

Städt. Gymnasium an der Hönne Menden

**Schulinterner Lehrplan zum Kernlehrplan für die
gymnasiale Oberstufe**

Physik

Ab Abiturjahrgang 2024

Inhalt

	Seite
1 Die Fachgruppe Physik	1
2 Entscheidungen zum Unterricht	3
2.1 Unterrichtsvorhaben	3
2.1.1 <i>Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben</i>	5
2.1.2 <i>Konkretisierte Unterrichtsvorhaben</i>	11
2.1.2.1 <i>Einführungsphase</i>	11
2.1.2.2 <i>Qualifikationsphase: Grundkurs</i>	18
2.1.2.3 <i>Qualifikationsphase: Leistungskurs</i>	30
2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe	46
2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	48
2.4 Lehr- und Lernmittel	53
3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen	54
4 Qualitätssicherung und Evaluation	55

1 Die Fachgruppe Physik

Die Fachgruppe Physik versucht in besonderem Maße, jeden Lernenden in seiner Kompetenzentwicklung möglichst weit zu bringen. Außerdem wird angestrebt, Interesse an einem naturwissenschaftlich geprägten Studium oder Beruf zu wecken. In diesem Rahmen sollen u.a. Schülerinnen und Schüler mit besonderen Stärken im Bereich Physik unterstützt werden.

Insbesondere in Doppelstunden können Experimente in einer einzigen Unterrichtsphase gründlich vorbereitet und ausgewertet werden.

Das Gymnasium verfügt im B-Gebäude und im D-Gebäude über drei experimentiergeeignete Fachräume und ausreichend Material für vielfältige Schülerexperimente.

Im Fach Physik ist die Erfassung von Daten und Messwerten mit modernen digitalen Medien regelmäßiger Bestandteil des Unterrichts. An der Schule existieren zwei Computerräume, die nach Reservierung auch von Physikkursen für bestimmte Unterrichtsprojekte genutzt werden können.

In der Oberstufe sind durchschnittlich ca. 150 Schülerinnen und Schüler pro Stufe. Das Fach Physik ist in der Regel in der Einführungsphase mit mehreren Grundkursen, in der Qualifikationsphase je Jahrgangsstufe mit mehreren Grundkursen und (einem) Leistungskurs/en vertreten. Die Lehrerbesezung in Physik ermöglicht einen ordnungsgemäßen Fachunterricht in der Sekundarstufe I, auch die Kursangebote in der Oberstufe sind gesichert.

2 Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Unterrichtsvorhaben

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

Die entsprechende Umsetzung erfolgt auf zwei Ebenen: der Übersichts- und der Konkretisierungsebene.

Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.1) 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 verbindlichen 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, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen erst auf der Ebene konkretisierter Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung finden. Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Um Spielraum für Vertiefungen, besondere Schülerinteressen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant.

Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ einschließlich der dort genannten Kontexte zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppenübertritten und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausweisung „konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.2, Tabellenspalten 4 und 5) empfehlenden Charakter, es sei denn, die Verbindlichkeit bestimmter Aspekte ist dort, markiert durch Fettdruck, explizit angegeben. Insbesondere Referendarinnen und Referendaren sowie neuen Kolleginnen und Kollegen dienen die konkretisierten Unterrichtsvorhaben vor allem zur standardbezogenen Orientierung in der neuen Schule, aber auch zur Verdeutlichung von unterrichtsbezogenen fachgruppeninternen Absprachen zu didaktisch-methodischen Zugängen, fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen, die im Einzelnen auch den Kapiteln 2.2 bis 2.4 zu entnehmen sind. Abweichungen von den empfohlenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass

im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

Hinweise zu den konkretisierten Unterrichtsvorhaben:

In den konkretisierten Unterrichtsvorhaben finden sich einzelne Verweise auf den **Medienkompetenzrahmen NRW** (z.B. **MKR 1.2**, siehe auch: <https://medi-enkompetenzrahmen.nrw/>).

Ebenfalls sind Beiträge bezogen auf die **Rahmenvorgabe Verbraucherbildung** enthalten (z.B. **VBD Z 3**), siehe auch: https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_gs/vb/Rahmenvorgabe_Verbraucherbildung_PS_SI_2017.pdf).

Zur Rahmenvorgabe Verbraucherbildung folgt eine kurze Zuordnung:

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

Zieldimensionen (Z): Auseinandersetzung mit

- individuellen Bedürfnissen und Bedarfen (Z1)
- gesellschaftlichen Einflüssen auf Konsumententscheidungen (Z2)
- individuellen und gesellschaftlichen Folgen des Konsums (Z3)
- politisch-rechtlichen und sozioökonomischen Rahmenbedingungen (Z4)
- Kriterien für Konsumententscheidungen (Z5)
- individuellen, kollektiven und politischen Gestaltungsoptionen des Konsums (Z6)

2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase	
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte
<p><u>Unterrichtsvorhaben I</u></p> <p><i>Physik in Sport und Verkehr I</i> Wie lassen sich Bewegungen vermessen und analysieren? Zeitbedarf: 25 Ustd.</p>	<p><i>Mechanik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kinematik: gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung; freier Fall; waagerechter Wurf; vektorielle Größen
<p><u>Unterrichtsvorhaben II</u></p> <p><i>Physik in Sport und Verkehr II</i> Wie lassen sich Ursachen von Bewegungen erklären? Zeitbedarf: 15 Ustd.</p>	<p><i>Mechanik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Dynamik: Newton'sche Gesetze; beschleunigende Kräfte; Kräftegleichgewicht, Reibungskräfte
<p><u>Unterrichtsvorhaben III</u></p> <p><i>Superhelden und Crashtests – Erhaltungssätze in verschiedenen Situationen</i> Wie lassen sich mit Erhaltungssätzen Bewegungsvorgänge vorhersagen und analysieren? Zeitbedarf: 12 Ustd.</p>	<p><i>Mechanik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erhaltungssätze: Impuls; Energie (Lage-, Bewegungs-, Spannenergie); Energiebilanzen; Stoßvorgänge
<p><u>Unterrichtsvorhaben IV</u></p> <p><i>Bewegungen im Weltraum</i> Wie bewegen sich Planeten im Sonnensystem? Wie lassen sich aus (himmlischen) Beobachtungen Gesetze ableiten? Zeitbedarf: 20 Ustd.</p>	<p><i>Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kreisbewegung: gleichförmige Kreisbewegung, Zentripetalkraft • Gravitation: Schwerkraft. Newton'sches Gravitationsgesetz, Kepler'sche Gesetze • Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation
<p><u>Unterrichtsvorhaben V</u></p> <p><i>Weltbilder in der Physik</i> <i>Revolutioniert die Physik unsere Sicht auf die Welt?</i> Zeitbedarf: 8 Ustd.</p>	<p><i>Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation
Summe Einführungsphase: 80 Stunden	

