter Phänomene dar, dass Licht sowohl Wellen- als auch Teilchencharakter aufweisen kann (S2, S3, E6, K8) • erklären bei Quantenobjekten anhand des Delayed-Choice-Experiments unter Verwendung der Koinzidenzmethode das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (S1, S5, E3, K3), • erklären am Beispiel von Elektronen die De-Broglie-Hypothese (S1, S3), • berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quanten objekte (S3), • deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Nachweiswahrscheinlichkeitsdichte von Elektronen (S3), • erläutern die Heisenberg´sche Unbestimmtheitsrelation in der Version der Unmöglichkeits-Formulierung (S2, S3, E7, E11, K4). • interpretieren die experimentellen Befunde zum Photoeffekt hinsichtlich des Widerspruchs zur klassischen Physik (E3, E8, S2, K3), • bestimmen aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck´sche Wirkungsquantum (E6, S6), • interpretieren das Auftreten der kurzwelligen Grenze des Bremsstrahlungsspektrums (E6, S1), • erklären experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E3, E6), • modellieren qualitativ das stochastische Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt bei gleichzeitiger Determiniertheit der Zufallsverteilung mithilfe der Eigenschaften der Wellenfunktion (E4, E6, K4). • beurteilen die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8),

		• stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9), • beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der exakten Vorhersagbarkeit von physikalischen Phänomenen (B8, K8, E11).
Unterrichtsvorhaben VIII **Struktur der Materie** *Wie hat sich unsere Vorstellung vom Aufbau der Materie historisch bis heute entwickelt?* ca. 20 Ustd.	**Atom- und Kernphysik** • Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung • Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung	• geben wesentliche Beiträge in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis zum ersten Kern-Hülle-Modell (Dalton, Thomson, Rutherford) wieder (S2, K3), • erklären die Energie absorbierter und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S3, E6, K4), • erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4), • beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom und wasserstoffähnliche Atome mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2), • erläutern das Modell des eindimensionalen Potentialtopfs und seine Grenzen (S2, K4), • beschreiben anhand des Modells des eindimensionalen Potentialtopfs die Verallgemeinerung eines quantenmechanischen Atommodells hin zu einem Ausblick auf Mehrelektronensysteme unter Verwendung des Pauli-Prinzips (S2, S3, E10), • interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8), • erläutern qualitativ den Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen, den Aufbau der Nukleonen aus Quarks sowie die Rolle der starken Wechselwirkung für die Stabilität des Kerns (S1, S2, K3), • interpretieren Linienspektren bei Emission und Absorption sowie die Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuchs mithilfe des Energieniveauschemas (E2, E10, S6), • stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9),
Unterrichtsvorhaben IX **Mensch und Strahlung - Chancen und Risiken ionisierender Strahlung**	**Atom- und Kernphysik** • Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung • Ionisierende Strahlung:	• erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4), • ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6), • unterscheiden α-, β-, γ- Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1), • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs als

Welche Auswirkungen haben ionisierende Strahlung auf den Menschen und wie kann man sich davor schützen? *Wie nutzt man die ionisierende Strahlung in der Medizin?* ca. 22 Ustd.	Strahlungsarten, Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung, Eigenschaften ionisierender Strahlung, Absorption ionisierender Strahlung • Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung	Nachweisgerät ionisierender Strahlung (S4, S5, K8), • erklären die Ablenkbarkeit in elektrischen und magnetischen Feldern sowie Durchdringungs- und Ionisierungsfähigkeit von ionisierender Strahlung mit ihren Eigenschaften (S1, S3), • erläutern qualitativ an der β^--Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2, K4). • leiten auf der Basis der Definition der Aktivität das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (S7, E9), • wählen für die Planung von Experimenten mit ionisierender Strahlung zwischen dem Geiger-Müller-Zählrohr und einem energiesensiblen Detektor gezielt aus (E3, E5, S5, S6), • konzipieren Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit kurzlebiger radioaktiver Substanzen (E2, E5, S5), • quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2). • wägen die Chancen und Risiken bildgebender Verfahren in der Medizin unter Verwendung ionisierender Strahlung gegeneinander ab (B1, B4, K3), (VB B Z 3)
<u>Unterrichtsvorhaben X</u> **Massendefekt und Kernumwandlung** *Wie kann man natürliche Kernumwandlung beschreiben und wissenschaftlich nutzen?* *Welche Möglichkleiten der Energiegewinnung ergeben sich durch Kernumwandlungen in Natur und Technik?* ca. 20 Ustd.	**Atom- und Kernphysik** • Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung • Kernspaltung und -fusion: Bindungsenergien, Massendefekt; Kettenreaktion	• beschreiben natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse (Kernspaltung und -fusion, Neutroneneinfang) auch mithilfe der Nuklidkarte (S1), • beschreiben Kernspaltung und Kernfusion mithilfe der starken Wechselwirkung zwischen den Nukleonen auch unter quantitativer Berücksichtigung von Bindungsenergien (S1, S2) • bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C-14-Methode (E4, E7, S7, K1), • bewerten Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion hinsichtlich der globalen Energieversorgung (B5, B7, K3, K10), (VB D Z3), • diskutieren ausgewählte Aspekte der Endlagerung radioaktiver Abfälle unter Berücksichtigung verschiedener Quellen (B2, B4, K2, K10).(MKR 2.1, 2.3) (VB D Z3)

