

Schulinterner Lehrplan
des Gymnasiums Hohenlimburg zum Kernlehrplan für
die Sekundarstufen I und II (G9)

Stand: 6.1.2026

- Physik –



Inhalt

1 Rahmenbedingungen für den Fachbereich Physik am Gymnasium Hohenlimburg.....	2
1.1 Leitbild	2
1.2 Fachliche Bezüge zu den Rahmenbedingungen des schulischen Umfelds.....	2
1.3 Fachliche Bezüge zu schulischen Standards zum Lehren und Lernen	3
1.3.1 Allgemein	3
1.3.2 Exkursionen und Wettbewerbe.....	3
1.3.3 Medien	4
1.3.4 Bezüge zum Fach Nachhaltigkeit.....	4
2 Unterrichtsvorhaben	5
2.1 Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe 6	6
2.2 Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe 8	11
2.3 Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe 9	14
2.4 Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe 10	18
3 Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit.....	22
3.1 Lehr- und Lernprozesse	22
3.2 Experimente und eigenständige Untersuchungen.....	23
3.3 Individuelles Lernen und Umgang mit Heterogenität	23
3.4 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung.....	23
3.5 Lehr- und Lernmittel.....	25
3.7 Methodenlernen	26
4 Qualitätssicherung und Evaluation	28
5 Übersicht über die Unterrichtsvorhaben der Oberstufe.....	29
5.1 Einführungsphase	29
5.2 Qualifikationsphase	32

1 Rahmenbedingungen für den Fachbereich Physik am Gymnasium Hohenlimburg

1.1 Leitbild

Das Gymnasium Hohenlimburg versteht sich als starke Schule (Mitglied der BuG-Schulen NRW s. Schulprogramm). Daraus folgt, dass das 740 Mädchen und Jungen in den naturwissenschaftlichen Fächern auch stark gemacht werden sollen. Das Gymnasium sieht seinen Schwerpunkt durchaus in den naturwissenschaftlichen Fächern. Es bietet jedes Jahr einen Biologie- und Physikleistungskurs an und es gibt immer mehrere Grundkurse in Chemie, Physik und Biologie. Als Erweiterung der Fächerauswahl wird seit dem Schuljahr 2019/2020 auch Informatik in der Oberstufe angeboten. Von den insgesamt 60 Kolleginnen und Kollegen haben 5 Kolleg:Innen die Facultas Physik. Wir nehmen regelmäßig an naturwissenschaftlich ausgerichteten Wettbewerben teil und beziehen die Angebote der nahestehenden Universitäten mit in den Unterricht und in die außerunterrichtlichen Aktivitäten mit ein. Die einmalige Stiftung des 1974 verstorbenen Kaufmanns Arthur-Loose ermöglicht es den besten Schülerinnen und Schüler eines Jahrgangs eine Auszeichnung zu erhalten, die den künftigen Studierenden im naturwissenschaftlichen Bereich eine finanzielle Unterstützung bietet. Im Rahmen der Berufsorientierung erkunden die Schülerinnen und Schüler verschiedene, oft technische Betriebe. Der naturwissenschaftliche Unterricht ist grundlegend für viele Ausbildungsberufe in diesem Bereich.

1.2 Fachliche Bezüge zu den Rahmenbedingungen des schulischen Umfelds

An der Schule unterrichten fünf Lehrpersonen das Fach Physik, sieben das Fach Biologie und vier das Fach Chemie. Physikunterricht findet in der Regel in Doppelstunden im Fachraum statt und wird in den Jahrgängen 6, 8 (einstündig), 9 und 10 zweistündig unterrichtet. In allen Themenfeldern sollen Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit haben, Experimente durchzuführen, was mit der vorhandenen Ausstattung fast durchgehend möglich ist. Dabei sind wir bemüht die Ausstattung der physikalischen Sammlung immer aktuell zu halten und über die Standardexperimente hinaus Schülerversuche sowie Demonstrationsexperimente durchzuführen.

Es gibt insgesamt sechs naturwissenschaftliche Fachräume, darunter zwei Physikräume. Beide Physikräume sind mit einem Beamer ausgestattet und es gibt die Möglichkeit, Computer flexibel einzusetzen. Die Physikräume wurden im Jahr 2024 komplett renoviert, haben neues Mobiliar und eine verbesserte technische Ausstattung erhalten. Demonstrationsexperimente und Schülerübungsmaterialien sind die Grundlage des Experimentalunterrichts. Computersimulationen von Experimenten sind in den drei Computerräumen der Schule möglich.

Funktionsinhaber der Fachgruppe

Fachvorsitz: Kathrin Schindler

Stellvertreter: Björn Schlese

Strahlenschutzbevollmächtigte: alle Physiklehrer/innen

Strahlenschutzbeauftragter: Jürgen Gibkes

Stellvertreter: Björn Schlese

Sammlungsleiter: Jürgen Gibkes

1.3 Fachliche Bezüge zu schulischen Standards zum Lehren und Lernen

1.3.1 Allgemein

Der Physikunterricht knüpft an die Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schülern an. Dazu werden Schülervorstellungen im Unterricht erfasst und weiterentwickelt. Durch kooperative Lernformen wird eine hohe Schüleraktivität erreicht und werden kommunikative sowie soziale Kompetenzen weiterentwickelt. Trotz festgelegter Sitzreihen, bedingt durch Wasser-, Gas- und Stromanschluss, ist die Sitzordnung so flexibel, dass jeder Zeit Einzel-, Partner und Gruppenarbeiten möglich sind. Das Experiment nimmt eine zentrale Stellung im Unterricht ein. Wenn die Ausstattung es zulässt und ein Experiment sich inhaltlich als Schülerexperiment eignet, experimentieren die Schülerinnen und Schüler in Gruppen. Dabei können wir in der Regel 8 Gruppentische mit Materialien ausstatten. Vor allem in der Klasse 6 nimmt die Arbeit mit Experimentierkästen einen großen Stellenwert ein.

Manche Experimente werden als Demonstrationsexperimente durchgeführt, z.B. aufgrund von Sicherheitsauflagen. Experimente werden mithilfe von Versuchsprotokollen dokumentiert und ausgewertet. Am Ende der Sekundarstufe I sind die Schülerinnen und Schüler in der Lage ein Experiment vollkommen selbstständig zu protokollieren.

1.3.2 Exkursionen und Wettbewerbe

Die Fachschaft Physik ist daran interessiert, die Schülerinnen und Schüler auf die universitäre Laufbahn vorzubereiten. Daher nehmen die Schülerinnen und Schüler regelmäßig an Exkursionen und Wettbewerben teil, die z.T. von Universitäten angeboten werden. Hier eine Auflistung der Exkursionen und Wettbewerbe, die regelmäßig besucht werden:

- Masterclasses Physik: Programm der TU Dortmund zur Teilchenphysik, an dem die Schülerinnen und Schüler der Leistungskurse und auch interessierte SuS der Grundkurse teilnehmen. Dabei geht es darum, einen Einblick in die Teilchenwelt zu erhalten und die Physik der Universitäten kennen zu lernen.
- Zwischen Brötchen und Borussia: Eine Vortragsreihe der TU Dortmund zu verschiedenen Themenbereichen der Physik, an dem der Leistungskurs exemplarisch teilnimmt.
- Besichtigung des Teilchenbeschleunigers DELTA: Der Leistungskurs nimmt an einer Besichtigung des in Dortmund ansässigen Teilchenbeschleunigers teil, um die im Unterricht erworbenen Fähigkeiten direkt anzuwenden und zu veranschaulichen.
- Freestyle physics: Kreativer Wettbewerb für alle Klassen der Universität Duisburg/Essen.

- Physik aktiv: Wettbewerb der Fachgruppe Physik der Bezirksregierung Arnsberg. Dieser Wettbewerb wird zunächst in der Schule intern durchgeführt und der Schulsieger wird dann mit einer neuen Aufgabe am Bezirkswettbewerb teilnehmen.