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q1 + Q2) – GRUNDKURS ca. 152 Stunden	
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte
<p><u>Unterrichtsvorhaben I</u></p> <p><i>Periodische Vorgänge in alltäglichen Situationen</i> Wie lassen sich zeitlich und räumlich periodische Vorgänge am Beispiel von harmonischen Schwingungen sowie mechanischen Wellen beschreiben und erklären?</p> <p>Zeitbedarf: ca. 10 Ustd.</p>	<p><i>Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Klassische Wellen: Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen und Wellen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Superposition und Polarisation von Wellen
<p><u>Unterrichtsvorhaben II</u></p> <p><i>Beugung und Interferenz von Wellen – ein neues Lichtmodell</i> Wie kann man Ausbreitungsphänomene von Licht beschreiben und erklären?</p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Ustd.</p>	<p><i>Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Klassische Wellen: Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen und Wellen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Superposition und Polarisation von Wellen
<p><u>Unterrichtsvorhaben III</u></p> <p><i>Erforschung des Elektrons</i> Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?</p> <p>Zeitbedarf: ca. 26 Ustd.</p>	<p><i>Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Teilchen in Feldern: elektrische und magnetische Felder; elektrische Feldstärke, elektrische Spannung; magnetische Flussdichte; Bahnformen von geladenen Teilchen in homogenen Feldern
<p><u>Unterrichtsvorhaben IV</u></p> <p><i>Photonen und Elektronen als Quantenobjekte</i> Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Ustd.</p>	<p><i>Quantenobjekte</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt • Wellenaspekt von Elektronen: De-Broglie-Wellenlänge, Interferenz von Elektronen am Doppelspalt • Photon und Elektron als Quantenobjekte: Wellen- und Teilchenmodell, Kopenhagener Deutung
<p><u>Unterrichtsvorhaben V</u></p> <p><i>Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren</i> Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?</p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Ustd.</p>	<p><i>Elektrodynamik und Energieübertragung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator • Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung

<p><u>Unterrichtsvorhaben VI</u></p> <p><i>Anwendungsbereiche des Kondensators</i> Wie kann man Energie in elektrischen Systemen speichern? Wie kann man elektrische Schwingungen erzeugen?</p> <p>Zeitbedarf: ca. 15 UStd.</p>	<p><i>Elektrodynamik und Energieübertragung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator • Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung
<p><u>Unterrichtsvorhaben VII</u></p> <p><i>Mensch und Strahlung - Chancen und Risiken ionisierender Strahlung</i> Wie wirkt ionisierende Strahlung auf den menschlichen Körper?</p> <p>Zeitbedarf: ca. 12 Ustd.</p>	<p><i>Strahlung und Materie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Strahlung: Spektrum der elektromagnetischen Strahlung; ionisierende Strahlung, Geiger-Müller-Zählrohr, biologische Wirkungen
<p><u>Unterrichtsvorhaben VIII</u></p> <p><i>Erforschung des Mikro- und Makrokosmos</i> Wie lassen sich aus Spektralanalysen Rückschlüsse auf die Struktur von Atomen ziehen?</p> <p>Zeitbedarf: ca. 19 Ustd.</p>	<p><i>Strahlung und Materie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Atomphysik: Linienspektrum, Energieniveauschema, Kern-Hülle-Modell, Röntgenstrahlung
<p><u>Unterrichtsvorhaben IX</u></p> <p><i>Massendefekt und Kernumwandlungen</i> Wie lassen sich energetische Bilanzen bei Umwandlungs- und Zerfallsprozessen quantifizieren? Wie entsteht ionisierende Strahlung?</p> <p>Zeitbedarf: ca. 16 Ustd.</p>	<p><i>Strahlung und Materie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kernphysik: Nukleonen; Zerfallsprozesse und Kernumwandlungen, Kernspaltung und -fusion

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q1 + Q2) – Leistungskurs ca. 250 Stunden	
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte
<p><u>Unterrichtsvorhaben I</u></p> <p>Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und deren Eigenschaften <i>Welche Analogien gibt es zwischen mechanischen und elektromagnetischen schwingenden Systemen?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 40 Ustd.</p>	<p>Schwingende Systeme und Wellen</p> <ul style="list-style-type: none"> Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer <p>Schwingende Systeme: Federpendel, Fadenpendel, Resonanz; Schwingkreis, Hertz'scher Dipol</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben II</u></p> <p>Wellen und Interferenzphänomene <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>Zeitbedarf: ca. 10-15 Ustd.</p>	<p>Schwingende Systeme und Wellen</p> <ul style="list-style-type: none"> Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer
<p><u>Unterrichtsvorhaben III</u></p> <p>Untersuchung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern <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>Zeitbedarf: ca. 40 Ustd.</p>	<p>Ladungen, Felder und Induktion</p> <ul style="list-style-type: none"> Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte <p>Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern</p>

<p><u>Unterrichtsvorhaben IV</u></p> <p>Massenspektrometer und Zyklotron als Anwendung in der physikalischen Forschung <i>Welche weiterführenden Anwendungen von bewegten Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern gibt es in Forschung und Technik?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 10 Ustd.</p>	<p>Ladungen, Felder und Induktion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern
<p><u>Unterrichtsvorhaben V</u></p> <p>Die elektromagnetische Induktion als Grundlage für die Kopplung elektrischer und magnetischer Felder und als Element von Energieumwandlungsketten <i>Wie kann elektrische Energie gewonnen und im Alltag bereits gestellt werden?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 25 Ustd.</p>	<p>Ladungen, Felder und Induktion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität
<p><u>Unterrichtsvorhaben VI</u></p> <p>Zeitliche und energetische Betrachtungen bei Kondensator und Spule <i>Wie speichern elektrische und magnetische Felder Energie und wie geben sie diese wieder ab?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 20 Ustd.</p>	<p>Ladungen, Felder und Induktion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte • Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität
<p><u>Unterrichtsvorhaben VII</u></p> <p>Quantenphysik als Weiterentwicklung des physikalischen Weltbildes <i>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 30 Ustd.</p>	<p>Quantenphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt, Bremsstrahlung • Photonen und Elektronen als Quantenobjekte: Doppelspaltexperiment, Bragg-Reflexion, Elektronenbeugung; Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Delayed-Choice-Experiment; Kopenhagener Deutung

<p><u>Unterrichtsvorhaben VIII</u></p> <p>Struktur der Materie</p> <p><i>Wie hat sich unsere Vorstellung vom Aufbau der Materie historisch bis heute entwickelt?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 20 Ustd.</p>	<p>Atom- und Kernphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung • Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung
<p><u>Unterrichtsvorhaben IX</u></p> <p>Mensch und Strahlung - Chancen und Risiken ionisierender Strahlung</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>Zeitbedarf: ca. 22 Ustd.</p>	<p>Atom- und Kernphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung • Ionisierende Strahlung: Strahlungsarten, Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung, Eigenschaften ionisierender Strahlung, Absorption ionisierender Strahlung • Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung
<p><u>Unterrichtsvorhaben X</u></p> <p>Massendefekt und Kernumwandlung</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>Zeitbedarf: ca. 20 Ustd.</p>	<p>Atom- und Kernphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung • Kernspaltung und -fusion: Bindungsenergien, Massendefekt; Kettenreaktion

