

# Schulinternes Curriculum

und

Leistungskonzept

des Fachs Physik

<b>1</b>	<b>Das Fach am HAG .....</b>	<b>3</b>
1.1	LEHRERINNEN UND LEHRER .....	3
1.2	DAS FACH STELLT SICH VOR .....	4
<b>2</b>	<b>Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Entscheidungen zum Unterricht.....</b>	<b>6</b>
3.1	ERPROBUNGSSTUFE – JAHRGANGSSTUFEN 5/6 .....	7
3.2	MITTELSTUFE – JAHRGANGSSTUFEN 9/10 .....	14
3.3	EINFÜHRUNGSPHASE .....	22
3.4	QUALIFIKATIONSPHASE - GRUNDKURS .....	25
3.5	QUALIFIKATIONSPHASE - LEISTUNGSKURS .....	32
<b>4</b>	<b>Leistungskonzept – Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung .....</b>	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen.....</b>	<b>42</b>

## 1 Das Fach am HAG

### 1.1 Lehrerinnen und Lehrer

	<p><b>Daniel Bieletzki</b>  <i>Fachschaftsvorsitzender</i></p>
	<p><b>Jenni Garcia-Ziegler</b>  <i>Stellvertretende Fachschaftsvorsitzende</i></p>
	<p><b>Ulrich Gerling-Goedert</b></p>
	<p><b>Kathrin Hausfeld</b></p>
	<p><b>Tilman Volkamer</b>  <i>Sammlungsleiter</i></p>

## 1.2 Das Fach stellt sich vor

Die Naturwissenschaft Physik leistet einen Beitrag für ein umfassendes Verständnis der Welt. Dazu gehört auch, die Grundlagen von Technologien zu verstehen und deren Nutzung im Hinblick auf das eigene Leben und die Gesellschaft zu bewerten, sowie Informationen, insbesondere in der digitalen Welt, selbstbestimmt zu nutzen. Physikalische Erkenntnisse prägen unser Weltbild und verdeutlichen durch den Wandel, dem sie unterworfen sind, die Offenheit der Physik für Weiterentwicklung.

Die Physik als theoriegeleitete Erfahrungswissenschaft macht Vorgänge über die menschliche Wahrnehmung hinaus durch Messtechnik erfahrbar und durch Modelle beschreibbar, zeigt aber auch die Grenzen der Messbarkeit und Alltagserfahrung auf, z. B. im Bereich der Quantenphysik. Die Lernenden erfahren im Unterricht die Bedeutung der abstrahierenden, idealisierenden und formalisierten Beschreibung von Prozessen und Systemen, wenn sie regelmäßig mathematisch modellieren und Vorhersagen treffen. Gleichzeitig sind sich die Lernenden der begrenzten Gültigkeit der Modelle bewusst. Sie lernen, dass aus theoretischen Überlegungen Aussagen zu neuen Zusammenhängen und zur Vorhersagbarkeit von Ereignissen abgeleitet werden können.

Physik ist nicht nur Wissenschaft, sondern auch Denkweise und Weltsicht. Ihre rationale und analytische Sichtweise, Exaktheit der Sprache und planvollen, strukturierten Herangehensweisen haben eine zentrale Bedeutung in einer Vielzahl von Berufsfeldern und für die aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation. In der Auseinandersetzung mit typisch physikalischen Denk- und Arbeitsweisen, wie Analogiebetrachtungen, algorithmisiertem Vorgehen, probabilistischen Beschreibungen und Streben nach Vereinheitlichung und Kohärenz, erfahren die Lernenden den Aspektcharakter spezifischer Perspektiven und die Vorteile von Verallgemeinerungen in wenige fundamentale Ideen, wie z. B. die Erhaltungssätze. Die Lernenden nutzen diese Denk- und Arbeitsweisen nicht nur innerhalb der Fachwissenschaft Physik, sondern transferieren diese auch als Strategien in ihren Lebensalltag. Sie entwickeln Verständnis und Wertschätzung für physikalische Sichtweisen, nutzen sie aktiv und fordern sie von anderen ein. Der fortwährende Wechsel zwischen Modellen und Realität und die kontinuierliche Reflexion von vereinfachenden Algorithmen sensibilisieren sie für Möglichkeiten und Gefahren, die besonders auch in der digitalen Welt auftreten können.

Als eine der ältesten Wissenschaften ist die Physik seit jeher in ein Wechselspiel mit Technik und Gesellschaft eingebunden. Sowohl historische als auch aktuelle Entwicklungen verdeutlichen die Notwendigkeit der Betrachtung gesellschaftlich relevanter Problemstellungen wie der Energieversorgung oder des Klimawandels aus physikalischer und technischer Sicht. Lernende werden dazu angeregt, sich rational reflektiert eine eigene Meinung zu bilden und sowohl in ihrem unmittelbaren Umfeld als auch in der Gesellschaft Verantwortung zu übernehmen. Die enorme Größe einiger interdisziplinärer und internationaler Forschungsverbände zur Bearbeitung fundamentaler Fragen verdeutlicht die Relevanz von Zusammenarbeit. Für ein harmonisches und konstruktives Miteinander sind Rücksichtnahme und Kompromissbereitschaft einerseits und engagiertes Handeln andererseits notwendig. In diesem Sinne leistet auch der Physikunterricht einen wichtigen Beitrag zur Persönlichkeitsentwicklung und zur politischen Bildung von Jugendlichen.

Physikalische Bildung hat insgesamt einerseits einen wissenschaftspropädeutischen Charakter, andererseits aber auch wesentlichen Einfluss auf den lebenslangen individuellen Kompetenzaufbau und stellt einen wichtigen Teilbereich der Allgemeinbildung dar.

## 2 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Das Hannah-Arendt-Gymnasium liegt im Norden von NRW am Südrand des Teutoburger Waldes zwischen den Oberzentren Münster und Osnabrück. Lengerich (21000 EW) hat ein ländliches Einzugsgebiet, ist als Stadt jedoch von einzelnen, international tätigen größeren Betrieben geprägt. Am Schulstandort Lengerich gibt es ein Maschinenbauunternehmen und international tätigen Anbieter von Maschinen zur Herstellung und Verarbeitung flexibler Verpackungen, zu denen eine Kooperation über die Maßnahme Schule und Wirtschaft besteht. So können Schülerinnen und Schüler der Schule dort Berufsorientierungspraktika machen und auch Besichtigungen des Betriebs durch Schülerinnen und Schüler sind fester Bestandteil der Zusammenarbeit.

Im Rahmen der Studien- und Berufswahlorientierung besteht ein differenziertes Beratungsangebot. Dazu wurde auch ein Angebot mit Eltern und ehemaligen Schülerinnen und Schülern aufgebaut, die neben weiteren Referenten ihre Berufe einmal im Jahr in der Schule vorstellen und auch darüber hinaus teilweise als Ansprechpartner zur Verfügung stehen. Dabei spielen technische Berufe und naturwissenschaftliche Studiengänge eine deutliche Rolle.

Seit 2018 ist das Hannah-Arendt-Gymnasium zertifiziertes Mitglied im MINT-EC-Netzwerk (MINT steht für die Schulfächer und Berufsfelder in den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik). Die Fachschaft Physik trägt als Schwerpunktfach zur Mitgliedschaft bei, indem sie die individuellen fachlichen Interessen der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt sowie die Teilnahme der Schülerinnen und Schüler an ausgewählten außerschulischen Wettbewerben unterstützt.

Seit 2008 besteht in Lengerich die Kooperation "Schule und Wirtschaft". Die Kooperation hat das Ziel den Kontakt zwischen Schulen und den Unternehmen in Lengerich zu stärken. Die Fachschaft Physik unterstützt die Kooperation.

Unterrichtet wird am Hannah-Arendt-Gymnasium generell im Doppelstundenmodell. 2020 unterrichten sechs Kolleginnen und Kollegen das Fach Physik. Dadurch wird ein ordnungsgemäßer Fachunterricht in der Sekundarstufe I ermöglicht. In der Sekundarstufe I wird in den Jahrgangsstufen 5, 6, 9 und 10 Physik im Umfang der vorgesehenen 6 Wochenstunden laut Stundentafel erteilt.

In der Sekundarstufe II ist das Fach Physik in der Regel in der Einführungsphase mit zwei Grundkursen, in der Qualifikationsphase je Jahrgangsstufe mit zwei Grundkursen und in Kooperation mit dem Graf-Adolf-Gymnasium Tecklenburg mit einem Leistungskurs vertreten. In der Sekundarstufe II haben die Kurse zwischen 10 und 25 Schülerinnen und Schüler.

