



# Schulinternes Curriculum

## Physik

### Sekundarstufe II

---

(gültig ab 01.08.2023)

## Inhaltsverzeichnis

|  |   |
|--|---|
| <b>SCHULISCHE RAHMENBEDINGUNGEN</b> .....  | <b>2</b>                                  |
| <b>LÄNGE UND ANZAHL DER KLAUSUREN</b> .....  | <b>2</b>                                  |
| <b>ENTSCHEIDUNGEN ZU FACH- UND UNTERRICHTSÜBERGREIFENDEN FRAGEN</b> .....  | <b>3</b>                                  |
| <b>UNTERRICHTSVORHABEN</b> .....   | <b>3</b>                                  |
| ÜBERSICHT DER INHALTSFELDER.....   | 3   |
| UNTERRICHTSVORHABEN DER EINFÜHRUNGSPHASE (CA. 80 STUNDEN).....   | 4   |
| <i>Grundlagen der Mechanik (ca. 52 Stunden)</i> .....  | 4   |
| <i>Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder (ca. 28 Stunden)</i> .....                                  | 6   |
| QUALIFIKATIONSPHASE GRUNDKURS - GRUNDKURS (CA. 152 STUNDEN).....   | 8   |
| <i>Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern (ca. 54 Stunden)</i> .....                                       | 8   |
| <i>Quantenobjekte (ca. 18 Stunden)</i> .....   | 10  |
| <i>Elektrodynamik und Energieübertragung (ca. 33 Stunden)</i> .....  | 11  |
| <i>Strahlung und Materie (ca. 47 Stunden)</i> .....  | 13  |
| QUALIFIKATIONSPHASE LEISTUNGSKURS -LEISTUNGSKURS (CA. 242 STUNDEN).....  | 15  |
| <i>Ladungen, Felder und Induktion (ca. 95 Stunden)</i> .....   | 15  |
| <i>Schwingende Systeme und Wellen (ca. 55 Stunden)</i> .....   | 17  |
| <i>Quantenphysik (ca. 30 Stunden)</i> .....  | 19  |
| <i>Atom- und Kernphysik (ca. 62 Stunden)</i> .....   | 20  |
| <b>KOMPETENZEN</b> .....   | <b>23</b>                                 |
| KOMPETENZERWARTUNGEN BIS ZUM ENDE DER EINFÜHRUNGSPHASE.....  | 23  |
| KOMPETENZERWARTUNGEN BIS ZUM ENDE DER QUALIFIKATIONSPHASE.....   | 25  |
| ZIELE DES MEDIENKOMPETENZRAHMENS.....  | 27  |
| RAHMENVORGABE VERBRAUCHERBILDUNG.....  | 28  |
| <b>GRUNDSÄTZE DER FACHMETHODISCHEN UND FACHDIDAKTISCHEN ARBEIT IM PHYSIKUNTERRICHT DER GYMNASIALEN OBERSTUFE</b> ..... | <b>30</b>                                 |
| ÜBERFACHLICHE GRUNDSÄTZE.....  | 30  |
| FACHLICHE GRUNDSÄTZE.....  | 30  |
| <b>HAUSAUFGABENKONZEPT FÜR DAS FACH PHYSIK</b> .....   | <b>31</b>                                 |
| ERGÄNZUNGEN ZUM ALLGEMEINEN HAUSAUFGABENKONZEPT DER SCHULE.....  | 31  |
| <b>LEISTUNGSBEWERTUNGSKONZEPT FÜR DAS FACH PHYSIK</b> .....  | <b>32</b>                                 |
| <b>FORTBILDUNGEN</b> .....   | <b>32</b>                                 |
| <b>QUALITÄTSSICHERUNG UND EVALUATION</b> .....   | <b>32</b>                                 |
| <b>ANHANG</b> .....  | <b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b> |
| BEWERTUNGSRASTER 1: SONSTIGE MITARBEIT.....  | <b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b> |
| BEWERTUNGSRASTER 2: HEFT-/MAPPENFÜHRUNG.....   | <b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b> |
| BEWERTUNGSRASTER 3: BEWERTUNG DER GRUPPENARBEITSPROZESSE.....  | <b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b> |
| BEWERTUNGSRASTER 4: REFERATE UND PRÄSENTATIONEN.....   | <b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b> |
| BEWERTUNGSRASTER 5: EXPERIMENTE.....   | <b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b> |
| BEWERTUNGSRASTER 6: BEWERTUNG VON FACHARBEITEN.....  | <b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b> |

**Hinweis:**

Die Formulierungen Fachlehrer bzw. Schüler schließen Lehrerinnen bzw. Schülerinnen mit ein.

## Schulische Rahmenbedingungen

Die Fachgruppe Physik besteht zur Zeit aus vier Vollzeitkräften mit den Fächerkombinationen Mathematik/Physik. Damit ist ein ordnungsgemäßer Physikunterricht in allen Jahrgangsstufen möglich. Zu allen Jahrgangsstufen besteht ein reger Austausch zu Inhalten, methodischen Herangehensweisen und fachdidaktischen Problemen. In allen Jahrgangsstufen der SekII sind Grundkurse mit durchschnittlich 15 Schülern eingerichtet, Leistungskurse zur Zeit nicht.

Die Fachgruppe ist in besonderem Maße bestrebt, jeden Lernenden in seiner Kompetenzentwicklung möglichst weit zu bringen und Interesse an einem naturwissenschaftlich geprägten Studium oder Beruf zu wecken. Dieses wird durch das Fach ‚Astronomie‘ sowohl im Wahlpflichtbereich der 8. und 9. Klassen als auch durch eine ‚Astronomie-AG‘ unterstützt. Zudem können Schüler an Wettbewerben von verschiedenen Universitäten teilnehmen. Außerdem ermöglicht die Schule die Teilnahme an einem Universitätspraktikum und an Exkursionen zu außerschulischen Lernorten, wie z.B. der Phänomenta in Lüdenscheid.

Leider besitzt die Schule nur einen Physik-Übungsraum, der Schülerübungen und Experimente gestattet, wobei die Ausstattung an Schülerübungsmaterial zufriedenstellend ist. Der Etat für Neuanschaffungen und Reparaturen ist nicht gerade üppig, reicht aber in der Regel, um die vorhandenen Materialien in Ordnung zu halten bzw. zu ersetzen.

Darüber hinaus setzen wir Schwerpunkte in der Nutzung neuer Medien, wozu Smartboards mit Internetanschluss und computergestützte Messwerkzeuge in den Fachräumen zur Verfügung stehen. Zudem können Simulationen und andere Visualisierungen von den Schülern in den Computerräumen verwendet werden.

## Länge und Anzahl der Klausuren

Angegeben ist jeweils die Dauer der Klausur in Minuten.

### Einführungsphase

| 1. Halbjahr |    | 2. Halbjahr |    |
|-------------|----|-------------|----|
| —           | 90 | 90          | 90 |

### Qualifikationsphase Grundkurs

| Q1          |    |             |     | Q2          |     |             |        |
|-------------|----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|--------|
| 1. Halbjahr |    | 2. Halbjahr |     | 1. Halbjahr |     | 2. Halbjahr |        |
| 90          | 90 | 135         | 135 | 135         | 180 | (225)*      | (Abi)* |

\*nur falls Physik als 3. Abiturfach belegt wurde - unter Abiturbedingungen

### Qualifikationsphase Leistungskurs

| Q1          |     |             |     | Q2          |     |             |     |
|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|
| 1. Halbjahr |     | 2. Halbjahr |     | 1. Halbjahr |     | 2. Halbjahr |     |
| 135         | 135 | 180         | 180 | 225         | 225 | 270         | Abi |

## Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

Durch die unterschiedliche Belegung von Fächern können Schülerinnen und Schüler Aspekte aus anderen Kursen mit in den Physikunterricht einfließen lassen. Es wird Wert darauf gelegt, dass in bestimmten Fragestellungen die Expertise einzelner Schülerinnen und Schüler gesucht wird, die aus einem von ihnen belegten Fach genauere Kenntnisse mitbringen und den Unterricht dadurch bereichern.