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

2.1.2.1 Einführungsphase

Inhaltsfeld: *Mechanik*

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p><u>UV I</u></p> <p>Physik in Sport und Verkehr I</p> <p><i>Wie lassen sich Bewegungen beschreiben, vermessen und analysieren?</i></p> <p>(ca. 25 Ustd.)</p>	<p><i>Grundlagen der Mechanik</i></p> <p>Kinematik: gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung; freier Fall; waagerechter Wurf; vektorielle Größen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, <i>Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls</i> und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), • unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrunde liegende Ursachen auch am waagerechten Wurf (S2, S3, S7), • stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzersetzung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7), • planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Bewegungen (E5, S5), • interpretieren die Messdatenauswertung von Bewegungen unter qualitativer Berücksichtigung von Messunsicherheiten (E7, S6, K9), • ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6), 	<p>Digitale Videoanalyse (z.B. mit <i>VIANA, Tracker</i>) von Bewegungen im Sport (Fahrradfahrt o. anderes Fahrzeug, Sprint, Flug von Bällen)</p> <p>Z.B.: Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung; Alternativ: Erstellen eigener Videos (Viana – Excel)</p> <p>Messreihe zur gleichmäßig beschleunigten Bewegung</p> <p>Handexperimente zur qualitativen Beobachtung von Fallbewegungen (z. B. Stahlkugel, glattes bzw. zur Kugel zusammengedrücktes Papier, evakuiertes Fallrohr mit Feder und Metallstück)</p> <p>Freier Fall und Bewegung auf einer schiefen Ebene</p>	<p>Analyse alltäglicher Bewegungsabläufe, Analyse von Kraftwirkungen auf reibungsfreie Körper</p> <p>Erstellung von t-s- und t-v-Diagrammen (auch mithilfe digitaler Hilfsmittel), die Interpretation und Auswertung derartiger Diagramme sollte intensiv geübt werden.</p> <p>Erarbeitung der Bewegungsgesetze der gleichförmigen Bewegung</p> <p>Einführung in die Verwendung von digitaler Videoanalyse (Auswertung von Videosequenzen, Darstellung der Messdaten in Tabellen und Diagrammen mithilfe einer Software zur Tabellenkalkulation)</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7). (MKR 1.2) • beurteilen die Güte digitaler Messungen von Bewegungsvorgängen mithilfe geeigneter Kriterien (B4, B5, E7, K7), (MKR 1.2, 2.3) 	<p>Wurfbewegungen</p> <p>Basketball, Korbwurf, Abstoß beim Fußball, günstigster Winkel</p>	<p>Herleitung der Gleichung für die Bahnkurve nur optional</p>
--	--	---	---	--

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p>UV II</p> <p>Physik in Sport und Verkehr II</p> <p><i>Wie lassen sich Ursachen von Bewegungen erklären?</i></p> <p>(ca. 15 Ustd.)</p>	<p><i>Grundlagen der Mechanik</i></p> <p>Dynamik: Newton'sche Gesetze; beschleunigende Kräfte; Kräftegleichgewicht; Reibungskräfte</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), • analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, K7), • stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7), • erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4), • erläutern qualitativ die Auswirkungen von Reibungskräften bei realen Bewegungen (S1, S2, K4). • untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton'schen Kraftgesetzes (E4, K4), • begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4). 	<p>Z.B.: Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung:</p> <p>Messung der Beschleunigung eines Körpers in Abhängigkeit von der beschleunigenden Kraft</p> <p>Protokolle: Funktionen und Anforderungen</p>	<p>Vorstellungen zur Trägheit und zur Fallbewegung, Diskussion von Alltagsvorstellungen und physikalischen Konzepten</p> <p>Vergleich der Vorstellungen von Aristoteles und Galilei zur Bewegung, Folgerungen für Vergleichbarkeit von sportlichen Leistungen.</p> <p>Planung von Experimenten durch die Schüler (Auswertung mithilfe der Videoanalyse)</p> <p>Schlussfolgerungen bezüglich des Einflusses der Körpermasse bei Fallvorgängen, auch die Argumentation von Galilei ist besonders gut geeignet, um Argumentationsmuster in Physik explizit zu besprechen</p> <p>Erarbeitung des Newton'schen Bewegungsgesetzes</p> <p>Kennzeichen von Laborexperimenten im Vergleich zu natürlichen Vorgängen besprechen, Ausschalten bzw. Kontrolle bzw. Vernachlässigen von Störungen</p> <p>Wesentlich: Erarbeitung des Superpositionsprinzips (Komponentenzerlegung und Addition vektorieller Größen)</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p>UV III</p> <p>Superhelden und Crashtests – Erhaltungssätze in verschiedenen Situationen</p> <p><i>Wie lassen sich mit Erhaltungssätzen Bewegungsvorgänge vorher-sagen und analysieren?</i></p> <p>(ca. 12 Ustd.)</p>	<p><i>Grundlagen der Mechanik</i></p> <p>Erhaltungssätze: Impuls; Energie (Lage-, Bewegungs- und Spannenergie); Energiebilanzen; Stoßvorgänge</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), • beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Impuls- und Energieübertragung (S1, S2, K3), • analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, K7), • erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4), • untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton'schen Kraftgesetzes (E4, K4), • begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4), • bewerten Ansätze aktueller und zukünftiger Mobilitätsentwicklung unter den Aspekten Sicherheit und mechanischer Energiebilanz (B6, K1, K5), (VBD Z 3) • bewerten die Darstellung bekannter vorrangig mechanischer Phänomene in verschiedenen Medien bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (B1, B2, K2, K8). (MKR 2.2, 2.3) 	<p>Optional: Luftkissenfahrbahn oder auch Schwefelfahrbahnen</p> <p>Videos zu Crashtests (z.B. YouTube)</p> <p>Simulation zu Stößen</p>	<p>Begriffe der Arbeit und der Energie aus der SI aufgreifen und wiederholen.</p> <p>Energieerhaltung an Beispielen (Pendel, Achterbahn, Halfpipe) erarbeiten und für Berechnungen nutzen</p> <p>Energetische Analysen in verschiedenen Sportarten (Hochsprung, Turmspringen, Turnen, Stabhochsprung, Bobfahren, Skisprung) und Verkehrssituationen</p> <p>Begriff des Impulses und Impuls als Erhaltungsgröße</p> <p>Elastischer und inelastischer Stoß auch an anschaulichen Beispielen aus dem Sport (z.B. Impulserhaltung bei Ballsportarten, Kopfball beim Fußball, Kampfsport)</p>