Dem Fach Physik stehen zwei Fachräume zur Verfügung, in beiden Räumen kann auch in Schülerübungen experimentell gearbeitet werden. Die Ausstattung der Physiksammlung mit Geräten und Materialien für Demonstrations- und für Schülerexperimente ist gut, die vom Schulträger darüber hinaus bereitgestellten Mittel reichen für das Erforderliche aus.

Die Schule hat sich vorgenommen, das Experimentieren in allen Jahrgangsstufen besonders zu fördern. Formen des kooperativen Lernens sind als besonders wirksame Arbeits- und Lernform im Fach Physik verankert. Gleichzeitig wird insbesondere die Förderung von Lernkompetenz in allen Unterrichtsvorhaben explizit berücksichtigt.

### 3 Entscheidungen zum Unterricht

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.

### 3.1 Erprobungsstufe – Jahrgangsstufen 5/6

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p><b>1. Wir messen Temperaturen</b></p> <p><i>Wie funktionieren unterschiedliche Thermometer?</i></p>	<p><b>IF 1: Temperatur und Wärme</b></p> <p>thermische Energie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wärme, Temperatur und Temperaturmessung</li> </ul> <p>Wirkungen von Wärme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wärmeausdehnung</li> </ul>	<p>E2: Beobachtung und Wahrnehmung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreibung von Phänomenen</li> </ul> <p>E4: Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Messen physikalischer Größen</li> </ul> <p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelle zur Erklärung</li> </ul> <p>K1: Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Protokolle nach vorgegebenem Schema</li> <li>Anlegen von Tabellen</li> </ul>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Einführung Modellbegriff Erste Anleitung zum selbstständigen Experimentieren</p> <p><i>... zur Vernetzung</i> Ausdifferenzierung des Teilchenmodells → Elektron-Atomrumpf und Kern-Hülle-Modell (IF 9, IF 10)</p> <p><i>... zu Synergien</i> Beobachtungen, Beschreibungen, Protokolle, Arbeits- und Kommunikationsformen ← Biologie (IF 1)</p>
<p><b>2. Leben bei verschiedenen Temperaturen</b></p> <p><i>Wie beeinflusst die Temperatur Vorgänge in der Natur?</i></p>	<p><b>IF 1: Temperatur und Wärme</b></p> <p>thermische Energie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wärme, Temperatur</li> </ul> <p>Wärmetransport:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wärmemitführung, Wärmeleitung, Wärmestrahlung;</li> </ul>	<p>UF1: Wiedergabe und Erläuterung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erläuterung von Phänomenen</li> <li>Fachbegriffe gegeneinander abgrenzen</li> </ul> <p>UF4: Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>physikalische Erklärungen in Alltagssituationen</li> </ul>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Anwendungen, Phänomene der Wärme im Vordergrund, als Energieform nur am Rande, Argumentation mit dem Teilchenmodell Selbstständiges Experimentieren</p>

3.1 Erprobungsstufe – Jahrgangsstufen 5/6

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
	Temperatenausgleich; Wärmedämmung  Wirkungen von Wärme: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veränderung von Aggregatzuständen und Wärmeausdehnung</li> </ul>	E2: Beobachtung und Wahrnehmung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterscheidung Beschreibung – Deutung</li> </ul> E6: Modell und Realität <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelle zur Erklärung und zur Vorhersage</li> </ul> K1: Dokumentation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabellen und Diagramme nach Vorgabe</li> </ul>	... zur Vernetzung Aspekte Energieerhaltung und Entwertung → (IF 7) Ausdifferenzierung des Teilchenmodells → Elektron-Atomrumpf und Kern-Hülle-Modell (IF 9, IF 10)  ... zu Synergien Angepasstheit an Jahreszeiten und extreme Lebensräume ← Biologie (IF 1) Teilchenmodell → Chemie (IF1)
<b>3. Elektrische Geräte im Alltag</b>  <i>Was geschieht in elektrischen Geräten?</i>	<b>IF 2: Elektrischer Strom und Magnetismus</b>  Stromkreise und Schaltungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spannungsquellen</li> <li>• Leiter und Nichtleiter</li> <li>• verzweigte Stromkreise</li> <li>• Elektronen in Leitern</li> </ul> Wirkungen des elektrischen Stroms: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmewirkung</li> <li>• magnetische Wirkung</li> <li>• Gefahren durch Elektrizität</li> </ul>	UF4: Übertragung und Vernetzung <ul style="list-style-type: none"> <li>• physikalische Konzepte auf Realsituationen anwenden</li> </ul> E4: Untersuchung und Experiment <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente planen/durchführen</li> </ul> K1: Dokumentation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaltskizzen erstellen, lesen und umsetzen</li> </ul> K4: Argumentation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aussagen begründen</li> </ul>	... zur Schwerpunktsetzung Makroebene, grundlegende Phänomene, Umgang mit Grundbegriffen  ... zu Synergien UND-, ODER- Schaltung → Informatik (Differenzierungsbereich)

3.1 Erprobungsstufe – Jahrgangsstufen 5/6

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p><b>4. Magnetismus – interessant und hilfreich</b></p> <p><i>Warum zeigt uns der Kompass die Himmelsrichtung?</i></p>	<p><b>IF 2: Elektrischer Strom und Magnetismus</b></p> <p>magnetische Kräfte und Felder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anziehende/abstoßende Kräfte</li> <li>• Magnetpole</li> <li>• magnetische Felder</li> <li>• Feldlinienmodell</li> <li>• Magnetfeld der Erde</li> </ul> <p>Magnetisierung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• magnetisierbare Stoffe</li> <li>• Modell der Elementarmagnete</li> </ul>	<p>E3: Vermutung und Hypothese</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermutungen äußern</li> </ul> <p>E4: Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematisches Erkunden</li> </ul> <p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelle zur Veranschaulichung</li> </ul> <p>K1: Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Felder skizzieren</li> </ul>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Feld nur als Phänomen, erste Begegnung mit dem physikalischen Kraftbegriff</p> <p><i>... zur Vernetzung</i> → elektrisches Feld (IF 9) → Elektromotor und Generator (IF 11)</p> <p><i>... zu Synergien</i> Erdkunde: Bestimmung der Himmelsrichtungen</p>
<p><b>5. Physik und Musik</b></p> <p><i>Wie lässt sich Musik physikalisch beschreiben?</i></p>	<p><b>IF 3: Schall</b></p> <p>Schwingungen und Schallwellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tonhöhe und Lautstärke; Schallausbreitung</li> </ul> <p>Schallquellen und Schallempfänger:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sender-Empfängermodell</li> </ul>	<p>UF4: Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachbegriffe und Alltagssprache</li> </ul> <p>E2: Beobachtung und Wahrnehmung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phänomene wahrnehmen und Veränderungen beschreiben</li> </ul> <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretation von Diagrammen</li> </ul> <p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsmodell zur Veranschaulichung</li> </ul>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Nur qualitative Betrachtung der Größen, keine Formeln</p> <p><i>... zur Vernetzung</i> ← Teilchenmodell (IF1)</p>

3.1 Erprobungsstufe – Jahrgangsstufen 5/6

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<b>6. Achtung Lärm!</b>  <i>Wie schützt man sich vor Lärm?</i>	<b>IF 3: Schall</b>  Schwingungen und Schallwellen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schallausbreitung; Absorption, Reflexion</li> </ul> Schallquellen und Schallempfänger: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lärm und Lärmschutz</li> </ul>	UF4: Übertragung und Vernetzung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachbegriffe und Alltagssprache</li> </ul> B1: Fakten- und Situationsanalyse <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fakten nennen und gegenüber Interessen abgrenzen</li> </ul> B3: Abwägung und Entscheidung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhaltung der Gesundheit</li> </ul>	<i>... zur Vernetzung</i> ← Teilchenmodell (IF1)
<b>7. Schall in Natur und Technik</b>  <i>Schall ist nicht nur zum Hören gut!</i>	<b>IF 3: Schall</b>  Schwingungen und Schallwellen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tonhöhe und Lautstärke</li> </ul> Schallquellen und Schallempfänger: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ultraschall in Tierwelt, Medizin und Technik</li> </ul>	UF4: Übertragung und Vernetzung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse übertragen</li> </ul> E2: Beobachtung und Wahrnehmung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phänomene aus Tierwelt und Technik mit physikalischen Begriffen beschreiben.</li> </ul>	
<b>8. Sehen und gesehen werden</b>  <i>Sicher mit dem Fahrrad im Straßenverkehr!</i>	<b>IF 4: Licht</b>  Ausbreitung von Licht: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lichtquellen und Lichtempfänger</li> <li>• Modell des Lichtstrahls</li> </ul> Erscheinung von Gegenständen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Streuung, Reflexion</li> <li>• Transmission; Absorption</li> <li>• Schattenbildung</li> </ul>	UF1: Wiedergabe und Erläuterung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Differenzierte Beschreibung von Beobachtungen</li> </ul> E6: Modell und Realität <ul style="list-style-type: none"> <li>• Idealisierung durch das Modell Lichtstrahl</li> </ul> K1: Dokumentation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung präziser Zeichnungen</li> </ul>	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Reflexion nur als Phänomen  <i>... zur Vernetzung</i> ← Schall (IF 3) Lichtstrahlmodell → Abbildungen mit optischen Geräten (IF5)