1.3.3 Medien

z.B. Medienkonzept, Methodencurriculum (Lernen lernen), Selbstlernzentrum, Förderkonzept, Wettbewerbskultur>

1.3.4 Bezüge zum Fach Nachhaltigkeit

Im Orientierungsrahmen für den Lernbereich globale Entwicklung heißt es:

„Naturwissenschaftlicher Unterricht bietet vielfältige Möglichkeiten, den Erwerb der fachlichen Unterrichtsinhalte in den Kontext globaler Entwicklungsdimensionen (ökologisch, ökonomisch, sozial und politisch) zu stellen und entsprechende Kompetenzen zu stärken. Da sich die drei naturwissenschaftlichen Fächer – Biologie, Chemie, Physik – mehr oder weniger stark in ihren Unterrichtsinhalten unterscheiden, soll der Lernbereich Globale Entwicklung im Folgenden für die drei Fächer z.T. fachspezifisch, z.T. aber auch fachübergreifend und fächerverbindend entwickelt werden.“

Folgende Themenfelder sieht die Fachschaft Physik fächerverbindend mit dem Fach Nachhaltigkeit an unserer Schule:

Themenfelder Nachhaltigkeit	Konkrete Unterrichtsvorhaben	Verknüpfung mit den Unterrichtsvorhaben in Physik
TF 1.2 Mobilität	UV 1 CO2 Emissionen verschiedener Verkehrsmittel	UV 10.5 IF Energieversorgung
TF 3.2 Energie	UV 1 Klimawirksamkeit verschiedener Energieträger UV 2 Wie viel Energie brauchen wir? UV 4 Atomkraft, ja bitte? UV 5 E-Mobilität= klimaneutral?	UV 10.5 IF Energieversorgung UV 9.6 IF Elektrizität UV 10.3 IF Ionisierende Strahlung, Kernenergie UV 10.5 IF Energieversorgung
TF 3.3 Rohstoffe	UV 1 Seltene Erden für unsere Handys	UV 10.5 IF Energieversorgung
TF 1.5 Energieverbrauch	UV 1 CO2 Emissionen durch Energieproduktion UV 2 Energiefresser im Alltag	UV 10.1 IF Elektrizität UV 10.1 IF Elektrizität

In den folgenden Konkretisierungen der verschiedenen Unterrichtsvorhaben ist jeweils eine Verknüpfung zu den Themenfeldern des Fachs Nachhaltigkeit enthalten.

2 Unterrichtsvorhaben

In der nachfolgenden *Übersicht über die Unterrichtsvorhaben* wird der Fachkonferenzbeschluss zur verbindlichen 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. Der einzelnen Lehrkraft bleibt die Reihenfolge der Themenbereiche in enger Absprache mit den parallel unterrichtenden Lehrkräften freigestellt.

2.1 Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe 6

JAHRGANGSSTUFE 6			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
6.1 Wir messen Temperaturen <i>Wie funktionieren unterschiedliche Thermometer?</i> ca. 10 Ustd.	IF 1: Temperatur und Wärme thermische Energie: - Wärme, Temperatur und Temperaturmessung Wirkungen von Wärme: - Wärmeausdehnung	E2: Beobachtung und Wahrnehmung - Beschreibung von Phänomenen E4: Untersuchung und Experiment - Messen physikalischer Größen E6: Modell und Realität - Modelle zur Erklärung K1: Dokumentation - Protokolle nach vorgegebenem Schema - Anlegen von Tabellen	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Einführung Modellbegriff (Erste) Anleitung zum selbstständigen Experimentieren <i>... zur Vernetzung</i> Ausdifferenzierung des Teilchenmodells → Elektron-Atomrumpf und Kern-Hülle-Modell (IF 9, IF 10) <i>... zu Synergien</i> Beobachtungen, Beschreibungen, Protokolle, Arbeits- und Kommunikationsformen ← Biologie (IF 1)
6.2 Leben bei verschiedenen Temperaturen <i>Wie beeinflusst die Temperatur Vorgänge in der Natur?</i> ca. 10 Ustd.	IF 1: Temperatur und Wärme thermische Energie: - Wärme, Temperatur Wärmetransport: - Wärmemitführung, Wärmeleitung, Wärmestrahlung;	UF1: Wiedergabe und Erläuterung - Erläuterung von Phänomenen - Fachbegriffe gegeneinander abgrenzen UF4: Übertragung und Vernetzung - physikalische Erklärungen in Alltagssituationen	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Anwendungen, Phänomene der Wärme im Vordergrund, als Energieform nur am Rande, Argumentation mit dem Teilchenmodell Selbstständiges Experimentieren <i>... zur Vernetzung</i>

JAHRGANGSSTUFE 6			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
	Temperatenausgleich; Wärmedämmung Wirkungen von Wärme: Veränderung von Aggregatzuständen und Wärmeausdehnung	E2: Beobachtung und Wahrnehmung - Unterscheidung Beschreibung – Deutung E6: Modell und Realität - Modelle zur Erklärung und zur Vorhersage K1: Dokumentation - Tabellen und Diagramme nach Vorgabe	Aspekte Energieerhaltung und Entwertung → (IF 7) Ausdifferenzierung des Teilchenmodells → Elektron-Atomrumpf und Kern-Hülle-Modell (IF 9, IF 10) <i>... zu Synergien</i> Angepasstheit an Jahreszeiten und extreme Lebensräume ← Biologie (IF 1) Teilchenmodell → Chemie (IF1)
6.3 Elektrische Geräte im Alltag <i>Was geschieht in elektrischen Geräten?</i> ca. 14 Ustd.	IF 2: Elektrischer Strom und Magnetismus Stromkreise und Schaltungen: - Spannungsquellen - Leiter und Nichtleiter - verzweigte Stromkreise - Elektronen in Leitern Wirkungen des elektrischen Stroms: - Wärmewirkung - magnetische Wirkung - Gefahren durch Elektrizität	UF4: Übertragung und Vernetzung - physikalische Konzepte auf Realsituationen anwenden E4: Untersuchung und Experiment - Experimente planen und durchführen K1: Dokumentation - Schaltskizzen erstellen, lesen und umsetzen K4: Argumentation - Aussagen begründen	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Makroebene, grundlegende Phänomene, Umgang mit Grundbegriffen <i>... zu Synergien</i> UND-, ODER- Schaltung → Informatik (Differenzierungsbereich)

JAHRGANGSSTUFE 6			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
6.4 Magnetismus – interessant und hilfreich <i>Warum zeigt uns der Kompass die Himmelsrichtung?</i> ca. 6 Ustd.	IF 2: Elektrischer Strom und Magnetismus magnetische Kräfte und Felder: • anziehende und abstoßende Kräfte • Magnetpole • magnetische Felder • Feldlinienmodell • Magnetfeld der Erde Magnetisierung: • magnetisierbare Stoffe • Modell der Elementarmagnete	E3: Vermutung und Hypothese • Vermutungen äußern E4: Untersuchung und Experiment • Systematisches Erkunden E6: Modell und Realität • Modelle zur Veranschaulichung K1: Dokumentation • Felder skizzieren	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Feld nur als Phänomen, erste Begegnung mit dem physikalischen Kraftbegriff <i>... zur Vernetzung</i> → elektrisches Feld (IF 9) → Elektromotor und Generator (IF 11) <i>... zu Synergien</i> Erdkunde: Bestimmung der Himmelsrichtungen
6.5 Physik und Musik <i>Wie lässt sich Musik physikalisch beschreiben?</i> ca. 6 Ustd.	IF 3: Schall Schwingungen und Schallwellen: • Tonhöhe und Lautstärke; Schallausbreitung Schallquellen und Schallempfänger: • Sender-Empfängermodell	UF4: Übertragung und Vernetzung • Fachbegriffe und Alltagssprache E2: Beobachtung und Wahrnehmung • Phänomene wahrnehmen und Veränderungen beschreiben E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Interpretationen von Diagrammen E6: Modell und Realität	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Nur qualitative Betrachtung der Größen, keine Formeln <i>... zur Vernetzung</i> ← Teilchenmodell (IF1)