			<p>Animationen zur Darstellung der Planetenbewegungen</p> <p>Arbeit mit dem Lehrbuch: Geozentrisches und heliozentrisches Planetenmodell</p>	<p>Kepler'schen Gesetze zur Berechnung von Satellitenbahnen</p> <p>Feldbegriff diskutieren, Definition der Feldstärke über Messvorschrift „Kraft auf Probekörper“</p>
--	--	--	--	---

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p>UV II</p> <p>Beugung und Interferenz von Wellen – ein neues Lichtmodell</p> <p><i>Wie kann man Ausbreitungsphänomene von Licht beschreiben und erklären?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Ustd.</p>	<p><i>Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Klassische Wellen: Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen und Wellen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Superposition und Polarisierung von Wellen 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern mithilfe der <i>Wellenwanne</i> qualitativ auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6), erläutern die lineare Polarisierung als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8), weisen anhand des Interferenzmusters bei <i>Doppelspalt- und Gitterversuchen</i> mit mono- und polychromatischem Licht die Wellennatur des Lichts nach und bestimmen daraus Wellenlängen (E7, E8, K4). 	<p>Wellenmaschine und Wellenwanne, ggfs. Simulation</p> <p>quantitative Experimente mit Laserlicht</p> <p>Doppelspalt und Gitter</p>	<p>Hinweis auf Kamerafilter/Sonnenbrillen</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p>UV III</p> <p>Erforschung des Elektrons</p> <p><i>Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 26 Ustd.</p>	<p><i>Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Teilchen in Feldern: elektrische und magnetische Felder; elektrische Feldstärke, elektrische Spannung; magnetische Flussdichte; Bahnformen von geladenen Teilchen in homogenen Feldern 	<ul style="list-style-type: none"> stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radial- und Dipolfeldern sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1, K6), beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6), erläutern am Beispiel des Plattenkondensators den Zusammenhang zwischen elektrischer Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen elektrischen Feld (S3) berechnen Geschwindigkeitsänderungen von Ladungsträgern nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (S1, S3, K3), erläutern am <i>Fadenstrahlrohr</i> die Erzeugung freier Elektronen durch den glühelektrischen Effekt, deren Beschleunigung beim Durchlaufen eines elektrischen Felds sowie deren Ablenkung im homogenen magnetischen Feld durch die Lorentzkraft (S4, S6, E6, K5), entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzips elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6), modellieren mathematisch die Beobachtungen am <i>Fadenstrahlrohr</i> und ermitteln aus den Messergebnissen die Elektronenmasse (E4, E9, K7), erläutern Experimente zur Variation elektrischer Einflussgrößen und deren Auswirkungen auf die Bahnformen von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern (E2, K4), 	<p>Sichtbarmachen von Feldlinien: Simulationen, optional: Grießkörner in Rizinusöl</p> <p>Plattenkondensator als Demonstrationsexperiment</p> <p>Fadenstrahlrohr</p>	<p>Homogenes elektrisches Feld im Plattenkondensator, Zusammenhang zwischen Feldstärke im Plattenkondensator, Spannung und Abstand der Kondensatorplatten vorgeben und durch Auseinanderziehen der geladenen Platten demonstrieren</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • schließen aus der statistischen Auswertung einer vereinfachten Version des <i>Millikan-Versuchs</i> auf die Existenz einer kleinsten Ladung (E3, E11, K8), • wenden eine Messmethode zur Bestimmung der magnetischen Flussdichte an (E3, K6), • erschließen sich die Funktionsweise des <i>Zyklotrons</i> auch mithilfe von Simulationen (E1, E10, S1, K1), • beurteilen die Schutzwirkung des Erdmagnetfeldes gegen den Strom geladener Teilchen aus dem Weltall 	<p>Millikan-Versuch Schwebefeldmethode (keine Stokes'sche Reibung), ggfs. als Simulation</p>	<p>Funktionsweise des Zyklotrons</p>
--	--	--	---	--------------------------------------

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p>UV IV</p> <p>Photonen und Elektronen als Quantenobjekte</p> <p><i>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Ustd.</p>	<p><i>Quantenobjekte</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt Wellenaspekt von Elektronen: De-Broglie-Wellenlänge, Interferenz von Elektronen am Doppelspalt Photon und Elektron als Quantenobjekte: Wellen- und Teilchenmodell, Kopenhagener Deutung 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern anhand eines <i>Experiments zum Photoeffekt</i> den Quantencharakter von Licht (S1, E9, K3), stellen die Lichtquanten- und De-Broglie-Hypothese sowie deren Unterschied zur klassischen Betrachtungsweise dar (S1, S2, E8, K4), wenden die De-Broglie-Hypothese an, um das Beugungsbild beim <i>Doppelspaltversuch mit Elektronen</i> quantitativ zu erklären (S1, S5, E6, K9), erläutern die Determiniertheit der Zufallsverteilung der diskreten Energieabgabe beim Doppelspaltexperiment mit stark intensitätsreduziertem Licht (S3, E6, K3), berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quantenobjekte (S3), erklären an geeigneten Darstellungen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte (S1, K3), erläutern bei Quantenobjekten die „Welcher-Weg“-Information als Bedingung für das Auftreten oder Ausbleiben eines Interferenzmusters in einem Interferenzexperiment (S2, K4), leiten anhand eines <i>Experiments zum Photoeffekt</i> den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen ab (E6, S6), untersuchen mithilfe von Simulationen das Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt (E4, E8, K6, K7), (MKR 1.2) 	<p>Photoeffekt Hallwachsversuch Vakuumphotозelle</p> <p>Interferenzexperimente, auch als Simulationen</p> <p>Experiment zur Elektronenbeugung an polykristallinem Graphit</p> <p>Doppelspaltexperiment mit Photonen</p> <p>Photoeffekt</p>	<p>De-Broglie-Wellenlänge</p> <p>Bestimmung des Planck'schen Wirkungsquantums und der Austrittsarbeit</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • beurteilen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen (E9, E11, K8), • erläutern die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8), • stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9), • beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der physikalischen Erkenntnisfähigkeit (B8, E11, K8). 		<p>Reflexion der Bedeutung der Experimente für die Entwicklung der Quantenphysik</p>
--	--	---	--	--