## Unterrichtsvorhaben

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen zu berücksichtigen. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, Lerngelegenheiten für ihre Lerngruppe so anzulegen, dass alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans von den Schülerinnen und Schülern erfüllt werden können.

Im „**Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben**“ wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten sowie in der Fachkonferenz verabredeten Kontexten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Kompetenzen“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen. Die Abkürzungen in den Klammern beziehen sich auf die im Anschluss an die Unterrichtsvorhaben aufgeführten übergeordneten Kompetenzerwartungen.

Der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ soll einschließlich der dort genannten Kontexte zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppenüberritten und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten.

## Übersicht der Inhaltsfelder

### Einführungsphase

- Grundlagen der Mechanik (Unterrichtsvorhaben I, II, III)
- Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder (Unterrichtsvorhaben IV, V)

### Qualifikationsphase Grundkurs

- Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern (Unterrichtsvorhaben I, II, III)
- Quantenobjekte (Unterrichtsvorhaben IV)
- Elektrodynamik und Energieübertragung (Unterrichtsvorhaben V, VI)
- Strahlung und Materie (Unterrichtsvorhaben VII, VIII, IX)

### Qualifikationsphase Leistungskurs

- Ladungen, Felder und Induktion (Unterrichtsvorhaben I, II, III, IV)
- Schwingende Systeme und Wellen (Unterrichtsvorhaben V, VI)
- Quantenphysik (Unterrichtsvorhaben VII)
- Atom- und Kernphysik (Unterrichtsvorhaben VIII, IX, X)

## Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (ca. 80 Stunden)

### Grundlagen der Mechanik (ca. 52 Stunden)

| Unterrichtsvorhaben   | Inhaltsfelder,<br>Inhaltliche Schwerpunkte  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen<br>Schülerinnen und Schüler...  |
|---|---|---|
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben I</u></b></p> <p><b>Physik in Sport und Verkehr I</b></p> <p><i>Wie lassen sich Bewegungen beschreiben, vermessen und analysieren?</i></p> <p>ca. 25 Ustd.</p> | <p><b>Grundlagen der Mechanik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kinematik: gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung; freier Fall; waagerechter Wurf; vektorielle Größen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, 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 Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7),</li> <li>planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Bewegungen (E5, S5, M1, M2)</li> <li>interpretieren die Messdatenauswertung von Bewegungen unter qualitativer Berücksichtigung von Messunsicherheiten (E7, S6, K9, M2),</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, M1). (MKR 1.2),</li> <li>beurteilen die Güte digitaler Messungen von Bewegungsvorgängen mithilfe geeigneter Kriterien (B4, B5, E7, K7, M2, M3), (MKR 1.2, 2.3)</li> </ul> |
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben II</u></b></p> <p><b>Physik in Sport und Verkehr II</b></p> <p><i>Wie lassen sich Ursachen von Bewegungen erklären?</i></p> <p>ca. 15 Ustd.</p>                | <p><b>Grundlagen der Mechanik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dynamik: Newton'sche Gesetze; beschleunigende Kräfte; Kräftegleichgewicht; Reibungskräfte</li> </ul>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Größen 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 aus energetischer Sicht (S1, S3, K7),</li> <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> </ul>  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern qualitativ die Auswirkungen von Reibungskräften bei realen Bewegungen (S1, S2, K4).</li> <li>• untersuchen Bewegungen mithilfe 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><u>Unterrichtsvorhaben III</u></b></p> <p><b>Superhelden und Crashtests - Erhaltungssätze in verschiedenen Situationen</b></p> <p><i>Wie lassen sich mit Erhaltungssätzen Bewegungsvorgänge vorhersagen und analysieren?</i></p> <p>ca. 12 Ustd.</p> | <p><b>Grundlagen der Mechanik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhaltungssätze: Impuls; Energie (Lage-, Bewegungs- und Spannenergie); Energiebilanzen; Stoßvorgänge</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Größen 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, V1), (VB D Z 3),</li> <li>• bewerten die Darstellung bekannter vorrangig mechanischer Phänomene in verschiedenen Medien bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (B1, B2, K2, K8, M3). (MKR 2.2, 2.3)</li> </ul> |

**Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder (ca. 28 Stunden)**

| Unterrichtsvorhaben   | Inhaltsfelder,<br>Inhaltliche Schwerpunkte  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen<br>Schülerinnen und Schüler...  |
|---|---|---|
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben IV</u></b></p> <p><b>Bewegungen im Weltraum</b></p> <p><i>Wie bewegen sich die Planeten im Sonnensystem?</i></p> <p><i>Wie lassen sich aus (himmlischen) Beobachtungen Gesetze ableiten?</i></p> <p>ca. 20 Ustd.</p> | <p><b>Kreisbewegung, Gravitation und 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> <li>• Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation</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><u>Unterrichtsvorhaben V</u></b></p> <p><b>Weltbilder in der Physik</b></p> <p><i>Revolutioniert die Physik unsere Sicht auf die Welt?</i></p> <p>ca. 8 Ustd.</p>   | <p><b>Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Änderungen bei der Beschreibung von Bewegungen der Himmelskörper beim Übergang vom geozentrischen Weltbild zu modernen physikalischen Weltbildern auf der Basis zentraler astronomischer Beobachtungsergebnisse dar (S2, K1, K3, K10),</li> <li>• erläutern die Bedeutung der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (S2, S3, K4),</li> <li>• erläutern die Bedeutung von Bezugssystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4),</li> <li>• erklären mit dem Gedankenexperiment der Lichtuhr unter Verwendung grundlegender Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie das Phänomen der Zeitdilatation zwischen bewegten Bezugssystemen qualitativ und quantitativ (S3, S5, S7).</li> <li>• ziehen das Ergebnis des Gedankenexperiments der Lichtuhr zur Widerlegung der absoluten Zeit heran (E9, E11, K9, B1).</li> <li>• ordnen die Bedeutung des Wandels vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild für die</li> </ul>   |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>Emanzipation der Naturwissenschaften von der Religion ein (B8, K3),</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• beurteilen Informationen zu verschiedenen Weltbildern und deren Darstellungen aus unterschiedlichen Quellen hinsichtlich ihrer Vertrauenswürdigkeit und Relevanz (B2, K9, K10, M4) (MKR 5.2)</li></ul> |
|--|--|---|