2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

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 fachmethodischen 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 allein an fachsystematischen Strukturen, sondern auch 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 KL und Methoden der Binnendifferenzierung
- Beachtung von Aspekten der Sprachsensibilität
- 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 berücksichtigt die Fachgruppe die Förderung der individuellen Kompetenzentwicklung. Die Gestaltung von Lernprozessen kann sich deshalb nicht auf eine angenommene mittlere Leistungsfähigkeit einer Lerngruppe beschränken, sondern sollte auch Lerngelegenheiten sowohl für stärkere als auch schwächere Schülerinnen und Schüler bieten. Um den Arbeitsaufwand dafür in Grenzen zu halten, vereinbart die Fachgruppe, zusammenzuarbeiten und Unterrichtsmaterialien auszutauschen. Gesammelt bzw. erstellt, ausgetauscht sowie erprobt werden sollen zunächst

- unterrichtsbegleitende Testaufgaben zur Diagnose individueller Kompetenzentwicklung in allen Kompetenzbereichen
- Lernaufgaben für kooperative Unterrichtsphasen und selbstgesteuertes Lernen

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

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

Grundsätzliche Absprachen

Erbrachte Leistungen werden auf der Grundlage transparenter Ziele und Kriterien in allen Kompetenzbereichen benotet, sie werden den Schülerinnen und Schülern jedoch auch mit Bezug auf diese Kriterien rückgemeldet und erläutert. Auf dieser Basis sollen die Schülerinnen und Schüler ihre Leistungen zunehmend selbstständig einschätzen können. Die individuelle Rückmeldung erfolgt auch stärkenorientiert und nicht allein defizitorientiert. Sie soll Hilfen und Absprachen zu realistischen Möglichkeiten der weiteren Entwicklung enthalten.

Die Bewertung von Leistungen berücksichtigt Lern- und Leistungssituationen. Dabei soll Schülerinnen und Schülern deutlich gemacht werden, in welchen Bereichen aufgrund des zurückliegenden Unterrichts stabile Kenntnisse erwartet und bewertet werden.

Die Leistungsrückmeldung kann in mündlicher und schriftlicher Form erfolgen.

Überprüfung und Beurteilung der Leistungen

Die Leistungen im Unterricht werden in der Regel auf der Grundlage einer kriteriengeleiteten, systematischen Beobachtung von Unterrichtshandlungen beurteilt.

Weitere Anhaltspunkte für Beurteilungen lassen sich mit kurzen schriftlichen, auf stark eingegrenzte Zusammenhänge begrenzten Tests gewinnen.

Kriterien der Leistungsbeurteilung

Die Bewertungskriterien für Leistungsbeurteilungen müssen den Schülerinnen und Schülern bekannt sein. Die folgenden Kriterien gelten allgemein und sollten in ihrer gesamten Breite für Leistungsbeurteilungen berücksichtigt werden:

Welche Leistungen werden von dir erwartet?	
schriftliche Leistungen	Schriftliche Leistungsüberprüfungen (Teste)
	Referate
	Heftführung
	Versuchsprotokolle