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p>UV V</p> <p>Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren</p> <p><i>Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Ustd.</p>	<p><i>Elektrodynamik und Energieübertragung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator • Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern das Auftreten von Induktionsspannungen am Beispiel der <i>Leiterschaukel</i> durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (S3, S4, K4), • führen Induktionserscheinungen bei einer Leiterschleife auf die zeitliche Änderung der magnetischen Flussdichte oder die zeitliche Änderung der durchsetzten Fläche zurück (S1, S2, K4), • beschreiben das Induktionsgesetz mit der mittleren Änderungsrate und in differentieller Form des magnetischen Flusses (S7), • untersuchen die gezielte Veränderung elektrischer Spannungen und Stromstärken durch <i>Transformatoren</i> mithilfe angeleiteter Experimente als Beispiel für die technische Anwendung der Induktion (S1, S4, E6, K8), • erklären am physikalischen <i>Modellexperiment zu Freileitungen</i> technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie (S1, S3, K8), 	<p>Bewegter Leiter im (homogenen) Magnetfeld - „Leiterschaukelversuch“</p> <p>Messung von Spannungen mit diversen Spannungsmessgeräten (nicht nur an der Leiterschaukel)</p> <p>Experimente zu Transformatorgesetzen</p> <p>diverse „Netzteile“ von Elektro-Kleingeräten (mit klassischem Transformator)</p> <p>Internetquellen, Lehrbücher, Firmeninformationen</p> <p>Modellexperiment (z.B. mit Hilfe von Aufbautransformatoren) zur Energieübertragung und zur Bestimmung der „Ohm’schen Verluste“ bei der Übertragung elektrischer Energie bei unterschiedlich hohen Spannungen</p>	<p>Das Entstehen einer Induktionsspannung bei bewegtem Leiter im Magnetfeld wird mit Hilfe der Lorentzkraft erklärt, eine Beziehung zwischen Induktionsspannung, Leitergeschwindigkeit und Stärke des Magnetfeldes wird (deduktiv) hergeleitet.</p> <p>Der Zusammenhang zwischen induzierter Spannung und zeitlicher Veränderung der senkrecht vom Magnetfeld durchsetzten Fläche wird „deduktiv“ erschlossen.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • interpretieren die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. <i>Messwerterfassungssystem</i> aufgenommenen Daten bei elektromagnetischen Induktions- und Schwingungsversuchen unter Rückbezug auf die experimentellen Parameter (E6, E7, K9), • modellieren mathematisch das Entstehen von Induktionsspannungen für die beiden Spezialfälle einer zeitlich konstanten Fläche und einer zeitlich konstanten magnetischen Flussdichte (E4, E6, K7), • erklären das Entstehen von sinusförmigen Wechselspannungen in <i>Generatoren</i> mithilfe des Induktionsgesetzes (E6, E10, K3, K4), • stellen Hypothesen zum Verhalten des Rings beim <i>Thomson'schen Ringversuch</i> bei Zunahme und Abnahme des magnetischen Flusses im Ring auf und erklären diese mithilfe des Induktionsgesetzes (E2, E9, S3, K4, K8), • beurteilen ausgewählte Beispiele zur Energiebereitstellung und -umwandlung unter technischen und ökologischen Aspekten (B3, B6, K8, K10), (VB ÜB Z2) • beurteilen das Potential der Energierückgewinnung auf der Basis von Induktionsphänomenen bei elektrischen Antriebssystemen (B7, K2). 	<p>Messung und Registrierung von Induktionsspannungen mit Oszilloskop und digitalem Messwerterfassungssystem</p> <p>Experimente mit drehenden Leiterschleifen in (näherungsweise homogenen) Magnetfeldern, Wechselstromgeneratoren</p> <p>Thomson'scher Ringversuch diverse technische und spielerische Anwendungen, z.B. Dämpfungselement an einer Präzisionswaage, Wirbelstrombremse, „fallender Magnet“ im Alu-Rohr.</p>	<p>Ausgehend von kognitiven Konflikten bei den Ringversuchen wird die Lenz'sche Regel erarbeitet</p> <p>Z.B. bietet die Rekuperation im Fahrzeugverkehr aktuelle Bezüge und Beispiele.</p>
--	--	--	--	--