## Qualifikationsphase Grundkurs - Grundkurs (ca. 152 Stunden)

### Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern (ca. 54 Stunden)

| Unterrichtsvorhaben  | Inhaltsfelder,<br>Inhaltliche Schwerpunkte   | Konkretisierte Kompetenzerwartungen<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  |
|--|--|--|
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben I</u></b></p> <p><b>Periodische Vorgänge in alltäglichen Situationen</b></p> <p><i>Wie lassen sich zeitlich und räumlich periodische Vorgänge am Beispiel von harmonischen Schwingungen sowie mechanischen Wellen beschreiben und erklären?</i></p> <p>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 Federpendels Energieumwandlungen harmonischer Schwingungen (S1, S2, K4),</li> <li>• erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3),</li> <li>• erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8),</li> <li>• konzipieren Experimente zur Abhängigkeit der Periodendauer von Einflussgrößen beim Federpendel und werten diese unter Anwendung digitaler Werkzeuge aus (E6, S4, K6, M5), (MKR 1.2)</li> <li>• beurteilen Maßnahmen zur Störgeräuschreduzierung hinsichtlich deren Eignung (B7, K1, K5, V2). (VB B Z1)</li> </ul> |
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben II</u></b></p> <p><b>Beugung und Interferenz von Wellen - ein neues Lichtmodell</b></p> <p><i>Wie kann man Ausbreitungsphänomene von Licht beschreiben und erklären?</i></p> <p>ca. 18 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 mithilfe der <i>Wellenwanne</i> qualitativ auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6),</li> <li>• erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8),</li> <li>• weisen anhand des Interferenzmusters bei <i>Doppelspalt- und Gitterversuchen</i> mit mono- und polychromatischem Licht die Wellennatur des Lichts nach und bestimmen daraus Wellenlängen (E7, E8, K4).</li> </ul>  |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben III</u></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 <i>Fadenstrahlrohr</i> die Erzeugung freier Elektronen durch den glühelektrischen Effekt, deren Beschleunigung beim Durchlaufen eines elektrischen Felds sowie deren Ablenkung im homogenen magnetischen Feld durch die Lorentzkraft (S4, S6, E6, K5),</li> <li>• entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzips elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6),</li> <li>• modellieren mathematisch die Beobachtungen am <i>Fadenstrahlrohr</i> 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> <li>• schließen aus der statistischen Auswertung einer vereinfachten Version des <i>Millikan-Versuchs</i> 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 <i>Zyklotrons</i> 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> |
|---|---|--|

## Quantenobjekte (ca. 18 Stunden)

| Unterrichtsvorhaben  | Inhaltsfelder,<br>Inhaltliche Schwerpunkte  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  |
|--|---|--|
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben IV</u></b></p> <p><b>Photonen und Elektronen als Quantenobjekte</b></p> <p><i>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</i></p> <p>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 <i>Doppelspaltversuch mit Elektronen</i> quantitativ zu erklären (S1, S5, E6, K9),</li> <li>• erläutern die Determiniertheit der Zufallsverteilung der diskreten Energieabgabe beim Doppelspaltexperiment mit stark intensitätsreduziertem Licht (S3, E6, K3),</li> <li>• berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quantenobjekte (S3),</li> <li>• erklären an geeigneten Darstellungen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte (S1, K3),</li> <li>• erläutern bei Quantenobjekten die „Welcher-Weg“-Information als Bedingung für das Auftreten oder Ausbleiben eines Interferenzmusters in einem Interferenzexperiment (S2, K4),</li> <li>• leiten anhand eines <i>Experiments zum Photoeffekt</i> den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen ab (E6, S6),</li> <li>• untersuchen mithilfe von Simulationen das Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt (E4, E8, K6, K7), (MKR 1.2)</li> <li>• beurteilen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen (E9, E11, K8),</li> <li>• erläutern die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8),</li> <li>• stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9),</li> <li>• beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der physikalischen Erkenntnisfähigkeit (B8, E11, K8).</li> </ul> |

## Elektrodynamik und Energieübertragung (ca. 33 Stunden)

| Unterrichtsvorhaben   | Inhaltsfelder,<br>Inhaltliche Schwerpunkte   | Konkretisierte Kompetenzerwartungen<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  |
|---|--|--|
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben V</u></b></p> <p><b>Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren</b></p> <p><i>Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?</i></p> <p>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 <i>Leiterschaukel</i> durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (S3, S4, K4),</li> <li>• führen Induktionserscheinungen bei einer Leiterschleife auf die zeitliche Änderung der magnetischen Flussdichte oder die zeitliche Änderung der durchsetzten Fläche zurück (S1, S2, K4),</li> <li>• beschreiben das Induktionsgesetz mit der mittleren Änderungsrate und in differentieller Form des magnetischen Flusses (S7),</li> <li>• untersuchen die gezielte Veränderung elektrischer Spannungen und Stromstärken durch <i>Transformatoren</i> mithilfe angeleiteter Experimente als Beispiel für die technische Anwendung der Induktion (S1, S4, E6, K8),</li> <li>• erklären am physikalischen <i>Modellexperiment zu Freileitungen</i> technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie (S1, S3, K8),</li> <li>• interpretieren die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. <i>Messwerterfassungssystem</i> aufgenommenen Daten bei elektromagnetischen Induktions- und Schwingungsversuchen unter Rückbezug auf die experimentellen Parameter (E6, E7, K9),</li> <li>• modellieren mathematisch das Entstehen von Induktionsspannungen für die beiden Spezialfälle einer zeitlich konstanten Fläche und einer zeitlich konstanten magnetischen Flussdichte (E4, E6, K7),</li> <li>• erklären das Entstehen von sinusförmigen Wechselspannungen in <i>Generatoren</i> mithilfe des Induktionsgesetzes (E6, E10, K3, K4),</li> <li>• stellen Hypothesen zum Verhalten des Rings beim <i>Thomson'schen Ringversuch</i> bei Zunahme und Abnahme des magnetischen Flusses im Ring auf und erklären diese mithilfe des Induktionsgesetzes (E2, E9, S3, K4, K8),</li> <li>• beurteilen ausgewählte Beispiele zur Energiebereitstellung und -umwandlung unter technischen und ökologischen Aspekten (B3, B6, K8, K10, V3), (VB ÜB Z2)</li> <li>• beurteilen das Potential der Energierückgewinnung auf der Basis von Induktionsphänomenen bei</li> </ul> |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p><b>Unterrichtsvorhaben VI</b><br/> <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> | <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> | <p>elektrischen Antriebssystemen (B7, K2).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Kapazität als Kenngröße eines Kondensators und bestimmen diese für den Spezialfall des Plattenkondensators in Abhängigkeit seiner geometrischen Daten (S1, S3),</li> <li>• erläutern qualitativ die bei einer elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (S1, S4, E4),</li> <li>• untersuchen den <i>Auf- und Entladevorgang bei Kondensatoren</i> unter Anleitung experimentell (S4, S6, K6),</li> <li>• modellieren mathematisch den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei <i>Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren</i> (E4, E6, S7),</li> <li>• interpretieren den Flächeninhalt zwischen Graph und Abszissenachse im <i>Q-U-Diagramm</i> als Energiegehalt des Plattenkondensators (E6, K8),</li> <li>• beurteilen den Einsatz des Kondensators als Energiespeicher in ausgewählten alltäglichen Situationen (B3, B4, K9).</li> </ul> |
|---|--|--|