3.1 Erprobungsstufe – Jahrgangsstufen 5/6

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p><b>9. Licht nutzbar machen</b></p> <p><i>Wie entsteht ein Bild in einer (Loch-) Kamera?</i></p> <p><i>Unterschiedliche Strahlungsarten – nützlich, aber auch gefährlich!</i></p>	<p><b>IF 4: Licht</b></p> <p>Ausbreitung von Licht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abbildungen</li> </ul> <p>Sichtbarkeit und die Erscheinung von Gegenständen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schattenbildung</li> <li>• Absorption</li> </ul>	<p>UF3: Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilder der Lochkamera verändern</li> <li>• Strahlungsarten vergleichen</li> </ul> <p>K1: Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellen präziser Zeichnungen</li> </ul> <p>B1: Fakten- und Situationsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefahren durch Strahlung</li> <li>• Sichtbarkeit von Gegenständen verbessern</li> </ul> <p>B3: Abwägung und Entscheidung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen</li> </ul>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i>  <i>nur einfache Abbildungen</i></p> <p><i>... zur Vernetzung</i>  <i>Strahlengänge → Abbildungen mit optischen Geräten (IF 5)</i></p>
<p><b>10. Spiegelbilder im Straßenverkehr</b></p> <p><i>Wie entsteht ein Spiegelbild?</i></p>	<p><b>IF 5: Optische Instrumente</b></p> <p>Spiegelungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflexionsgesetz</li> <li>• Bildentstehung am Planspiegel</li> </ul> <p>Lichtbrechung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Totalreflexion</li> <li>• Brechung an Grenzflächen</li> </ul>	<p>UF1: Wiedergabe und Erläuterung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematische Formulierung eines physikalischen Zusammenhanges</li> </ul> <p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Idealisierung (Lichtstrahlmodell)</li> </ul>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i>  <i>Vornehmlich Sicherheitsaspekte</i></p> <p><i>... zur Vernetzung</i>  <i>← Ausbreitung von Licht: Lichtquellen und Lichtempfänger, Modell des Lichtstrahls, Abbildungen, Reflexion (IF 4)</i></p> <p><i>Bildentstehung am Planspiegel → Spiegelteleskope (IF 6)</i></p>

### 3.1 Erprobungsstufe – Jahrgangsstufen 5/6

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p><b>11. Die Welt der Farben</b></p> <p><i>Farben! Wie kommt es dazu?</i></p>	<p><b>IF 5: Optische Instrumente</b></p> <p>Lichtbrechung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brechung an Grenzflächen</li> </ul> <p>Licht und Farben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spektralzerlegung</li> <li>• Absorption</li> <li>• Farbmischung</li> </ul>	<p>UF3: Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• digitale Farbmodelle</li> </ul> <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parameter bei Reflexion und Brechung</li> </ul> <p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• digitale Farbmodelle</li> </ul>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung:</i></p> <p><i>Erkunden von Farbmodellen am PC</i></p> <p><i>... zur Vernetzung:</i></p> <p><i>← IR-/UV-Strahlung, sichtbares Licht, Absorption, Lichtenergie (IF 4)</i></p> <p><i>Spektren → Analyse von Sternenlicht (IF 6)</i></p> <p><i>Lichtenergie → Photovoltaik (IF 11)</i></p> <p><i>... zu Synergien:</i></p> <p><i>Schalenmodell ← Chemie (IF 1), Farbsehen → Biologie (IF 7)</i></p>
<p><b>12. Das Auge – ein optisches System</b></p> <p><i>Wie entsteht auf der Netzhaut ein scharfes Bild?</i></p>	<p><b>IF 5: Optische Instrumente</b></p> <p>Lichtbrechung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brechung an Grenzflächen</li> <li>• Bildentstehung bei Sammellinsen und Auge</li> </ul>	<p>E4: Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildentstehung bei Sammellinsen</li> </ul> <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parametervariation bei Linsensystemen</li> </ul>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p><i>Bildentstehung, Einsatz von DGS</i></p> <p><i>... zur Vernetzung</i></p> <p><i>Linsen, Lochblende ← Strahlenmodell des Lichts, Abbildungen (IF 4)</i></p> <p><i>... zu Synergien</i></p> <p><i>Auge → Biologie (IF 7)</i></p>

3.1 Erprobungsstufe – Jahrgangsstufen 5/6

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p><b>13. Mit optischen Instrumenten Unsichtbares sichtbar gemacht</b></p> <p><i>Wie können wir Zellen und Planeten sichtbar machen?</i></p>	<p><b>IF 5: Optische Instrumente</b></p> <p>Lichtbrechung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildentstehung bei optischen Instrumenten</li> <li>• Lichtleiter</li> </ul>	<p>UF2: Auswahl und Anwendung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brechung</li> <li>• Bildentstehung</li> </ul> <p>UF4: Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfache optische Systeme</li> <li>• Endoskop und Glasfaserkabel</li> </ul> <p>K3: Präsentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• arbeitsteilige Präsentationen</li> </ul>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p><i>Erstellung von Präsentationen zu physikalischen Sachverhalten</i></p> <p><i>... zur Vernetzung</i></p> <p><i>Teleskope → Beobachtung von Himmelskörpern (IF 6)</i></p> <p><i>... zu Synergien</i></p> <p><i>Mikroskopie von Zellen ↔ Biologie (IF 1, IF 2, IF 6)</i></p>
<p><b>14. Licht und Schatten im Sonnensystem</b></p> <p><i>Wie entstehen Mondphasen, Finsternisse und Jahreszeiten?</i></p>	<p><b>IF 6: Sterne und Weltall</b></p> <p>Sonnensystem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mondphasen</li> <li>• Mond- und Sonnenfinsternisse</li> <li>• Jahreszeiten</li> </ul>	<p>E1: Problem und Fragestellung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlich beantwortbare Fragestellungen</li> </ul> <p>E2: Beobachtung und Wahrnehmung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Differenzierte Beschreibung von Beobachtungen</li> </ul> <p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phänomene mithilfe von gegenständlichen Modellen erklären</li> </ul>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p><i>Naturwissenschaftliche Fragestellungen, ggf. auch aus historischer Sicht</i></p> <p><i>... zur Vernetzung</i></p> <p><i>← Schatten (IF 4)</i></p> <p><i>... zu Synergien</i></p> <p><i>Schrägstellung der Erdachse, Beleuchtungszonen, Jahreszeiten</i></p> <p><i>↔ Erdkunde (IF 5)</i></p>

### 3.2 Mittelstufe – Jahrgangsstufen 9/10

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p><b>1. Objekte am Himmel</b></p> <p><i>Was kennzeichnet die verschiedenen Himmelsobjekte?</i></p>	<p><b>IF 6: Sterne und Weltall</b></p> <p>Sonnensystem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeten</li> </ul> <p>Universum:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Himmelsobjekte</li> <li>• Sternentwicklung</li> </ul>	<p>UF3: Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifizierung Himmelsobjekte</li> </ul> <p>E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gesellschaftliche Auswirkungen</li> </ul> <p>B2: Bewertungskriterien und Handlungsoptionen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenschaftliche und andere Weltvorstellungen vergleichen</li> <li>• Gesellschaftliche Relevanz (Raumfahrtprojekte)</li> </ul>	<p><i>... zur Vernetzung</i></p> <p>← Fernrohr (IF 5), Spektralzerlegung des Lichts (IF 5)</p>
<p><b>2. 100 m in 10 Sekunden</b></p> <p><i>Wie schnell bin ich?</i></p>	<p><b>IF7: Bewegung, Kraft und Energie</b></p> <p>Bewegungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschwindigkeit</li> <li>• Beschleunigung</li> </ul>	<p>UF1: Wiedergabe und Erläuterung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungen analysieren</li> </ul> <p>E4: Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufnehmen von Messwerten</li> <li>• Systematische Untersuchung der Beziehung zwischen verschiedenen Variablen</li> </ul> <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung:</i></p> <p>Einführung von Vektorpfeilen (Betrag und Richtung), Darstellung von realen Messdaten in Diagrammen</p> <p><i>... zur Vernetzung:</i></p> <p>Vektorielle Größen → Kraft (IF 7)</p> <p><i>... zu Synergien</i></p> <p>Mathematisierung physikalischer Gesetzmäßigkeiten in Form</p>