JAHRGANGSSTUFE 6			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
		Funktionsmodell zur Veranschaulichung	
6.6 Achtung Lärm! <i>Wie schützt man sich vor Lärm?</i> ca. 4 Ustd.	IF 3: Schall Schwingungen und Schallwellen: - Schallausbreitung; Absorption, Reflexion Schallquellen und Schallempfänger: - Lärm und Lärmschutz	UF4: Übertragung und Vernetzung - Fachbegriffe und Alltagssprache B1: Fakten- und Situationsanalyse - Fakten nennen und gegenüber Interessen abgrenzen B3: Abwägung und Entscheidung - Erhaltung der eigenen Gesundheit	<i>... zur Vernetzung</i> ← Teilchenmodell (IF1)
6.7 Schall in Natur und Technik <i>Schall ist nicht nur zum Hören gut!</i> ca. 2 Ustd.	IF 3: Schall Schwingungen und Schallwellen: - Tonhöhe und Lautstärke Schallquellen und Schallempfänger: - Ultraschall in Tierwelt, Medizin und Technik	UF4: Übertragung und Vernetzung - Kenntnisse übertragen E2: Beobachtung und Wahrnehmung - Phänomene aus Tierwelt und Technik mit physikalischen Begriffen beschreiben.	<i>...Zu Synergien</i> <i>Musik: Töne und Musikinstrumente</i>
6.8 Sehen und gesehen werden <i>Sicher mit dem Fahrrad im Straßenverkehr!</i>	IF 4: Licht Ausbreitung von Licht: - Lichtquellen und Lichtempfänger - Modell des Lichtstrahls	UF1: Wiedergabe und Erläuterung - Differenzierte Beschreibung von Beobachtungen E6: Modell und Realität - Idealisierung durch das Modell Lichtstrahl	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Reflexion nur als Phänomen <i>... zur Vernetzung</i> ← Schall (IF 3)

JAHRGANGSSTUFE 6			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
ca. 6 Ustd.	Sichtbarkeit und die Erscheinung von Gegenständen: • Streuung, Reflexion • Transmission; Absorption • Schattenbildung	K1: Dokumentation • Erstellung präziser Zeichnungen	Lichtstrahlmodell → Abbildungen mit optischen Geräten (IF5)
6.9 Licht nutzbar machen <i>Wie entsteht ein Bild in einer (Loch-)Kamera?</i> <i>Unterschiedliche Strahlungsarten – nützlich, aber auch gefährlich!</i> ca. 6 Ustd.	IF 4: Licht Ausbreitung von Licht: • Abbildungen Sichtbarkeit und die Erscheinung von Gegenständen: • Schattenbildung • Absorption	UF3: Ordnung und Systematisierung • Bilder der Lochkamera verändern • Strahlungsarten vergleichen K1: Dokumentation • Erstellen präziser Zeichnungen B1: Fakten- und Situationsanalyse • Gefahren durch Strahlung • Sichtbarkeit von Gegenständen verbessern B3: Abwägung und Entscheidung • Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen	... zur Schwerpunktsetzung nur einfache Abbildungen ... zur Vernetzung Strahlengänge → Abbildungen mit optischen Geräten (IF 5)

2.2 Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe 8

JAHRGANGSSTUFE 8			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
8.1 Spiegelbilder im Straßenverkehr <i>Wie entsteht ein Spiegelbild?</i> ca. 6 Ustd.	IF 5: Optische Instrumente Spiegelungen: • Reflexionsgesetz • Bildentstehung am Planspiegel Lichtbrechung: • Totalreflexion • Brechung an Grenzflächen	UF1: Wiedergabe und Erläuterung • mathematische Formulierung eines physikalischen Zusammenhanges E6: Modell und Realität • Idealisierung (Lichtstrahlmodell)	... zur <i>Schwerpunktsetzung</i> Vornehmlich Sicherheitsaspekte ... zur <i>Vernetzung</i> ← Ausbreitung von Licht: Lichtquellen und Lichtempfänger, Modell des Lichtstrahls, Abbildungen, Reflexion (IF 4) Bildentstehung am Planspiegel → Spiegelteleskope (IF 6)
8.2 Die Welt der Farben <i>Farben! Wie kommt es dazu?</i> ca. 6 Ustd.	IF 5: Optische Instrumente Lichtbrechung: • Brechung an Grenzflächen Licht und Farben: • Spektralzerlegung • Absorption • Farbmischung	UF3: Ordnung und Systematisierung • digitale Farbmodelle E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Parameter bei Reflexion und Brechung E6: Modell und Realität • digitale Farbmodelle	... zur <i>Schwerpunktsetzung</i> : Erkunden von Farbmodellen am PC ... zur <i>Vernetzung</i> : ← Infrarotstrahlung, sichtbares Licht und Ultraviolettstrahlung, Absorption, Lichtenergie (IF 4) Spektren → Analyse von Sternenlicht (IF 6) Lichtenergie → Photovoltaik (IF 11) ... zu <i>Synergien</i> : Schalenmodell ← Chemie (IF 1), Farbsehen → Biologie (IF 7)

JAHRGANGSSTUFE 8			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
8.3 Das Auge – ein optisches System <i>Wie entsteht auf der Netzhaut ein scharfes Bild?</i> ca. 6 Ustd.	IF 5: Optische Instrumente Lichtbrechung: • Brechung an Grenzflächen • Bildentstehung bei Sammellinsen und Auge	E4: Untersuchung und Experiment • Bildentstehung bei Sammellinsen E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Parametervariation bei Linsensystemen	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Bildentstehung, Einsatz digitaler Werkzeuge (z. B. Geometriesoftware) <i>... zur Vernetzung</i> Linsen, Lochblende ← Strahlenmodell des Lichts, Abbildungen (IF 4) <i>... zu Synergien</i> Auge → Biologie (IF 7)
8.4 Mit optischen Instrumenten Unsichtbares sichtbar gemacht <i>Wie können wir Zellen und Planeten sichtbar machen?</i> ca. 4 Ustd.	IF 5: Optische Instrumente Lichtbrechung: • Bildentstehung bei optischen Instrumenten • Lichtleiter	UF2: Auswahl und Anwendung • Brechung • Bildentstehung UF4: Übertragung und Vernetzung • Einfache optische Systeme • Endoskop und Glasfaserkabel K3: Präsentation • arbeitsteilige Präsentationen	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Erstellung von Präsentationen zu physikalischen Sachverhalten <i>... zur Vernetzung</i> Teleskope → Beobachtung von Himmelskörpern (IF 6) <i>... zu Synergien</i> Mikroskopie von Zellen ↔ Biologie (IF 1, IF 2, IF 6)
8.5 Licht und Schatten im Sonnensystem <i>Wie entstehen Mondphasen, Finsternisse und Jahreszeiten?</i>	IF 6: Sterne und Weltall Sonnensystem: • Mondphasen • Mond- und Sonnenfinsternisse • Jahreszeiten	E1: Problem und Fragestellung • naturwissenschaftlich beantwortbare Fragestellungen E2: Beobachtung und Wahrnehmung	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Naturwissenschaftliche Fragestellungen, ggf. auch aus historischer Sicht <i>... zur Vernetzung</i> ← Schatten (IF 4)

JAHRGANGSSTUFE 8			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
ca. 5 Ustd.		- Differenzierte Beschreibung von Beobachtungen - E6: Modell und Realität - Phänomene mithilfe von gegenständlichen Modellen erklären	<i>... zu Synergien</i> Schrägstellung der Erdachse, Beleuchtungszonen, Jahreszeiten ↔ Erdkunde (IF 5)