## Strahlung und Materie (ca. 47 Stunden)

| Unterrichtsvorhaben   | Inhaltsfelder,<br>Inhaltliche Schwerpunkte   | Konkretisierte Kompetenzerwartungen<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  |
|---|--|--|
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben VII</u></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> <ul style="list-style-type: none"> <li>Strahlung: Spektrum der elektromagnetischen Strahlung; ionisierende Strahlung, Geiger-Müller-Zählrohr, biologische Wirkungen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die Entstehung von <i>Bremsstrahlung</i> und <i>charakteristischer Röntgenstrahlung</i> (S3, E6, K4),</li> <li>unterscheiden <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>- Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1),</li> <li>ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6),</li> <li>erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des <i>Geiger-Müller-Zählrohrs</i> als Nachweisgerät für ionisierende Strahlung (S4, S5, K8),</li> <li>untersuchen experimentell anhand der Zählraten bei <i>Absorptionsexperimenten</i> unterschiedliche Arten ionisierender Strahlung (E3, E5, S4, S5),</li> <li>begründen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, K3),</li> <li>quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2),</li> <li>bewerten die Bedeutung hochenergetischer Strahlung hinsichtlich der Gesundheitsgefährdung sowie ihres Nutzens bei medizinischer Diagnose und Therapie (B5, B6, K1, K10, V4),(VB B Z3).</li> </ul> |
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben VIII</u></b></p> <p><b>Erforschung des Mikro- und Makrokosmos</b></p> <p><i>Wie lassen sich aus Spektralanalysen Rückschlüsse auf die Struktur von Atomen ziehen?</i></p> <p>ca. 19 Ustd.</p>    | <p><b>Strahlung und Materie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Atomphysik: Linienspektrum, Energieniveauschema, Kern-Hülle-Modell, Röntgenstrahlung</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die Energie emittierter und absorbierter Photonen am Beispiel von Linienspektren leuchtender Gase und Fraunhofer'scher Linien mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S1, S3, E6, K4),</li> <li>beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2),</li> <li>interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8),</li> <li>erklären die Entstehung von <i>Bremsstrahlung</i> und <i>charakteristischer Röntgenstrahlung</i> (S3, E6, K4),</li> <li>interpretieren die Bedeutung von <i>Flammenfärbung</i> und <i>Linienspektren</i> bzw. <i>Spektralanalyse</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E6, E10),</li> </ul>  |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretieren die Messergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuchs</i> (E6, E8, K8),</li> <li>• erklären das <i>charakteristische Röntgenspektrum</i> mit den Energieniveaus der Atomhülle (E6),</li> <li>• identifizieren vorhandene Stoffe in der Sonnen- und Erdatmosphäre anhand von Spektraltafeln des <i>Sonnenspektrums</i> (E3, E6, K1),</li> <li>• stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9).</li> </ul>   |
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben IX</u></b></p> <p><b>Massendefekt und Kernumwandlungen</b></p> <p><i>Wie lassen sich energetische Bilanzen bei Umwandlungs- und Zerfallsprozessen quantifizieren?</i></p> <p><i>Wie entsteht ionisierende Strahlung?</i></p> <p>ca. 16 Ustd.</p> | <p><b>Strahlung und Materie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kernphysik: Nukleonen; Zerfallsprozesse und Kernumwandlungen, Kernspaltung und -fusion</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Begriff der Radioaktivität und zugehörige Kernumwandlungsprozesse auch mithilfe der Nuklidkarte (S1, S2),</li> <li>• wenden das zeitliche Zerfallsgesetz für den radioaktiven Zerfall an (S5, S6, K6),</li> <li>• erläutern qualitativ den Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen, den Aufbau der Nukleonen aus Quarks sowie die Rolle der starken Wechselwirkung für die Stabilität des Kerns (S1, S2),</li> <li>• erläutern qualitativ am <math>\beta^-</math>-Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2, K4),</li> <li>• erklären anhand des Zusammenhangs <math>E = \Delta m c^2</math> die Grundlagen der Energiefreisetzung bei Kernspaltung und -fusion über den Massendefekt (S1) (S1),</li> <li>• ermitteln im Falle eines einstufigen radioaktiven Zerfalls anhand der gemessenen Zählraten die Halbwertszeit (E5, E8, S6),</li> <li>• vergleichen verschiedene Vorstellungen von der Materie mit den Konzepten der modernen Physik (B8, K9).</li> </ul> |

## Qualifikationsphase Leistungskurs -Leistungskurs (ca. 242 Studen)

### Ladungen, Felder und Induktion (ca. 95 Stunden)

| Unterrichtsvorhaben  | Inhaltsfelder,<br>Inhaltliche Schwerpunkte  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen<br>Die Schülerinnen und Schüler ...   |
|--|---|---|
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben I</u></b></p> <p><b>Untersuchung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern</b></p> <p><i>Wie lassen sich Kräfte auf bewegte Ladungen in elektrischen und magnetischen Feldern beschreiben?</i></p> <p><i>Wie können Ladung und Masse eines Elektrons bestimmt werden?</i></p> <p>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 Quersfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern</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 Quersfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7),</li> <li>• erläutern die Untersuchung magnetischer Flussdichten mithilfe des Hall-Effekts (E4, E7, S1, S5)</li> <li>• konzipieren Experimente zur Bestimmung der Abhängigkeit der magnetischen Flussdichte einer langgestreckten stromdurchflossenen Spule von ihren Einflussgrößen (E2, E5),</li> </ul> |
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben II</u></b></p>  | <p><b>Ladungen, Felder und Induktion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Quersfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Quersfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7),</li> <li>• stellen Hypothesen zum Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron auf (E2, E4, S1, K4),</li> </ul>   |



|   |   |  |
|---|---|--|
| <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>gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten Teilchenbeschleuniger in Großforschungseinrichtungen im Hinblick auf ihre Realisierbarkeit und ihren gesellschaftlichen Nutzen hin (B3, B4, K1, K7),</li> </ul>  |
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben III</u></b></p> <p><b>Die elektromagnetische Induktion als Grundlage für die Kopplung elektrischer und magnetischer Felder und als Element von Energieumwandlungsketten</b></p> <p><i>Wie kann elektrische Energie gewonnen und im Alltag bereits gestellt werden?</i></p> <p>ca. 25 Ustd.</p> | <p><b>Ladungen, Felder und Induktion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen das Induktionsgesetz auch in differenzieller 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, V5), (VB D Z3).</li> </ul> |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben IV</u></b></p> <p><b>Zeitliche und energetische Betrachtungen bei Kondensator und Spule</b></p> <p><i>Wie speichern elektrische und magnetische Felder Energie und wie geben sie diese wieder ab?</i></p> <p>ca. 20 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>• Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben qualitativ und quantitativ die Zusammenhänge von Ladung, Spannung und Stromstärke unter Berücksichtigung der Parameter Kapazität und Widerstand bei Lade- und Entladevorgängen am Kondensator auch mithilfe von Differentialgleichungen und deren vorgegebenen Lösungsansätzen (S3, S6, S7, E4, K7),</li> <li>• geben die in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern gespeicherte Energie in Abhängigkeit der elektrischen Größen und der Kenngrößen der Bauelemente an (S1, S3, E2)</li> <li>• prüfen Hypothesen zur Veränderung der Kapazität eines Kondensators durch ein Dielektrikum (E2, E3, S1),</li> <li>• ermitteln anhand von Messkurven zu Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren sowie zu Ein- und Ausschaltvorgängen bei Spulen zugehörige Kenngrößen (E4, E6, S6),</li> </ul> |
|--|--|---|

**Schwingende Systeme und Wellen (ca. 55 Stunden)**

| <p><b>Unterrichtsvorhaben</b></p>   | <p><b>Inhaltsfelder,<br/>Inhaltliche Schwerpunkte</b></p>  | <p><b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</b><br/>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>   |
|---|--|--|
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben V</u></b></p> <p><b>Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und deren Eigenschaften</b></p> <p><i>Welche Analogien gibt es zwischen mechanischen und</i></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; Polarisation und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren Zusammenhänge (S1, S3, K4),</li> <li>• 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</li> </ul> |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p><i>elektromagnetischen schwingenden Systemen?</i></p> <p>ca. 40 Ustd.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwingende Systeme: Federpendel, Fadenpendel, Resonanz; Schwingkreis, Hertz'scher Dipol</li> </ul>   | <p>Fadenpendel aus dem linearen Kraftgesetz die zugehörigen Differentialgleichungen her (S3, S7, E2),</p> <ul style="list-style-type: none"> <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, M7), (MKR 1.2)</li> <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>• Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren Zusammenhänge (S1, S3, K4),</li> <li>• erläutern mithilfe der Wellenwanne qualitativ auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6),</li> <li>• beschreiben mathematisch die räumliche und zeitliche Entwicklung einer harmonischen eindimensionalen Welle (S1, S2, S3, S7),</li> <li>• erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3),</li> <li>• erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8),</li> <li>• stellen für Einzel-, Doppelspalt und Gitter die Bedingungen für konstruktive und destruktive Interferenz und deren quantitative Bestätigung im Experiment für mono- und polychromatisches Licht dar (S1, S3, S6, E6),</li> <li>• erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (S1, K4).</li> </ul> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• weisen anhand des Interferenzmusters bei Spalt- und Gitterversuchen die Welleneigenschaften des Lichts nach und bestimmen daraus die Wellenlänge des Lichts (E5, E6, E7, S6),</li> <li>• erläutern Aufbau und Funktionsweise des Michelson-Interferometers (E2, E3, S3, K3).</li> <li>• beurteilen die Bedeutung von Schwingkreisen für die Umsetzung des Sender-Empfänger-Prinzips an alltäglichen Beispielen (B1, B4, K1, V6), (VB B Z 1)</li> </ul> |
|--|--|---|