3.2 Mittelstufe – Jahrgangsstufen 9/10

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellen von Diagrammen</li> <li>• Kurvenverläufe interpretieren</li> </ul>	funktionaler Zusammenhänge ← Mathematik (IF Funktionen)
<p><b>3. Einfache Maschinen und Werkzeuge: Kleine Kräfte, lange Wege</b></p> <p><i>Wie kann ich mit kleinen Kräften eine große Wirkung erzielen?</i></p>	<p><b>IF 7: Bewegung, Kraft und Energie</b></p> <p>Kraft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsänderung</li> <li>• Verformung</li> <li>• Wechselwirkungsprinzip</li> <li>• Gewichtskraft und Masse</li> <li>• Kräfteaddition</li> <li>• Reibung</li> </ul> <p>Goldene Regel der Mechanik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache Maschinen</li> </ul>	<p>UF3: Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraft und Gegenkraft</li> <li>• Goldene Regel</li> </ul> <p>E4: Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufnehmen von Messwerten</li> <li>• Systematische Untersuchung der Beziehung zwischen verschiedenen Variablen</li> </ul> <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableiten von Gesetzmäßigkeiten (Je-desto-Beziehungen)</li> </ul> <p>B1: Fakten- und Situationsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatzmöglichkeiten von Maschinen</li> <li>• Barrierefreiheit</li> </ul>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i>            Experimentelles Arbeiten, Anforderungen an Messgeräte</p> <p><i>... zur Vernetzung</i>            Vektorielle Größen, Kraft ←            Geschwindigkeit (IF 7)</p> <p><i>... zu Synergien</i>            Bewegungsapparat, Skelett, Muskeln            ← Biologie (IF 2), Lineare und proportionale Funktionen ←            Mathematik (IF Funktionen)</p>

3.2 Mittelstufe – Jahrgangsstufen 9/10

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p><b>4. Energie treibt alles an</b></p> <p><i>Was ist Energie? Wie kann ich schwere Dinge heben?</i></p>	<p><b>IF 7: Bewegung, Kraft und Energie</b></p> <p>Energieformen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lageenergie</li> <li>• Bewegungsenergie</li> <li>• Spannenergie</li> </ul> <p>Energieumwandlungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieerhaltung</li> <li>• Leistung</li> </ul>	<p>UF1: Wiedergabe und Erläuterung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieumwandlungsketten</li> </ul> <p>UF3: Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieerhaltung</li> </ul>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Energieverluste durch Reibung thematisieren, Energieerhaltung erst hier, Energiebilanzierung</p> <p><i>... zur Vernetzung</i> Energieumwandlungen, Energieerhaltung ← Goldene Regel (IF7) Energieumwandlungen, Energieerhaltung ← Energieentwertung (IF 1, IF 2)</p> <p><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)</p>

<p><b>5. Druck und Auftrieb</b></p> <p><i>Was ist Druck?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>IF 8: Druck und Auftrieb</b></li> </ul> <p>Druck in Flüssigkeiten und Gasen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Druck als Kraft pro Fläche</li> <li>• Schweredruck</li> <li>• Luftdruck (Atmosphäre)</li> <li>• Dichte</li> <li>• Auftrieb</li> <li>• Archimedisches Prinzip</li> </ul> <p>Druckmessung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Druck und Kraftwirkungen</li> </ul>	<p>UF1: Wiedergabe und Erläuterung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Druck und Kraftwirkungen</li> </ul> <p>UF2 Auswahl und Anwendung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auftriebskraft</li> </ul> <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schweredruck und Luftdruck bestimmen</li> </ul> <p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Druck und Dichte im Teilchenmodell</li> <li>• Auftrieb im mathematischen Modell</li> </ul>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Anwendung experimentell gewonnener Erkenntnisse</p> <p><i>... zur Vernetzung</i> Druck ← Teilchenmodell (IF 1) Auftrieb ← Kräfte (IF 7)</p> <p><i>... zu Synergien</i> Dichte ← Chemie (IF 1)</p>
<p><b>6. Blitze und Gewitter</b></p> <p><i>Warum schlägt der Blitz ein?</i></p>	<p><b>IF 9: Elektrizität</b></p> <p>Elektrostatik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• elektrische Ladungen</li> <li>• elektrische Felder</li> <li>• Spannung</li> </ul> <p>elektrische Stromkreise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektronen-Atomrumpf-Modell</li> <li>• Ladungstransport und elektrischer Strom</li> </ul>	<p>UF1: Wiedergabe und Erläuterung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrekter Gebrauch der Begriffe Ladung, Spannung und Stromstärke</li> <li>• Unterscheidung zwischen Einheit und Größen</li> </ul> <p>E4: Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umgang mit Messgeräten</li> </ul> <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schlussfolgerungen aus Beobachtungen</li> </ul> <p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektronen-Atomrumpf-Modell</li> <li>• Feldlinienmodell</li> <li>• Schaltpläne</li> </ul>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Anwendung des Elektronen-Atomrumpf-Modells</p> <p><i>... zur Vernetzung</i> ← Elektrische Stromkreise (IF 2)</p> <p><i>... zu Synergien</i> Kern-Hülle-Modell ← Chemie (IF 5)</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p><b>7. Sicherer Umgang mit Elektrizität</b></p> <p><i>Wann ist Strom gefährlich?</i></p>	<p><b>IF 9: Elektrizität</b></p> <p>elektrische Stromkreise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• elektrischer Widerstand</li> <li>• Reihen- und Parallelschaltung</li> <li>• Sicherungsvorrichtungen</li> </ul> <p>elektrische Energie und Leistung</p>	<p>UF4: Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung auf Alltagssituationen</li> </ul> <p>E4: Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Untersuchung der Beziehung zwischen verschiedenen Variablen</li> </ul> <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematisierung (proportionale Zusammenhänge, graphisch und rechnerisch)</li> </ul> <p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analogiemodelle und ihre Grenzen</li> </ul> <p>B3: Abwägung und Entscheidung</p> <p>Sicherheit im Umgang mit Elektrizität</p>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i></p> <p>Analogiemodelle (z.B. Wassermmodell); Mathematisierung physikalischer Gesetze; keine komplexen Ersatzschaltungen</p> <p><i>... zur Vernetzung</i></p> <p>← Stromwirkungen (IF 2)</p> <p><i>... zu Synergien</i></p> <p>Nachweis proportionaler Zuordnungen; Umformungen zur Lösung von Gleichungen ← Mathematik (Funktionen erste Stufe)</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p><b>8. Gefahren und Nutzen ionisierender Strahlung</b></p> <p><i>Ist ionisierende Strahlung gefährlich oder nützlich?</i></p>	<p><b>IF 10: Ionisierende Strahlung und Kernenergie</b></p> <p>Atomaufbau und ionisierende Strahlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alpha-, Beta-, Gamma Strahlung,</li> <li>• radioaktiver Zerfall,</li> <li>• Halbwertszeit,</li> <li>• Röntgenstrahlung</li> </ul> <p>Wechselwirkung von Strahlung mit Materie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachweismethoden,</li> <li>• Absorption,</li> <li>• biologische Wirkungen,</li> <li>• medizinische Anwendung,</li> <li>• Schutzmaßnahmen</li> </ul>	<p>UF4: Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologische Wirkungen und medizinische Anwendungen</li> </ul> <p>E1: Problem und Fragestellung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswirkungen auf Politik und Gesellschaft</li> </ul> <p>E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachweisen und Modellieren</li> </ul> <p>K2: Informationsverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Filterung von wichtigen und nebensächlichen Aspekten</li> </ul>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i>          Quellenkritische Recherche, Präsentation</p> <p><i>... zur Vernetzung</i>          Atommodelle ← Chemie (IF 5)          Radioaktiver Zerfall ← Mathematik Exponentialfunktion (Funktionen zweite Stufe)          → Biologie (SII, Mutationen, 14C)</p>
<p><b>9. Energie aus Atomkernen</b></p> <p><i>Ist die Kernenergie beherrschbar?</i></p>	<p><b>IF 10: Ionisierende Strahlung und Kernenergie</b></p> <p>Kernenergie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kernspaltung,</li> <li>• Kernfusion,</li> <li>• Kernkraftwerke,</li> <li>• Endlagerung</li> </ul>	<p>K2: Informationsverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seriosität von Quellen</li> </ul> <p>K4: Argumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eigenen Standpunkt schlüssig vertreten</li> </ul> <p>B1: Fakten- und Situationsanalyse</p>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i>          Meinungsbildung, Quellenbeurteilung, Entwicklung der Urteilsfähigkeit</p> <p><i>... zur Vernetzung</i></p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifizierung relevanter Informationen</li> </ul> B3: Abwägung und Entscheidung <ul style="list-style-type: none"> <li>Meinungsbildung</li> </ul>	← Zerfallsgleichung aus 10.1. → Vergleich der unterschiedlichen Energieanlagen (IF 11)
<b>10. Versorgung mit elektrischer Energie</b>  <i>Wie erfolgt die Übertragung der elektrischen Energie vom Kraftwerk bis zum Haushalt?</i>	<b>IF 11: Energieversorgung</b> Induktion und Elektromagnetismus: <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektromotor</li> <li>Generator</li> <li>Wechselspannung</li> <li>Transformator</li> </ul> Bereitstellung und Nutzung von Energie: <ul style="list-style-type: none"> <li>Energieübertragung</li> <li>Energieentwertung</li> <li>Wirkungsgrad</li> </ul>	E4: Untersuchung und Experiment <ul style="list-style-type: none"> <li>Planung von Experimenten mit mehr als zwei Variablen</li> <li>Variablenkontrolle</li> </ul> B2: Bewertungskriterien und Handlungsoptionen <ul style="list-style-type: none"> <li>Kaufentscheidungen treffen</li> </ul>	<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)
<b>11. Energieversorgung der Zukunft</b>  <i>Wie können regenerative Energien zur Sicherung der Energieversorgung beitragen?</i>	<b>IF 11: Energieversorgung</b> Bereitstellung und Nutzung von Energie: <ul style="list-style-type: none"> <li>Kraftwerke</li> <li>Regenerative Energieanlagen</li> <li>Energieübertragung</li> </ul>	UF4: Übertragung und Vernetzung <ul style="list-style-type: none"> <li>Beiträge verschiedener Fachdisziplinen zur Lösung von Problemen</li> </ul> K2: Informationsverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> <li>Quellenanalyse</li> </ul> B3: Abwägung und Entscheidung	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Verantwortlicher Umgang mit Energie, Nachhaltigkeitsgedanke  <i>... zur Vernetzung</i> → Kernkraftwerk, Energiewandlung (IF 10)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieentwertung</li> <li>• Wirkungsgrad</li> <li>• Nachhaltigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filterung von Daten nach Relevanz</li> </ul> B4: Stellungnahme und Reflexion <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stellung beziehen</li> </ul>	<i>... zu Synergien</i> Energie aus chemischen Reaktionen ← Chemie (IF 3, 10); Energiediskussion ← Erdkunde (IF 5), Wirtschaft-Politik (IF 3, 10)

