



zeppelin  
gymnasium

Fundamente **schaffen** - Werte **leben** - Wege **öffnen**

## Schulinterner Lehrplan Gymnasium - Sekundarstufe II

# Physik

(Fassung vom 21.02.2023)

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Entscheidungen zum Unterricht .....</b>	<b>4</b>
2.1	Unterrichtsvorhaben .....	4
2.1.1.	Jahrgangsstufe EF (Kooperation ZGL + GSG).....	5
2.1.2.	Jahrgangsstufen Q1+Q2 - Grundkurs (Kooperation ZGL + GSG).....	14
2.1.3.	Jahrgangsstufen Q1+Q2 - Leistungskurs (Kooperation ZGL + GSG).....	22
2.2	Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit .....	37
2.3	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung .....	39
2.3.1	Präsenzunterricht.....	39
2.3.2	Distanzunterricht.....	49
2.3.3	Abiturprüfung .....	51
2.4	Lehr- und Lernmittel.....	54
<b>3</b>	<b>Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen .....</b>	<b>56</b>
3.1	Zusammenarbeit mit anderen Fächern.....	57
3.2	Zusammenarbeit mit außerschulischen Kooperationspartnern.....	57
3.3	Wettbewerbe, Projekte .....	57
3.4	Physik und Europa .....	58
3.5	Physik und Kulturpfade.....	58
3.6	Anknüpfungen an den Referenzrahmen .....	58
3.7	Integration des Medienkompetenzrahmens NRW (MKR) .....	59
3.8	Integration der Rahmenvorgabe Verbraucherbildung .....	61
<b>4</b>	<b>Qualitätssicherung und Evaluation .....</b>	<b>62</b>

## 1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

### Fachliche Bezüge zum Leitbild der Schule

Das Leitbild des Zeppelin-Gymnasiums ist dem Schulprogramm zu entnehmen. Im Fach Physik werden insbesondere folgende Bezüge hergestellt: Selbstbestimmung in sozialer Verantwortung, Beitrag zur aktiven Gestaltung einer humanen Gesellschaft durch Erziehung zur Nachhaltigkeit sowie Ebnung von Wegen in eine globalisierte und digitalisierte Welt. So befähigen wir unsere Schülerinnen und Schüler mit einer fortlaufend steigenden Informationsvielfalt kompetent, kritisch und produktiv umzugehen und die vorhandenen Informationen zu einem vernetzten Wissen im Bereich der Physik mit Anknüpfungen in andere Fachbereiche zu verknüpfen.

Im Fach Physik bestehen Anknüpfungen an des Studien- und Berufsorientierungsprogramm des Zeppelin-Gymnasiums, des Weiteren pflegen wir Kooperationen mit außerschulischen Partnern bzw. Lernorten.

### Kooperationen

Im Bereich der gymnasialen Oberstufe existiert zwischen dem Zeppelin-Gymnasium (ZGL) sowie dem Geschwister-Scholl-Gymnasium (GSG) Lüdenscheid eine Vollkooperation. Zusätzlich existieren schulübergreifende Leistungskurse mit dem Bergstadt-Gymnasium (BGL) Lüdenscheid.

## 2 Entscheidungen zum Unterricht

Die Umsetzung des Kernlehrplans mit seinen verbindlichen Kompetenzerwartungen im Unterricht erfordert Entscheidungen auf verschiedenen Ebenen:

Die Übersicht über die *Unterrichtsvorhaben* gibt den Lehrkräften eine rasche Orientierung bezüglich der laut Fachkonferenz verbindlichen Unterrichtsvorhaben und der damit verbundenen Schwerpunktsetzungen für jedes Schuljahr.

Die Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan sind die vereinbarte Planungsgrundlage des Unterrichts. Sie bilden den Rahmen zur systematischen Anlage und Weiterentwicklung *sämtlicher* im Kernlehrplan angeführter Kompetenzen, setzen jedoch klare Schwerpunkte. Sie geben Orientierung, welche Kompetenzen in einem Unterrichtsvorhaben besonders gut entwickelt werden können und berücksichtigen dabei die obligatorischen Inhaltsfelder und inhaltlichen Schwerpunkte. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, *alle* Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans bei den Lernenden auszubilden und zu fördern.

In weiteren Absätzen dieses Kapitels werden *Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit, Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung* sowie Entscheidungen zur Wahl der *Lehr- und Lernmittel* festgehalten, um die Gestaltung von Lernprozessen und die Bewertung von Lernergebnissen im erforderlichen Umfang auf eine verbindliche Basis zu stellen.

### 2.1 Unterrichtsvorhaben

In der nachfolgenden Übersicht über die *Unterrichtsvorhaben* wird die für alle Lehrer\*innen 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.

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, Studienfahrten 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.

## 2.1.1. Jahrgangsstufe EF (Kooperation ZGL + GSG)

### Übersicht - Inhaltsfeld Mechanik

Unterrichtsvorhaben: Kontext, Leitfrage, Zeitbedarf	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...
<p><b>1. Physik in Verkehr und Sport</b></p> <p>Wie lassen sich Bewegungen vermessen und analysieren?</p> <p>Zeitbedarf: ca. 25 Unterrichtsstunden (à 45 min)</p>	<p><b>Grundlagen der Mechanik - Kinematik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geradlinige Bewegungen (gleichförmige und gleichmäßig beschleunigt)</li> <li>• Freier Fall</li> <li>• Vektorielle Größen</li> <li>• Superpositionsprinzip (Wurfbewegungen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls 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 Bewegungs- und Gleichgewichtszustände 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). (MKR 1.2)</li> <li>• beurteilen die Güte digitaler Messungen von Bewegungsvorgängen mithilfe geeigneter Kriterien (B4, B5, E7, K7), (MKR 1.2, 2.3)</li> </ul>
<p><b>2. Physik in Verkehr und Sport</b></p> <p>Wie lassen sich Ursachen von Bewegungen erklären?</p>	<p><b>Grundlagen der Mechanik - Dynamik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kräfte (beschleunigend, Reibung, Kräftegleichgewicht)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),</li> <li>• analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch</li> </ul>

<p>Zeitbedarf: ca. 15 Unterrichtsstunden (à 45 min)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Newton'sche Gesetze</li> </ul>	<p>aus energetischer Sicht (S1, S3, K7),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7),</li> <li>• erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4),</li> <li>• erläutern qualitativ die Auswirkungen von Reibungskräften bei realen Bewegungen (S1, S2, K4).</li> <li>• untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie 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>3. Physik in Verkehr und Sport - Erhaltungssätze in verschiedenen Situationen</b></p> <p>Wie lassen sich mit Erhaltungssätzen Bewegungsvorgänge vorhersagen und analysieren?</p> <p>Zeitbedarf: ca. 12 Unterrichtsstunden (à 45 min)</p>	<p><b>Grundlagen der Mechanik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhaltungssätze: Impuls, Energie (Lage-, Bewegungs- und Spannenergie)</li> <li>• Energiebilanzen</li> <li>• Stoßvorgänge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, 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 sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, K7),</li> <li>• erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4),</li> <li>• untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton'schen Kraftgesetzes (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>4. Bewegungen im/in den Weltraum</b></p> <p>Wie lassen sich Bewegungen im Weltraum beschreiben? Wie bewegen sich die Planeten im Sonnensystem? Wie lassen sich aus (himmlischen) Beobachtungen Gesetze ableiten?</p> <p>Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>Kreisbewegung, Gravitation, physikalische Weltbilder</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kreisbewegung: gleichförmige Kreisbewegung, Zentripetalkraft</li> <li>• Gravitation: Schwerkraft, Newton'sches Gravitationsgesetz, Kepler'sche Gesetze, Gravitationsfeld</li> </ul>	<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 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>5. Weltbilder in der Physik</b></p> <p>Revolutioniert die Physik unsere Sicht auf die Welt?</p> <p>Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder (inkl. SRT)</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</li> </ul>

		<p>bewegten Bezugssystemen qualitativ und quantitativ (S3, S5, S7).</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>
--	--	---

## Übergeordnete Kompetenzerwartungen (Jgst. EF)

Am Ende der Einführungsphase sollen die Schülerinnen und Schüler - aufbauend auf der Kompetenzentwicklung in der Sekundarstufe I - über die im Folgenden genannten **übergeordneten Kompetenzerwartungen** zu allen Kompetenzbereichen verfügen.

Während der Kompetenzbereich Kommunikation ausschließlich inhaltsfeldübergreifend angelegt ist, werden in den Bereichen Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz und Bewertungskompetenz anschließend inhaltsfeldbezogen konkretisierte Kompetenzerwartungen formuliert. Hinter den konkretisierten Kompetenzerwartungen ist jeweils in Klammern angegeben, auf welche übergeordneten Kompetenzerwartungen aus allen Bereichen sich diese beziehen.

### Sachkompetenz

#### *Modelle und Konzepte zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler

- S1 erklären Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Konzepten, übergeordneten Prinzipien, Modellen und Gesetzen,
- S2 beschreiben Gültigkeitsbereiche von Modellen und Konzepten und geben deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten an,
- S3 wählen zur Bearbeitung physikalischer Probleme relevante Modelle und Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen begründet aus.

#### *Verfahren und Experimente zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler

- S4 bauen einfache Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwerterfassungssystemen nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre qualitativen Beobachtungen und quantitativen Messwerte,
- S5 beschreiben bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus,
- S6 nutzen bekannte Auswerteverfahren für Messergebnisse,
- S7 wenden unter Anleitung mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an.

## Erkenntnisgewinnungskompetenz

### *Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Konzepten bilden*

Die Schülerinnen und Schüler

- E1 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten,
- E2 stellen überprüfbare Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.

### *Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler

- E3 erläutern an ausgewählten Beispielen die Eignung von Untersuchungsverfahren zur Prüfung bestimmter Hypothesen,
- E4 modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe einfacher mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge,
- E5 konzipieren erste Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung unter Beachtung der Variablenkontrolle.

### *Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- E6 untersuchen mithilfe bekannter Modelle und Konzepte die in erhobenen oder recherchierten Daten vorliegenden Strukturen und Beziehungen,
- E7 berücksichtigen Messunsicherheiten bei der Interpretation der Ergebnisse,
- E8 untersuchen die Eignung physikalischer Modelle und Konzepte für die Lösung von Problemen,
- E9 beschreiben an ausgewählten Beispielen die Relevanz von Modellen, Konzepten, Hypothesen und Experimenten im Prozess der physikalischen Erkenntnisgewinnung.

### *Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- E10 beziehen theoretische Überlegungen und Modelle zurück auf zugrundeliegende Kontexte,
- E11 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses an ausgewählten Beispielen.

## Kommunikationskompetenz

### *Informationen erschließen*

Die Schülerinnen und Schüler

- K1 recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,
- K2 analysieren verwendete Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fachsprache und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt,
- K3 entnehmen unter Anleitung und Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder.

### *Informationen aufbereiten*

Die Schülerinnen und Schüler

- K4 formulieren unter Verwendung der Fachsprache kausal korrekt,
- K5 wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen aus,
- K6 veranschaulichen Informationen und Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge,
- K7 präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien.

### *Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- K8 nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten zur Beurteilung vorgegebener Darstellungen,
- K9 tauschen sich ausgehend vom eigenen Standpunkt mit anderen konstruktiv über physikalische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus,
- K10 belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate.

## **Bewertungskompetenz**

### *Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen*

Die Schülerinnen und Schüler

- B1 erarbeiten aus verschiedenen Perspektiven eine schlüssige Argumentation,
- B2 analysieren Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich ihrer Relevanz.

### *Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen*

Die Schülerinnen und Schüler

- B3 entwickeln anhand festgelegter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug,
- B4 bilden sich reflektiert ein eigenes Urteil.

### *Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- B5 vollziehen Bewertungen von Technologien und Sicherheitsmaßnahmen oder Risikoeinschätzungen nach,
- B6 beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung auch in Alltagssituationen,
- B7 identifizieren kurz- und langfristige Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen mit physikalischem Hintergrund,
- B8 identifizieren Auswirkungen physikalischer Weltbetrachtung sowie die Bedeutung physikalischer Kompetenzen in historischen, gesellschaftlichen oder alltäglichen Zusammenhängen.