### Quantenphysik (ca. 30 Stunden)

| Unterrichtsvorhaben  | Inhaltsfelder,<br>Inhaltliche Schwerpunkte  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  |
|--|---|--|
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben VII</u></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 experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck'sche Wirkungsquantum (E6, S6),</li> </ul> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"> <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, E6),</li> <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> |
|--|--|--|

### Atom- und Kernphysik (ca. 62 Stunden)

| Unterrichtsvorhaben  | Inhaltsfelder,<br>Inhaltliche Schwerpunkte   | Konkretisierte Kompetenzerwartungen<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  |
|--|--|--|
| <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> </ul> |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | <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, K3),</li> <li>• interpretieren Linienspektren bei Emission und Absorption sowie die Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuchs mithilfe des Energieniveauschemas (E2, E10, S6),</li> <li>• stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9),</li> </ul>  |
| <p><b><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, eindimensionaler 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 Austauscheteilchen (S1, S2, K4).</li> <li>• leiten auf der Basis der Definition der Aktivität das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (S7, E9),</li> <li>• wählen für die Planung von Experimenten mit ionisierender Strahlung zwischen dem Geiger-Müller-Zählrohr und einem energiesensiblen Detektor gezielt aus (E3, E5, S5, S6),</li> <li>• konzipieren Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit kurzlebiger radioaktiver Substanzen (E2, E5, S5),</li> <li>• quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2).</li> <li>• wägen die Chancen und Risiken bildgebender Verfahren in der Medizin unter Verwendung ionisierender Strahlung gegeneinander ab (B1, B4, K3, V7), (VB B Z 3)</li> </ul> |
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben X</u></b></p>  | <p><b>Atom- und Kernphysik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen,</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</li> </ul>   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <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>Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kernspaltung und -fusion: Bindungsenergien, Massendefekt; Kettenreaktion</li> </ul> | <p>Nukleonen auch unter quantitativer Berücksichtigung von Bindungsenergien (S1, S2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <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, V8), (VB D Z3),</li> <li>• diskutieren ausgewählte Aspekte der Endlagerung radioaktiver Abfälle unter Berücksichtigung verschiedener Quellen (B2, B4, K2, K10, M8, V9), (MKR 2.1, 2.3), (VB D Z3)</li> </ul> |
|---|---|--|

## Kompetenzen

### Kompetenzerwartungen bis zum Ende der Einführungsphase

#### **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, Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen
- 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 verwendet 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.

## Kompetenzerwartungen bis zum Ende der Qualifikationsphase

### **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 Urteil.

#### *Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- B5** reflektieren Bewertungen von Technologien und Sicherheitsmaßnahmen oder Risikoeinschätzungen hinsichtlich der Güte des durchgeführten Bewertungsprozesses,

- 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.

## Ziele des Medienkompetenzrahmens

### *Übergeordnete Kompetenzerwartungen am Ende der Einführungsphase*

Schülerinnen und Schüler

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

### *Konkretisierte Kompetenzerwartungen am Ende der Einführungsphase*

Schülerinnen und Schüler

- M1** bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7),
- M2** beurteilen die Güte digitaler Messungen von Bewegungsvorgängen mithilfe geeigneter Kriterien (B4, B5, E7, K7),
- M3** bewerten die Darstellung bekannter, vorrangig mechanischer Phänomene in verschiedenen Medien bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (B1, B2, K2, K8),
- M4** beurteilen Informationen zu verschiedenen Weltbildern und deren Darstellungen aus unterschiedlichen Quellen hinsichtlich ihrer Vertrauenswürdigkeit und Relevanz (B2, K9, K10).

### *Übergeordnete Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase*

Schülerinnen und Schüler

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

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

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

Schülerinnen und Schüler

**M5** konzipieren Experimente zur Abhängigkeit der Periodendauer von Einflussgrößen beim Federpendel und werten diese unter Anwendung digitaler Werkzeuge aus (E6, S4, K6),

**M6** untersuchen mithilfe von Simulationen das Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt (E4, E8, K6, K7).

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

Schülerinnen und Schüler

**M7** untersuchen experimentell die Abhängigkeit der Periodendauer und Amplitudenabnahme von Einflussgrößen bei mechanischen und elektromagnetischen harmonischen Schwingungen unter Anwendung digitaler Werkzeuge (E4, S4),

**M8** diskutieren ausgewählte Aspekte der Endlagerung radioaktiver Abfälle unter Berücksichtigung verschiedener Quellen (B2, B4, K2, K10).

**Rahmenvorgabe Verbraucherbildung****Übergeordnete Kompetenzerwartungen am Ende der Einführungsphase**

Schülerinnen und Schüler

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

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen am Ende der Einführungsphase**

Schülerinnen und Schüler

**V1** bewerten Ansätze aktueller und zukünftiger Mobilitätsentwicklung unter den Aspekten Sicherheit und mechanischer Energiebilanz (B3, B6, B7, E1, K5),

**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,
- beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung und Konsequenzen und schätzen Risiken, auch in Alltagssituationen, ein,
- reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen mit physikalischem Hintergrund.

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

Schülerinnen und Schüler

**V2** beurteilen Maßnahmen zur Störgeräuschreduzierung hinsichtlich deren Eignung (B7, K1, K5),

**V3** beurteilen ausgewählte Beispiele zur Energiebereitstellung und -umwandlung unter technischen und ökologischen Aspekten (B3, B6, K8, K10),

**V4** bewerten die Bedeutung hochenergetischer Strahlung hinsichtlich der Gesundheitsgefährdung sowie ihres Nutzens bei medizinischer Diagnose und Therapie (B5, B6, K1, K10).

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

Schülerinnen und Schüler

**V5** identifizieren und beurteilen Anwendungsbeispiele für die elektromagnetische Induktion im Alltag (B6, K8),

**V6** beurteilen die Bedeutung von Schwingkreisen für die Umsetzung des Sender-Empfänger-Prinzips an alltäglichen Beispielen (B1, B4, K1),

**V7** wägen die Chancen und Risiken bildgebender Verfahren in der Medizin unter Verwendung ionisierender Strahlung gegeneinander ab (B1, B4, K3),

**V8** bewerten Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion hinsichtlich der globalen Energieversorgung (B5, B7, K3, K10),

**V9** diskutieren ausgewählte Aspekte der Endlagerung radioaktiver Abfälle unter Berücksichtigung verschiedener Quellen (B2, B4, K2, K10).

## **Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe**

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Physik die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen. Die Grundsätze 1 bis 13 beziehen sich auf fachübergreifende Aspekte, die Grundsätze 14 bis 25 sind fachspezifisch angelegt.