### 3.3 Einführungsphase

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler...
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben I</u></b></p> <p><b>Physik in Sport und Verkehr I</b></p> <p><i>Wie lassen sich Bewegungen beschreiben, vermessen und analysieren?</i></p>	<p><b>Grundlagen der Mechanik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kinematik: gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung; freier Fall; waagerechter Wurf; vektorielle Größen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</li> <li>unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrunde liegende Ursachen auch am waagerechten Wurf (S2, S3, S7),</li> <li>stellen Bewegungszustände durch Komponentenerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7),</li> <li>planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Bewegungen (E5, S5),</li> <li>interpretieren die Messdatenauswertung von Bewegungen unter qualitativer Berücksichtigung von Messunsicherheiten (E7, S6, K9),</li> <li>ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6),</li> <li>bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7). <b>(MKR 1.2)</b></li> <li>beurteilen die Güte digitaler Messungen von Bewegungsvorgängen mithilfe geeigneter Kriterien (B4, B5, E7, K7), <b>(MKR 1.2, 2.3)</b></li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben II</u></b></p> <p><b>Physik in Sport und Verkehr II</b></p> <p><i>Wie lassen sich Ursachen von Bewegungen erklären?</i></p>	<p><b>Grundlagen der Mechanik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dynamik: Newton'sche Gesetze; beschleunigende Kräfte; Kräftegleichgewicht; Reibungskräfte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Größen Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</li> <li>analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ anhand wirkender Kräfte (S1, S3, K7),</li> <li>stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7),</li> <li>erklären mit den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4),</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern qualitativ die Auswirkungen von Reibungskräften bei realen Bewegungen (S1, S2, K4).</li> <li>• untersuchen Bewegungen mithilfe des Newton'schen Kraftgesetzes (E4, K4),</li> <li>• begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4),</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben III</u></b></p> <p><b>Superhelden und Crashtests - Erhaltungssätze in verschiedenen Situationen</b></p> <p><i>Wie lassen sich mit Erhaltungssätzen Bewegungsvorgänge vorhersagen und analysieren?</i></p>	<p><b>Grundlagen der Mechanik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhaltungssätze: Impuls; Energie (Lage-, Bewegungs- und Spannenergie); Energiebilanzen; Stoßvorgänge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Größen Geschwindigkeit, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</li> <li>• beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Impuls- und Energieübertragung (S1, S2, K3),</li> <li>• analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ aus energetischer Sicht (S1, S3, K7),</li> <li>• erklären mithilfe von Erhaltungssätzen Bewegungen (S1, E2, K4),</li> <li>• untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen (E4, K4),</li> <li>• begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4),</li> <li>• bewerten Ansätze aktueller und zukünftiger Mobilitätsentwicklung unter den Aspekten Sicherheit und mechanischer Energiebilanz (B6, K1, K5), <b>(VB D Z 3)</b></li> <li>• bewerten die Darstellung bekannter vorrangig mechanischer Phänomene in verschiedenen Medien bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (B1, B2, K2, K8). <b>(MKR 2.2, 2.3)</b></li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben IV</u></b></p> <p><b>Bewegungen im Weltraum</b></p> <p><i>Wie bewegen sich die Planeten im Sonnensystem?</i></p> <p><i>Wie lassen sich aus (himmlischen) Beobachtungen Gesetze ableiten?</i></p>	<p><b>Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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),</li> <li>• beschreiben quantitativ die bei einer gleichförmigen Kreisbewegung wirkende Zentripetalkraft in Abhängigkeit der Beschreibungsgrößen dieser Bewegung (S1, K3),</li> <li>• erläutern die Abhängigkeiten der Massenanziehungskraft zweier Körper anhand des Newton'schen Gravitationsgesetzes im Rahmen des Feldkonzepts (S2, S3, K4),</li> <li>• erläutern die Bedeutung von Bezugssystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4),</li> <li>• interpretieren Messergebnisse aus Experimenten zur quantitativen Untersuchung der Zentripetalkraft (E4, E6, S6, K9),</li> <li>• deuten eine vereinfachte Darstellung des Cavendish-Experiments qualitativ als direkten Nachweis</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kreisbewegung: gleichförmige Kreisbewegung, Zentripetalkraft</li> <li>• Gravitation: Schwerkraft, Newton'sches Gravitationsgesetz, Kepler'sche Gesetze, Gravitationsfeld</li> <li>• Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• der allgemeinen Massenanziehung (E3, E6),</li> <li>• ermitteln mithilfe der Kepler'schen Gesetze und des Newton'schen Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E4, E8),</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben V</u></b></p> <p><b>Weltbilder in der Physik</b></p> <p><i>Revolutioniert die Physik unsere Sicht auf die Welt?</i></p>	<p><b>Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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),</li> <li>• erläutern die Bedeutung der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (S2, S3, K4),</li> <li>• erläutern die Bedeutung von Bezugssystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4),</li> <li>• 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).</li> <li>• ziehen das Ergebnis des Gedankenexperiments der Lichtuhr zur Widerlegung der absoluten Zeit heran (E9, E11, K9, B1).</li> <li>• ordnen die Bedeutung des Wandels vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild für die Emanzipation der Naturwissenschaften von der Religion ein (B8, K3),</li> <li>• beurteilen Informationen zu verschiedenen Weltbildern und deren Darstellungen aus unterschiedlichen Quellen hinsichtlich ihrer Vertrauenswürdigkeit und Relevanz (B2, K9, K10) (MKR 5.2)</li> </ul>

### 3.4 Qualifikationsphase - Grundkurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler...
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben I</u></b></p> <p><b>Periodische Vorgänge in alltäglichen Situationen</b></p> <p><i>Wie lassen sich zeitlich und räumlich periodische Vorgänge am Beispiel von harmonischen Schwingungen sowie mechanischen Wellen beschreiben und erklären?</i></p>	<p><b>Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Klassische Wellen: Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen und Wellen; Polarisation von Wellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen, deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit sowie deren Zusammenhänge (S1, S3),</li> <li>erläutern am Beispiel des Federpendels Energieumwandlungen harmonischer Schwingungen (S1, S2, K4),</li> <li>erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3),</li> <li>erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8),</li> <li>konzipieren Experimente zur Abhängigkeit der Periodendauer von Einflussgrößen beim Federpendel und werten diese unter Anwendung digitaler Werkzeuge aus (E6, S4, K6), (MKR 1.2)</li> <li>beurteilen Maßnahmen zur Störgeräuschreduzierung hinsichtlich deren Eignung (B7, K1, K5). (VB B Z1)</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben II</u></b></p> <p><b>Beugung und Interferenz von Wellen - ein neues Lichtmodell</b></p> <p><i>Wie kann man Ausbreitungsphänomene von Licht beschreiben und erklären?</i></p>	<p><b>Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Klassische Wellen: mechanische harmonische Wellen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Superposition und Polarisation von Wellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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),</li> <li>erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8),</li> <li>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).</li> </ul>