		++	+	-	--
im Unterricht allgemein	Du arbeitest im Unterricht stets mit.				
	Du beteiligst dich mit inhaltlich passenden Beiträgen am Unterrichtsgespräch.				
	Deine Beiträge sind sprachlich gut, und du benutzt Fachbegriffe.				
	Du hörst anderen gut zu und gehst auf deren Beiträge ein.				
	Du übernimmst Aufgaben.				
	Wenn du etwas präsentierst, trägst du es inhaltlich vollständig und weitgehend frei vor.				
individuelles und kooperatives Arbeiten	Du findest schnell und konzentriert zur Arbeit.				
	Du übernimmst Verantwortung und unterstützt deine jeweiligen Partner / deine Gruppe.				
	Du bemühst dich, auch schwierige Lernphasen durchzuhalten und Konflikte zu lösen.				
	Du hältst dich immer an die eingeführten Regeln zur Still-, Partner-, Gruppenarbeit sowie zu Schülerexperimenten.				
	Du arbeitest selbstständig und nimmst Hilfen an, wenn nötig.				
	Du erledigst Aufgaben rechtzeitig und vollständig.				
Selbstständigkeit und Organisation	Du machst deine Hausaufgaben regelmäßig und vollständig.				
	Du führst dein Heft und deine Arbeitsmappe gut.				
	Du arbeitest bei Experimenten zielgerichtet, sauber und zügig mit und dokumentierst Deine Ergebnisse gewissenhaft.				
	Du recherchierst selbstständig (z.B. Lexikon, Wörterbuch, Internet), wenn dir bestimmte Inhalte nicht ganz klar sind.				
	Du wiederholst Wichtiges regelmäßig (z.B. mit Karteikarten).				
	Du kontrollierst und verbesserst deine Ergebnisse, Texte und Hausaufgaben eigenständig.				
	Du organisierst deinen Arbeitsplatz im Klassenzimmer gut.				