2.3 Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe 9

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

JAHRGANGSSTUFE 9			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
		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 <i>Wie kann ich mit kleinen Kräften eine große Wirkung erzielen?</i> ca. 12 Ustd.	IF 7: Bewegung, Kraft und Energie Kraft: • Bewegungsänderung • Verformung • Wechselwirkungsprinzip • Gewichtskraft und Masse • Kräfteaddition • Reibung Goldene Regel der Mechanik: • einfache Maschinen	UF3: Ordnung und Systematisierung • Kraft und Gegenkraft • Goldene Regel E4: Untersuchung und Experiment • Aufnehmen von Messwerten • Systematische Untersuchung der Beziehung zwischen verschiedenen Variablen E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Ableiten von Gesetzmäßigkeiten (Je-desto-Beziehungen) B1: Fakten- und Situationsanalyse • Einsatzmöglichkeiten von Maschinen • Barrierefreiheit	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Experimentelles Arbeiten, Anforderungen an Messgeräte <i>... zur Vernetzung</i> Vektorielle Größen, Kraft ← Geschwindigkeit (IF 7) <i>... zu Synergien</i> Bewegungsapparat, Skelett, Muskeln ← Biologie (IF 2), Lineare und proportionale Funktionen ← Mathematik (IF Funktionen)

JAHRGANGSSTUFE 9			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
9.4 Energie treibt alles an <i>Was ist Energie? Wie kann ich schwere Dinge heben?</i> ca. 8 Ustd.	IF 7: Bewegung, Kraft und Energie Energieformen: • Lageenergie • Bewegungsenergie • Spannenergie Energieumwandlungen: • Energieerhaltung • Leistung	UF1: Wiedergabe und Erläuterung • Energieumwandlungsketten UF3: Ordnung und Systematisierung • Energieerhaltung	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Energieverluste durch Reibung thematisieren, Energieerhaltung erst hier, Energiebilanzierung <i>... zur Vernetzung</i> Energieumwandlungen, Energieerhaltung ← Goldene Regel (IF7) Energieumwandlungen, Energieerhaltung ← Energieentwertung (IF 1, IF 2) <i>... zu Synergien</i> Energieumwandlungen ← 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 Druck und Auftrieb <i>Was ist Druck?</i> 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	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Anwendung experimentell gewonnener Erkenntnisse <i>... zur Vernetzung</i> Druck ← Teilchenmodell (IF 1) Auftrieb ← Kräfte (IF 7) <i>... zu Synergien</i> Dichte ← Chemie (IF 1)
9.6 Blitze und Gewitter Nutzbare Energie <i>Warum schlägt der Blitz ein?</i> <i>Energie nutzbar machen</i> 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 E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Schlussfolgerungen aus Beobachtungen E6: Modell und Realität • Elektronen-Atomrumpf-Modell • Feldlinienmodell • Schaltpläne	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Anwendung des Elektronen-Atomrumpf-Modells <i>... zur Vernetzung</i> ← Elektrische Stromkreise (IF 2) <i>... zu Synergien</i> Kern-Hülle-Modell ← Chemie (IF 5) Nachhaltigkeit Verknüpfung TF 3.2 Energie UV 2 Wie viel Energie brauchen wir?

2.4 Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe 10

JAHRGANGSSTUFE 10			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
10.1 Sicherer Umgang mit Elektrizität <i>Wann ist Strom gefährlich?</i> ca. 14 Ustd.	IF 9: Elektrizität elektrische Stromkreise: • elektrischer Widerstand • Reihen- und Parallelschaltung • Sicherungsvorrichtungen elektrische Energie und Leistung	UF4: Übertragung und Vernetzung • Anwendung auf Alltagssituationen E4: Untersuchung und Experiment • Systematische Untersuchung der Beziehung zwischen verschiedenen Variablen E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Mathematisierung (proportionale Zusammenhänge, graphisch und rechnerisch) E6: Modell und Realität • Analogiemodelle und ihre Grenzen B3: Abwägung und Entscheidung Sicherheit im Umgang mit Elektrizität	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Analogiemodelle (z.B. Wassermmodell); Mathematisierung physikalischer Gesetze; keine komplexen Ersatzschaltungen <i>... zur Vernetzung</i> ← Stromwirkungen (IF 2) <i>... zu Synergien</i> Nachweis proportionaler Zuordnungen; Umformungen zur Lösung von Gleichungen ← Mathematik (Funktionen erste Stufe) <i>Nachhaltigkeit</i> Verknüpfung TF 1.5 UV 2 Energiefresser im Alltag

JAHRGANGSSTUFE 10			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
10.2 Gefahren und Nutzen ionisierender Strahlung <i>Ist ionisierende Strahlung gefährlich oder nützlich?</i> ca. 15 Ustd.	IF 10: Ionisierende Strahlung und Kernenergie Atomaufbau und ionisierende Strahlung: - Alpha-, Beta-, Gamma Strahlung, - radioaktiver Zerfall, - Halbwertszeit, - Röntgenstrahlung Wechselwirkung von Strahlung mit Materie: - Nachweismethoden, - Absorption, - biologische Wirkungen, - medizinische Anwendung, - Schutzmaßnahmen	UF4: Übertragung und Vernetzung - Biologische Wirkungen und medizinische Anwendungen E1: Problem und Fragestellung - Auswirkungen auf Politik und Gesellschaft E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten - Nachweisen und Modellieren K2: Informationsverarbeitung - Filterung von wichtigen und nebensächlichen Aspekten	... zur Schwerpunktsetzung Quellenkritische Recherche, Präsentation ... zur Vernetzung Atommodelle ← Chemie (IF 5) Radioaktiver Zerfall ← Mathematik Exponentialfunktion (Funktionen zweite Stufe) → Biologie (SII, Mutationen, 14C) Nachhaltigkeit Verknüpfung mit TF 3.2 UV 4 Atomkraft – ja bitte?
10.3 Energie aus Atomkernen <i>Ist die Kernenergie beherrschbar?</i> ca. 10 Ustd.	IF 10: Ionisierende Strahlung und Kernenergie Kernenergie: - Kernspaltung, - Kernfusion, - Kernkraftwerke, - Endlagerung	K2: Informationsverarbeitung - Seriosität von Quellen K4: Argumentation - eigenen Standpunkt schlüssig vertreten B1: Fakten- und Situationsanalyse	... zur Schwerpunktsetzung Meinungsbildung, Quellenbeurteilung, Entwicklung der Urteilsfähigkeit ... zur Vernetzung ← Zerfallsgleichung aus 10.1. → Vergleich der unterschiedlichen Energieanlagen (IF 11)

JAHRGANGSSTUFE 10			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
		- Identifizierung relevanter Informationen B3: Abwägung und Entscheidung - Meinungsbildung	
10.4 Versorgung mit elektrischer Energie <i>Wie erfolgt die Übertragung der elektrischen Energie vom Kraftwerk bis zum Haushalt?</i> ca. 14 Ustd.	IF 11: Energieversorgung Induktion 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	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Verantwortlicher Umgang mit Energie <i>... zur Vernetzung</i> ← Lorentzkraft, Energiewandlung (IF 10) ← mechanische Leistung und Energie (IF 7), elektrische Leistung und Energie (IF 9)
10.5 Energieversorgung der Zukunft <i>Wie können regenerative Energien zur Sicherung der Energieversorgung beitragen?</i> ca. 5 Ustd.	IF 11: Energieversorgung Bereitstellung und Nutzung von Energie: - Kraftwerke - Regenerative Energieanlagen - Energieübertragung - Energieentwertung - Wirkungsgrad - Nachhaltigkeit	UF4: Übertragung und Vernetzung - Beiträge verschiedener Fachdisziplinen zur Lösung von Problemen K2: Informationsverarbeitung - Quellenanalyse B3: Abwägung und Entscheidung - Filterung von Daten nach Relevanz B4: Stellungnahme und Reflexion	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Verantwortlicher Umgang mit Energie, Nachhaltigkeitsgedanke <i>... zur Vernetzung</i> → Kernkraftwerk, Energiewandlung (IF 10) <i>... zu Synergien</i> Energie aus chemischen Reaktionen ← Chemie (IF 3, 10);