### **Überfachliche Grundsätze**

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

### **Fachliche Grundsätze**

- 14.) Der Physikunterricht ist problemorientiert und Kontexten ausgerichtet.
- 15.) Der Physikunterricht ist kognitiv aktivierend und verständnisfördernd.
- 16.) Der Physikunterricht unterstützt durch seine experimentelle Ausrichtung Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern.
- 17.) Der Physikunterricht knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an.
- 18.) Der Physikunterricht stärkt über entsprechende Arbeitsformen kommunikative Kompetenzen.
- 19.) Der Physikunterricht bietet nach experimentellen oder deduktiven Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Reflexion, in denen der Prozess der Erkenntnisgewinnung bewusst gemacht wird.
- 20.) Der Physikunterricht fördert das Einbringen individueller Lösungsideen und den Umgang mit unterschiedlichen Ansätzen. Dazu gehört auch eine positive Fehlerkultur.
- 21.) 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.
- 22.) Der Physikunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen und deren Teilziele für die Schülerinnen und Schüler transparent.
- 23.) Der Physikunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung und des Transfers auf neue Aufgaben und Problemstellungen.

- 24.) Der Physikunterricht bietet die Gelegenheit zum regelmäßigen wiederholenden Üben sowie zu selbstständigem Aufarbeiten von Unterrichtsinhalten.
- 25.) Im Physikunterricht wird ein GTR oder ein CAS verwendet. Die Messwertauswertung kann auf diese Weise oder per PC erfolgen.

## **Hausaufgabenkonzept für das Fach Physik**

gemäß Beschluss der Fachschaft vom 03.07.2012

### **Ergänzungen zum allgemeinen Hausaufgabenkonzept der Schule**

Als selbstverständliche Hausaufgabe gelten:

- Wiederholung der vorhergehenden Unterrichtsstunde, dies betrifft insb. Experimente und Merksätze,
- Wiederholung der grundlegenden Inhalte der Unterrichtseinheit (Regeln, Gesetze, Formeln, physikalische Größen mit ihren Einheiten, Verfahren, Modelle).

Nur die entsprechenden Kenntnisse ermöglichen jedem einzelnen Schülern eine die Erwartungen erfüllende Mitarbeit und der Lerngruppe ein sinnvolles Weitergehen in der Unterrichtseinheit.

Schriftliche Hausaufgaben oder Hausaufgaben in Form kleiner Experimente werden nur vereinzelt aufgegeben. Der Zeitaufwand sollte nicht mehr als 10-15 Minuten betragen.



## Leistungsbewertungskonzept für das Fach Physik

gemäß Beschluss der Fachschaft vom 03.07.2012

Die in der folgenden Tabelle aufgeführten Bewertungsraster befinden sich im Anhang und auf der Homepage des Hollenberg-Gymnasiums – Fächer – Physik - Leistungsbewertungskonzept

### *Sekundarstufe II*

| Baustein  | Bewertungskriterien   |
|---|---|
| Baustein 1: mündliche Mitarbeit   | Bewertungsraster 1  |
| Baustein 2: Klausuren bzw. Facharbeit (in Q1.2)   | Klausuren: vgl. Zentralabitur-Klausuren<br>Facharbeit (in Q1.2): Bewertungsraster 6                                 |
| Baustein 3: sonstige Leistungen, z.B.<br>Einzel-, Partnerarbeiten,<br>eingereichte Hausaufgaben, Stundenprotokolle<br>Gruppen-/Projektarbeiten<br>Referate (max.20 min.), Präsentationen<br>Experimente<br>Hausaufgaben | Gruppenarbeit: Bewertungsraster 3<br>Referate/Präsentationen: Bewertungsraster 4<br>Experimente: Bewertungsraster 5 |

### *Hinweise*

- Alle drei Bausteine sollten in jedem Halbjahr in die Leistungsbewertung einfließen.
- Baustein 2 muss mit ca. 50% in die Gesamtnote eingehen, die Gewichtung der beiden anderen Bausteine zueinander liegt im Ermessen des Fachlehrers.
- Dasselbe gilt für die inhaltliche Füllung des Bausteins 3, um jedem Fachlehrer genügend Gestaltungsspielräume zu eröffnen.

## Fortbildungen

Die im Fach Physik unterrichtenden Kollegen sind alle zu Strahlenschutzbeauftragten an der Schule ernannt worden und nehmen somit alle 5 Jahre an den Strahlenschutz Auffrischkursen teil. Weiterhin nehmen sie nach Möglichkeit regelmäßig an weiteren Fortbildungsveranstaltungen teil. Die dort bereitgestellten oder entwickelten Materialien werden von den Kollegen in den Fachkonferenzsitzungen vorgestellt.

## 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 gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert.

## Anhang

## Bewertungsraster 1: Sonstige Mitarbeit

| <i>Teilbereich</i>                      | <i>Stufe 1</i>   | <i>Stufe 2</i>  | <i>Stufe 3</i>  | <i>Stufe 4</i>   |
|---|--|---|---|--|
| <b>Quantität</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>in jeder Stunde mehrfache Meldungen</li> <li>verteilt über verschiedene Phasen des Unterrichts</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>fast in jeder Stunde mehrfache Meldungen oder</li> <li>in jeder Stunde mindestens eine Meldung</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>seltene/unregelmäßige Meldungen</li> <li>„Saisonalarbeit“</li> <li>Beiträge häufig nur auf Aufforderung</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Meldung nur im Ausnahmefall</li> <li>Beiträge (nahezu) ausschließlich auf Aufforderung</li> </ul>   |
| <b>Inhaltliche Qualität</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>anspruchsvolle Transferleistungen</li> <li>Einbringung weiterführender Gedanken</li> <li>fächerverbindende Ansätze</li> <li>differenziertes Urteilsvermögen</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>durchweg richtige Reproduktion von Fakten und Zusammenhängen</li> <li>Fähigkeit zur Anknüpfung an Vorwissen</li> <li>einfache Transferleistungen</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>im Wesentlichen richtige Reproduktion einfacher Fakten und Zusammenhänge aus geradethematisierten Sachbereichen</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>nur bruchstückhafte oder fehlerhafte Reproduktion von Fakten</li> <li>klar erkennbare Schwierigkeiten, Zusammenhänge herzustellen</li> </ul>  |
| <b>Methodenkompetenz</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>problemloses Verständnis von Arbeitsaufträgen und Texten</li> <li>sicherer und selbstständiger Umgang mit Arbeitsmaterialien</li> <li>korrekte Auswertung von Bildern, Tabellen, Diagrammen etc.</li> <li>Fähigkeit zur Materialkritik</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>vereinzelt Schwierigkeiten beim Verständnis von Arbeitsaufträgen und Texten</li> <li>in Grundzügen selbstständiger Umgang mit Materialien</li> <li>korrektes Lesen von Tabellen, Diagrammen etc.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>häufig Schwierigkeiten beim Verständnis von Arbeitsaufträgen und Texten</li> <li>Probleme im Umgang mit Arbeitsmaterialien</li> <li>vereinzelt Fehler beim Lesen von Tabellen, Diagrammen etc.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>massive Schwierigkeiten beim Verständnis von Arbeitsaufträgen und Texten</li> <li>unselbstständiger Umgang mit Materialien</li> <li>häufiger Fehler beim Lesen von Tabellen, Diagrammen, etc.</li> </ul>  |
| <b>Sprachliche Darstellungsleistung</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>durchweg korrekte Verwendung von Fachtermini</li> <li>präzise sachliche Ausdrucksweise;</li> <li>Lieferung längerer, stringenter Beiträge</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>in der Regel korrekte Verwendung von Fachtermini</li> <li>sachliche Ausdrucksweise</li> <li>Lieferung längerer Beiträge, denen es vereinzelt an Stringenz mangelt</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>häufig fehlende/ fehlerhafte Verwendung von Fachtermini</li> <li>vereinzelt Formulierungsschwierigkeiten und umgangssprachliche Wendungen</li> <li>Vorherrschen von Kurzbeiträgen</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>meist fehlende/fehlerhafte Verwendung von Fachtermini</li> <li>häufiger Einsatz von Umgangssprache</li> <li>unklare Aussagen</li> <li>Vorherrschen von Halbsatz- oder Ein-Wort-Antworten</li> </ul>   |
| <b>Arbeitsverhalten</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>ständige Ansprechbarkeit</li> <li>durchweg konzentrierte und produktive Arbeitsweise</li> <li>zuverlässige Erledigung von Aufgaben</li> <li>Arbeitsmaterialien immer auf Tisch bereitliegend</li> <li>pfleglicher Umgang mit Materialien</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ansprechbarkeit meist gegeben</li> <li>in der Regel konzentrierte und produktive Arbeitsweise</li> <li>insgesamt zuverlässige Erledigung von Aufgaben</li> <li>Arbeitsmaterialien meist bereit</li> <li>meistens pfleglicher Umgang mit Materialien</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>häufige Unaufmerksamkeit</li> <li>unkonzentrierte, häufig wenig produktive Arbeitsweise</li> <li>mehrfache Nichterledigung von Aufgaben</li> <li>vereinzelt ohne Arbeitsmaterialien</li> <li>seltener pfleglicher Umgang mit Materialien</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>stark ausgeprägte Unaufmerksamkeit bis hin zu Unterrichtsstörungen</li> <li>kaum Ergebnisse</li> <li>häufige Nichterledigung von Aufgaben</li> <li>wiederholt ohne Arbeitsmaterialien</li> <li>kein pfleglicher Umgang mit Materialien</li> </ul> |
| <b>Interaktions- und Teamleistung</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>durchweg Zuhören, was andere sagen</li> <li>Eingehen auf Beiträge von Mitschülern in angemessener Form</li> <li>Einhaltung von Gesprächsregeln</li> <li>Fähigkeit, mit allen Mitschülern produktiv zusammenzuarbeiten</li> <li>ausgeprägte Kritikfähigkeit</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>meist Zuhören, was andere sagen</li> <li>vereinzelt Eingehen auf Beiträge von Mitschülern</li> <li>Einhaltung von Gesprächsregeln</li> <li>Fähigkeit, mit Mitschülern produktiv zusammenzuarbeiten</li> <li>allgemeine Kritikfähigkeit</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>kaum Zuhören, was andere sagen</li> <li>kein Eingehen auf Beiträge von Mitschülern</li> <li>vereinzelt Nichteinhaltung von Gesprächsregeln</li> <li>geringe Produktivität bei Zusammenarbeit mit Mitschülern</li> <li>geringe Kritikfähigkeit</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>kein Zuhören, was andere sagen</li> <li>häufige Nichteinhaltung von Gesprächsregeln</li> <li>fehlende Fähigkeit/ Bereitschaft, mit Mitschülern zusammenzuarbeiten</li> <li>mangelnde Kritikfähigkeit</li> </ul>                                   |