Fundamente **schaffen** - Werte **leben** - Wege **öffnen**

### Experimente/Medien

- Zentralkraftgerät
- Lichtuhr
- Recherchen
- Simulationen/Animationen

### Einbindung der Rahmenvorgaben zur Verbraucherbildung

Übergreifender Bereich Allgemeiner Konsum			
Bereich A: Finanzen Marktgeschehen, Verbraucherrecht	Bereich B: Ernährung und Gesundheit	Bereich C: Medien und Information in der digitalen Welt	Bereich D: Leben, Wohnen Mobilität

#### Zieldimensionen (Z): Auseinandersetzung mit

- Individuellen Bedürfnissen und Bedarfen (Z1)
- Gesellschaftlichen Einflüssen auf Konsumentscheidungen (Z2)
- Individuellen und gesellschaftlichen Folgen des Konsums (Z3)
- Politisch-rechtlichen und sozioökonomischen Rahmenbedingungen (Z4)
- Kriterien für Konsumentscheidungen (Z5)
- Individuellen, kollektiven und politischen Gestaltungsoptionen des Konsums (Z6)

Im Bereich der Gravitation und Weltbilder werden die o. g. Rahmenvorgaben im Bereich A, C und D in den Zieldimensionen Z1 bis Z4 eingebunden.

### Einbindung Europa

---

### Außerschulische Kooperationen

---

## 2.1.2. Jahrgangsstufen Q1+Q2 - Grundkurs (Kooperation ZGL + GSG)

### Übersicht - Inhaltsfelder

Unterrichtsvorhaben: Kontext, Leitfrage, Zeitbedarf	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...
<p><u>Unterrichtsvorhaben I</u></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>ca. 10 Ustd.</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; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Superposition und 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 <b>Federpendels</b> 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), <b>(MKR 1.2)</b></li> <li>• beurteilen Maßnahmen zur Störgeräuschreduzierung hinsichtlich deren Eignung (B7, K1, K5). <b>(VB B Z1)</b></li> </ul>
<p><u>Unterrichtsvorhaben II</u></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: Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen und Wellen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern mithilfe der <b>Wellenwanne</b> 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> </ul>

<p>ca. 18 Ustd.</p>	<p>Superposition und Polarisation von Wellen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• weisen anhand des Interferenzmusters bei <b>Doppelspalt- und Gitterversuchen</b> mit mono- und polychromatischem Licht die Wellennatur des Lichts nach und bestimmen daraus Wellenlängen (E7, E8, K4).</li> </ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben III</b></p> <p><b>Erforschung des Elektrons</b></p> <p><i>Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?</i></p> <p>ca. 26 Ustd.</p>	<p><b>Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilchen in Feldern: elektrische und magnetische Felder; elektrische Feldstärke, elektrische Spannung; magnetische Flussdichte; Bahnformen von geladenen Teilchen in homogenen Feldern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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 am Beispiel des Plattenkondensators den Zusammenhang zwischen elektrischer Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen elektrischen Feld (S3)</li> <li>• berechnen Geschwindigkeitsänderungen von Ladungsträgern nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (S1, S3, K3),</li> <li>• erläutern am <b>Fadenstrahlrohr</b> 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),</li> <li>• entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzips elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6),</li> <li>• modellieren mathematisch die Beobachtungen am <b>Fadenstrahlrohr</b> und ermitteln aus den Messergebnissen die Elektronenmasse (E4, E9, K7),</li> <li>• erläutern Experimente zur Variation elektrischer Einflussgrößen und deren Auswirkungen auf die Bahnformen von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern (E2, K4),</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• schließen aus der statistischen Auswertung einer vereinfachten Version des <b>Millikan-Versuchs</b> auf die Existenz einer kleinsten Ladung (E3, E11, K8),</li> <li>• wenden eine Messmethode zur Bestimmung der magnetischen Flussdichte an (E3, K6),</li> <li>• erschließen sich die Funktionsweise des <b>Zyklotrons</b> auch mithilfe von Simulationen (E1, E10, S1, K1),</li> <li>• beurteilen die Schutzwirkung des Erdmagnetfeldes gegen den Strom geladener Teilchen aus dem Weltall</li> </ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben IV</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>ca. 18 Ustd.</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 <b>Doppelspaltversuch mit Elektronen</b> 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</li> </ul>

		<p>Photonen ab (E6, S6),</p> <ul style="list-style-type: none"> <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><u>Unterrichtsvorhaben V</u></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>ca. 18 Ustd.</p>	<p><b>Elektrodynamik und Energieübertragung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator</li> <li>• Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Auftreten von Induktionsspannungen am Beispiel der <b>Leiterschaukel</b> durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (S3, S4, K4),</li> <li>• führen Induktionserscheinungen bei einer <b>Leiterschleife</b> 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 <b>Transformatoren</b> mithilfe angeleiteter Experimente als Beispiel für die technische Anwendung der Induktion (S1, S4, E6, K8),</li> <li>• erklären am physikalischen <b>Modellexperiment zu Freileitungen</b> technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie (S1, S3, K8),</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretieren die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. <i>Messwertfassungssystem</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), (VB ÜB Z2)</li> <li>• beurteilen das Potential der Energierückgewinnung auf der Basis von Induktionsphänomenen bei elektrischen Antriebssystemen (B7, K2).</li> </ul>
<p><u>Unterrichtsvorhaben VI</u></p>	<p><b>Elektrodynamik und Energieübertragung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator</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</i></li> </ul>

<p><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>ca. 15 UStd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung</li> </ul>	<p><b>Kondensatoren</b> unter Anleitung experimentell (S4, S6, K6),</p> <ul style="list-style-type: none"> <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</i>-Diagramm 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></p> <p><b>Mensch und Strahlung - Chancen und Risiken ionisierender Strahlung</b></p> <p><i>Wie wirkt ionisierende Strahlung auf den menschlichen Körper?</i></p> <p>ca. 12 UStd.</p>	<p><b>Strahlung und Materie</b></p> <p>Strahlung: Spektrum der elektromagnetischen Strahlung; ionisierende Strahlung, Geiger-Müller-Zählrohr, biologische Wirkungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Entstehung von <b>Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung</b> (S3, E6, K4),</li> <li>• unterscheiden Alpha-, Beta- und Gamma-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 <b>Geiger-Müller-Zählrohrs</b> als Nachweisgerät für ionisierende Strahlung (S4, S5, K8),</li> <li>• untersuchen experimentell anhand der Zählraten bei <b>Absorptionsexperimenten</b> 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</li> </ul>

		bei medizinischer Diagnose und Therapie (B5, B6, K1, K10). <b>(VB B Z3).</b>
<p><b>Unterrichtsvorhaben VIII</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>ca. 19 Ustd.</p>	<p><b>Strahlung und Materie</b></p> <p>Atomphysik: Linienspektrum, Energieniveauschema, Kern-Hülle-Modell, Röntgenstrahlung</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Energie emittierter und absorbierter Photonen am Beispiel von Linienspektren leuchtender Gase und <b>Fraunhofer'scher Linien</b> 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 <b>Flammenfärbung und Linienspektren bzw. Spektralanalyse</b> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E6, E10),</li> <li>• interpretieren die Messergebnisse des <b>Franck-Hertz-Versuchs</b> (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 <b>Sonnenspektrums</b> (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>Unterrichtsvorhaben IX</b></p> <p><b>Massendefekt und Kernumwandlungen</b></p>	<p><b>Strahlung und Materie</b></p> <p>Kernphysik: Nukleonen; Zerfallsprozesse und Kernumwandlungen, Kernspaltung und -fusion</p>	<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</li> </ul>

<p><i>Wie lassen sich energetische Bilanzen bei Umwandlungs- und Zerfallsprozessen quantifizieren?</i></p> <p><i>Wie entsteht ionisierende Strahlung?</i></p> <p>ca. 16 Ustd.</p>		<p>Zerfall an (S5, S6, K6),</p> <ul style="list-style-type: none"> <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 an der <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 mc^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 Halbwertszeit (E5, E8, S6),</li> <li>• vergleichen verschiedene Vorstellungen von der Materie mit den Konzepten der modernen Physik (B8, K9).</li> </ul>
---	--	--

## 2.1.3. Jahrgangsstufen Q1+Q2 - Leistungskurs (Kooperation ZGL + GSG)

### Übersicht - Inhaltsfelder

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Die Schülerinnen und Schüler ...
<p><b>Unterrichtsvorhaben I</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>ca. 40 Ustd.</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 Querfeldern; Lorentzkraft; <b>geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern</b></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 Superpositionsprinzips elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6, K5),</li> <li>• modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Querfeldern 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</li> </ul>

		magnetischen Flussdichte einer langgestreckten stromdurchflossenen Spule von ihren Einflussgrößen (E2, E5),
<p><b>Unterrichtsvorhaben II</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>ca. 10 Ustd.</p>	<p><b>Ladungen, Felder und Induktion</b></p> <p>Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Quersfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern</p>	<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>Unterrichtsvorhaben III</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>ca. 25 Ustd.</p>	<p><b>Ladungen, Felder und Induktion</b></p> <p>Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität</p>	<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 Spannungstößen 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). <b>(VB D Z3)</b></li> </ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben IV</b></p> <p><b>Zeitliche und energetische Betrachtungen bei Kondensator und Spule</b></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,</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</li> </ul>

<p><i>Wie speichern elektrische und magnetische Felder Energie und wie geben sie diese wieder ab?</i></p> <p>ca. 20 Ustd.</p>	<p>elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität</li> </ul>	<p>Feldern gespeicherte Energie in Abhängigkeit der elektrischen Größen und der Kenngrößen der Bauelemente an (S1, S3, E2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>Unterrichtsvorhaben V</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>ca. 40 Ustd.</p>	<p><b>Schwingende Systeme und Wellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisierung und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer</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), <b>(MKR 1.2)</b></li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen experimentell am Beispiel des Federpendels das Phänomen der Resonanz auch unter Rückbezug auf Alltagssituationen (E5, E6, K1),</li> <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>ca. 10-15 Ustd.</p>	<p><b>Schwingende Systeme und Wellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer (nicht Michelson-Morley-Experiment)</b></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-</li> </ul>

		<p>Interferometers (E2, E3, S3, K3),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen die Bedeutung von Schwingkreisen für die Umsetzung des Sender-Empfänger-Prinzips an alltäglichen Beispielen (B1, B4, K1). <b>(VBBZ1)</b></li> </ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben VII</b></p> <p><b>Quantenphysik als Weiterentwicklung des physikalischen Weltbildes</b></p> <p><i>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</i></p> <p>ca. 30 Ustd.</p>	<p><b>Quantenphysik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt, Bremsstrahlung</li> <li>• Photonen und Elektronen als Quantenobjekte: Doppelspaltexperiment, Bragg-Reflexion, Elektronenbeugung; Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Delayed-Choice-Experiment; Kopenhagener Deutung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Photoeffekt mit der Einstein'schen Lichtquantenhypothese (S1, S2, E3).</li> <li>• beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise der Röntgenröhre (S1),</li> <li>• stellen anhand geeigneter Phänomene dar, dass Licht sowohl Wellen- als auch Teilchencharakter aufweisen kann (S2, S3, E6, K8)</li> <li>• 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),</li> <li>• erklären am Beispiel von Elektronen die De-Broglie-Hypothese (S1, S3),</li> <li>• berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quantenobjekte (S3),</li> <li>• deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Nachweiswahrscheinlichkeitsdichte von Elektronen (S3),</li> <li>• erläutern die Heisenberg'sche Unbestimmtheitsrelation in der Version der Unmöglichkeit-Formulierung (S2, S3, E7, E11, K4).</li> <li>• interpretieren die experimentellen Befunde zum Photoeffekt hinsichtlich des Widerspruchs zur klassischen Physik (E3, E8, S2, K3),</li> <li>• bestimmen aus den Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck'sche Wirkungsquantum (E6, S6),</li> <li>• interpretieren das Auftreten der kurzwelligen Grenze des Bremsstrahlungsspektrums (E6, S1),</li> <li>• erklären experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E3,</li> </ul>

		<p>E6),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>modellieren qualitativ das stochastische Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt bei gleichzeitiger Determiniertheit der Zufallsverteilung mithilfe der Eigenschaften der Wellenfunktion (E4, E6, K4).</li> <li>beurteilen 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 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>ca. 20 Ustd.</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, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung</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</li> </ul>

		<p>starken Wechselwirkung für die Stabilität des Kerns (S1, S2, K3),</p> <ul style="list-style-type: none"> <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><u>Unterrichtsvorhaben IX</u></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>ca. 22 Ustd.</p>	<p><b>Atom- und Kernphysik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Atomaufbau: Atommodelle, ein-dimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung</li> <li>Ionisierende Strahlung: Strahlungsarten, Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung, Eigenschaften ionisierender Strahlung, Absorption ionisierender Strahlung</li> <li>Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung</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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>wägen die Chancen und Risiken bildgebender Verfahren in der Medizin unter Verwendung ionisierender Strahlung gegeneinander ab (B1, B4, K3). (VB B Z 3)</li> </ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben X</b></p> <p><b>Massendefekt und Kernumwandlung</b></p> <p><i>Wie kann man natürliche Kernumwandlung beschreiben und wissenschaftlich nutzen?</i></p> <p><i>Welche Möglichkeiten der Energiegewinnung ergeben sich durch Kernumwandlungen in Natur und Technik?</i></p> <p>ca. 20 Ustd.</p>	<p><b>Atom- und Kernphysik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, 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 Energieversorgung (B5, B7, K3, K10), (VB D Z3),</li> <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>

## Übergeordnete Kompetenzerwartungen (Jgst. Q1/Q2)

Am Ende der Qualifikationsphase sollen die Schülerinnen und Schüler - aufbauend auf der Kompetenzentwicklung in der Einführungsphase - über die im Folgenden genannten **übergeordneten Kompetenzerwartungen** zu allen Kompetenzbereichen verfügen.