**Unterrichtsvorhaben III**

**Erforschung des Elektrons**

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

**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

<p><b><u>Unterrichtsvorhaben IV</u></b></p> <p><b>Photonen und Elektronen als Quantenobjekte</b></p> <p><i>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</i></p>	<p><b>Quantenobjekte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt</li> <li>• Wellenaspekt von Elektronen: De-Broglie-Wellenlänge, Interferenz von Elektronen am Doppelspalt</li> <li>• Photon und Elektron als Quantenobjekte: Wellen- und Teilchenmodell, Kopenhagener Deutung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern anhand eines <i>Experiments zum Photoeffekt</i> den Quantencharakter von Licht (S1, E9, K3),</li> <li>• stellen die Lichtquanten- und De-Broglie-Hypothese sowie deren Unterschied zur klassischen Betrachtungsweise dar (S1, S2, E8, K4),</li> <li>• wenden die De-Broglie-Hypothese an, um das Beugungsbild beim <i>Doppelspaltversuch mit Elektronen</i> quantitativ zu erklären (S1, S5, E6, K9),</li> <li>• erläutern die Determiniertheit der Zufallsverteilung der diskreten Energieabgabe beim Doppelspaltexperiment mit stark intensitätsreduziertem Licht (S3, E6, K3),</li> <li>• berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quantenobjekte (S3),</li> <li>• erklären an geeigneten Darstellungen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte (S1, K3),</li> <li>• erläutern bei Quantenobjekten die „Welcher-Weg“-Information als Bedingung für das Auftreten oder Ausbleiben eines Interferenzmusters in einem Interferenzexperiment (S2, K4),</li> <li>• leiten anhand eines <i>Experiments zum Photoeffekt</i> den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen ab (E6, S6),</li> <li>• untersuchen mithilfe von Simulationen das Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt (E4, E8, K6, K7), (MKR 1.2)</li> <li>• beurteilen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen (E9, E11, K8),</li> <li>• erläutern die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8),</li> <li>• stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9),</li> <li>• beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der physikalischen Erkenntnisfähigkeit (B8, E11, K8).</li> </ul>
--	---	--

<p><b>Unterrichtsvorhaben V</b></p> <p><b>Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren</b></p> <p><i>Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?</i></p>	<p><b>Elektrodynamik und Energieübertragung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung</li> <li>• Energieübertragung: Generator, Transformator</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Auftreten von Induktionsspannungen am Beispiel der <i>Leiterschaukel</i> durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (S3, S4, K4),</li> <li>• führen Induktionserscheinungen bei einer Leiterschleife auf die zeitliche Änderung der magnetischen Flussdichte oder die zeitliche Änderung der durchsetzten Fläche zurück (S1, S2, K4),</li> <li>• beschreiben das Induktionsgesetz mit der mittleren Änderungsrate und in differentieller Form des magnetischen Flusses (S7),</li> <li>• 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),</li> <li>• erklären am physikalischen <i>Modellexperiment zu Freileitungen</i> technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie (S1, S3, K8),</li> <li>• 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),</li> <li>• modellieren mathematisch das Entstehen von Induktionsspannungen für die beiden Spezialfälle einer zeitlich konstanten Fläche und einer zeitlich konstanten magnetischen Flussdichte (E4, E6, K7),</li> <li>• erklären das Entstehen von sinusförmigen Wechselspannungen in <i>Generatoren</i> mithilfe des Induktionsgesetzes (E6, E10, K3, K4),</li> <li>• 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),</li> <li>• beurteilen ausgewählte Beispiele zur Energiebereitstellung und -umwandlung unter technischen und ökologischen Aspekten (B3, B6, K8, K10), <b>(VB ÜB Z2)</b></li> <li>• beurteilen das Potential der Energierückgewinnung auf der Basis von Induktionsphänomenen bei elektrischen Antriebssystemen (B7, K2).</li> </ul>
--	---	---

<p><b>Unterrichtsvorhaben VI</b>  <b>Anwendungsbereiche des Kondensators</b></p> <p><i>Wie kann man Energie in elektrischen Systemen speichern?</i></p> <p><i>Wie kann man elektrische Schwingungen erzeugen?</i></p>	<p><b>Elektrodynamik und Energieübertragung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrodynamik: Auf- und Entladevorgang am Kondensator</li> <li>• Energieübertragung: elektromagnetische Schwingung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Kapazität als Kenngröße eines Kondensators und bestimmen diese für den Spezialfall des Plattenkondensators in Abhängigkeit seiner geometrischen Daten (S1, S3),</li> <li>• erläutern qualitativ die bei einer elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (S1, S4, E4),</li> <li>• untersuchen den <i>Auf- und Entladevorgang bei Kondensatoren</i> unter Anleitung experimentell (S4, S6, K6),</li> <li>• modellieren mathematisch den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei <i>Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren</i> (E4, E6, S7),</li> <li>• interpretieren den Flächeninhalt zwischen Graph und Abszissenachse im <i>Q-U-Diagramm</i> als Energiegehalt des Plattenkondensators (E6, K8),</li> <li>• beurteilen den Einsatz des Kondensators als Energiespeicher in ausgewählten alltäglichen Situationen (B3, B4, K9).</li> </ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben VII</b>  <b>Mensch und Strahlung - Chancen und Risiken ionisierender Strahlung</b></p> <p><i>Wie wirkt ionisierende Strahlung auf den menschlichen Körper?</i></p>	<p><b>Strahlung und Materie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlung: Spektrum der elektromagnetischen Strahlung; ionisierende Strahlung, Geiger-Müller-Zählrohr, biologische Wirkungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Entstehung von <i>Bremsstrahlung</i> und <i>charakteristischer Röntgenstrahlung</i> (S3, E6, K4),</li> <li>• unterscheiden <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>- Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1),</li> <li>• ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6),</li> <li>• erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des <i>Geiger-Müller-Zählrohrs</i> als Nachweisgerät für ionisierende Strahlung (S4, S5, K8),</li> <li>• untersuchen experimentell anhand der Zählraten bei <i>Absorptionsexperimenten</i> unterschiedliche Arten ionisierender Strahlung (E3, E5, S4, S5),</li> <li>• begründen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, K3),</li> <li>• quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2).</li> <li>• bewerten die Bedeutung hochenergetischer Strahlung hinsichtlich der Gesundheitsgefährdung sowie ihres Nutzens bei medizinischer Diagnose und Therapie (B5, B6, K1, K10). <b>(VB B Z3)</b>.</li> </ul>

<p><b><u>Unterrichtsvorhaben VIII</u></b></p> <p><b>Erforschung des Mikro- und Makrokosmos</b></p> <p><i>Wie lassen sich aus Spektralanalysen Rückschlüsse auf die Struktur von Atomen ziehen?</i></p>	<p><b>Strahlung und Materie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Atomphysik: Linienspektrum, Energieniveauschema, Kern-Hülle-Modell, Röntgenstrahlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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),</li> <li>beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2),</li> <li>interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8),</li> <li>erklären die Entstehung von <i>Bremsstrahlung</i> und <i>charakteristischer Röntgenstrahlung</i> (S3, E6, K4),</li> <li>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),</li> <li>interpretieren die Messergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuchs</i> (E6, E8, K8),</li> <li>erklären das <i>charakteristische Röntgenspektrum</i> mit den Energieniveaus der Atomhülle (E6),</li> <li>identifizieren vorhandene Stoffe in der Sonnen- und Erdatmosphäre anhand von Spektraltafeln des <i>Sonnenspektrums</i> (E3, E6, K1),</li> <li>stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9).</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben IX</u></b></p> <p><b>Massendefekt und Kernumwandlungen</b></p> <p><i>Wie lassen sich energetische Bilanzen bei Umwandlungs- und Zerfallsprozessen quantifizieren?</i></p> <p><i>Wie entsteht ionisierende Strahlung?</i></p>	<p><b>Strahlung und Materie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kernphysik: Nukleonen; Zerfallsprozesse und Kernumwandlungen, Kernspaltung und -fusion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern den Begriff der Radioaktivität und zugehörige Kernumwandlungsprozesse auch mithilfe der Nuklidkarte (S1, S2),</li> <li>wenden das zeitliche Zerfallsgesetz für den radioaktiven Zerfall an (S5, S6, K6),</li> <li>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),</li> <li>erläutern qualitativ am <math>\beta^-</math>-Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2, K4),</li> <li>erklären anhand des Zusammenhangs <math>E = \Delta m c^2</math> die Grundlagen der Energiefreisetzung bei Kernspaltung und -fusion über den Massendefekt (S1) (S1),</li> <li>ermitteln im Falle eines einstufigen radioaktiven Zerfalls anhand der gemessenen Zählraten die</li> </ul>