JAHRGANGSSTUFE 10			
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
		Stellung beziehen	Energiediskussion ← Erdkunde (IF 5), Wirtschaft-Politik (IF 3, 10) <i>Nachhaltigkeit</i> <i>Verknüpfung TF 1.2 UV 1 Co2 Emissionen vers. Verkehrsmittel</i> <i>Verknüpfung TF 3.2 UV 1 Klimawirksamkeit vers. Energieträger</i> <i>Verknüpfung TF 3.2 UV 5 E-Mobilität = klimaneutral?</i> <i>Verknüpfung TF 3.3 UV 1 Seltene Erden für unsere Handys</i>

3 Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit

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

3.1 Lehr- und Lernprozesse

- Schwerpunktsetzungen nach folgenden Kriterien:
 - Herausstellung zentraler Ideen und Konzepte, auch unter Nutzung von Synergien zwischen den naturwissenschaftlichen Fächern
 - Zurückstellen von Verzichtbarem bzw. eventuell späteres Aufgreifen, Orientierung am Prinzip des exemplarischen Lernens
 - Anschlussfähigkeit (fachintern und fachübergreifend)
 - Herstellen von Zusammenhängen statt Anhäufung von Einzelfakten
- Lehren und Lernen in sinnstiftenden Kontexten nach folgenden Kriterien:
 - Eignung des Kontextes zum Erwerb spezifischer Kompetenzen („Was kann man an diesem Thema besonders gut lernen“?)
 - klare Schwerpunktsetzungen bezüglich des Erwerbs spezifischer Kompetenzen, insbesondere auch bezüglich physikalischer Denk- und Arbeitsweisen
 - eingegrenzte und altersgemäße Komplexität
 - authentische, motivierende und tragfähige Problemstellungen
 - Nachvollziehbarkeit/Schülerverständnis der Fragestellung
 - Kontexte und Lernwege sollten nicht unbedingt an fachsystematischen Strukturen, sondern eher an Erkenntnis- und Verständnisprozessen der Lernenden ansetzen.
- Variation der Lernaufgaben und Lernformen mit dem Ziel einer kognitiven Aktivierung aller Lernenden nach folgenden Kriterien:
 - Aufgaben auch zur Förderung von vernetztem Denken mit Hilfe von übergreifenden Prinzipien, grundlegenden Ideen und Basiskonzepten
 - Einsatz von digitalen Medien und Werkzeugen zur Verständnisförderung und zur Unterstützung und Beschleunigung des Lernprozesses.
 - Einbindung von Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erwerbenden Kompetenzen reflektiert werden, explizite Thematisierung der erforderlichen Denk- und Arbeitsweisen und ihrer zugrundeliegenden Ziele und Prinzipien, Vertrautmachen mit dabei zu verwendenden Begrifflichkeiten
 - Vertiefung der Fähigkeit zur Nutzung erworbener Kompetenzen beim Transfer auf neue Aufgaben und Problemstellungen durch hinreichende Integration von Reflexions-, Übungs- und Problemlösephasen in anderen Kontexten
 - ziel- und themengerechter Wechsel zwischen Phasen der Einzelarbeit, Partnerarbeit und Gruppenarbeit unter Berücksichtigung von Vielfalt durch Elemente der Binnendifferenzierung
 - Beachtung von Aspekten der Sprachsensibilität bei der Erstellung von Materialien.

- bei kooperativen Lernformen: insbesondere Fokussierung auf das Nachdenken und den Austausch von naturwissenschaftlichen Ideen und Argumenten

3.2 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

3.3 Individuelles Lernen und Umgang mit Heterogenität

Die Fachschaft Physik hat Absprachen über die Förderung der individuellen Kompetenzentwicklung getroffen. Die Gestaltung von Lernprozessen beschränkt sich nicht auf eine angenommene mittlere Leistungsfähigkeit einer Lerngruppe, sondern soll Lerngelegenheiten sowohl für stärkere als auch schwächere Schülerinnen und Schüler bieten. Zur individuellen Förderung bieten Experimente, vorallem Schülerexperimente hervorragende Gelegenheiten, um im Team unterschiedlichen Aufgabenstellungen zu erarbeiten. Im Folgenden werden die bereits abgesprochenen und erstellten Lernarrangements für binnendifferenzierende Maßnahmen beschrieben.

Hier wird noch gearbeitet

3.4 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

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

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 ihre Leistungen zunehmend selbstständig einschätzen können. Die individuelle Rückmeldung erfolgt

stärkenorientiert und nicht defizitorientiert, sie soll dabei den tatsächlich erreichten Leistungsstand weder beschönigen noch abwerten. Sie soll Hilfen und Absprachen zu realistischen Möglichkeiten der weiteren Entwicklung enthalten.

Die Bewertung von Leistungen berücksichtigt Lern- und Leistungssituationen. Einerseits soll dabei Schülerinnen und Schülern deutlich gemacht werden, in welchen Bereichen aufgrund des zurückliegenden Unterrichts stabile Kenntnisse erwartet und bewertet werden. Andererseits dürfen sie in neuen Lernsituationen auch Fehler machen, ohne dass sie deshalb Geringschätzung oder Nachteile in ihrer Beurteilung befürchten müssen.

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:

- für Leistungen, die zeigen, in welchem Ausmaß Kompetenzerwartungen des Lehrplans bereits erfüllt werden. Beurteilungskriterien können hier u.a. sein:
 - die inhaltliche Geschlossenheit und sachliche Richtigkeit sowie die Angemessenheit fachtypischer qualitativer und quantitativer Darstellungen bei Erklärungen, beim Argumentieren und beim Lösen von Aufgaben,
 - die zielgerechte Auswahl und konsequente Anwendung von Verfahren beim Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten und bei der Nutzung von Modellen,
 - die Genauigkeit und Zielbezogenheit beim Analysieren, Interpretieren und Erstellen von Texten, Graphiken oder Diagrammen.
- für Leistungen, die im Prozess des Kompetenzerwerbs erbracht werden. Beurteilungskriterien können hier u.a. sein:
 - die Qualität, Kontinuität, Komplexität und Originalität von Beiträgen zum Unterricht (z. B. beim Generieren von Fragestellungen und Begründen von Ideen und Lösungsvorschlägen, Darstellen, Argumentieren, Strukturieren und Bewerten von Zusammenhängen),
 - die Vollständigkeit und die inhaltliche und formale Qualität von Lernprodukten (z. B. Protokolle, Materialsammlungen, Hefte, Mappen, Portfolios, Lerntagebücher, Dokumentationen, Präsentationen, Lernplakate, Funktionsmodelle),
 - Lernfortschritte im Rahmen eigenverantwortlichen, schüleraktiven Handelns (z. B. Vorbereitung und Nachbereitung von Unterricht, Lernaufgabe, Referat, Rollenspiel, Befragung, Erkundung, Präsentation),
 - die Qualität von Beiträgen zum Erfolg gemeinsamer Gruppenarbeiten.

Verfahren der Leistungsrückmeldung und Beratung

Die Leistungsrückmeldung kann in mündlicher und schriftlicher Form erfolgen.