Während der Kompetenzbereich Kommunikation ausschließlich inhaltsfeldübergreifend angelegt ist, werden in den Bereichen Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz und Bewertungskompetenz anschließend inhaltsfeldbezogen konkretisierte Kompetenzerwartungen formuliert. Hinter den konkretisierten Kompetenzerwartungen ist jeweils in Klammern angegeben, auf welche übergeordneten Kompetenzerwartungen aus allen Bereichen sich diese beziehen.

### Sachkompetenz

#### *Modelle und Theorien zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler

- S1 erklären Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien, Modellen und Gesetzen auch auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens,
- S2 beschreiben Gültigkeitsbereiche von Modellen und Theorien und erläutern deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten,
- S3 wählen zur Bearbeitung physikalischer Probleme relevante Modelle und Theorien sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen begründet aus.

#### *Verfahren und Experimente zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler

- S4 bauen Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwerterfassungssystemen nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre qualitativen Beobachtungen und quantitativen Messwerte,
- S5 erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus,
- S6 erklären bekannte Auswerteverfahren und wenden sie auf Messergebnisse an,
- S7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an.

## Erkenntnisgewinnungskompetenz

### *Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien bilden*

Die Schülerinnen und Schüler

- E1 identifizieren und entwickeln in unterschiedlichen Kontexten naturwissenschaftlich-technische Probleme und Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten,
- E2 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.

### *Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler

- E3 beurteilen die Eignung von Untersuchungsverfahren zur Prüfung bestimmter Hypothesen,
- E4 modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge, wobei sie theoretische Überlegungen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen,
- E5 konzipieren geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung unter Beachtung der Variablenkontrolle.

### *Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- E6 erklären mithilfe bekannter Modelle und Theorien die in erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen,
- E7 berücksichtigen Messunsicherheiten und analysieren die Konsequenzen für die Interpretation des Ergebnisses,
- E8 beurteilen die Eignung physikalischer Modelle und Theorien für die Lösung von Problemen,
- E9 reflektieren die Relevanz von Modellen, Theorien, Hypothesen und Experimenten im Prozess der physikalischen Erkenntnisgewinnung.

### *Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- E10 beziehen theoretische Überlegungen und Modelle zurück auf zugrundeliegende Kontexte und reflektieren ihre Generalisierbarkeit,
- E11 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit).

## Kommunikationskompetenz

### *Informationen erschließen*

Die Schülerinnen und Schüler

- K1 recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,
- K2 prüfen verwendete Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fachsprache und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt,
- K3 entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder.

### *Informationen aufbereiten*

Die Schülerinnen und Schüler

- K4 formulieren unter Verwendung der Fachsprache chronologisch und kausal korrekt strukturiert,
- K5 wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen aus,
- K6 veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge,
- K7 präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien.

### *Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- K8 nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten zur Beurteilung vorgegebener und zur Entwicklung eigener innerfachlicher Argumentationen,
- K9 tauschen sich mit anderen konstruktiv über physikalische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus, vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt,
- K10 prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate.

## **Bewertungskompetenz**

### *Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen*

Die Schülerinnen und Schüler

- B1 erläutern aus verschiedenen Perspektiven Eigenschaften einer schlüssigen und überzeugenden Argumentation,
- B2 beurteilen Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz.

### *Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen*

Die Schülerinnen und Schüler

- B3 entwickeln anhand geeigneter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen diese gegeneinander ab,
- B4 bilden sich reflektiert und rational in außerfachlichen Kontexten ein eigenes Ur-teil.

### *Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- B5 reflektieren Bewertungen von Technologien und Sicherheitsmaßnahmen oder Risikoeinschätzungen hinsichtlich der Güte des durchgeführten
- B6 beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung und Konsequenzen und schätzen Risiken, auch in Alltagssituationen, ein,
- B7 reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen mit physikalischem Hintergrund,
- B8 reflektieren Auswirkungen physikalischer Weltbetrachtung sowie die Bedeutung physikalischer Kompetenzen in historischen, gesellschaftlichen oder alltäglichen Zusammenhängen.

Fundamente **schaffen** - Werte **leben** - Wege **öffnen**

Dies bedeutet konkret für den **Leistungskurs**:

Die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler sollen im Rahmen der Behandlung der nachfolgenden, für die Qualifikationsphase **obligatorischen Inhaltsfelder** entwickelt werden:

- Ladungen, Felder und Induktion
- Schwingende Systeme und Wellen
- Quantenphysik
- Atom- und Kernphysik

Bezieht man übergeordnete Kompetenzerwartungen (Kap. 2.3) sowie die unten aufgeführten **inhaltlichen Schwerpunkte** aufeinander, so ergeben sich die nachfolgenden **konkretisierten Kompetenzerwartungen**:

## Schlüsselexperimente

Inhaltsfeld Klassische Wellen und geladene Teil- chen in Feldern	Inhaltsfeld Quantenobjekte	Inhaltsfeld Elektrodynamik und Energieübertra- gung	Inhaltsfeld Strahlung und Materie
Federpendel	Photoeffekt	Leiterschaukel	Flammenfärbung
Wellenwanne	Doppelspaltversuch mit Elektronen	Leiterschleife	Linienpektren, Spektralanalyse
Millikanversuch		Thomsons'scher Ringversuch	Sonnenspektrum, Fraunhofer'sche Linien
Fadenstrahlrohr		Transformator	Franck-Hertz-Versuch
Doppelspalt		Modellexperiment zur Freileitung	Röntgenspektren (inkl. Bremsstrahlung)
Gitter		Generator	Geiger-Müller-Zählrohr
Zyklotron		Oszilloskop/Messwerterfassung	Absorptionsexperimente
		Auf-/Entladevorgang bei Kondensatoren	

## Einbindung der Rahmenvorgaben zur Verbraucherbildung

Übergreifender Bereich Allgemeiner Konsum			
Bereich A: Finanzen Marktgeschehen, Verbraucherrecht	Bereich B: Ernährung und Gesundheit	Bereich C: Medien und Information in der digitalen Welt	Bereich D: Leben, Wohnen Mobilität

### Zieldimensionen (Z): Auseinandersetzung mit

- Individuellen Bedürfnissen und Bedarfen (Z1)
- Gesellschaftlichen Einflüssen auf Konsumentscheidungen (Z2)
- Individuellen und gesellschaftlichen Folgen des Konsums (Z3)
- Politisch-rechtlichen und sozioökonomischen Rahmenbedingungen (Z4)
- Kriterien für Konsumentscheidungen (Z5)
- Individuellen, kollektiven und politischen Gestaltungsoptionen des Konsums (Z6)

Im Bereich der Röntgenstrahlung sowie der radioaktiven Zerfälle werden die o. g. Rahmenvorgaben im Bereich B in den Zieldimensionen Z1 bis Z6 eingebunden, im Inhaltsfeld der Wirbelströme, Transformatoren und Generatoren der Bereich D in den Dimensionen Z1 bis Z6 und im Inhaltsfeld elektromagnetische Schwingungen und Wellen der Bereich C in der Dimension Z1.

## Einbindung Europa

Die Entwicklung der Forschung bzgl. Atom- und Quantenphysik bis zur heutigen Arbeit am CERN werden historisch, gesellschaftlich und sozio-ökonomisch beleuchtet.

## Außerschulische Kooperationen

---

## 2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

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

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Physik bezüglich ihres schulinternen Lehrplans fachmethodische und fachdidaktische Grundsätze beschlossen, die im schulinternen Curriculum Physik der Sekundarstufe I (G9) einsehbar sind.

### Fachmethodik Sekundarstufe II

Unter Berücksichtigung des Schulprogramms sowie der Kooperation mit der Fachkonferenz Physik des Geschwister-Scholl-Gymnasiums Lüdenscheid hat die Fachkonferenz Physik für die Sekundarstufe II die folgenden fachmethodischen Grundsätze beschlossen:

- (1) Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse:

Für den Physikunterricht bedeutet das eine kontextorientierte Anlage sowohl der gesamten Unterrichtsreihen als auch, wenn möglich und sinnvoll, der Unterrichtseinheiten. Dazu gehört, dass möglichst aufgrund lebensweltnaher, technisch-gesellschaftlicher oder forschungspraktischer Ausgangssituationen die - physikalischen - Problemfragen formuliert werden, diesen Fragen anschließend auf experimentellem bzw. deduktiven Wege nachgegangen wird, die Ergebnisse hinsichtlich der Erkenntnisgewinnung und Bedeutung reflektiert sowie der Lernprozess bewusst gemacht wird.

- (2) Medien, Arbeitsmittel:

Die Schülerinnen und Schüler müssen ein Mindestmaß an Formeln auswendig kennen. Die Verwendung der fächerübergreifend in der gymnasialen Oberstufe eingeführten Formelsammlung dient der Vorbereitung auf die Zentralabiturklausur.

Der an der Schule eingeführte Taschenrechner (CAS) soll im Unterricht und in den Klausuren der Oberstufe verwendet werden. Gleiches gilt für den Einsatz des Computers (Messwerterfassung, Werkzeug zur Modellbildung, Simulation, Präsentation, Recherche, Literaturquelle im Internet). Der Computer soll auch bei der häuslichen Arbeit der Schülerinnen und Schüler Einsatz finden.

Der Physikunterricht bietet gute Gelegenheit, den Einsatz weiterer Medien, wie beispielsweise die Nutzung von Handys (Smartphones) über deren eingebaute Sensoren bzw. mit Hilfe entsprechender Apps zu erproben (z. B. Videoanalyse, Beschleunigungsmessung, GPS)

- (3) Der Unterricht fördert eine aktive Teilnahme der Schülerinnen und Schüler:

Sie erhalten Gelegenheit zu selbständiger und kooperativer Arbeit und werden dabei unterstützt. Im Physikunterricht sollen immer wieder sowohl Phasen der Einzelarbeit und kooperative Lernformen realisiert werden, um sowohl die individuelle selbständige

Arbeit der Lernenden als auch deren fachlich-kommunikativen Kompetenzen zu stärken.

(4) Kooperation und Individualität:

Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit zwischen den Schülerinnen und Schülern, bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen und berücksichtigt individuelle Lernwege. Dies bedeutet, dass verschiedene, individuelle Lösungsideen genutzt werden können, um fachlich richtige Lösungsalternativen zu gewinnen. Eventuell auftretende Fehler werden in der Gemeinschaft aller geklärt, um sich der Fehlerursachen bewusst zu werden und hieraus zu lernen. Maßnahmen der Binnendifferenzierung unterstützen individuelle Lernwege.

Im Zuge der Korrektur und Rückgabe von Klausuren in der Oberstufe sollen bedeutende oder mehrfach aufgetretene Fehler und deren Ursachen analysiert werden. Den Schülerinnen und Schülern dient dies als Hilfe zur Entwicklung, den Lehrkräften als zusätzliche Unterstützung bei der Diagnose von Schülerkompetenzen.

### **Individuelles Lernen und Umgang mit Heterogenität**

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

- unterrichtsbegleitende Testaufgaben zur Diagnose individueller Kompetenzentwicklung in allen Kompetenzbereichen
- komplexere Lernaufgaben mit gestuften Lernhilfen für unterschiedliche Leistungsanforderungen
- unterstützende zusätzliche Maßnahmen für erkannte oder bekannte Lernschwierigkeiten
- herausfordernde zusätzliche Angebote für besonders leistungsstarke Schülerinnen und Schüler (auch durch Helfersysteme oder Unterrichtsformen wie „Lernen durch Lehren“)

## 2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

### 2.3.1 Präsenzunterricht

Auf der Grundlage von §48 SchulG, §13 APO-GOST sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Physik hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungswertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die nachfolgenden Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

Da erfolgreiches Lernen kumulativ ist, sind Unterricht und Lernerfolgsüberprüfungen darauf ausgerichtet, grundlegende Kompetenzen, die in den vorangegangenen Jahren erworben wurden, wiederholt in ansteigender Progression und Komplexität in verschiedenen Zusammenhängen anzuwenden. Die Beurteilung von Leistungen soll demnach grundsätzlich mit der Diagnose des erreichten Lernstandes und Hinweisen zum individuellen Lernfortschritt verknüpft sein.