		<p>Halbwertszeit (E5, E8, S6),</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• vergleichen verschiedene Vorstellungen von der Materie mit den Konzepten der modernen Physik (B8, K9).</li></ul>
--	--	---

### 3.5 Qualifikationsphase - Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Die Schülerinnen und Schüler ...
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben I</u></b></p> <p><b>Untersuchung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern</b></p> <p><i>Wie lassen sich Kräfte auf bewegte Ladungen in elektrischen und magnetischen Feldern beschreiben?</i></p> <p><i>Wie können Ladung und Masse eines Elektrons bestimmt werden?</i></p>	<p><b>Ladungen, Felder und Induktion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte</li> <li>– Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Quersfeldern; Lorentzkraft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären grundlegende elektrostatische Phänomene mithilfe der Eigenschaften elektrischer Ladungen (S1),</li> <li>• stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radial- und Dipolfeldern sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1, K6),</li> <li>• beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6),</li> <li>• erläutern anhand einer einfachen Version des Millikan-Versuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (S3, S5, E7, K9)</li> <li>• erläutern die Bestimmung der Elektronenmasse am Beispiel des Fadenstrahlrohrs mithilfe der Lorentzkraft sowie die Erzeugung und Beschleunigung freier Elektronen (S4, S5, S6, E6, K5)</li> <li>• bestimmen mithilfe des Coulomb'schen Gesetzes Kräfte von punktförmigen Ladungen aufeinander sowie resultierende Beträge und Richtungen von Feldstärken (E8, E10, S1, S3),</li> <li>• entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzip elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6, K5),</li> <li>• modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Quersfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7),</li> <li>• erläutern die Untersuchung magnetischer Flussdichten mithilfe des Hall-Effekts (E4, E7, S1, S5)</li> <li>• konzipieren Experimente zur Bestimmung der Abhängigkeit der magnetischen Flussdichte einer langgestreckten stromdurchflossenen Spule von ihren Einflussgrößen (E2, E5),</li> </ul>

<p><b><u>Unterrichtsvorhaben II</u></b></p> <p><b>Massenspektrometer und Zyklotron als Anwendung in der physikalischen Forschung</b></p> <p><i>Welche weiterführende Anwendungen von bewegten Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern gibt es in Forschung und Technik?</i></p>	<p><b>Ladungen, Felder und Induktion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Quersfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Quersfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7),</li> <li>• stellen Hypothesen zum Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron auf (E2, E4, S1, K4),</li> <li>• bewerten Teilchenbeschleuniger in Großforschungseinrichtungen im Hinblick auf ihre Realisierbarkeit und ihren gesellschaftlichen Nutzen hin (B3, B4, K1, K7),</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben III</u></b></p> <p><b>Die elektromagnetische Induktion als Grundlage für die Kopplung elektrischer und magnetischer Felder und als Element von Energieumwandlungsketten</b></p> <p><i>Wie kann elektrische Energie gewonnen und im Alltag bereits gestellt werden?</i></p>	<p><b>Ladungen, Felder und Induktion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen das Induktionsgesetz auch in differentieller Form unter Verwendung des magnetischen Flusses (S2, S3, S7),</li> <li>• erklären Verzögerungen bei Einschaltvorgängen sowie das Auftreten von Spannungsstößen bei Ausschaltvorgängen mit der Kenngröße Induktivität einer Spule anhand der Selbstinduktion (S1, S7, E6),</li> <li>• führen die Funktionsweise eines Generators auf das Induktionsgesetz zurück (E10, K4),</li> <li>• begründen qualitative Versuche zur Lenz'schen Regel sowohl mit dem Wechselwirkungs- als auch mit dem Energiekonzept (E2, E9, K3).</li> <li>• identifizieren und beurteilen Anwendungsbeispiele für die elektromagnetische Induktion im Alltag (B6, K8). (VB D Z3)</li> </ul>

<p><b><u>Unterrichtsvorhaben IV</u></b></p> <p><b>Zeitliche und energetische Betrachtungen bei Kondensator und Spule</b></p> <p><i>Wie speichern elektrische und magnetische Felder Energie und wie geben sie diese wieder ab?</i></p>	<p><b>Ladungen, Felder und Induktion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrische Ladungen und Felder: Kondensator und Kapazität</li> <li>• Elektromagnetische Induktion: Induktivität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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),</li> <li>• geben die in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern gespeicherte Energie in Abhängigkeit der elektrischen Größen und der Kenngrößen der Bauelemente an (S1, S3, E2)</li> <li>• prüfen Hypothesen zur Veränderung der Kapazität eines Kondensators durch ein Dielektrikum (E2, E3, S1),</li> <li>• ermitteln anhand von Messkurven zu Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren sowie zu Ein- und Ausschaltvorgängen bei Spulen zugehörige Kenngrößen (E4, E6, S6),</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben V</u></b></p> <p><b>Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und deren Eigenschaften</b></p> <p><i>Welche Analogien gibt es zwischen mechanischen und elektromagnetischen schwingenden Systemen?</i></p>	<p><b>Schwingende Systeme und Wellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwingungen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen</li> <li>• Schwingende Systeme: Federpendel, Fadenpendel, Resonanz; Schwingkreis, Hertz'scher Dipol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren Zusammenhänge (S1, S3, K4),</li> <li>• vergleichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Aspekten und hinsichtlich der jeweiligen Kenngrößen (S1, S3),</li> <li>• erläutern qualitativ die physikalischen Prozesse bei ungedämpften, gedämpften und erzwungenen mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen (S1, E1),</li> <li>• leiten für das Federpendel und unter Berücksichtigung der Kleinwinkelnäherung für das Fadenpendel aus dem linearen Kraftgesetz die zugehörigen Differentialgleichungen her (S3, S7, E2),</li> <li>• 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),</li> <li>• beschreiben den Hertz'schen Dipol als (offenen) Schwingkreis (S1, S2, K8),</li> <li>• 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)</li> <li>• untersuchen experimentell am Beispiel des Federpendels das Phänomen der Resonanz auch</li> </ul>

		<p>unter Rückbezug auf Alltagssituationen (E5, E6, K1),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen Maßnahmen zur Vermeidung von Resonanzkatastrophen (B5, B6, K2),</li> <li>• unterscheiden am Beispiel von Schwingungen deduktives und induktives Vorgehen als Grundmethoden der Erkenntnisgewinnung (B8, K4)</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben VI</u></b></p> <p><b>Wellen und Interferenzphänomene</b></p> <p><i>Warum kam es im 17. Jh. zu einem Streit über das Licht/die Natur des Lichts?</i></p> <p><i>Ist für die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen ein Trägermedium notwendig? (Gibt es den „Äther“?)</i></p>	<p><b>Schwingende Systeme und Wellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wellen: Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren Zusammenhänge (S1, S3, K4),</li> <li>• 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),</li> <li>• beschreiben mathematisch die räumliche und zeitliche Entwicklung einer harmonischen eindimensionalen Welle (S1, S2, S3, S7),</li> <li>• erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3),</li> <li>• erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8),</li> <li>• 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),</li> <li>• erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (S1, K4).</li> <li>• weisen anhand des Interferenzmusters bei Spalt- und Gitterversuchen die Welleneigenschaften des Lichts nach und bestimmen daraus die Wellenlänge des Lichts (E5, E6, E7, S6),</li> <li>• erläutern Aufbau und Funktionsweise des Michelson-Interferometers (E2, E3, S3, K3).</li> <li>• beurteilen die Bedeutung von Schwingkreisen für die Umsetzung des Sender-Empfänger-Prinzips an alltäglichen Beispielen (B1, B4, K1), <b>(VB B Z 1)</b></li> </ul>

**Unterrichtsvorhaben VII**

**Quantenphysik als  
Weiterentwicklung des  
physikalischen Weltbildes**

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

**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 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),

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der exakten Vorhersagbarkeit von physikalischen Phänomenen (B8, K8, E11).</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben VIII</u></b></p> <p><b>Struktur der Materie</b></p> <p><i>Wie hat sich unsere Vorstellung vom Aufbau der Materie historisch bis heute entwickelt?</i></p>	<p><b>Atom- und Kernphysik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung</li> <li>• Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geben wesentliche Beiträge in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis zum ersten Kern-Hülle-Modell (Dalton, Thomson, Rutherford) wieder (S2, K3),</li> <li>• erklären die Energie absorbiertes und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S3, E6, K4),</li> <li>• erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4),</li> <li>• beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom und wasserstoffähnliche Atome mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2),</li> <li>• erläutern das Modell des eindimensionalen Potentialtopfs und seine Grenzen (S2, K4),</li> <li>• 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),</li> <li>• interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8),</li> <li>• 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),</li> <li>• interpretieren Linienspektren bei Emission und Absorption sowie die Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuchs mithilfe des Energieniveauschemas (E2, E10, S6),</li> <li>• stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9)</li> </ul>