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p>UV VI</p> <p>Anwendungsbereiche des Kondensators</p> <p><i>Wie kann man Energie in elektrischen Systemen speichern?</i></p> <p><i>Wie kann man elektrische Schwingungen erzeugen?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 15 UStd.</p>	<p><i>Elektrodynamik und Energieübertragung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Kapazität als Kenngröße eines Kondensators und bestimmen diese für den Spezialfall des Plattenkondensators in Abhängigkeit seiner geometrischen Daten (S1, S3), erläutern qualitativ die bei einer elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (S1, S4, E4), untersuchen den <i>Auf- und Entladevorgang bei Kondensatoren</i> unter Anleitung experimentell (S4, S6, K6), modellieren mathematisch den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei <i>Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren</i> (E4, E6, S7), interpretieren den Flächeninhalt zwischen Graph und Abszissenachse im <i>Q-U-Diagramm</i> als Energiegehalt des Plattenkondensators (E6, K8), beurteilen den Einsatz des Kondensators als Energiespeicher in ausgewählten alltäglichen Situationen (B3, B4, K9). 	<p>Ausgangspunkt: Plattenkondensator</p> <p>Elektromagnetischer Schwingkreis (RLC)</p> <p>Auf- und Entladevorgang beim Kondensator mit Messwerterfassung und Auswertung</p> <p>Recherche, aktuelle Beispiele</p>	<p>Exponentieller Zusammenhang zwischen Zeit und Stromstärke, Betrachtung mittels DGL optional.</p> <p>Gespeicherte Energie im elektrischen Feld, Kenngrößen verschiedener Kondensatortypen</p> <p>Batterien und Anwendungen, z.B. Gold-Caps</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p>UV VII</p> <p>Mensch und Strahlung - Chancen und Risiken ionisierender Strahlung</p> <p><i>Wie wirkt ionisierende Strahlung auf den menschlichen Körper?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 12 Ustd.</p>	<p><i>Strahlung und Materie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Strahlung: Spektrum der elektromagnetischen Strahlung; ionisierende Strahlung, Geiger-Müller-Zählrohr, biologische Wirkungen 	<ul style="list-style-type: none"> erklären die Entstehung von <i>Bremsstrahlung</i> und <i>charakteristischer Röntgenstrahlung</i> (S3, E6, K4), unterscheiden α-, β-, γ- Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1), ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6), erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des <i>Geiger-Müller-Zählrohrs</i> als Nachweisgerät für ionisierende Strahlung (S4, S5, K8), untersuchen experimentell anhand der Zählraten bei <i>Absorptionsexperimenten</i> unterschiedliche Arten ionisierender Strahlung (E3, E5, S4, S5), begründen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, K3), quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2). bewerten die Bedeutung hochenergetischer Strahlung hinsichtlich der Gesundheitsgefährdung sowie ihres Nutzens bei medizinischer Diagnose und Therapie (B5, B6, K1, K10). (VB B Z3). 	<p>Schulröntgengerät</p> <p>Recherche</p> <p>Geiger-Müller-Zählrohr</p> <p>Absorptionsexperimente zu α-, β-, γ-Strahlung, ggfs. Simulation</p> <p>Recherche, Schulbuch und weitere Quellen</p>	<p>Verweis auf Energiezustände der Elektronen in der Atomhülle nötig</p> <p>Wiederholung und Vertiefung aus der Sekundarstufe I</p> <p>Erläuterung einfacher dosimetrischer Begriffe: Aktivität, Energiedosis, Äquivalentdosis</p> <p>Strahlenschutzmaßnahmen</p> <p>Sinnvolle Beispiele sind die Nutzung von ionisierender Strahlung zur Diagnose und zur Therapie bei Krankheiten des Menschen (von Lebewesen) sowie zur Kontrolle technische Anlagen.</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p>UV VIII</p> <p>Erforschung des Mikro- und Makrokosmos</p> <p><i>Wie lassen sich aus Spektralanalysen Rückschlüsse auf die Struktur von Atomen ziehen?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 19 Ustd.</p>	<p><i>Strahlung und Materie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Atomphysik: Linienspektrum, Energieniveauschema, Kern-Hülle-Modell, Röntgenstrahlung 	<ul style="list-style-type: none"> erklären die Energie emittierter und absorbierter Photonen am Beispiel von Linienspektren leuchtender Gase und Fraunhofer'scher Linien mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S1, S3, E6, K4), beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2), interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8), erklären die Entstehung von <i>Bremsstrahlung</i> und <i>charakteristischer Röntgenstrahlung</i> (S3, E6, K4), interpretieren die Bedeutung von <i>Flammenfärbung</i> und <i>Linienspektren</i> bzw. <i>Spektralanalyse</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E6, E10), interpretieren die Messergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuchs</i> (E6, E8, K8), erklären das <i>charakteristische Röntgenspektrum</i> mit den Energieniveaus der Atomhülle (E6), identifizieren vorhandene Stoffe in der Sonnen- und Erdatmosphäre anhand von Spektraltafeln des <i>Sonnenspektrums</i> (E3, E6, K1), stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9). 	<p>Erzeugung von Linien-spektren mithilfe von Gasentladungslampen</p> <p>Energieniveauschema</p> <p>Aufnahme von Röntgen-spektren (kann mit interaktiven Bildschirmexperimenten (IBE) oder Lehrbuch geschehen, falls keine Schulröntgeneinrichtung vorhanden ist)</p> <p>Flammenfärbung</p> <p>Franck-Hertz-Versuch</p> <p>Darstellung des Sonnenspektrums, Fraunhoferlinien</p> <p>Literaturrecherche, Schulbuch</p>	<p>Ausgewählte Beispiele für Atommodelle</p> <p>Im Zuge dieses UV kann die kurzwellige Grenze des Bremsspektrums als Umkehrung des Photoeffekts beschrieben werden, Bremsspektrum mit h-Bestimmung / Bragg-Reflexion als Zusatz</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p>UV IX</p> <p>Massendefekt und Kernumwandlungen</p> <p><i>Wie lassen sich energetische Bilanzen bei Umwandlungs- und Zerfallsprozessen quantifizieren?</i></p> <p><i>Wie entsteht ionisierende Strahlung?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 16 Ustd.</p>	<p><i>Strahlung und Materie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kernphysik: Nukleonen; Zerfallsprozesse und Kernumwandlungen, Kernspaltung und -fusion 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern den Begriff der Radioaktivität und zugehörige Kernumwandlungsprozesse auch mithilfe der Nuklidkarte (S1, S2), • wenden das zeitliche Zerfallsgesetz für den radioaktiven Zerfall an (S5, S6, K6), • erläutern qualitativ den Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen, den Aufbau der Nukleonen aus Quarks sowie die Rolle der starken Wechselwirkung für die Stabilität des Kerns (S1, S2), • erläutern qualitativ am β^--Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2, K4), • erklären anhand des Zusammenhangs $E = \Delta m c^2$ die Grundlagen der Energiefreisetzung bei Kernspaltung und -fusion über den Massendefekt (S1) (S1), • ermitteln im Falle eines einstufigen radioaktiven Zerfalls anhand der gemessenen Zählraten die Halbwertszeit (E5, E8, S6), • vergleichen verschiedene Vorstellungen von der Materie mit den Konzepten der modernen Physik (B8, K9). 	<p>Nuklidkarte, Recherche</p> <p>Schulbuch</p> <p>Animationen</p> <p>Hinweis: Diagramm Bindungsenergie pro Nukleon</p>	<p>Grundlegende Bestandteile des Standardmodells</p> <p>Veranschaulichung der Austauschwechselwirkung mithilfe geeigneter mechanischer Modelle, auch Problematik dieser Modelle thematisieren</p> <p>Beiträge zur Energieversorgung durch Kernfusion (Kernspaltung) – aktuelle Diskussion und Entwicklungen</p>

2.1.2.3 Qualifikationsphase: Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p><u>UV I</u></p> <p>Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und deren Eigenschaften</p> <p><i>Welche Analogien gibt es zwischen mechanischen und elektromagnetischen schwingenden Systemen?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 40 Ustd.</p>	<p>Schwingende Systeme und Wellen</p> <ul style="list-style-type: none"> Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisierung und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer Schwingende Systeme: Federpendel, Fadenpendel, Resonanz; Schwingkreis, Hertz'scher Dipol 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren Zusammenhänge (S1, S3, K4), vergleichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Aspekten und hinsichtlich der jeweiligen Kenngrößen (S1, S3), erläutern qualitativ die physikalischen Prozesse bei ungedämpften, gedämpften und erzwungenen mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen (S1, E1), leiten für das Federpendel und unter Berücksichtigung der Kleinwinkelnäherung für das Fadenpendel aus dem linearen Kraftgesetz die zugehörigen Differentialgleichungen her (S3, S7, E2), ermitteln mithilfe der Differentialgleichungen und der Lösungsansätze für das ungedämpfte Fadenpendel, die ungedämpfte Federschwingung und den ungedämpften Schwingkreis die Periodendauer sowie die Thomson'sche Gleichung (S3, S7, E8), beschreiben den Hertz'schen Dipol als (offenen) Schwingkreis (S1, S2, K8), untersuchen experimentell die Abhängigkeit der Periodendauer und Amplitudenabnahme von Einflussgrößen bei mechanischen und elektromagnetischen harmonischen Schwingungen unter 	<p>Federpendel; u.a. Wellenmaschine, evtl. Wellenwanne und Simulationen</p> <p>RLC-Kreis</p> <p>Hertz'scher Dipol</p>	<p>Rückgriff auf das Federpendel, Grundgrößen von Schwingungen und Wellen</p> <p>Zeitliche und räumliche Periodizität – Ausblick auf Wellengleichung möglich.</p> <p>Energieerhaltung</p> <p>Thomson'sche Schwingungsgleichung</p>

		<p>Anwendung digitaler Werkzeuge (E4, S4), (MKR 1.2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • untersuchen experimentell am Beispiel des Federpendels das Phänomen der Resonanz auch unter Rückbezug auf Alltagssituationen (E5, E6, K1), • beurteilen Maßnahmen zur Vermeidung von Resonanzkatastrophen (B5, B6, K2), • unterscheiden am Beispiel von Schwingungen deduktives und induktives Vorgehen als Grundmethoden der Erkenntnisgewinnung (B8, K4) 	<p>Recherche</p>	<p>Hinweis auf Resonanzkatastrophe, technische Anwendungen</p>
--	--	---	------------------	--