Im Sinne der Orientierung an den zuvor formulierten Anforderungen sind grundsätzlich alle im Curriculum ausgewiesenen Kompetenzbereiche (Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz, Bewertungskompetenz) sowie die Basiskonzepte bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Überprüfungsformen schriftlicher, mündlicher und fachpraktischer Art sollen deshalb darauf ausgerichtet sein, die Erreichung der aufgeführten Kompetenzen und Inhalte zu überprüfen. Ein isoliertes, lediglich auf Reproduktion angelegtes Abfragen einzelner Daten und Sachverhalte allein kann dabei den zuvor formulierten Ansprüchen an die Leistungsfeststellung nicht gerecht werden. Die Beobachtungen der Lehrkräfte erfassen die Qualität, Häufigkeit und Kontinuität der Unterrichtsbeiträge der Schüler. Diese Beiträge werden in mündlichen, schriftlichen und praktischen Formen erbracht.

### Anforderungsbereiche

Die Leistungsbewertung in der Sekundarstufe II bezieht sich auf die im Kernlehrplan benannten vier Kompetenzbereiche (Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung) und unterscheidet dabei in Anlehnung an die Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA) Physik jeweils die drei verschiedenen Anforderungsbereiche:

AFB I	Reproduktion und die Anwendung einfacher Sachverhalte und Fachmethoden
AFB II	Reorganisation und das Übertragen komplexerer Sachverhalte und Fachmethoden
AFB III	Problembezogenes Anwenden und Übertragen komplexer Sachverhalte und Fachmethoden

Die folgende Übersicht zeigt Beispiele, wie Schülerleistungen den Anforderungsbereichen (AFB) zugeordnet werden können:

- Umgang mit Fachwissen
  - Wiedergeben von einfachen Daten und Fakten (I)

- Fachgerechtes Wiedergeben und Anwenden von komplexeren Zusammenhängen (II)
- Problembezogenes Verknüpfen von Daten und Fakten mit neuen Fragestellungen (III)
- Wiedergeben von einfachen Gesetzen und Formeln sowie deren Erläuterung (I)
- Verknüpfen von Formeln und Gesetzen eines abgegrenzten Gebietes (II)
- Problembezogenes Einordnen und Nutzen von Wissen in verschiedenen inner- und außerphysikalischen Wissensbereichen (III)
- Erkenntnisgewinnung
  - Aufbau und Beschreibung eines einfachen Experiments nach vorgelegtem Plan (I)
  - Selbständiger Aufbau und Durchführung eines Experiments (II)
  - Planung, Aufbau und Durchführung eines Experiments zu einer vorgegebenen Fragestellung (III)
  - Auswertung von Ergebnissen nach bekannten, einfachen Verfahren (I)
  - Modellbildung und mathematische Beschreibung physikalischer Phänomene (II)
  - Entwickeln und beschreiben alternativer Modelle, Modellelemente und Lösungswege, auch in neuen Kontexten (III)
- Kommunikation
  - Entnehmen von Informationen aus einfachen Fachtexten (I)
  - Strukturieren von Informationen und adressatengerechte Aufarbeitung (II)
  - Eigenständiges Recherchieren, Strukturieren, Beurteilen und Aufarbeiten von Informationen mit Bezug auf neue Fragestellungen oder Zielsetzungen (III)
  - Darstellen von Sachverhalten in verschiedenen Darstellungsformen als Tabellen, Graphen, Skizzen, Texten, Diagrammen, Mind-Maps, Formeln und/oder Gesetzen (I)
  - Strukturiertes schriftliches oder mündliches Präsentieren komplexer Sachverhalte (II)
  - Analysieren und Einsetzen komplexer Texte und Darstellungen nach eigener Auswahl (III)
- Bewertung
  - Darstellen von Konflikten und ihren Lösungen in wissenschaftlich-historischen Kontexten (I)
  - Übertragung bekannter Problemlösungen auf Konflikte mit physikalisch-technischem Hintergrund (II)
  - Angabe möglicher Problemlösungen bei Konflikten mit physikalisch-technischem Hintergrund (III)
  - Darstellen von Positionen und Argumenten bei Bewertungen in physikalisch-technischen Zusammenhängen (I)
  - Kriteriengeleitetes Abwägen vorliegender Argumente bei Bewertungen in physikalisch-technischen Zusammenhängen und Beziehen eines begründeten Standpunktes (II)
  - Bewertung komplexer physikalisch-technischer Zusammenhänge aus verschiedenen Perspektiven und auf der Basis von Sachargumenten (III)

## Überprüfungsformen

Im Lehrplan werden Überprüfungsformen (Darstellungsaufgaben, experimentelle Aufgaben, Aufgaben zur Datenanalyse, Herleitungen mithilfe von Theorien und Modellen, Rechercheaufgaben, Dokumentationsaufgaben, Präsentationsaufgaben, Bewertungsaufgaben) angegeben, die Möglichkeiten bieten, Leistungen nach den oben genannten Kriterien im Bereich der „sonstigen Mitarbeit“ oder den Klausuren zu überprüfen. Um abzuschließen, dass am Ende der Qualifikationsphase von den Schülerinnen und Schülern alle geforderten Kompetenzen erreicht werden, sind verschiedene Überprüfungsformen (selbstständige und kooperative Aufgabenerfüllung) notwendig. Besonderes Gewicht wird im Grundkurs auf experimentelle Aufgaben und Aufgaben zur Datenanalyse gelegt.

Im Verlauf der gymnasialen Oberstufe ist sicherzustellen, dass Formen, die im Rahmen der Abiturprüfungen - insbesondere in den mündlichen Prüfungen - von Bedeutung sind, frühzeitig vorbereitet und angewendet werden.

## Sonstige Mitarbeit

Im Vergleich zur Sekundarstufe I ist eine Aufforderung der Schülerinnen und Schüler zur sonstigen Mitarbeit nicht mehr explizit Aufgabe des Lehrers, die Lernenden sind angehalten, selbstständig am Unterricht mitzuarbeiten.

Der Stand der Kompetenzentwicklung wird sowohl durch Beobachtungen während des Schuljahres (Prozess der Kompetenzentwicklung) als auch durch punktuelle Überprüfungen (Stand der Kompetenzentwicklung) festgestellt.

Die nachfolgenden Überprüfungsformen sind verbindlich an geeigneten Stellen im Unterricht einzusetzen. Darüber hinaus sind weitere Überprüfungsformen zulässig.

- experimentelle und fachpraktische Aufgaben  
Aufgabenstellungen, die sich auf Experimente beziehen, werden in besonderem Maße den Zielsetzungen des wissenschaftspropädeutischen Physikunterrichts gerecht. Diese können auch Bestandteil von fachpraktischen Aufgaben sein. Neben Formulierung einer Fragestellung, der hypothesengeleiteten Planung, Durchführung und Auswertung liegt in diesem Zusammenhang ein weiteres Augenmerk auf der Dokumentation. Experimentelles Arbeiten umfasst die qualitative und/oder quantitative Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung  
Untersuchung von Zusammenhängen, aber auch den Umgang mit umfangreichen Daten aus Messreihen sowie die Arbeit mit bzw. an Modellen. Erkenntnisse, die aus experimentellen Arbeiten gewonnen werden, können die Grundlage bilden für die nachfolgenden Überprüfungsformen.
- Aufgaben zur Arbeit mit Theorien und Modellen  
Neben experimentellen Aufgaben kommt der Arbeit mit Theorien und Modellen im Physikunterricht eine besondere Bedeutung zu. Hierzu zählen insbesondere die Erklärung von Zusammenhängen oder die Überprüfung von Aussagen mit Modellen oder Theorien. Dies kann beispielsweise die Vorhersage bzw. Begründung von physikalischen Sachverhalten und Ergebnissen auf Grundlage von Modellen sein. Mithilfe theoretischer Überlegungen können physikalische Zusammenhänge deduktiv hergeleitet sowie mathematisch modelliert und berechnet werden.
- Präsentationsaufgaben  
Präsentationsaufgaben lassen sich in vielfältigen Formen einsetzen und reichen von einfachen Vorträgen bzw. Referaten bis hin zur Erstellung und Darbietung von Medienbeiträgen oder der Durchführung von Diskussionen. Im Rahmen von Präsentationen spielen auch immer Recherche- und Darstellungsaspekte eine bedeutende Rolle.

➤ Darstellungsaufgaben

Mittels Darstellungsaufgaben erfolgt ein strukturiertes Beschreiben, Darstellen und/oder Erklären eines physikalischen Phänomens, Konzepts oder Sachverhalts, wobei auch Modelle zum Einsatz kommen können. Darstellungsaufgaben beziehen sich auf die Beschreibung und Erläuterung von Tabellen, Grafiken und Diagrammen. Werden komplexe Zusammenhänge und Sachverhalte durch geeignete graphische Darstellungsformen zusammengefasst oder Informationen aus einer Darstellungsform in eine andere überführt, kommt der Charakter von Darstellungsaufgaben ebenfalls zum Tragen. Das Verfassen fachlicher Texte erfolgt adressaten- und anlassbezogen.

➤ Bewertungs-/Beurteilungsaufgaben

Das Fach Physik trägt zur Entwicklung von Wertvorstellungen, Meinungsbildung und Entscheidungsfindung bei. Dabei ist in auftretenden Problemsituationen die Unterscheidung von Werten, Normen und Fakten wichtig. Die Benennung von Handlungsoptionen erfolgt aus der Beachtung verschiedener Perspektiven. Umstrittene Sachverhalte oder Medienbeiträge werden unter fachlichen Gesichtspunkten überprüft.

Daher können folgende Aspekte bei der Leistungsbewertung der sonstigen Mitarbeit eine Rolle spielen (die Liste ist nicht abschließend):

- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Verständlichkeit und Präzision beim zusammenfassenden Darstellen und Erläutern von Lösungen in Einzel-, Partner-, Gruppenarbeit oder einer anderen Sozialform sowie konstruktive Mitarbeit bei dieser Arbeit
- Klarheit und Richtigkeit beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben physikalischer Sachverhalte
- Sichere Verfügbarkeit physikalischen Grundwissens (z. B. physikalische Größen, Einheiten, Formeln, fachmethodische Verfahren)
- Situationsgerechtes Anwenden geübter Fertigkeiten
- Angemessenes Verwenden der Fachsprache
- Konstruktives Umgehen mit Fehlern
- Fachlich sinnvoller, sicherheitsbewusster und zielgerichteter Umgang mit Experimentalmedien
- Zielgerichtetes Beschaffen von Informationen
- Erstellen von nutzbaren Unterrichtsdokumentationen
- Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Zielbezogenheit, Adressatengerechtigkeit von Präsentationen, auch mediengestützt
- Sachgerechte Kommunikationsfähigkeit in Unterrichtsgesprächen und Kleingruppenarbeiten
- Sachgerechte Kommunikationsfähigkeit in Unterrichtsgesprächen und Kleingruppenarbeiten
- Einbringen kreativer Ideen
- Fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Überprüfungen

Folgende Formulierungen können zur Leistungsbewertung im Rahmen der „Sonstigen Mitarbeit“ herangezogen werden:

<p>1 (sehr gut) 13 bis 15 Punkte</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mitarbeit, die in Qualität und Quantität die Erwartungen regelmäßig übersteigt</li> <li>➤ Verständnis auch komplexer Sachverhalte und deren Einordnung in den Gesamtzusammenhang</li> <li>➤ eigenständig gedankliche Leistung als Beitrag zur Hypothesenbildung, Planung/Durchführung/Auswertung von Experimenten im Rahmen der Erkenntnisgewinnung sowie Problemlösung</li> <li>➤ Die kritische Bewertung physikalischer Sachverhalte hinsichtlich ihres gesellschaftlichen Nutzens, das Aufzeigen von Alternativen und das Erkennen alternativer Lösungswege gelingen regelmäßig, korrekt, kriteriengeleitet und sicher.</li> <li>➤ Prozessbezogene Kompetenzen werden souverän und sachangemessen eingesetzt.</li> <li>➤ Angemessene, klare sprachliche Darstellung bzw. Kenntnis und Anwendung der Fachsprache</li> </ul>
<p>2 (gut) 10 bis 12 Punkte</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Regelmäßige angemessene Mitarbeit, die teilweise die Erwartungen übersteigt</li> <li>➤ Verständnis schwieriger Sachverhalte und deren Einordnung in den Gesamtzusammenhang der Unterrichtsreihe</li> <li>➤ Entwicklung von Lösungsansätzen - sowohl theoretisch als auch experimentell -, auch bei komplexen Aufgaben bzw. in komplexen Themenstellungen.</li> <li>➤ Die selbstständige Verknüpfung früher erworbener Kompetenzen mit dem aktuellen Unterrichtsthema gelingt meistens</li> <li>➤ Angemessene sprachliche Darstellung bzw. weitgehende Kenntnis und Anwendung der Fachsprache</li> <li>➤ Prozessbezogene Kompetenzen sind auch in höheren Stufen meist korrekt ausgeprägt.</li> </ul>
<p>3 (befriedigend) 7 bis 9 Punkte</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Regelmäßige angemessene Mitarbeit</li> <li>➤ Im Wesentlichen richtige Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus dem unmittelbar behandelten Stoffgebiet und Verknüpfung mit dem Stoff der Unterrichtsreihe</li> <li>➤ (Vernetzte) Aufgaben können im Wesentlichen gelöst werden</li> <li>➤ Gelegentliche Anwendung der Fachsprache</li> <li>➤ Prozessbezogene Kompetenzen können - je nach Stufe - im Wesentlichen sachgerecht angewendet werden</li> </ul>
<p>4 (ausreichend) 4 bis 6 Punkte</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nur gelegentlich angemessene Mitarbeit</li> <li>➤ Beiträge beschränken sich auf Reproduktion und die Lösung einfacher Aufgaben.</li> <li>➤ Vernetzungen gelingen nur im unmittelbar behandelten Teilgebiet einer Unterrichtsreihe und sind im Wesentlichen richtig.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Fachsprache ist in Ansätzen vorhanden.</li> <li>➤ Prozessbezogene Kompetenzen aus einem begrenzten Bereich sind im Wesentlichen vorhanden.</li> </ul>
5 (mangelhaft) 1 bis 3 Punkte	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Auch auf Nachfrage überwiegend keine angemessene Mitarbeit.</li> <li>➤ Reproduktive Beiträge nach Aufforderung sind nur teilweise richtig.</li> <li>➤ Prozess- und inhaltsbezogene Kompetenzen sind nur in Ansätzen vorhanden.</li> </ul>
6 (ungenügend) 0 Punkte	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Auch auf Nachfrage (nahezu) keine Mitarbeit.</li> <li>➤ Reproduktive Beiträge werden auch nach Aufforderung nur unzureichend erbracht.</li> <li>➤ Prozess- und inhaltsbezogene Kompetenzen sind nicht oder nur rudimentär vorhanden.</li> </ul>

Im Bereich der sonstigen Mitarbeit setzt sich die Note aus den Einzelleistungen aus folgenden Bereichen zusammen: Unterrichtsbeiträge einschließlich mündlicher Stundenzusammenfassungen, Referate, schriftliche Übungen, Mitarbeit bei Experimenten und in Gruppenarbeitsphasen, Auswertung von Experimenten, Anfertigung von Protokollen, sinnvolle Unterrichtsmitteilungen, gelegentliche Präsentation der Hausaufgaben. Nichtanfertigen von Hausaufgaben wird berücksichtigt. Nach jeweils einem Quartal wird eine Gesamtnote für diesen Bereich bekannt gegeben.

Insgesamt hat sich folgendes prozentuales Schema bewährt:

50% kontinuierliche mündliche Beiträge, 10% Referat/Schülerexperiment, 10% Präsentation der Hausaufgaben an der Tafel (bei fehlenden Hausaufgaben Note 6 in diesem Bereich), 10% mündliche Stundenzusammenfassung vor dem Kurs, bis zu 20% schriftliche Übung(en). Sollten 10%- oder 20%-Bereiche in einem Quartal fehlen, erhöht sich der prozentuale Anteil der kontinuierlichen mündlichen Beiträge um den fehlenden Betrag.

Beurteilungskriterien sind hierbei u. a.: sachgerechtes Diskutieren und Argumentieren, Klarheit der Gedankenführung, angemessene Fachsprache, sachliche Richtigkeit und Vollständigkeit, Grad der Selbständigkeit und Komplexität sowie erfolgreiches Experimentieren.

Mit vorwiegend reproduktiven Leistungen kann die Note „ausreichend“ erreicht werden. Bessere Notenstufen setzen eine Erhöhung des Grades an Selbständigkeit und Komplexität sowie der Transferleistungen voraus.

Referate: Ein Referat kann in jeder Jahrgangsstufe in Einzel-, Partner- oder Kleingruppenarbeit gehalten werden. Der Grad der Selbständigkeit, der Präsentation sowie des freien Vortrages sollen genauso wie der fachliche und zeitliche Umfang des Vortrages im Laufe der Schullaufbahn stetig erhöht werden. Einzelleistungen dieser Art sollen nicht am jeweiligen Halbjahresende dazu genutzt werden, drohende Leistungsdefizite abzuwenden, sondern stellen ergänzende Unterrichtsbeiträge im stetigen Unterrichtsverlauf im Bereich der sonstigen Mitarbeit dar.

1. Inhalt und Aufbau
  - Klare Themen-/Problemdarlegung zu Beginn des Vortrages

- Nachvollziehbare Gliederung und deren Vorstellung vor dem Publikum
  - Logischer Aufbau ohne Sprünge, Lücken oder Wiederholungen im Argumentationsgang
  - Sachliche Richtigkeit
  - Klare Herausarbeitung der Kernaussagen/Merksätze/Formeln o. ä.
  - Erläuterung neuer Fachbegriffe
  - Klare Trennung von Daten/Fakten und persönlicher Meinung/begründeter Wertung
  - Textliche Erläuterung ggf. vorhandener Tabellen/Diagramme o. ä.
  - Einhaltung/Ausnutzung der vorgegebenen Referatszeit
  - Themensicherheit des Referenten
  - Beantwortung von Zuhörerfragen
  - Weiß der Zuhörer nach dem Referat mehr über das Thema als vorher oder ist er eher verwirrt?
2. Methodik, Darstellung, Sprache
- Freier, flüssiger, souveräner Vortrag (ggf. mit Stichpunktzetteln)
  - Akustische Verständlichkeit des Referats
  - Sprachliche Verständlichkeit des Referats
  - Fachsprache
  - Fachspezifische Methoden (z. B. Beweis, Planung und Durchführung von Experimenten)
3. Veranschaulichung, Medien
- Passende Auswahl von Veranschaulichungen bzw. Medien
  - Medien nicht als Selbstzweck
  - Kennzeichnung von Zitaten mit Quellenbeleg
  - Präsentation der Medien (Lesbarkeit, Qualität, sinnvolle Quantität, Zeit zur Betrachtung durch Zuhörer, ...)
4. Sicherung: Tafelanschrieb, Handout o. ä.
- Übersichtlichkeit
  - Verständlichkeit
  - Darstellung
  - Lesbarkeit
  - Beschränkung auf zentrale Aspekte
  - Vollständigkeit der zentralen Aspekte
  - Ausdruck, Rechtschreibung, Grammatik, Zeichensetzung
  - Vollständiger Literatur- und Quellennachweis (Digitale Quellen dürfen nicht den Hauptanteil ausmachen. Vom Nutzer veränderbare Internetlexika sind keine verlässliche, wissenschaftliche Quelle.)
5. Sonstiges
- Kreativität bei der Arbeitsplanung von Experimenten, Verfahren der Sicherung u. ä.
  - Engagement
  - Eigenständigkeit

#### Schriftliche Übungen:

In einer schriftlichen Übung können folgende Aufgabentypen gestellt werden:

Darstellung eines physikalischen Sachzusammenhangs, einer bestimmten Problemstellung oder eines zentralen Unterrichtsergebnisses; Darstellung der bearbeiteten Hausaufgabe; Auswertung/Deutung eines Experiments; Lösung eines Problems anhand fachspezifischer Materialien.

Folgende Kriterien sind bewertungsrelevant: inhaltliche Richtigkeit, Klarheit und Vollständigkeit der Darstellung; korrekte Verwendung der Fachsprache sowie fachgerechte Anwendung physikalischer Methoden und Verfahren.

Bei Schriftlichen Übungen gilt folgende Einteilung der Notenskala:

- Unter 20% der erreichten Punktzahl wird die Note „ungenügend“ vergeben.
- Ab 40% der erreichten Punktzahl wird die Note „ausreichend“ vergeben.
- Die weiteren Notenstufen werden gleichmäßig verteilt.

### Schriftlicher Bereich

Für Schüler(innen), die das Fach Physik schriftlich gewählt haben, setzt sich die Abschlussnote zu 50% aus der zusammengesetzten Note aus dem schriftlichen Bereich und zu 50% aus der zusammengesetzten Note aus den beiden Quartalsnoten im Bereich der sonstigen Mitarbeit zusammen.

Zur Vorbereitung auf die Abiturprüfung werden alle Aufgaben ab der Jahrgangsstufe EF operationalisiert. Pro Klausur werden in der Regel zwei Aufgaben (mit mehreren Teilaufgaben) gestellt. Als Hilfsmittel in Klausuren sind die eingeführte Formelsammlung sowie der an der jeweiligen Schule eingeführte Taschenrechner (am Staberg: CAS) im Prüfungsmodus erlaubt. Abweichende Taschenrechnerformate, insbes. WTR sind nicht zugelassen.

Im schriftlichen Bereich können Leistungen in Form von Klausuren und ggf. in Form einer Facharbeit erbracht werden.

Bei Klausuren gilt folgende Einteilung der Notenskala:

- Unter 20% der erreichten Punktzahl wird die Note „ungenügend“ vergeben.
- Ab 40% der erreichten Punktzahl wird die Note „ausreichend“ vergeben.
- Die weiteren Notenstufen werden gleichmäßig verteilt.

Dauer und Anzahl richten sich nach den Angaben der APO-GOST:

	GK	LK
EF 1. HJ	Anzahl: 1; Dauer: 90 min	---
EF 2. HJ	Anzahl: 2; Dauer: 90 min	---
Q1 1. HJ	Anzahl: 2; Dauer: 90 min	Anzahl: 2; Dauer: 135 min
Q1 2. HJ	Anzahl: 2; Dauer: 90 min	Anzahl: 2; Dauer: 135 min
Q2 1. HJ	Anzahl: 2; Dauer: 135 min	Anzahl: 2; Dauer: 225 min
Q2 2. HJ, Abitur	Anzahl: 1 + Abitur Abiturjahrgang 2023: 225 min Abiturjahrgang 2024: 225 min ab Abiturjahrgang 2025: 255 min	Anzahl: 1 + Abitur Abiturjahrgang 2023: 270 min Abiturjahrgang 2024: 270 min ab Abiturjahrgang 2025: 300 min

Bei enthaltenen Schülerexperimenten kann die Arbeitszeit um 60 Minuten pro Klausur verlängert werden. Im Vergleich zum Fach Mathematik gibt es im Fach Physik in Klausuren

keinen hilfsmittelfreien Teil. Ab dem Abiturjahrgang 2025 gibt es eine Auswahl der Aufgaben im Abitur durch die Schülerinnen und Schüler, für vorangehende Abiturjahrgänge nicht.

In Klausuren können folgende Aufgabenarten - auch vermischt - vorkommen:

Bearbeitung eines Demonstrationsexperimentes, Durchführung und Bearbeitung eines Schülerexperimentes sowie Bearbeitung eines begrenzten physikalischen Problems anhand fachspezifischer Materialien (Versuchsbeschreibungen nicht durchgeführter Experimente, Texte, Messwerte, Graphen o. ä.). Jede Klausur enthält auch einen quantitativen Anteil; reine „Rechenklausuren“ mit physikalischen Größen werden nicht gestellt. Zur Vorbereitung auf die Abiturprüfung werden die Schüler zunehmend an die Operatorschreibweise herangeführt. Auch werden Klausuren durch die drei Anforderungsbereiche (AF) strukturiert: Der AF I umfasst die Wiedergabe von Sachverhalten aus einem begrenzten Gebiet im gelernten Zusammenhang sowie die Beschreibung und Verwendung gelernter und geübter Arbeitstechniken und Verfahrensweisen in einem begrenzten Gebiet und in einem wiederholenden Zusammenhang. Im AF II werden selbständiges Auswählen, Anordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang sowie selbständiges Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neue Situationen gefordert. Der AF III umfasst planmäßiges Verarbeiten komplexer Gegebenheiten mit dem Ziel, zu selbständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Begründungen, Wertungen zu gelangen. Das Schwergewicht der zu erbringenden Leistungen in einer Klausur liegt im AF II. Daneben werden AF I und III so berücksichtigt, dass AF I in deutlich höherem Maß als AF III vorkommt.