**Für die folgenden Bewertungsraster gilt folgende Einstufung**

- S1 entspricht: Leistungen sind in besonderem Maße erfüllt
- S2 entspricht: Leistungen sind in vollem Maße erfüllt
- S3 entspricht: Leistungen sind in angemessener Weise erfüllt
- S4 entspricht: Leistungen sind in unzureichendem Maße erfüllt

**Bewertungsraster 2: Heft-/Mappenführung**

| <b>Teilbereich</b>                      | <b>Ausführungen</b>  | <b>S1</b> | <b>S2</b> | <b>S3</b> | <b>S4</b> |
|---|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Vollständigkeit</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• in Hinblick auf               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arbeitsblätter,</li> <li>- Tafelbilder /Mitschriften,</li> <li>- erteilte Schul-/Hausaufgaben</li> </ul> </li> </ul> |           |           |           |           |
| <b>Übersichtlichkeit</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• richtige Reihenfolge,</li> <li>• hervorgehobene Überschriften,</li> <li>• Datum,</li> <li>• Inhaltsverzeichnis</li> </ul>   |           |           |           |           |
| <b>Sauberkeit und Sorgfalt</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• leserliche Schrift,</li> <li>• sauberes Schriftbild,</li> <li>• saubere Zeichnungen,</li> <li>• keine Eselsohren</li> </ul>   |           |           |           |           |
| <b>Sprachliche Darstellungsleistung</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• sprachliche Richtigkeit,</li> <li>• Verständlichkeit,</li> <li>• Standard-/Fachsprache</li> </ul>   |           |           |           |           |
| <b>Inhaltliche Leistung</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umfang und inhaltliche Qualität der Aufgabenlösungen,</li> <li>• eigenständige Leistungen und Ergänzungen</li> </ul>  |           |           |           |           |

**Bewertungsraster 3: Bewertung der Gruppenarbeitsprozesse**

| <b>Teilbereich</b>                         | <b>Ausführungen</b>   | <b>S1</b> | <b>S2</b> | <b>S3</b> | <b>S4</b> |
|--|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Teamarbeit</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeinsames Arbeiten</li> <li>• Sinnvolle Aufgabenverteilung</li> </ul>  |           |           |           |           |
| <b>Kommunikation</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sach – und fachbezogener Austausch</li> <li>• Respektvoller Umgangston in der Gruppe</li> </ul>  |           |           |           |           |
| <b>Sozialverhalten</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rücksichtsvoller Umgang mit Mitschülern und Lehrern</li> <li>• Rücksichtsvoller Umgang mit den Materialien</li> <li>• Einhaltung von Absprachen</li> </ul> |           |           |           |           |
| <b>Zielstrebigkeit/<br/>Zeitmanagement</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstorganisation, die zügigen Beginn ermöglicht: Bereithaltung aller benötigten Materialien</li> </ul>   |           |           |           |           |

## Bewertungsraster 4: Referate und Präsentationen

Verlässlichkeit und Zeitmanagement sind nicht nur im Unterricht, sondern auch im späteren Leben von großer Bedeutung. Daher sollte auf Folgendes geachtet werden:

Wenn ein Referat bzw. eine Präsentation aus selbst zu vertretenden Gründen nicht termingerecht gehalten werden kann, wird die Referats-/Präsentationsnote um eine Notenstufe abgesenkt.

| <i>Teilbereich</i>   | <i>Ausführungen</i>   | <i>S1</i> | <i>S2</i> | <i>S3</i> | <i>S4</i> |
|--|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b><i>Inhalt und Aufbau</i></b>  |   |           |           |           |           |
| <b><i>Gliederung</i></b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinnvoller Aufbau: Einleitung - Hauptteil - Schluss</li> </ul>   |           |           |           |           |
| <b><i>Richtigkeit</i></b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachlich korrekt</li> </ul>  |           |           |           |           |
| <b><i>Schwerpunktsetzung</i></b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduktion auf Wesentliches</li> <li>• Nennung aller zentralen Punkte</li> </ul>  |           |           |           |           |
| <b><i>Nachvollziehbarkeit</i></b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• „roter Faden“</li> <li>• sinnvolle Reihenfolge</li> <li>• Erläuterung von Fachtermini</li> <li>• der Zuhörerschaft angemessene Schwierigkeit</li> </ul>              |           |           |           |           |
| <b><i>Vortrag</i></b>  |   |           |           |           |           |
| <b><i>Freies Sprechen</i></b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Freier Vortrag (kein Ablesen)</li> <li>• Einhaltung der Redezeit</li> </ul>  |           |           |           |           |
| <b><i>Sprechweise</i></b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• flüssig</li> <li>• deutlich</li> <li>• laut</li> <li>• nicht zu schnell</li> <li>• moduliert</li> </ul>  |           |           |           |           |
| <b><i>Wortwahl/<br/>Formulierung</i></b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwendung der Fachsprache</li> <li>• klar und verständlich</li> <li>• nachvollziehbarer Satzbau</li> <li>• Vermeidung von Umgangssprache und Füllwörtern</li> </ul> |           |           |           |           |
| <b><i>Körpersprache</i></b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blickkontakt</li> <li>• Mimik und Gestik</li> <li>• Körperhaltung</li> </ul>   |           |           |           |           |
| <b><i>Weitere Wahrnehmungskanäle (z.B. Plakat, Power-Point-Präsentation, Folie, Standbild, Hörprobe)</i></b> |   |           |           |           |           |
| <b><i>Funktionalität</i></b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Vortrag sinnvoll unterstützende Auswahl, dem Inhalt angemessen</li> </ul>  |           |           |           |           |
| <b><i>Ausgewogenheit</i></b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewogenes Verhältnis zwischen Umfang von Vortrag und Veranschaulichung</li> </ul>   |           |           |           |           |
| <b><i>Gestaltung</i></b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technik (Übersichtlichkeit, Lesbarkeit, Lautstärke, Erkennbarkeit, .....</li> <li>• Ansprechend und sorgfältig aufbereitet</li> </ul>                                |           |           |           |           |