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p>UV II</p> <p>Wellen und Interferenzphänomene</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>Schwingende Systeme und Wellen</p> <ul style="list-style-type: none"> Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren Zusammenhänge (S1, S3, K4), erläutern mithilfe der Wellenwanne qualitativ auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6), beschreiben mathematisch die räumliche und zeitliche Entwicklung einer harmonischen eindimensionalen Welle (S1, S2, S3, S7), erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3), erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8), stellen für Einzel-, Doppelspalt und Gitter die Bedingungen für konstruktive und destruktive Interferenz und deren quantitative Bestätigung im Experiment für mono- und polychromatisches Licht dar (S1, S3, S6, E6), erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer 	<p>Wellenwanne und visuelle Simulationen</p> <p>z.B. Seilwellen oder auch akustische Umsetzung mit zwei Lautsprechern</p> <p>Polarisationsfilter</p> <p>Mikrowellensender / -empfänger mit Gerätesatz für Beugungs-, Brechungs- und Interferenzexperimente,</p> <p>Interferenz-, Beugungs- und Brechungsexperimente mit (Laser-) Licht an Doppelspalt und Gitter (quantitativ)</p>	<p>Herausarbeiten der Welleneigenschaften</p> <p>Wellengleichung</p> <p>Hinweis auf ActiveNoise-Cancelling möglich.</p> <p>Anwendungsbereiche: Kamera, Sonnenbrille</p> <p>Beugungs-, Brechungs- und Interferenzerscheinungen zum Nachweis des Wellencharakters elektromagnetischer Wellen,</p>

		<p>elektromagnetischen Welle (S1, K4).</p> <ul style="list-style-type: none"> • weisen anhand des Interferenzmusters bei Spalt- und Gitterversuchen die Welleneigenschaften des Lichts nach und bestimmen daraus die Wellenlänge des Lichts (E5, E6, E7, S6), • erläutern Aufbau und Funktionsweise des Michelson-Interferometers (E2, E3, S3, K3). • beurteilen die Bedeutung von Schwingkreisen für die Umsetzung des Sender-Empfänger-Prinzips an alltäglichen Beispielen (B1, B4, K1), (VB B Z 1) 	<p>Michelson-Morley, Recherche</p>	<p>Historische Einordnung, „Äther“-Vorstellung</p>
--	--	---	------------------------------------	--

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p>UV III</p> <p>Untersuchung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern</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>Zeitbedarf: ca. 40 Ustd.</p>	<p><i>Ladungen, Felder und Induktion</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern 	<ul style="list-style-type: none"> erklären grundlegende elektrostatische Phänomene mithilfe der Eigenschaften elektrischer Ladungen (S1), stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radial- und Dipolfeldern sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1, K6), beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6), 	<p>Einfache Versuche zur Reibungselektrizität: Anziehung / Abstoßung,</p> <p>Grießkörner in Rizinusöl, einfache Versuche und visuelle Medien zur Veranschaulichung elektrischer Felder</p> <p>evtl. Apparatur zur Messung der Feldstärke gemäß der Definition,</p> <p>Spannungsmessung am Plattenkondensator,</p> <p>Versuche mit z.B. Oszilloskop, Fadenstrahlrohr, altem (Monochrom-) Röhrenmonitor o. ä. zur Demonstration der Lorentzkraft,</p>	<p>An dieser Stelle sollte ein Rückgriff auf die Sek. I erfolgen.</p> <p>Begriff des elektrischen Feldes und das Feldlinienmodell werden eingeführt.</p> <p>Die elektrische Feldstärke in einem Punkt des elektrischen Feldes, der Begriff „homogenes Feld“ und die Spannung werden definiert.</p> <p>Zusammenhang zwischen E und U im homogenen Feld</p> <p>Definition der magnetischen Flussdichte, Definition des homogenen Magnetfeldes,</p> <p>Kraft auf stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld, Herleitung der Formel für die Lorentzkraft,</p> <p>Analogien/Unterschiede zwischen E- und B-Feld mit entsprechenden Größen</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • erläutern anhand einer einfachen Version des Millikan-Versuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (S3, S5, E7, K9) • erläutern die Bestimmung der Elektronenmasse am Beispiel des Fadenstrahlrohrs mithilfe der Lorentzkraft sowie die Erzeugung und Beschleunigung freier Elektronen (S4, S5, S6, E6, K5) • bestimmen mithilfe des Coulomb'schen Gesetzes Kräfte von punktförmigen Ladungen aufeinander sowie resultierende Beträge und Richtungen von Feldstärken (E8, E10, S1, S3), • entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzip elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6, K5), • modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Querfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7), • erläutern die Untersuchung magnetischer Flussdichten mithilfe des Hall-Effekts (E4, E7, S1, S5) • konzipieren Experimente zur Bestimmung der Abhängigkeit der magnetischen Flussdichte einer langgestreckten stromdurchflossenen Spule von ihren Einflussgrößen (E2, E5) 	<p>Millikan-Versuch</p> <p>Fadenstrahlrohr, e/m -Bestimmung</p> <p>Wien-Filter</p> <p>Hall-Effekt, Hall-Sonde</p> <p>diverse Spulen, deren Felder vermessen werden (insbesondere lange Spulen und Helmholtzspulen)</p>	<p>Die Versuchsidee „eines“ Millikan-Versuchs wird erarbeitet.</p> <p>Bestimmung der Elementarladung mit Diskussion der Messgenauigkeit</p> <p>Teilchen im E- oder B-Feld, Kombination z.B. beim Geschwindigkeitsfilter.</p> <p>Vorstellung des Aufbaus einer Hallsonde und Erarbeitung der Funktionsweise einer Hallsonde</p>
--	--	---	--	--