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

3.5 Lehr- und Lernmittel

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

- Klasse 6: Fokus Physik 5/6
- Klasse 8-10 Fokus Physik 7-10
- Einführungsphase: Fokus Physik
- Qualifikationsphase Grundkurs Fokus Physik
- Qualifikationsphase Leistungskurs Metzler Physik

Fachzeitschriften:

Fachliteratur und didaktische Literatur: siehe Inventarliste der Fachbibliothek

3.7 Methodenlernen

1. Bedienen und Anwenden	2. Informieren und Recherchieren	3. Kommunizieren und Kooperieren	4. Produzieren und Präsentieren	5. Analysieren und Reflektieren	6. Problemlösen und Modellieren
1.1 Medianausstattung (Hardware)	2.1 Informationsrecherche	3.1 Kommunikations- und Kooperationsprozesse	4.1 Medienproduktion und -präsentation	5.1 Medienanalyse	6.1 Prinzipien der digitalen Welt
Sicherheitseinweisung im Physikraum in jeder Jahrgangsstufe; Umgang mit Experimenten erlernen (Klasse 6); forschend-entwickelnder Unterricht -> Experiment für Ziel mitauswählen erproben (ab Klasse 6)	Leifi als Informationsplattform kennenlernen und im Physikunterricht anwenden (Klasse 6) Informationsrecherche für Referatsthemen zum Themenbereich Kernenergie (Klasse 9)		Eigene, kleinere Experimente aufbauen, durchführen und die Auswertung anderen präsentieren (Klasse 6+ 8); Eigene Pp-Präsentation erstellen und vorstellen (Klasse 9)	Videoanalyse Viana (EF); Filmanalyse im Hinblick auf Filmfehler; z.B. James Bond, Speed, Roadrunner, etc. (EF)	
1.2 Digitale Werkzeuge	2.2 Informationsauswertung	3.2 Kommunikations- und Kooperationsregeln	4.2 Gestaltungsmittel	5.2 Meinungsbildung	6.2 Algorithmen erkennen
Leifi als Lernplattform kennenlernen und reflektiert anwenden für die Vor- und Nachbereitung des Unterrichts (Klasse 6) Tabellenkalkulation (Excel) im Themenbereich Optik anwenden (Klasse 8)	Versuchsprotokolle erstellen (Klasse 6); Informationen aus verschiedenen Quellen sichten und in einer Powerpoint-Präsentation übersichtlich und zielorientiert zusammenstellen	Schaltpläne sowie physikalische Größen und Einheiten als internationale Sprache verstehen lernen (Klasse 6 + Klasse 8)	Präsentation anderer kritisch hinterfragen und bewerten (Klasse 9); Das Smartphone als Datenmesser einsetzen (EF); Messwerterfassungssysteme nutzen; Cassy (EF-Q1); Vorbereitung auf die Facharbeit-> Umgang mit wissenschaftlichen Quellen (Q1	Geschichtlich: Weltbilder, z.B: Kopernikus, Galileo, vorstellen und ihre Bedeutung für die damalige Welt vorstellen (EF)	Modellbildung: Planeten- und Atommodell in verschiedenen Themenbereichen nutzen (Klasse 6)

Simulationen unmöglicher Experimente nutzen (Q1+Q2)	(Klasse 9); ConceptMap anlegen und nutzen (EF)				
1.3 Datenorganisation	2.3 Informationsbewertung	3.3 Kommunikation und Kooperation in der Gesellschaft	4.3 Quelldokumentation	5.3 Identitätsbildung	6.3 Modellieren und Programmieren
	Bewertung verschiedener Informationsquellen und kritische Auswahl von Inhalten für Referate in der Oberstufe (EF); Fehlerbetrachtung bei Experimenten und ihren Daten (EF); Umgang mit eigenen Messdaten (Q1); Vorbereitung auf die Facharbeit (Q1)		Vorbereitung auf die Facharbeit-> Umgang mit wissenschaftlichen Quellen (Q1)		Zukunft: Airblockdrohne im Unterricht einsetzen; Flugbahn nach physikalischen Erkenntnissen programmieren (EF); Lego-Roboter im Unterricht einsetzen und programmieren (TI)
1.4 Datenschutz und Informationssicherheit	2.4 Informationskritik	3.4 Cybergewalt und -kriminalität	4.4 Rechtliche Grundlagen	5.4 Selbstregulierte Mediennutzung	6.4 Bedeutung von Algorithmen

4 Qualitätssicherung und Evaluation

Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, sondern ist als „dynamisches Dokument“ zu betrachten. Die Fachkonferenz trägt durch eine ständige Überprüfung und Weiterentwicklung der Lehrinhalte zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches bei.

Maßnahmen der fachlichen Qualitätssicherung:

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

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

Feedback von Schülerinnen und Schülern wird als wichtige Informationsquelle zur Qualitätsentwicklung des Unterrichts angesehen. Sie sollen deshalb Gelegenheit bekommen, die Qualität des Unterrichts zu evaluieren.

Überarbeitungs- und Planungsprozess:

Eine Evaluation erfolgt jährlich. In den Dienstbesprechungen der Fachgruppe zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vorangehenden Schuljahres ausgewertet und diskutiert sowie eventuell notwendige Konsequenzen formuliert. Nach der jährlichen Evaluation werden die Änderungsvorschläge für den schulinternen Lehrplan eingearbeitet. Insbesondere verständigen wir uns über alternative Materialien, Kontexte und die Zeitkontingente der einzelnen Unterrichtsvorhaben.

5 Übersicht über die Unterrichtsvorhaben der Oberstufe

5.1 Einführungsphase

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase EF (ca. 80 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> Physik in Sport, Verkehr und Filmen I <i>Wie lassen sich Bewegungen beschreiben, vermessen und analysieren?</i> <i>(James Bond, Speed)</i> ca. 25 Ustd.	Grundlagen der Mechanik Kinematik: gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung; freier Fall; waagerechter Wurf; vektorielle Größen	- erläutern die Größen <u>Ort</u>, <u>Strecke</u>, <u>Geschwindigkeit</u>, <u>Beschleunigung</u>, <u>Masse</u>, <u>Kraft</u>, <u>Energie</u>, <u>Leistung</u>, <u>Impuls</u> 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>	Grundlagen der Mechanik Dynamik: Newton'sche Gesetze; beschleunigende	- erläutern die Größen <u>Ort</u>, <u>Strecke</u>, <u>Geschwindigkeit</u>, <u>Beschleunigung</u>, <u>Masse</u>, <u>Kraft</u>, <u>Energie</u>, <u>Leistung</u>, <u>Impuls</u> und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), - analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand

Physik in Sport, Verkehr und Filmen II <i>Wie lassen sich Ursachen von Bewegungen erklären?</i> ca. 15 Ustd.	Kräfte; Kräftegleichgewicht; Reibungskräfte	wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, K7), - stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7), - erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4), - erläutern qualitativ die Auswirkungen von Reibungskräften bei realen Bewegungen (S1, S2, K4). - untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton'schen Kraftgesetzes (E4, K4), - begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4),
<u>Unterrichtsvorhaben III</u> Superhelden und Crashtests - Erhaltungssätze in verschiedenen Situationen <i>Wie lassen sich mit Erhaltungssätzen Bewegungsvorgänge vorhersagen und analysieren? (James Bond, Armageddon)</i> ca. 12 Ustd.	Grundlagen der Mechanik Erhaltungssätze: Impuls; Energie (Lage-, Bewegungs- und Spannenergie); Energiebilanzen; Stoßvorgänge	- erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, <u>Energie</u>, <u>Leistung</u>, <u>Impuls</u> und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), - beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Impuls- und Energieübertragung (S1, S2, K3), - analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, K7), - erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4), - untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton'schen Kraftgesetzes (E4, K4), - begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4), - bewerten Ansätze aktueller und zukünftiger Mobilitätsentwicklung unter den Aspekten Sicherheit und mechanischer Energiebilanz (B6, K1, K5), (VB D Z 3) - bewerten die Darstellung bekannter vorrangig mechanischer Phänomene in verschiedenen Medien bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (B1, B2, K2, K8). (MKR 2.2, 2.3)
<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> Bewegungen im Weltraum <i>Wie bewegen sich die Planeten im Sonnensystem?</i>	Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder	- erläutern auch quantitativ die kinematischen Größen der gleichförmigen Kreisbewegung Radius, Drehwinkel, Umlaufzeit, Umlauffrequenz, Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung sowie deren Beziehungen zueinander an Beispielen (S1, S7, K4), - beschreiben quantitativ die bei einer gleichförmigen Kreisbewegung wirkende Zentripetalkraft in Abhängigkeit der Beschreibungsgrößen dieser Bewegung (S1, K3), - erläutern die Abhängigkeiten der Massenanziehungskraft zweier Körper anhand des Newton'schen

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

5.2 Qualifikationsphase

Im Gegensatz zum vorgeschlagenen Beispiellehrplan der Standardsicherung hat sich die Fachschaft Physik dazu entschieden die Reihenfolge der Themen im Grundkurs dem Leistungskurs anzupassen. Dabei soll die besondere Orientierung an den Quantenobjekten Elektron und Photon nicht auf der Strecke bleiben. Die Fachschaft ist der Überzeugung, dass man der Fachsystematik durch die neue Reihenfolge eher Rechnung trägt und die Lernenden so eine bessere Struktur für das eigene Lernen bekommen. Beide Vorgehensweisen wurden erprobt und danach diese Entscheidung getroffen.