Nach der Rückgabe einer Klausur muss aus den individuellen Rückmeldungen an die Schülerinnen und Schüler hervorgehen, welche Teilpunkte erreicht wurden und ggf. welche Elemente der Lösung zum Erreichen der vollen Punktzahl gefehlt haben (z.B. über einen detaillierten Erwartungshorizont).

**Facharbeiten:** Die Facharbeit ersetzt die erste Klausur im zweiten Halbjahr der Jgst. Q1. Die Themenwahl bleibt dem Schüler in Absprache mit der entsprechenden Lehrkraft überlassen; rein physikalisch-historische Facharbeiten sind nicht zulässig. Bei der Erstellung der Arbeit muss das dreiseitige Merkblatt über die Facharbeit beider Staberger Gymnasien, das im Internet oder bei der Lehrkraft eingesehen werden kann, berücksichtigt werden.

Außerdem wird bei der Leistungsbewertung auf die folgenden Aspekte Wert gelegt:

1. Formale Aspekte
  - Äußere Form (s. Merkblatt)
  - Lesbarkeit
  - Gliederungssystem
  - Vollständiger Literatur- und Quellennachweis (Digitale Quellen dürfen nicht den Hauptanteil ausmachen. Vom Nutzer veränderbare Internetlexika sind keine verlässliche, wissenschaftliche Quelle.)
  - Ausdruck, Rechtschreibung, Grammatik, Zeichensetzung
2. Methodische Aspekte
  - Logischer Aufbau ohne Sprünge, Lücken oder Wiederholungen im Argumentationsgang
  - Bezüge zwischen Einleitung, Hauptteil und Schlussteil
  - Fachsprache
  - Erklärung von Fachbegriffen



Fundamente **schaffen** - Werte **leben** - Wege **öffnen**

- Fachspezifische Methoden (z. B. Beweis, Experiment)
  - Veranschaulichungen
  - Absicherung durch Quellenbelege
  - Klare Trennung von Daten/Fakten und persönlicher Meinung/Wertung
3. Inhaltliche Aspekte
- Korrekte Erfassung der Themenstellung, Themenbezug
  - Überzeugende Zitatauswahl
  - Verknüpfung verschiedener inhaltlicher Aspekte
  - Textliche Erläuterung der eingebundenen Tabellen, Diagramme, ...
  - Schlüssige Auswertung
  - Kritische Reflexion
4. Sonstige Aspekte
- Vorbesprechungen
  - Kreativität bei der Arbeitsplanung von Experimenten
  - Problemlösung
  - Engagement
  - Eigenständigkeit

## 2.3.2 Distanzunterricht

### Allgemeines

- Die gesetzlichen Vorgaben zur Leistungsüberprüfung und zur Leistungsbewertung gelten auch für die im Distanzunterricht (§29 SchulG/§48 SchulG/§§13ff. APO-GOST).
- Die Leistungsbewertung erstreckt sich neben dem Präsenzunterricht auch auf die im Distanzunterricht vermittelten Inhalte, Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten der Schülerinnen und Schüler und wird in die Bewertung der sonstigen Mitarbeit im Unterricht einbezogen.
- Sowohl im Präsenz- als auch im Distanzunterricht werden neben den inhalts- und prozessbezogenen auch die methodischen (u. a. Planung und Organisation des eigenen Lern- und Arbeitsprozesses), sozialen (u. a. Kooperation, Umgang miteinander) und personalen (u. a. Selbstvertrauen, Selbstreflexion, Motivation) Kompetenzen gefördert und gefordert.
- Das im schulinternen Curriculum formulierte Konzept der Leistungsbewertung gilt ebenso für den Distanzunterricht. Dies bedeutet, dass die entsprechenden Kompetenzen und Unterrichtsinhalte vermittelt, aber auch die Kompetenzerwartungen bewertet werden. Das Gebot der Gleichbehandlung ist sowohl zwischen den verschiedenen Unterrichtsphasen (Distanz- und Präsenzunterricht) als auch zwischen den Schülerinnen und Schüler der jeweiligen Lerngruppe (bei unterschiedlicher Beschulung) zu beachten.
- Die Leistungserbringung für einzelne Schülerinnen und Schüler im Distanzunterricht erfolgt simultan zum Rest der Lerngruppe im Präsenzunterricht. Dies gilt ebenso für Abgabefristen einzureichende Aufgabenformate.
- Die Mitteilung von Noten (Halbjahresnoten, Kurabschlussnoten, Zwischennoten [z. B. der sonstigen Mitarbeit]) geschieht telefonisch zu einem von der Lehrkraft festgelegten Zeitpunkt. Dieser ist den Schülerinnen und Schüler rechtzeitig vorher mitzuteilen. Beide Termine werden in der Kursmappe bzw. im Klassenbuch vermerkt.
- Über die Form der Leistungserbringung entscheidet die unterrichtende Lehrkraft in Absprache mit dem Schüler/der Schülerin. Im Folgenden werden mögliche Formen beispielhaft aufgelistet.

### Mögliche Formen der Leistungserbringung:

- Aufgrund des Gebots der Gleichbehandlung sollte sichergestellt werden, dass die Schülerinnen und Schüler im Distanzunterricht bei der Leistungserbringung möglichst denselben Selbstständigkeitsgrad erreichen wie die Schülerinnen und Schüler im Präsenzunterricht.
- Zu vermeiden sind daher Aufgabenformate und Formen der Leistungserbringung, in denen Aufgaben, die von außenstehenden Personen (z. B. Eltern, Geschwistern, Nachhilfelehrkräften) erledigt worden sein könnten, ausschließlich auf Vorhandensein und Korrektheit bewertet werden.
- Durch die Schulleitung genehmigte Nachteilsausgleiche gelten sowohl im Präsenz als auch im Distanzunterricht.
- Mögliche Formen der Leistungserbringung:
  - Referate in Form von vertonten Präsentationen (z. B. mit PowerPoint), Podcasts, Videokonferenzen oder Videoclips/Filmen (auch mit Plakaten) mit anschließender Rückfragemöglichkeit der Lerngruppe bzw. der Lehrkraft.

- Videotagebücher bei Langzeitexperimenten (z. B. bei Temperaturmessungen innerhalb einer längeren Zeitspanne)
- Bearbeitung und Auswertung von Experimenten, deren Durchführung durch ein Video durch die Lehrkraft zur Verfügung gestellt wird.
- Bearbeitung von Aufgaben, Arbeitsblättern o. Ä. mit Rückfragemöglichkeiten durch die Lerngruppe bzw. die Lehrkraft
- Präsentation von Aufgaben o. Ä. in einer Videokonferenz
- Schriftliche Übungen (zeitgleich zur Lerngruppe mit derselben Dauer) z. B. in Videokonferenzschaltung
- Leistungsfeststellungsprüfungen in Form einer mündlichen Prüfung innerhalb einer Videokonferenz oder in einer persönlichen Gesprächssituation (Schüler\*in, unterrichtende Lehrkraft, beisitzende/protokollierende Lehrkraft)
- Schülerexperimente im Fachraum zu einer individuell vereinbarten Zeit unter Aufsicht der Fachlehrkraft selbstständig planen, aufbauen, durchführen und auswerten
- Mitarbeit in einer Gruppenarbeitsphase in Form von Videokonferenzen
- Von der Lehrkraft festgelegte Schülerexperimente zu Hause selbstständig planen/notieren, durchführen, beschreiben und auswerten, die Leistungsbewertung erfolgt über Videokonferenzen bzw. persönliche Erklärungen
- Kollaborative Schreib-/Experimentier-/Dokumentations-/Präsentationsaufträge

#### Häufigkeit der Leistungserbringung:

Leistungsbewertung ist ein kontinuierlicher Prozess. Die Lehrkraft sollte daher in der notwendigen zeitlichen Dichte die Einzeleindrücke festhalten. Daher müssen pro Quartal im Lernen auf Distanz mehrere leistungsüberprüfende Situationen verschiedener Art generiert werden, um auch prozessbezogene (nicht nur inhaltsbezogene) Kompetenzen überprüfen zu können. (Eine einzelne Feststellungsprüfung kann nur eine zu schmale Beurteilungsbasis ergänzen, nicht jedoch eine ausschließliche Bewertungsgrundlage für den Bereich der sonstigen Mitarbeit darstellen.)

#### Rückmeldungen zu den erbrachten Leistungen

- Insbesondere im Distanzunterricht steht die Lehrkraft sowohl Eltern als auch Schülerinnen und Schülern für eine Beratung bzgl. des Lernprozesses und der Förderung auf Rückfrage zu einem vorher individuell zu vereinbarenden Termin zur Verfügung.
- Die Rückmeldung bzgl. der Leistungsnachweise durch die Lehrkraft an die Schülerinnen und Schüler hebt differenziert Stärken und Schwächen hervor und gibt Hinweise zum Weiterlernen.

#### Besonderheiten in der Sek. II

- Klausuren und Prüfungen werden (wenn dies gesundheitlich möglich ist) im Präsenzunterricht mitgeschrieben. Auch Schülerinnen und Schüler mit corona-relevanten Vorerkrankungen sind verpflichtet, an den schriftlichen Leistungsüberprüfungen unter Wahrung der Hygienevorkehrungen teilzunehmen.
- Lt. VV 14.6.1 APO-GOST sind Klausuren unter Berücksichtigung der sprachlichen Darstellung so bald wie möglich zu korrigieren, zu benoten (inkl. Erwartungshorizont), zurückzugeben und zu besprechen. Im Falle des Distanzunterrichts bedeutet dies, dass

eine individuelle Besprechung beispielsweise in einer Videokonferenz stattfindet oder aber von der Lehrkraft eine ausführliche schriftliche Begründung der erteilten Note unter Berücksichtigung der positiven und negativen Aspekte der Leistung unter der Klausur (vor der erteilten Note) notiert wird.

- Sowohl die Facharbeit in der Q1.1 als auch die eigenständige Dokumentation im Projektkurs in der Q1 als auch die schriftliche Ausarbeitung der besonderen Lernleistung in der Q2 werden regulär geschrieben, Beratungsgespräche finden telefonisch oder in einer Videokonferenz statt. Der zugehörige Beratungsnachweis wird digital von der Lehrkraft an den Schüler/die Schülerin versandt, von ihm/ihr unterschrieben und digital zurückgesandt. Die Zettel mit den Originalunterschriften werden spätestens nach Beendigung des Distanzunterrichts bei der zuständigen Lehrkraft abgegeben, in den Schulbriefkasten geworfen oder postalisch an die Schule versandt. Im Falle der besonderen Lernleistung gehen sie in die Abiturakten bei der Oberstufenkoordination ein.

### 2.3.3 Abiturprüfung

Die allgemeinen Regelungen zur schriftlichen und mündlichen Abiturprüfung, mit denen zugleich die Vereinbarungen der Kultusministerkonferenz umgesetzt werden (u. a. Bildungsstandards), basieren auf dem Schulgesetz sowie dem entsprechenden Teil der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die gymnasiale Oberstufe.

Fachlich beziehen sich alle Teile der Abiturprüfung auf die in Kapitel 2 dieses Kernlehrplans für das Ende der Qualifikationsphase ausgewiesenen Lernergebnisse. Bei der Lösung schriftlicher wie mündlicher Abituraufgaben sind generell Kompetenzen und Inhalte nachzuweisen, die im Unterricht der gesamten Qualifikationsphase erworben wurden und deren Erwerb in vielfältigen Zusammenhängen angelegt wurde.

Die jährlichen „Vorgaben für die schriftlichen Abiturprüfungen“ (Abiturvorgaben), die im Internet auf den Seiten des Bildungsportals unter [www.schulministerium.nrw](http://www.schulministerium.nrw) abrufbar sind, konkretisieren den Kernlehrplan, soweit dies für die Schaffung landesweit einheitlicher Bezüge für die zentral gestellten Abiturklausuren erforderlich ist. Die Verpflichtung zur Umsetzung des gesamten Kernlehrplans bleibt hiervon unberührt.