### ***Hinweis***

Handout liegt vor Beginn der Präsentation vor (ab Klasse 9); das Nicht-Vorliegen entspricht einer nicht gemachten Hausaufgabe.

## Bewertungsraster 5: Experimente

Experimente sind ein wesentlicher Bestandteil naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen. Die Kriterien für die Experimente gelten für alle naturwissenschaftlichen Fächer an unserer Schule. Ziel ist es den Schülern diese Methode schrittweise (d.h. im Laufe ihrer Schullaufbahn) näherzubringen, so dass sie in der Qualifizierungsphase für das Abitur in der Lage sind von der Planung bis zum Protokoll die Anforderungen an das selbstständige Experimentieren erfüllen zu können.

| <b>Teilbereich</b>  | <b>Erläuterung</b>   | <b>S1</b> | <b>S2</b> | <b>S3</b> | <b>S4</b> |
|---|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Planung von Experimenten<br/>(Methoden- /<br/>Fachkompetenz)</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– geeignete Fragestellung finden und sauber ausformulieren</li> <li>– Aufstellen einer Hypothese</li> <li>– Realistische und zielgerichtete Planung (z.B. Auswahl geeigneter Gerätschaften)</li> <li>– Angemessene und vollständige Verschriftlichung (u.a. Fragestellung, verwendete Materialien, beschriftete Skizze)</li> <li>– Beachtung der zur Verfügung stehenden Zeit (Zeitökonomie)</li> </ul>   |           |           |           |           |
| <b>Durchführung<br/>(Sozial- /Fach- /<br/>Lernkompetenz;<br/>Erkenntnisgewinnung)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Organisierte Materialbeschaffung (Absprache innerhalb der Gruppe)</li> <li>– Sachgerechter Umgang mit Geräten und Materialien</li> <li>– Einhaltung von Sicherheitsaspekten</li> <li>– Ordentlicher und übersichtlicher Versuchsaufbau</li> <li>– Sorgfältiges und genaues Arbeiten (u.a. Erhebung / Ablesen von Messwerten)</li> <li>– Notieren von Beobachtungen und Messwerten</li> <li>– Ordnungsgemäßes Wegräumen der verwendeten Materialien</li> </ul>   |           |           |           |           |
| <b>Auswertung<br/>(Fachkompetenz;<br/>Erkenntnisgewinnung)</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Verschriftlichung</li> <li>– Hypothesenüberprüfung</li> <li>– Fehlerbetrachtung</li> <li>– prüft, bewertet, beurteilt und begründet die Ergebnisse seiner Arbeit</li> </ul>   |           |           |           |           |
| <b>Versuchsprotokoll (Fach-<br/>/Methodenkompetenz)</b>                               | <p>Das Protokoll ist in fachlich angemessener Sprache und in vollständigen Sätzen zu verfassen. Ein vollständiges Protokoll enthält folgende Punkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Überschrift / Thema /Hypothese / Fragestellung</li> <li>– Versuchsaufbau (Materialliste, beschriftete Skizze, Sicherheitshinweise, Versuchsaufbau in Worten)</li> <li>– Versuchsdurchführung in Worten</li> <li>– Beobachtung</li> <li>– Auswertung (rechnerisch, graphisch, in Worten), Fazit</li> <li>– Fehlerbetrachtung, Vergleich mit Literaturangaben / -werten</li> </ul> |           |           |           |           |

## Bewertungsraster 6: Bewertung von Facharbeiten

| <b>Teilbereich</b>              | <b>Erläuterungen</b>   | <b>Gewichtung</b> | <b>S1</b> | <b>S2</b> | <b>S3</b> | <b>S4</b> |
|---------------------------------|--|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Form</b>                     | Die Schülerin / der Schüler berücksichtigt die Vorgaben hinsichtlich <ul style="list-style-type: none"> <li>– des Deckblatts (gemäß Formvorgaben)</li> <li>– der Gliederung (mit richtiger Zählung, Seitenzahlen)</li> <li>– des Fließtextes (gemäß Formvorgaben)</li> <li>– des Anmerkungsapparates (z.B. Fußnoten)</li> <li>– des Literatur – und Quellenverzeichnisses</li> <li>– des Textumfangs (8 – 12 Seiten)</li> </ul>  | 15 %              |           |           |           |           |
| <b>Sprache</b>                  | Die Schülerin / der Schüler <ul style="list-style-type: none"> <li>– beherrscht die Fachsprache</li> <li>– formuliert verständlich</li> <li>– schreibt sprachlich richtig (Grammatik, Wortschatz, Orthographie)</li> <li>– drückt sich präzise und differenziert aus</li> </ul>  | 15 %              |           |           |           |           |
| <b>Inhalt</b>                   | Die Schülerin / der Schüler <ul style="list-style-type: none"> <li>– erfasst die Problemstellung bzw. ist der eigenen Problemstellung gewachsen, stellt nachvollziehbare Hypothesen auf</li> <li>– leistet eine sachlich angemessene Reproduktion themenbezogener Fakten</li> <li>– transferiert in angemessener Weise Fakten, Theorien, Analysen u.a. wissenschaftliche Äußerungen auf die eigene Aufgabenstellung</li> <li>– prüft, bewertet, beurteilt und begründet die Ergebnisse seiner Arbeit</li> </ul>  | 35 %              |           |           |           |           |
| <b>Methodische Durchführung</b> | Die Schülerin / der Schüler <ul style="list-style-type: none"> <li>– verweist bei ihrer / seiner Argumentation in ausgewogener Weise auf angemessene digitale und gedruckte Medien (Fachliteratur)</li> <li>– strukturiert den Text kohärent, schlüssig, stringent, gedanklich klar und geht ergebnisorientiert und zielgerichtet vor</li> <li>– formuliert unter Beachtung der fachsprachlichen und fachmethodischen Anforderungen</li> <li>– belegt Aussagen durch angemessenes und korrektes Zitieren</li> <li>– zeigt einen sicheren Umgang mit sachangemessenen Präsentationsformen (z.B. Grafiken, Bildern, Statistiken)</li> <li>– unterscheidet methodisch sauber hinführende, darlegende, untersuchende, beurteilende und zusammenfassende Abschnitte</li> <li>– beherrscht die Anwendung von physikalischen Arbeitsmethoden</li> </ul> | 35%               |           |           |           |           |

### Hinweise

- Die Gewichtungen sind als Richtwerte zu verstehen.
- Der Fachlehrer kann begründet von den Richtwerten abweichen. Die betreffenden Schüler werden über die geänderte Gewichtung informiert.
- Extreme Minderleistungen in einem der Teilbereiche können zu einer Abwertung der Facharbeit führen, die über die Gewichtung des Teilbereichs hinausgeht.