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Grundkurs (ca. 242 Stunden)		
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> Erforschung des Elektrons <i>Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?</i> 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 <i>Fadenstrahlrohr</i> 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 <i>Fadenstrahlrohr</i> 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 <i>Millikan-Versuchs</i> auf die Existenz einer kleinsten Ladung (E3, E11, K8), • wenden eine Messmethode zur Bestimmung der magnetischen Flussdichte an (E3, K6), • erschließen sich die Funktionsweise des <i>Zyklotrons</i> auch mithilfe von Simulationen (E1, E10, S1, K1), • beurteilen die Schutzwirkung des Erdmagnetfeldes gegen den Strom geladener Teilchen aus dem Weltall erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen, deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit sowie deren Zusammenhänge (S1, S3), •
<u>Unterrichtsvorhaben II</u> Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren <i>Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?</i> ca. 18 Ustd.	Elektrodynamik und Energieübertragung • Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator • Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung	• erläutern das Auftreten von Induktionsspannungen am Beispiel der <i>Leiterschaukel</i> durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (S3, S4, K4), • führen Induktionserscheinungen bei einer Leiterschleife auf die zeitliche Änderung der magnetischen Flussdichte oder die zeitliche Änderung der durchsetzten Fläche zurück (S1, S2, K4), • beschreiben das Induktionsgesetz mit der mittleren Änderungsrate und in differentieller Form des magnetischen Flusses (S7), • untersuchen die gezielte Veränderung elektrischer Spannungen und Stromstärken durch <i>Transformatoren</i> mithilfe angeleiteter Experimente als Beispiel für die technische Anwendung der Induktion (S1, S4, E6, K8), • erklären am physikalischen <i>Modellexperiment zu Freileitungen</i> technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie (S1, S3, K8), • interpretieren die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. <i>Messwerterfassungssystem</i> aufgenommenen Daten bei elektromagnetischen Induktions- und Schwingungsversuchen unter Rückbezug auf die experimentellen Parameter (E6, E7, K9), • modellieren mathematisch das Entstehen von Induktionsspannungen für die beiden Spezialfälle einer zeitlich konstanten Fläche und einer zeitlich konstanten magnetischen Flussdichte (E4, E6, K7), • erklären das Entstehen von sinusförmigen Wechselspannungen in <i>Generatoren</i> mithilfe des

		Induktionsgesetzes (E6, E10, K3, K4), - stellen Hypothesen zum Verhalten des Rings beim <i>Thomson'schen Ringversuch</i> bei Zunahme und Abnahme des magnetischen Flusses im Ring auf und erklären diese mithilfe des Induktionsgesetzes (E2, E9, S3, K4, K8), - beurteilen ausgewählte Beispiele zur Energiebereitstellung und -umwandlung unter technischen und ökologischen Aspekten (B3, B6, K8, K10), (VB ÜB Z2) - beurteilen das Potential der Energierückgewinnung auf der Basis von Induktionsphänomenen bei elektrischen Antriebssystemen (B7, K2).
<u>Unterrichtsvorhaben III</u> Anwendungsbereiche des Kondensators <i>Wie kann man Energie in elektrischen Systemen speichern?</i> <i>Wie kann man elektrische Schwingungen erzeugen?</i> ca. 15 UStd.	Elektrodynamik und Energieübertragung - Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator - Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung	- beschreiben die Kapazität als Kenngröße eines Kondensators und bestimmen diese für den Spezialfall des Plattenkondensators in Abhängigkeit seiner geometrischen Daten (S1, S3), - erläutern qualitativ die bei einer elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (S1, S4, E4), - untersuchen den <i>Auf- und Entladevorgang bei Kondensatoren</i> unter Anleitung experimentell (S4, S6, K6), - modellieren mathematisch den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei <i>Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren</i> (E4, E6, S7), - interpretieren den Flächeninhalt zwischen Graph und Abszissenachse im <i>Q-U</i>-Diagramm als Energiegehalt des Plattenkondensators (E6, K8), - beurteilen den Einsatz des Kondensators als Energiespeicher in ausgewählten alltäglichen Situationen (B3, B4, K9).
<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> Beugung und Interferenz von Wellen - ein neues Lichtmodell <i>Wie kann man Ausbreitungsphänomene von Licht beschreiben und erklären?</i> ca. 18 UStd.	Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern Klassische Wellen: Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen und Wellen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung;	- erläutern mithilfe der <i>Wellenwanne</i> qualitativ auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6), - erläutern die lineare Polarisierung als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8), - weisen anhand des Interferenzmusters bei <i>Doppelspalt- und Gitterversuchen</i> mit mono- und polychromatischem Licht die Wellennatur des Lichts nach und bestimmen daraus Wellenlängen (E7, E8, K4).

	Superposition und Polarisierung von Wellen	
<u>Unterrichtsvorhaben V</u> Mensch und Strahlung - Chancen und Risiken ionisierender Strahlung <i>Wie wirkt ionisierende Strahlung auf den menschlichen Körper?</i> ca. 12 Ustd.	Strahlung und Materie Strahlung: Spektrum der elektromagnetischen Strahlung; ionisierende Strahlung, Geiger-Müller-Zählrohr, biologische Wirkungen	- erklären die Entstehung von <i>Bremsstrahlung</i> und <i>charakteristischer Röntgenstrahlung</i> (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 <i>Geiger-Müller-Zählrohrs</i> als Nachweisgerät für ionisierende Strahlung (S4, S5, K8), - untersuchen experimentell anhand der Zählraten bei <i>Absorptionsexperimenten</i> unterschiedliche Arten ionisierender Strahlung (E3, E5, S4, S5), - begründen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, K3), - quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2). - bewerten die Bedeutung hochenergetischer Strahlung hinsichtlich der Gesundheitsgefährdung sowie ihres Nutzens bei medizinischer Diagnose und Therapie (B5, B6, K1, K10). (VB B Z3).
<u>Unterrichtsvorhaben VI</u> Erforschung des Mikro- und Makrokosmos <i>Wie lassen sich aus Spektralanalysen Rückschlüsse auf die Struktur von Atomen ziehen?</i> ca. 19 Ustd	Strahlung und Materie 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 <i>Bremsstrahlung</i> und <i>charakteristischer Röntgenstrahlung</i> (S3, E6, K4), - interpretieren die Bedeutung von <i>Flammenfärbung</i> und <i>Linienspektren</i> bzw. <i>Spektralanalyse</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E6, E10),

		• interpretieren die Messergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuchs</i> (E6, E8, K8), • erklären das <i>charakteristische Röntgenspektrum</i> mit den Energieniveaus der Atomhülle (E6), • identifizieren vorhandene Stoffe in der Sonnen- und Erdatmosphäre anhand von Spektraltafeln des <i>Sonnenspektrums</i> (E3, E6, K1), • stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9)
<u>Unterrichtsvorhaben VII</u> Massendefekt und Kernumwandlungen <i>Wie lassen sich energetische Bilanzen bei Umwandlungs- und Zerfallsprozessen quantifizieren?</i> <i>Wie entsteht ionisierende Strahlung?</i> 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).