Im Hinblick auf die Anforderungen im schriftlichen und mündlichen Teil der Abiturprüfungen ist grundsätzlich von einer Strukturierung in drei Anforderungsbereiche auszugehen, die die Transparenz bezüglich des Selbstständigkeitsgrades der erbrachten Prüfungsleistung erhöhen soll.

- Anforderungsbereich I umfasst das Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang, die Verständnissicherung sowie das Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren.
- Anforderungsbereich II umfasst das selbstständige Auswählen, Anordnen, Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang und das selbstständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte.
- Anforderungsbereich III umfasst das Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Verallgemeinerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen. Dabei wählen die Schülerinnen und Schüler selbstständig geeignete Arbeitstechniken und Verfahren zur Bewältigung der Aufgabe, wenden sie auf eine neue Problemstellung an und reflektieren das eigene Vorgehen.

Für alle Fächer gilt, dass die Aufgabenstellungen in schriftlichen und mündlichen Abiturprüfungen alle Anforderungsbereiche berücksichtigen müssen, der Anforderungsbereich II aber den Schwerpunkt bildet.

Fachspezifisch ist die Ausgestaltung der Anforderungsbereiche an den Kompetenzerwartungen und Inhalten der jeweiligen Kursart zu orientieren. Für die Aufgabenstellungen werden die für Abiturprüfungen geltenden Operatoren des Faches verwendet.

Die Bewertung der Prüfungsleistung erfolgt jeweils auf einer zuvor festgelegten Grundlage, die im schriftlichen Abitur aus dem zentral vorgegebenen kriteriellen Bewertungsraster, im mündlichen Abitur aus dem im Fachprüfungsausschuss abgestimmten Erwartungshorizont besteht.

Übergreifende Bewertungskriterien für die erbrachten Leistungen sind

- die Komplexität der Gegenstände,
- die sachliche Richtigkeit und die Schlüssigkeit der Aussagen,
- die Vielfalt der Gesichtspunkte und ihre jeweilige Bedeutsamkeit,
- die Differenziertheit des Verstehens und Darstellens,
- das Herstellen geeigneter Zusammenhänge,
- die Eigenständigkeit der Auseinandersetzung mit Sachverhalten und Problemstellungen,
- die argumentative Begründung eigener Urteile, Stellungnahmen und Wertungen,
- die Selbstständigkeit und Klarheit in Aufbau und Sprache,
- die Sicherheit im Umgang mit Fachsprache und -methoden sowie
- die Erfüllung standardsprachlicher Normen.

Hinsichtlich der einzelnen Prüfungsteile sind die folgenden Regelungen zu beachten:

### **Schriftliche Abiturprüfung**

Die Aufgaben für die schriftliche Abiturprüfung werden landesweit zentral gestellt. Alle Aufgaben entsprechen den öffentlich zugänglichen Konstruktionsvorgaben und nutzen die fachspezifische Operatorenübersicht. Beispiele für Abiturklausuren sind im Internet auf den Seiten des Bildungsportals unter [www.schulministerium.nrw](http://www.schulministerium.nrw) abrufbar.

Für die schriftliche Abiturprüfung enthalten die aufgabenbezogenen Unterlagen für die Lehrkraft jeweils Hinweise zu Aufgabenart und zugelassenen Hilfsmitteln, die Aufgabenstellung, die Materialgrundlage, die Bezüge zum Kernlehrplan und zu den Abiturvorgaben, die Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen sowie den Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit. Die Anforderungen an die zu erbringenden Klausurleistungen werden durch das zentral gestellte kriterielle Bewertungsraster definiert.

Die Bewertung erfolgt über Randkorrekturen sowie das ausgefüllte Bewertungsraster, mit dem die Gesamtleistung dokumentiert wird.

Fachspezifisch gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen:

Für die Prüfung im Fach Physik sind analog zu den Bildungsstandards folgende **Aufgabenarten** zulässig:

Aufgabenart I: Materialgebundene Aufgabe (ggf. mit Bearbeitung eines Demonstrationsexperiments)

Aufgabenart II: Fachpraktische Aufgabe

Mischformen der genannten Aufgabenarten sind möglich. Eine ausschließlich aufsatzartig zu bearbeitende Aufgabenstellung, d. h. eine Aufgabe ohne Material- oder Experimentbezug, ist nicht zulässig.

Wenn die Aufgaben der schriftlichen Abiturprüfung fachpraktische Anteile enthalten, kann sich die Arbeitszeit erhöhen. Der zusätzliche Zeitaufwand wird verbindlich in der Aufgabe ausgewiesen.

Weitergehende Regelungen finden sich an entsprechender Stelle in der APO GOST.

## **Mündliche Abiturprüfung**

Die Aufgaben für die mündliche Abiturprüfung werden dezentral durch die Fachprüferin bzw. den Fachprüfer - im Einvernehmen mit dem jeweiligen Fachprüfungsausschuss- gestellt. Dabei handelt es sich um jeweils neue, begrenzte Aufgaben, die dem Prüfling einschließlich der ggf. notwendigen Texte und Materialien für den ersten Teil der mündlichen Abiturprüfung in schriftlicher Form vorgelegt werden. Die Aufgaben für die mündliche Abiturprüfung insgesamt sind so zu stellen, dass sie hinreichend breit angelegt sind und sich nicht ausschließlich auf den Unterricht eines Kurshalbjahres beschränken.

Die Berücksichtigung aller Anforderungsbereiche soll eine Beurteilung ermöglichen, die das gesamte Notenspektrum umfasst. Auswahlmöglichkeiten für die Schülerin bzw. den Schüler bestehen nicht. Der Erwartungshorizont ist zuvor mit dem Fachprüfungsausschuss abzustimmen.

Der Prüfling soll in der Prüfung, die in der Regel mindestens 20, höchstens 30 Minuten dauert, in einem ersten Teil selbstständig die vorbereiteten Ergebnisse zur gestellten Aufgabe in zusammenhängendem Vortrag präsentieren. In einem zweiten Teil sollen vor allem größere fachliche und fachübergreifende Zusammenhänge in einem Prüfungsgespräch angesprochen werden. Es ist nicht zulässig, zusammenhanglose Einzelfragen aneinanderzureihen.

Bei Bewertung mündlicher Prüfungen liegen der im Fachprüfungsausschuss abgestimmte Erwartungshorizont sowie die eingangs dargestellten übergreifenden Kriterien zugrunde. Die Prüferin oder der Prüfer schlägt dem Fachprüfungsausschuss eine Note, ggf. mit Tendenz, vor. Die Mitglieder des Fachprüfungsausschusses stimmen über diesen Vorschlag ab. Fachspezifisch gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen:

Die Aufgabenarten stimmen mit denen der schriftlichen Abiturprüfung überein. Doch ist bei der Aufgabenstellung zu bedenken, dass die Dauer der Vorbereitungszeit in der mündlichen Prüfung deutlich kürzer als in der schriftlichen Abiturprüfung ist. Die Aufgabe für den ersten Prüfungsteil enthält daher Material von geringerem Umfang und weniger komplexe Aufgabenstellungen als die Aufgabe der schriftlichen Prüfung.

Wenn in den Aufgaben des ersten Prüfungsteils der mündlichen Abiturprüfung im Rahmen einer materialgebundenen Aufgabe ein Demonstrationsexperiment vorgesehen ist, ist dieses vorher aufzubauen und vor Beginn der Vorbereitungszeit in Anwesenheit des Prüflings durchzuführen.

Für den Fall, dass in den Aufgaben der mündlichen Abiturprüfung im ersten Prüfungsteil eine fachpraktische Aufgabe vorgesehen ist, kann die Vorbereitungszeit angemessen verlängert werden.

## **Besondere Lernleistung**

Schülerinnen und Schüler können in die Gesamtqualifikation eine besondere Lernleistung einbringen, die im Rahmen oder Umfang eines mindestens zwei Halbjahre umfassenden Kurses erbracht wird. Als Grundlage einer besonderen Lernleistung kann ein bedeutender Beitrag aus einem von den Ländern geförderten Wettbewerb bzw. können die Ergebnisse des Projektkurses oder eines abgeschlossenen fachlichen oder fachübergreifenden Projektes gelten.

Die Absicht, eine besondere Lernleistung zu erbringen, muss spätestens zu Beginn des zweiten Jahres der Qualifikationsphase bei der Schule angezeigt werden. Die Schulleiterin oder der Schulleiter entscheidet in Abstimmung mit der Lehrkraft, die als Korrektor vorgesehen ist, ob die vorgesehene Arbeit als besondere Lernleistung zugelassen werden kann. Die Arbeit ist spätestens bis zur Zulassung zur Abiturprüfung abzugeben, nach den Maßstäben und dem Verfahren für die Abiturprüfung zu korrigieren und zu bewerten. Ein Rücktritt von der besonderen Lernleistung muss bis zur Entscheidung über die Zulassung zur Abiturprüfung erfolgt sein.

In einem Kolloquium von in der Regel 30 Minuten, das im Zusammenhang mit der Abiturprüfung nach Festlegung durch die Schulleitung stattfindet, stellt der Prüfling vor einem Fachprüfungsausschuss die Ergebnisse der besonderen Lernleistung dar, erläutert sie und antwortet auf Fragen. Die Endnote wird aufgrund der insgesamt in der besonderen Lernleistung und im Kolloquium erbrachten Leistungen gebildet; eine Gewichtung der

Teilleistungen findet nicht statt. Bei Arbeiten, an denen mehrere Schülerinnen und Schüler beteiligt werden, muss die individuelle Schülerleistung erkennbar und bewertbar sein.

Fachspezifisch gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen:

Grundlage einer besonderen Lernleistung in Physik kann zum Beispiel die experimentelle Bearbeitung und Umsetzung einer Fragestellung mit Auswertung und Interpretation sein ebenso wie eine theoretisch-analytische Arbeit, bei der eine wissenschaftliche Theorie - auch historisch - bearbeitet wird. Solche Leistungen können auch im Rahmen eines Projektkurses entstehen. Ebenso kann ein umfassender Beitrag im Rahmen der Teilnahme an qualifizierten Wettbewerben Grundlage einer besonderen Lernleistung sein.

## 2.4 Lehr- und Lernmittel

Zurzeit werden im Physikunterricht des Zeppelin-Gymnasiums folgende Lehrbücher eingesetzt:

Jgst. EF: Schroedel, Dorn Bader Physik Gym. Sek. II, Einführungsphase, 2010

Jgst. Q1/Q2 GK: Schroedel, Dorn Bader Physik Gym. Sek. II, Qualifikationsphase, 2015

Jgst. Q1/Q2 LK: Schroedel, Metzler Physik, 2007

Formelsammlung: Cornelsen, Das große Tafelwerk, 2011, Berlin

Taschenrechner: CAS Classpad II FX-CP400 (Casio)

Plattformen für Unterrichtsmaterialien und digitale Instrumente:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://www.mabo-physik.de/index.html">http://www.mabo-physik.de/index.html</a>	Simulationen zu allen Themenbereichen der Physik
2	<a href="http://www.leifiphysik.de">http://www.leifiphysik.de</a>	Aufgaben, Versuch, Simulationen etc. zu allen Themenbereichen
3	<a href="http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/physik/">http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/physik/</a>	Fachbereich Physik des Landesbildungsservers Baden-Württemberg
4	<a href="https://www.howtosmile.org/topics">https://www.howtosmile.org/topics</a>	Digitale Bibliothek mit Freihandexperimenten, Simulationen etc. diverser Museen der USA
5	<a href="http://phyphox.org/de/home-de">http://phyphox.org/de/home-de</a>	phyphox ist eine sehr umfangreiche App mit vielen Messmöglichkeiten und guten Messergebnissen. Sie bietet vielfältige Einsatzmöglichkeiten im Physikunterricht. Sie läuft auf Smartphones unter IOS und Android und wurde an der RWTH Aachen entwickelt.
6	<a href="http://www.viananet.de/">http://www.viananet.de/</a>	Videoanalyse von Bewegungen
7	<a href="https://www.planet-schule.de">https://www.planet-schule.de</a>	Simulationen, Erklärvideos ...

8	<a href="https://phet.colorado.edu/de/simulations/category/physics">https://phet.colorado.edu/de/simulations/category/physics</a>	Simulationen
---	---	--------------

### 3 Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen

Das Fach Physik ist dem mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld zugeordnet. Es wird in der Unter- und Mittelstufe in den Klassen 6, 8, 9 und 10 unterrichtet sowie in der Oberstufe in Grundkursen und ab der Qualifikationsphase 1 auch in Leistungskursen.

Unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Physik die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen.