<p><b>Unterrichtsvorhaben IX</b></p> <p><b>Mensch und Strahlung - Chancen und Risiken ionisierender Strahlung</b></p> <p><i>Welche Auswirkungen haben ionisierende Strahlung auf den Menschen und wie kann man sich davor schützen?</i></p> <p><i>Wie nutzt man die ionisierende Strahlung in der Medizin?</i></p>	<p><b>Atom- und Kernphysik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atomaufbau: Röntgenstrahlung</li> <li>• Ionisierende Strahlung: Strahlungsarten, Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung, Eigenschaften ionisierender Strahlung, Absorption ionisierender Strahlung</li> <li>• Radioaktiver Zerfall: Zerfallsreihen, Halbwertszeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4),</li> <li>• ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6),</li> <li>• unterscheiden <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>- Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1),</li> <li>• erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs als Nachweisgerät ionisierender Strahlung (S4, S5, K8),</li> <li>• erklären die Ablenkbarkeit in elektrischen und magnetischen Feldern sowie Durchdringungs- und Ionisierungsfähigkeit von ionisierender Strahlung mit ihren Eigenschaften (S1, S3),</li> <li>• erläutern qualitativ an der <math>\beta^-</math>-Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2, K4).</li> <li>• leiten auf der Basis der Definition der Aktivität das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (S7, E9),</li> <li>• wählen für die Planung von Experimenten mit ionisierender Strahlung zwischen dem Geiger-Müller-Zählrohr und einem energiesensiblen Detektor gezielt aus (E3, E5, S5, S6),</li> <li>• konzipieren Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit kurzlebiger radioaktiver Substanzen (E2, E5, S5),</li> <li>• quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2).</li> <li>• wägen die Chancen und Risiken bildgebender Verfahren in der Medizin unter Verwendung ionisierender Strahlung gegeneinander ab (B1, B4, K3), <b>(VB B Z 3)</b></li> </ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben X</b></p> <p><b>Massendefekt und Kernumwandlung</b></p> <p><i>Wie kann man natürliche Kernumwandlung</i></p>	<p><b>Atom- und Kernphysik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radioaktiver Zerfall: Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung</li> <li>• Kernspaltung und -fusion: Bindungsenergien, Massendefekt; Kettenreaktion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse (Kernspaltung und -fusion, Neutroneneinfang) auch mithilfe der Nuklidkarte (S1),</li> <li>• beschreiben Kernspaltung und Kernfusion mithilfe der starken Wechselwirkung zwischen den Nukleonen auch unter quantitativer Berücksichtigung von Bindungsenergien (S1, S2)</li> <li>• bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C-14-Methode (E4, E7, S7, K1),</li> <li>• bewerten Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion hinsichtlich der globalen</li> </ul>

<p><i>beschreiben und wissenschaftlich nutzen?</i></p> <p><i>Welche Möglichkeiten der Energiegewinnung ergeben sich durch Kernumwandlungen in Natur und Technik?</i></p>		<p>Energieversorgung (B5, B7, K3, K10), (VB D Z3),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren ausgewählte Aspekte der Endlagerung radioaktiver Abfälle unter Berücksichtigung verschiedener Quellen (B2, B4, K2, K10). (MKR 2.1, 2.3) (VB D Z3)</li> </ul>
--	--	--

## 4 Leistungskonzept – Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 6 APO-S I sowie der Angaben in Kapitel 3 *Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung* des Kernlehrplans hat die Fachkonferenz Physik im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen.

Nach dem Schulgesetz §48 soll die Leistungsbewertung über den Stand des Lernprozesses der Schülerinnen und Schüler Aufschluss geben und Grundlage für die weitere Förderung der Schülerinnen und Schüler sein. Die Leistungsbewertung bezieht sich dabei auf die im Unterricht vermittelten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Grundlage der Leistungsbewertung sind alle von den Schülerinnen und Schüler im Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen“ erbrachten Leistungen.

Leistungsbewertungen und Lernerfolgsüberprüfungen sind so angelegt, dass sie Erkenntnisse über die individuelle Lernentwicklung ermöglichen und ggf. Hinweise für Lernstrategien und Fördermöglichkeiten geben.

Die Fachlehrerinnen und Fachlehrer erläutern zu Beginn des Schuljahres die Leistungsbewertung in ihren Lerngruppen, um Transparenz der Verfahren und Kriterien der Leistungsbewertung sicher zu stellen.

### I. Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen“:

- Beteiligung am Unterrichtsgespräch
- Eingehen und Aufgreifen auf Beiträge und Argumentationen von Mitschülerinnen und -schülern, Unterstützung von Mitlernenden
- Umgang mit Problemstellungen, Beteiligung an der Suche nach neuen und/oder alternativen Lösungswegen
- Selbstständigkeit beim Arbeiten
- Beteiligung während kooperativer Arbeitsphasen (Rolle in der Gruppe, Umgang mit den Mitschülerinnen und Mitschülern)
- Anfertigen selbstständiger Arbeiten, z. B. Referate, Projekte, Protokolle
- Präsentation von Ideen, Arbeitsergebnissen, Arbeitsprozessen, Problemstellungen, Lösungsansätzen, etc. in kurzen, vorbereiteten Beiträgen und Vorträgen
- Ergebnisse von kurzen schriftlichen Übungen

### II. Bewertungskriterien

Die Bewertungskriterien für eine Leistung müssen auch für Schülerinnen und Schüler **transparent, klar** und **nachvollziehbar** sein. Die folgenden allgemeinen Kriterien gelten für alle Formen der Leistungsüberprüfung:

- Qualität der Beiträge
- Kontinuität der Beiträge
- sachliche Richtigkeit
- angemessene Verwendung der Fachsprache
- Darstellungskompetenz
- Komplexität/Grad der Abstraktion
- Selbstständigkeit im Arbeitsprozess, insbesondere bei Experimenten

- Einhaltung gesetzter Fristen
- Differenziertheit der Reflexion
- bei Gruppenarbeiten und Experimenten
  - Einbringen in die Arbeit der Gruppe
  - Durchführung fachlicher Arbeitsanteile
  - Kooperation mit dem Lehrenden / Aufnahme von Beratung

### III. Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung

Die Leistungsrückmeldung erfolgt in mündlicher oder schriftlicher Form.

- Intervalle  
Feedback bei Bedarf durch die Lehrperson oder die Schülerinnen und Schüler
- Formen  
Schülergespräch, (Selbst-)Evaluationsbögen, individuelle Beratung, Elternsprechtag

## 5 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

Die Fachkonferenz Physik hat sich im Rahmen des Schulprogramms für folgende zentrale Schwerpunkte entschieden:

### Zusammenarbeit mit anderen Fächern

Die Fachschaft Physik ist über die MINT-Steuergruppe mit den anderen Fachbereichen vernetzt. Organisatorisch und konzeptionell besteht die Steuergruppe aus Forderbeauftragten aus jedem MINT-Fachbereich. Die Hauptaufgabe der Steuergruppe kulminiert in einer starken Vernetzung der Fachbereiche Biologie, Chemie, Informatik, Mathematik und Physik. Weitere Aufgaben der Steuergruppe sind u.a. die Konzeptionierung fächerübergreifenden und fächerverbindenden Lernens sowohl im Unterricht als auch in Projekten, die regelmäßige Durchführung von MINT-Konferenzen, die Vernetzung der MINT-Fachcurricula und Erweiterung des Konzepts der individuellen Förderung durch ein MINT-Wettbewerbskonzept.

Die Fachschaft Physik übernimmt spezifische Punkte im Medienkompetenzrahmen des Landes NRW.

### Fortbildungskonzept

Die Mitglieder der Fachschaft Physik nehmen regelmäßig Fortbildungsangebote wahr.

### Zusammenarbeit mit außerschulischen Kooperationspartnern

Seit 2008 besteht in Lengerich die Kooperation "Schule und Wirtschaft". Die Kooperation hat das Ziel den Kontakt zwischen Schulen und den Unternehmen in Lengerich zu stärken. Durch eine enge Zusammenarbeit können frühzeitig Berufsbilder in den Schulen vorgestellt und das Interesse für eine Berufsausbildung geweckt werden. Die Schulen profitieren von dem Know-how der Wirtschaft, die Unternehmen können frühzeitig Nachwuchskräfte gewinnen und die Schülerinnen und Schüler sind besser informiert. Die Fachschaft Physik unterstützt die Kooperation in beratender Funktion.