Leistungsbereich Notenstufe	Sehr gut Die Anforderungen werden in besonderem Maße erfüllt	Gut Die Anforderungen werden voll erfüllt	Befriedigend Die Anforderungen werden zufriedenstellend erfüllt	Ausreichend Die Anforderungen werden insgesamt noch erfüllt	Mangelhaft Die Anforderungen werden nicht mehr erfüllt	Ungenügend Die Anforderungen werden in keiner Weise erfüllt
Mündliche Mitarbeit (im Unterricht)	• in jeder Stunde, häufig problemlösend, bringt den Unterricht weiter • fördert Denkprozesse • hört anderen zu und geht auf deren Beiträge ein • sehr aufmerksam	• in jeder Stunde mehrmals • trägt erkennbar zum Ziel der Stunde oder der Gruppenarbeit bei, sieht Zusammenhänge • meist aufmerksam	• teilweise aktive Mitarbeit • muss manchmal zur Arbeit aufgefordert werden • teilweise aufmerksam • zuweilen kritisch • bei kleinschrittigem Vorgehen produktiv	• nicht in jeder Stunde • bei Aufforderung meist Mitarbeit • öfter abgelenkt oder passiv, wenig Eigeninitiative, meist wiederholend • lässt sich von anderen tragen	• keine aktive Mitarbeit • uninteressiert • störendes Verhalten • schreibt in PA/GA Ergebnisse ab	• wie mangelhaft, zusätzlich: • verweigert Mitarbeit auch nach Aufforderung
Schriftliche Mitarbeit (im Unterricht)	• zügiges Arbeiten • optimale Zeitausnutzung • gibt sich sehr viel Mühe • hoher Anspruch an eigene Leistung • leistet mehr als gefordert	• arbeitet eigenständig ohne Lehrerkontrolle • gelungenen Ergebnisse • oft ausführlich	• arbeitet meist eigenständig • benötigt kurze Ansprache • Ergebnisse unterschiedlich in Qualität und Umfang	• muss öfter zur Arbeit aufgefordert werden • Ergebnisse teilweise knapp und selten intensiv und ausführlich	• kaum fertige Ergebnisse • viele Arbeiten unvollständig oder lediglich vom Nachbarn abgeschrieben	• nie fertige Ergebnisse • fast alle Arbeiten unvollständig oder nicht vorhanden • schreibt lediglich vom Nachbarn ab
Fachsprache	• sehr gute umfassende Kenntnisse • sicherer Umgang mit Fachbegriffen	• gute Kenntnisse • meist sicherer Umgang mit Fachsprache	• Grundkenntnisse • Unsicherheit bei der Fachsprache	• Grundkenntnisse lückenhaft • Fachsprache b. Wiederholungen angemessen	• Grundkenntnisse lückenhaft • Fachsprache unsicher	• Grundkenntnisse lückenhaft, kein Zusammenhang zu früheren Themen ersichtlich
Kurzvorträge und Präsentationen	• ist immer und freiwillig bereit • Fachinhalte und Zshg. werden richtig, frei und umfassend vorgetragen • Ergebnisse klar und verständlich formuliert	• Präsentation und Ergebnisse verständlich • Vortrag eigenständig und sicher • in allen Bereichen gelungen	• muss z.T. überredet werden • benötigt Unterstützung • leistet einen Gruppenbeitrag • gibt sich oft Mühe • Darstellung lückenhaft u. umständlich formuliert	• „drückt“ sich eher • übernimmt eher leichte Bereiche • lässt sich von den anderen mitziehen	• oft keine eigenen Beiträge • übernimmt unreflektiert Beträge von anderen /Texte aus dem Material	• keine eigenen Beiträge • keine zusammenhängende Darstellung
Hausaufgaben	• eigeninitiativ, weiterführende Vorschläge	• regelmäßig, vollständig, fehlerfrei	• regelmäßig, weitestgehend vollständig, wenige Fehler	• unregelmäßig, unvollständig, fehlerhaft	• selten, wenig sinnvoll, viele Fehler	• verweigert Leistung oder • schreibt HA erkennbar ab
Heftführung, schriftliche Produkte	• vollständig • geordnet • ordentlich gestaltet • gut lesbare klare Schrift	• vollständig • geordnet • ordentlich gestaltet • lesbare Schrift	• überwiegend vollständig • in der Regel geordnet • normale Gestaltung	• einige Lücken • nicht immer geordnet • Heftführung nachlässig	• unregelmäßige Einträge • legt keinen Wert auf Gestaltung und Übersicht	• keine Einträge • keine Mappe vorhanden
Arbeitsmaterialien	• immer vorhanden • Sondermaterial wird zuverlässig mitgebracht • bringt selbstständig Zusatzmaterial mit	• nahezu immer vorhanden • Sondermaterial wird zuverlässig mitgebracht	• teilweise fehlendes Material • Sondermaterial wird meist mitgebracht	• Grundmaterial oft nicht vollständig • Sondermaterial wird unzuverlässig mitgebracht	• Grundmaterial fehlt oft • Sondermaterial selten vorhanden	• Grundmaterial fehlt fast immer • Sondermaterial wird nie mitgebracht
Experimentieren	• selbstständig • gut vorbereitet • sorgfältig • sicher	• sorgfältig • meist selbstständig • sicher	• motiviert • benötigt Hilfen • sicher	• oft unselbstständig • fehlerhafte Durchführung • häufiges nachfragen	• unselbstständig • unzuverlässig • Sicherheitsaspekt unbeachtet	• unselbstständig • unzuverlässig • abgelenkt • Sicherheit unbeachtet

Berücksichtigungsfähigkeit von Schülerbeiträgen zur Notenbildung

Rein schriftliche Ausarbeitungen von Schülerinnen und Schülern können nicht als Grundlage zur Vergabe einer Note genutzt werden.

Theoretische Ausarbeitungen können hingegen bewertet werden, wenn sie auch eine Präsentation enthalten und am Ende in einem Unterrichtsgespräch kritische Fragen seitens der Klasse und der Lehrkraft beantwortet werden.

Alternativ können auch praktische Ausarbeitungen bewertet werden.

2.4 Berufsorientierung

Im Schulkonzept ist die Berufsorientierung fest, über die Schuljahre verteilt, verankert.

„Die Wahl der Studienrichtung oder eines Berufszieles nach dem Abitur ist für den jungen Menschen eine Entscheidung, die sein zukünftiges Leben in eine bestimmte Bahn lenkt. Das Konzept der Berufsorientierung am Käthe-Kollwitz-Gymnasium setzt sich zum Ziel, unsere Schülerinnen und Schüler Schritt für Schritt mit den Anforderungen bekannt zu machen, die die Wirtschaft an sie stellt. Sie sollen hierbei ihre eigenen Stärken und Fähigkeiten entdecken und vertiefen, damit sie möglichst frühzeitig in den Prozess der Berufsfindung einsteigen können.