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Leistungskurs (ca. 150 Stunden)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler ...
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> Untersuchung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern <i>Wie lassen sich Kräfte auf bewegte Ladungen in elektrischen und magnetischen Feldern beschreiben?</i> <i>Wie können Ladung und Masse eines Elektrons bestimmt werden?</i> ca. 40 Ustd.	Ladungen, Felder und Induktion – 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),
<u>Unterrichtsvorhaben II</u>	Ladungen, Felder und Induktion • Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs-	• 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

Massenspektrometer und Zyklotron als Anwendung in der physikalischen Forschung <i>Welche weiterführenden Anwendungen von bewegten Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern gibt es in Forschung und Technik?</i> ca. 10 Ustd.	und Quersfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern	geladener Teilchen im Zyklotron auf (E2, E4, S1, K4), • bewerten Teilchenbeschleuniger in Großforschungseinrichtungen im Hinblick auf ihre Realisierbarkeit und ihren gesellschaftlichen Nutzen hin (B3, B4, K1, K7),
<u>Unterrichtsvorhaben III</u> Die elektromagnetische Induktion als Grundlage für die Kopplung elektrischer und magnetischer Felder und als Element von Energieumwandlungsketten <i>Wie kann elektrische Energie gewonnen und im Alltag bereits gestellt werden?</i> ca. 25 Ustd.	Ladungen, Felder und Induktion • Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität	• nutzen das Induktionsgesetz auch in differentieller Form unter Verwendung des magnetischen Flusses (S2, S3, S7), • erklären Verzögerungen bei Einschaltvorgängen sowie das Auftreten von Spannungsschüben bei Ausschaltvorgängen mit der Kenngröße Induktivität einer Spule anhand der Selbstinduktion (S1, S7, E6), • führen die Funktionsweise eines Generators auf das Induktionsgesetz zurück (E10, K4), • begründen qualitative Versuche zur Lenz'schen Regel sowohl mit dem Wechselwirkungs- als auch mit dem Energiekonzept (E2, E9, K3). • identifizieren und beurteilen Anwendungsbeispiele für die elektromagnetische Induktion im Alltag (B6, K8).(VB D Z3)
<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> Zeitliche und energetische Betrachtungen bei Kondensator und Spule	Ladungen, Felder und Induktion • Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke;	• 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

<i>Wie speichern elektrische und magnetische Felder Energie und wie geben sie diese wieder ab?</i> ca. 20 Ustd.	Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität	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),
<u>Unterrichtsvorhaben V</u> Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und deren Eigenschaften <i>Welche Analogien gibt es zwischen mechanischen und elektromagnetischen schwingenden Systemen?</i> ca. 40 Ustd.	Schwingende Systeme und Wellen - Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer - Schwingende Systeme: Federpendel, Fadenpendel, Resonanz; Schwingkreis, Hertz'scher Dipol	- erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren Zusammenhänge (S1, S3, K4), - vergleichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Aspekten und hinsichtlich der jeweiligen Kenngrößen (S1, S3), - erläutern qualitativ die physikalischen Prozesse bei ungedämpften, gedämpften und erzwungenen mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen (S1, E1), - leiten für das Federpendel und unter Berücksichtigung der Kleinwinkelnäherung für das Fadenpendel aus dem linearen Kraftgesetz die zugehörigen Differentialgleichungen her (S3, S7, E2), - ermitteln mithilfe der Differentialgleichungen und der Lösungsansätze für das ungedämpfte Fadenpendel, die ungedämpfte Federschwingung und den ungedämpften Schwingkreis die Periodendauer sowie die Thomson'sche Gleichung (S3, S7, E8), - beschreiben den Hertz'schen Dipol als (offenen) Schwingkreis (S1, S2, K8), - untersuchen experimentell die Abhängigkeit der Periodendauer und Amplitudenabnahme von Einflussgrößen bei mechanischen und elektromagnetischen harmonischen Schwingungen unter Anwendung digitaler Werkzeuge (E4, S4), (MKR 1.2) - untersuchen experimentell am Beispiel des Federpendels das Phänomen der Resonanz auch

		unter Rückbezug auf Alltagssituationen (E5, E6, K1), • beurteilen Maßnahmen zur Vermeidung von Resonanzkatastrophen (B5, B6, K2), • unterscheiden am Beispiel von Schwingungen deduktives und induktives Vorgehen als Grundmethoden der Erkenntnisgewinnung (B8, K4)
<u>Unterrichtsvorhaben VI</u> Wellen und Interferenzphänomene <i>Warum kam es im 17. Jh. zu einem Streit über das Licht/die Natur des Lichts?</i> <i>Ist für die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen ein Trägermedium notwendig?</i> (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	Quantenphysik • Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt, Bremsstrahlung • Photonen und Elektronen als	• 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)

<i>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</i> ca. 30 Ustd.	Quantenobjekte: Doppelspaltexperiment, Bragg-Reflexion, Elektronenbeugung; Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Delayed-Choice-Experiment; Kopenhagener Deutung	• 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 Quantenobjekte (S3), • deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Nachweiswahrscheinlichkeitsdichte von Elektronen (S3), • erläutern die Heisenberg'sche Unbestimmtheitsrelation in der Version der Unmöglichkeit-Formulierung (S2, S3, E7, E11, K4). • interpretieren die experimentellen Befunde zum Photoeffekt hinsichtlich des Widerspruchs zur klassischen Physik (E3, E8, S2, K3), • bestimmen aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck'sche Wirkungsquantum (E6, S6), • interpretieren das Auftreten der kurzwelligen Grenze des Bremsstrahlungsspektrums (E6, S1), • erklären experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E3, E6), • modellieren qualitativ das stochastische Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt bei gleichzeitiger Determiniertheit der Zufallsverteilung mithilfe der Eigenschaften der Wellenfunktion (E4, E6, K4). • beurteilen die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8), • stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9), • beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der exakten Vorhersagbarkeit von physikalischen Phänomenen (B8, K8, E11).
<u>Unterrichtsvorhaben VIII</u> Struktur der Materie	Atom- und Kernphysik • Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung	• geben wesentliche Beiträge in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis zum ersten Kern-Hülle-Modell (Dalton, Thomson, Rutherford) wieder (S2, K3), • erklären die Energie absorbierter und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S3, E6, K4), • erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6,

<i>Wie hat sich unsere Vorstellung vom Aufbau der Materie historisch bis heute entwickelt?</i> ca. 20 Ustd.	Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung	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),
<u>Unterrichtsvorhaben IX</u> Mensch und Strahlung - Chancen und Risiken ionisierender Strahlung <i>Welche Auswirkungen haben ionisierende Strahlung auf den Menschen und wie kann man sich davor schützen?</i> <i>Wie nutzt man die ionisierende Strahlung in der Medizin?</i>	Atom- und Kernphysik - Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung - Ionisierende Strahlung: Strahlungsarten, Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung, Eigenschaften ionisierender Strahlung, Absorption ionisierender Strahlung - Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung	- erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4), - ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6), - unterscheiden α-, β-, γ-Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1), - erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs als Nachweisgerät ionisierender Strahlung (S4, S5, K8), - erklären die Ablenkbarkeit in elektrischen und magnetischen Feldern sowie Durchdringungs- und Ionisierungsfähigkeit von ionisierender Strahlung mit ihren Eigenschaften (S1, S3), - erläutern qualitativ an der β^--Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauscheteilchen (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-

ca. 22 Ustd.		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 <i>Wie kann man natürliche Kernumwandlung beschreiben und wissenschaftlich nutzen?</i> <i>Welche Möglichkeiten der Energiegewinnung ergeben sich durch Kernumwandlungen in Natur und Technik?</i> ca. 20 Ustd.	Atom- und Kernphysik • 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)