Neben den überfachlich geltenden Grundsätzen

- Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
- Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt.
- Medien und Arbeitsmittel sind lernernah gewählt.
- Die Schülerinnen und Schüler erreichen einen Lernzuwachs.
- Der Unterricht fördert und fordert eine aktive Teilnahme der Lernenden.
- Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
- Der Unterricht berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Schülerinnen und Schüler.
- Die Lernenden erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt.
- Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
- Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
- Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
- Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
- Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

wird das Fach Physik an denen im Folgenden aufgeführten fachlichen Grundsätzen orientiert unterrichtet:

- Der Physikunterricht ist problemorientiert und Kontexten ausgerichtet.
- Der Physikunterricht ist kognitiv aktivierend und verständnisfördernd.
- Der Physikunterricht unterstützt durch seine experimentelle Ausrichtung Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern.
- Der Physikunterricht knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an.
- Der Physikunterricht stärkt über entsprechende Arbeitsformen kommunikative Kompetenzen.
- Der Physikunterricht bietet nach experimentellen oder deduktiven Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Reflexion, in denen der Prozess der Erkenntnisgewinnung bewusst gemacht wird.
- Der Physikunterricht fördert das Einbringen individueller Lösungsideen und den Umgang mit unterschiedlichen Ansätzen. Dazu gehört auch eine positive Fehlerkultur.
- Im Physikunterricht wird auf eine angemessene Fachsprache und die Kenntnis grundlegender Formeln geachtet. Schülerinnen und Schüler werden zu regelmäßiger, sorgfältiger und selbstständiger Dokumentation der erarbeiteten Unterrichtsinhalte angehalten.
- Der Physikunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen und deren Teilziele für die Schülerinnen und Schüler transparent.
- Der Physikunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung und des Transfers auf neue Aufgaben und Problemstellungen.

- Der Physikunterricht bietet die Gelegenheit zum regelmäßigen wiederholenden Üben sowie zu selbstständigem Aufarbeiten von Unterrichtsinhalten.
- Im Physikunterricht werden in der Sekundarstufe 1 ein WTR und in der Sekundarstufe 2 ein CAS verwendet. Die Messwertauswertung erfolgt daher u. a. mit einem PC oder mit dem CAS.

### 3.1 Zusammenarbeit mit anderen Fächern

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

Die schulinternen Lehrpläne und der Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern sollen den Schülerinnen und Schülern aufzeigen, dass bestimmte Konzepte und Begriffe in den verschiedenen Fächern aus unterschiedlicher Perspektive beleuchtet, in ihrer Gesamtheit aber gerade durch diese ergänzende Betrachtungsweise präziser verstanden werden können. Dazu gehören beispielsweise der Energiebegriff, der in allen Fächern eine bedeutende Rolle spielt, sowie die Dichte, die bereits in der Chemie früher als in der Physik thematisiert wird. In der Qualifikationsphase bedingen sich die Fächer Chemie und Physik im Bereich der Atommodelle gegenseitig.

### 3.2 Zusammenarbeit mit außerschulischen Kooperationspartnern

Außerschulische Kooperationspartner wurden bereits im Kapitel „2.1 Unterrichtsvorhaben“ jeweils unterhalb der Tabelle der jeweiligen Jahrgangsstufe aufgelistet. Möglich sind u. a. ein Besuch der Phänomena Lüdenscheid oder eines Schülerlabors (Universität Siegen, TU Dortmund, Universität Bochum). Des Weiteren können auch Experten – wie beispielsweise Optiker – in den Unterricht geholt werden, um den Fachunterricht mit dem Alltags- und Berufsleben zu verknüpfen.

### 3.3 Wettbewerbe, Projekte

Es werden regelmäßig Informationen zu Wettbewerben (z. B. Freestyle Physics, Physiko-olympiade, Jugend forscht), Ferienkursen o. Ä. an den Türen der Physikräume ausgehängt. Eine Teilnahme der Schülerinnen und Schüler ist freiwillig. Im Rahmen von Arbeitsgemeinschaften wird das Projekt „Roberta“ angeboten.

### 3.4 Physik und Europa

Auch im Fach Physik wird das Thema „Europa“ gestärkt. Angaben hierzu wurden bereits im Kapitel „2.1 Unterrichtsvorhaben“ jeweils unterhalb der Tabelle der jeweiligen Jahrgangsstufe aufgelistet. Zusammenfassung:

- Jgst. 6: Temperaturskalen in Deutschland und Europa
- Jgst. 9: Motoren und Dampfmaschinen - Industrialisierung in Europa
- Jgst. EF: Weltbilder, physikalischer Fortschritt im Bereich der Mechanik - Religion und Wissenschaft in Europa zur Zeit von Aristoteles, Galilei, Kepler usw.
- Jgst. Q1/2: Beschleuniger am Beispiel des CERN in Genf
- Jgst. Q1/2: Radioaktivität, Quanten- und Atomphysik - europa- und weltweite Vernetzung der Physiker untereinander z. B. bedingt durch den 2. Weltkrieg

### 3.5 Physik und Kulturpfade

Auch im Fach Physik wird das Thema „Kultur“ gestärkt. Angaben hierzu wurden bereits im Kapitel „2.1 Unterrichtsvorhaben“ jeweils unterhalb der Tabelle der jeweiligen Jahrgangsstufe aufgelistet. Das Fach Physik ergänzt daher den Kulturpass des Zeppelin-Gymnasiums mit dem folgenden Beitrag:

Jgst. 8.1: Unterrichtsgang zur PHÄNOMENTA mit ausgewählten Experimenten

### 3.6 Anknüpfungen an den Referenzrahmen

- 1.1.1, 1.1.2
- 1.2.1, 1.2.2
- 1.3.1, 1.3.2, 1.3.3
- 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4
- 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3, 2.2.4
- 2.3.1, 2.3.2
- 2.4.1, 2.4.2
- 2.5.1, 2.5.2, 2.5.3, 2.5.4
- 2.6.1, 2.6.2
- 2.7.1, 2.7.2
- 2.8.1, 2.8.2
- 2.9.1
- 2.10.1, 2.10.2
- 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4
- 3.2.1, 3.2.2
- 3.3.2
- 3.4.1
- 3.5.1
- 3.6.1
- 4.7.2, 4.7.3

### 3.7 Integration des Medienkompetenzrahmens NRW (MKR)

#### Übergeordnete Kompetenzerwartungen am Ende der Einführungsphase

Schülerinnen und Schüler

- bauen einfache Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwertfassungssystemen nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre qualitativen Beobachtungen und quantitativen Messwerte, (MKR 1.2)
- modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe einfacher mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge, (MKR 1.2)
- recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus, (MKR 2.1, 2.3)
- veranschaulichen Informationen und Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge, (MKR 1.2, 4.1)
- präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien, (MKR 4.1)
- tauschen sich ausgehend vom eigenen Standpunkt mit anderen konstruktiv über physikalische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus, (MKR 3.1)
- belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate, (MKR 4.3, 4.4)
- analysieren Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich ihrer Relevanz. (MKR 2.3, 5.2)

#### Konkretisierte Kompetenzerwartungen am Ende der Einführungsphase

Schülerinnen und Schüler

- 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)
- bewerten die Darstellung bekannter, vorrangig mechanischer Phänomene in verschiedenen Medien bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (B1, B2, K2, K8), (MKR 2.2, 2.3)
- beurteilen Informationen zu verschiedenen Weltbildern und deren Darstellungen aus unterschiedlichen Quellen hinsichtlich ihrer Vertrauenswürdigkeit und Relevanz (B2, K9, K10). (MKR 5.2)

#### Übergeordnete Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase

Schülerinnen und Schüler

- bauen Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwertfassungssystemen nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre qualitativen Beobachtungen und quantitativen Messwerte, (MKR 1.2)
- modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge, wobei sie theoretische Überlegungen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen, (MKR 1.2)
- recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus, (MKR 2.1, 2.3)
- veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge, (MKR 1.2, 4.1)
- präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien, (MKR 4.1)

Fundamente **schaffen** - Werte **leben** - Wege **öffnen**

- tauschen sich mit anderen konstruktiv über physikalische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus, vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt, (MKR 3.1)
- prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate, (MKR 4.3, 4.4)
- beurteilen Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz. (MKR 2.3, 5.2)

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase (Grundkurs)**

Schülerinnen und Schüler

- konzipieren Experimente zur Abhängigkeit der Periodendauer von Einflussgrößen beim Federpendel und werten diese unter Anwendung digitaler Werkzeuge aus (E6, S4, K6), (MKR 1.2)
- untersuchen mithilfe von Simulationen das Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt (E4, E8, K6, K7). (MKR 1.2)

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase (Leistungskurs)**

Schülerinnen und Schüler

- 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)
- diskutieren ausgewählte Aspekte der Endlagerung radioaktiver Abfälle unter Berücksichtigung verschiedener Quellen (B2, B4, K2, K10). (MKR 2.1, 2.3)

### 3.8 Integration der Rahmenvorgabe Verbraucherbildung

#### **Übergeordnete Kompetenzerwartungen am Ende der Einführungsphase**

Schülerinnen und Schüler

- entwickeln anhand festgelegter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug, (VB B Z3)
- beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung auch in Alltagssituationen, (VB B Z3)
- identifizieren kurz- und langfristige Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen mit physikalischem Hintergrund. (VB D Z3)

#### **Konkretisierte Kompetenzerwartungen am Ende der Einführungsphase**

Schülerinnen und Schüler

- bewerten Ansätze aktueller und zukünftiger Mobilitätsentwicklung unter den Aspekten Sicherheit und mechanischer Energiebilanz (B3, B6, B7, E1, K5), (VB D Z 3)

#### **Übergeordnete Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase**

Schülerinnen und Schüler

- entwickeln anhand geeigneter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen diese gegeneinander ab, (VB B Z3)
- beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung und Konsequenzen und schätzen Risiken, auch in Alltagssituationen, ein, (VB B Z3)
- reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen mit physikalischem Hintergrund. (VB D Z3)

#### **Konkretisierte Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase (GK)**

Schülerinnen und Schüler

- beurteilen Maßnahmen zur Störgeräuschreduzierung hinsichtlich deren Eignung (B7, K1, K5), (VB B Z1)
- beurteilen ausgewählte Beispiele zur Energiebereitstellung und -umwandlung unter technischen und ökologischen Aspekten (B3, B6, K8, K10), (VB ÜB Z2)
- bewerten die Bedeutung hochenergetischer Strahlung hinsichtlich der Gesundheitsgefährdung sowie ihres Nutzens bei medizinischer Diagnose und Therapie (B5, B6, K1, K10). (VB B Z3)

#### **Konkretisierte Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase (LK)**

Schülerinnen und Schüler

- identifizieren und beurteilen Anwendungsbeispiele für die elektromagnetische Induktion im Alltag (B6, K8), (VB D Z3)
- beurteilen die Bedeutung von Schwingkreisen für die Umsetzung des Sender-Empfänger-Prinzips an alltäglichen Beispielen (B1, B4, K1), (VB B Z 1)
- wägen die Chancen und Risiken bildgebender Verfahren in der Medizin unter Verwendung ionisierender Strahlung gegeneinander ab (B1, B4, K3), (VB B Z 3)
- 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). (VB D Z3)

## 4 Qualitätssicherung und Evaluation

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

Die Evaluation erfolgt jährlich. Die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres werden in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert (Fachkonferenz).

Allgemeine Maßnahmen:

- klassenübergreifende schriftliche Übungen in der Sek. I
  - Einsatz landesweiter Vergleichsmedien (z. B. Klausuren des Zentralabiturs der vergangenen Jahre)
  - Austausch von experimentellen Erfahrungen
  - Aufbau eines gemeinsamen Aufgabenpools, vor allem mit Zentralabiturrelevanz
  - Austausch von Klausuren
  - Gemeinsame Klausurkorrektur
  - Kahoot! - zur Überprüfung von Fachsprache, inhaltlichen Kompetenzen, Wiederholung, Einschätzung des Wissensstands usw.
- Die Diagnose/Bewertung erfolgt mittels:
- Klausuren (Anzahl: EF.1: 1; ab EF.2 je HJ: 2)
  - Schriftliche Übungen und Wiederholungen
  - Sonstige Mitarbeit
  - Präsentation von (außer-)unterrichtlichen Ausarbeitungen und Hausaufgaben
  - nach Bedarf Heftführung (Vollständigkeit)
- Förderung/Individueller Lernbedarf: Aufgaben verschiedener Schwierigkeitsbereiche (speziell im LK: Aufgabenstellungen auf Grundkursniveau zur Defizitbehebung und Aufgaben von höherem Niveau als Stärkenförderung)