Diese Findung geschieht in aufeinander abgestimmten Phasen über mehrere Jahre, in unterschiedlichen Fächern und vor allem auch bei außerschulischen Aktivitäten, die weitestgehend obligatorisch in das Schulleben integriert sind…“

Die Fachschaft Physik trägt ihren Teil zum einen durch das Medienkonzept bei, welches Medien nutzt, die auch später in der Berufswelt einen Anker aufweisen.

Als Teil der MINT-Gruppe achten wir darauf, dass die Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliche Berufe kennenlernen, indem wir den Kontakt mit dem MINT-Verein herstellen und die Teilnahme an Camps mit MINT-Bezug, Betriebserkundungen, Berufs- und Studieneinführungen durch international anerkannte Firmen ermöglichen.

2.5 Lehr- und Lernmittel

Eine Liste der zulässigen Lehrmittel für das Fach kann auf den Seiten des Schulministeriums eingesehen werden:

https://www.schulministerium.nrw.de/docs/Schulsystem/Medien/Lernmittel/

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

- Klasse 6 (Dorn-Bader, Physik 1, Westermann-Verlag, ISBN: 978-3-14-152344-7)
- Klasse 7-10 (Dorn-Bader, Physik Sek I (alte Ausgabe))

Plattformen für Unterrichtsmaterialien und digitale Instrumente:

	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

3 Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen

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 ausgewählten Experimenten auch zum Mitmachen. Außerdem finden jährlich die Forschertage der MINT-Fächer für die Drittklässler statt.

Methodenlernen

Im Schulprogramm ist ein Methodencurriculum unter Einbeziehung des kooperativen Lernens für die Sekundarstufe I festgeschrieben. 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.).

Zusammenarbeit mit außerschulischen Kooperationspartnern / Berufsorientierung

Das KKG besitzt einen Kooperationsvertrag mit der Universität Bonn. In diesem Zusammenhang nehmen Sek I-Schüler jährlich soweit möglich an der Physikshow des physikalischen Instituts Bonn teil. Oberstufenschüler besuchen physikalische Institute sowie das ZDI-Schülerlabor.

Als MINT-EC-Schule können sich unsere Schülerinnen und Schüler auf www.mint-ec.de registrieren und für Workshops bewerben.

Außerdem besuchen die Physikkurse der EF regelmäßig das DLR-Schoollab in Köln.

Es besteht für Sek II-Schüler auch die Möglichkeit der Teilnahme an Veranstaltungen des Netzwerks Teilchenwelt.

Diese Besuche dienen auch der Berufsorientierung.

MINT-AGs

Die Schule bietet ab der Klassenstufe 5 eine Jugend-forscht-AG an, die von interessierten Schülerinnen und Schülern gewählt wird. Die Inhalte sind NW-fächerübergreifend und werden jeweils mit den Teilnehmenden vereinbart. Die Jugend-forscht-AG beinhaltet die Teilnahme unserer Schülerinnen und Schüler an den Jugend-forscht-Wettbewerben.

Zudem wird für Schülerinnen und Schüler der Sek I die Robotik-AG angeboten, welche fächerverbindend Themen aus Informatik, Physik und Technik anbietet.

4 Qualitätssicherung und Evaluation

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 Austausch sowie die gemeinsame Konzeption von Unterrichtsmaterialien.

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 auch Gelegenheit bekommen, Rückmeldungen zum Unterricht zu geben.

Überarbeitungs- und Planungsprozess

Eine Evaluation erfolgt jährlich im Rahmen der Fachkonferenz.

Dort werden die Erfahrungen des vorangehenden Schuljahres ausgewertet und diskutiert sowie eventuell notwendige Konsequenzen formuliert.

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.

Die Fachschaft kann zur Umsetzung die folgende Checkliste heranziehen.

Handlungsfelder		***Handlungsbedarf***	***Verantwortlich***	***Zu erledigen bis***
Ressourcen				
räumlich	Unterrichtsräume			
	Computerraum			
	Sammlungsraum			
	…			
materiell/ sachlich	Lehrwerke			
	Fachzeitschriften			

	Geräte/ Medien			
	…			
Kooperation bei Unterrichtsvorhaben				
Leistungsbewertung/ Leistungsdiagnose				
Fortbildung				
Fachspezifischer Bedarf				
Fachübergreifender Bedarf				