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p>UV IV</p> <p>Massenspektrometer und Zyklotron als Anwendung in der physikalischen Forschung <i>Welche weiterführenden Anwendungen von bewegten Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern gibt es in Forschung und Technik?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 10 Ustd.</p>	<p><i>Ladungen, Felder und Induktion</i></p> <p>Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern</p>	<ul style="list-style-type: none"> modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Querfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7), stellen Hypothesen zum Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron auf (E2, E4, S1, K4), bewerten Teilchenbeschleuniger in Großforschungseinrichtungen im Hinblick auf ihre Realisierbarkeit und ihren gesellschaftlichen Nutzen hin (B3, B4, K1, K7), 	<p>Massenspektrometer und Zyklotron als Simulation</p> <p>Lehrbuch, Recherche</p>	<p>Arbeits- und Funktionsweisen sowie die Verwendungszwecke diverser Elektronenröhren, Teilchenbeschleuniger und eines Massenspektrometers werden untersucht.</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p>UV V</p> <p>Die elektromagnetische Induktion als Grundlage für die Kopplung elektrischer und magnetischer Felder und als Element von Energieumwandlungsketten</p> <p><i>Wie kann elektrische Energie gewonnen und im Alltag bereits gestellt werden?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 25 Ustd.</p>	<p>Ladungen, Felder und Induktion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; • Selbstinduktion, Induktivität 	<ul style="list-style-type: none"> • nutzen das Induktionsgesetz auch in differenzieller Form unter Verwendung des magnetischen Flusses (S2, S3, S7), • erklären Verzögerungen bei Einschaltvorgängen sowie das Auftreten von Spannungstößen bei Ausschaltvorgängen mit der Kenngröße Induktivität einer Spule anhand der Selbstinduktion (S1, S7, E6), 	<p>Medien zur Information über prinzipielle Verfahren zur Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie,</p> <p>Bewegung eines Leiters im Magnetfeld - Leiterschaukel,</p> <p>Gleich- und Wechselspannungsgeneratoren (vereinfachte Funktionsmodelle für Unterrichtszwecke)</p> <p>quantitativer Versuch zur elektromagnetischen Induktion bei Änderung der Feldgröße B, registrierende Messung von $B(t)$ und $U_{\text{ind}}(t)$,</p>	<p>Leiterschaukelversuch evtl. auch im Hinblick auf die Registrierung einer gedämpften mechanischen Schwingung auswertbar,</p> <p>Das Induktionsgesetz in seiner allgemeinen Form wird erarbeitet:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Flächenänderung (deduktive Herleitung) 2. Änderung der Feldgröße B (quantitatives Experiment) <p>Drehung einer Leiterschleife (qualitative Betrachtung)</p> <p>Der magnetische Fluss wird definiert, das Induktionsgesetz als Zusammenfassung und Verallgemeinerung der Ergebnisse formuliert.</p> <p>qualitative Deutung des Versuchsergebnisses zur Selbstinduktion</p> <p>Versuch (qualitativ und quantitativ) zur Demonstration der Selbstinduktion (registrierende Messung und Vergleich der Ein- und Ausschaltströme in parallelen Stromkreisen mit rein</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • führen die Funktionsweise eines Generators auf das Induktionsgesetz zurück (E10, K4), • begründen qualitative Versuche zur Lenz'schen Regel sowohl mit dem Wechselwirkungs- als auch mit dem Energiekonzept (E2, E9, K3). • identifizieren und beurteilen Anwendungsbeispiele für die elektromagnetische Induktion im Alltag (B6, K8). (VB D Z3) 	Lehrbuch, Recherche	<p>ohmscher bzw. mit induktiver Last),</p> <p>Versuche zur Demonstration der Wirkung von Wirbelströmen,</p> <p>diverse „Ringversuche“</p>
--	--	--	---------------------	---

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p>UV VI</p> <p>Zeitliche und energetische Betrachtungen bei Kondensator und Spule</p> <p><i>Wie speichern elektrische und magnetische Felder Energie und wie geben sie diese wieder ab?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 20 Ustd.</p>	<p>Ladungen, Felder und Induktion</p> <ul style="list-style-type: none"> Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben qualitativ und quantitativ die Zusammenhänge von Ladung, Spannung und Stromstärke unter Berücksichtigung der Parameter Kapazität und Widerstand bei Lade- und Entladevorgängen am Kondensator auch mithilfe von Differentialgleichungen und deren vorgegebenen Lösungsansätzen (S3, S6, S7, E4, K7), geben die in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern gespeicherte Energie in Abhängigkeit der elektrischen Größen und der Kenngrößen der Bauelemente an (S1, S3, E2) prüfen Hypothesen zur Veränderung der Kapazität eines Kondensators durch ein Dielektrikum (E2, E3, S1), ermitteln anhand von Messkurven zu Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren sowie zu Ein- und Ausschaltvorgängen bei Spulen zugehörige Kenngrößen (E4, E6, S6), 	<p>Verschiedene Kondensatoren, Aufnahme von Messkurven (Auf- und Entladevorgang, z.B. mit Cassy) (RC-Kreis)</p> <p>Plattenkondensatoren, mit Dielektika</p> <p>Messungen auch im LC-Kreis</p>	

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p>UV VII</p> <p>Quantenphysik als Weiterentwicklung des physikalischen Weltbildes</p> <p><i>Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 30 Ustd.</p>	<p>Quantenphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt, Bremsstrahlung Photonen und Elektronen als Quantenobjekte: Doppelspaltexperiment, Bragg-Reflexion, Elektronenbeugung; Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Delayed-Choice-Experiment; Kopenhagener Deutung 	<ul style="list-style-type: none"> erklären den Photoeffekt mit der Einstein'schen Lichtquantenhypothese (S1, S2, E3). beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise der Röntgenröhre (S1), stellen anhand geeigneter Phänomene dar, dass Licht sowohl Wellen- als auch Teilchencharakter aufweisen kann (S2, S3, E6, K8) erklären bei Quantenobjekten anhand des Delayed-Choice-Experiments unter Verwendung der Koinzidenzmethode das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (S1, S5, E3, K3), erklären am Beispiel von Elektronen die De-Broglie-Hypothese (S1, S3), berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quantenobjekte (S3), deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Nachweiswahrscheinlichkeitsdichte von Elektronen (S3), erläutern die Heisenberg'sche Unbestimmtheitsrelation in der Version der Unmöglichkeit-Formulierung (S2, S3, E7, E11, K4). interpretieren die experimentellen Befunde zum Photoeffekt hinsichtlich des Widerspruchs zur klassischen Physik (E3, E8, S2, K3), bestimmen aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck'sche Wirkungsquantum (E6, S6), interpretieren das Auftreten der kurzwelligen 	<p>Entladung einer positiv bzw. negativ geladenen (frisch geschmirgelten) Zinkplatte mithilfe des Lichts einer Hg-Dampflampe (ohne und mit UV-absorbierender Glasscheibe)</p> <p>Doppelspaltexperiment mit Photonen und Elektronen</p> <p>Schulbuch</p> <p>Recherche</p> <p>h/e Bestimmung</p>	<p>De-Broglie</p> <p>Heisenberg'sche Unbestimmtheitsrelation</p>

		<p>Grenze des Bremsstrahlungsspektrums (E6, S1),</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E3, E6), • modellieren qualitativ das stochastische Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt bei gleichzeitiger Determiniertheit der Zufallsverteilung mithilfe der Eigenschaften der Wellenfunktion (E4, E6, K4). • beurteilen die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8), • stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9), • beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der exakten Vorhersagbarkeit von physikalischen Phänomenen (B8, K8, E11). 	<p>Röntgenröhre der Schulröntgeneinrichtung, Drehkristallmethode</p> <p>Aufnahme eines Röntgenspektrums (Winkel-Intensitätsdiagramm vs. Wellenlängen-Intensitätsdiagramm)</p> <p>Elektronenstrahlbeugungsröhre</p>	<p>In diesem Zusammenhang kann lediglich die Bremsstrahlung thematisiert werden. Charakteristische Strahlung findet Platz im nächsten UV.</p> <p>Zu diesem Zeitpunkt müssen kurze Sachinformationen zum Aufbau der Atomhülle und den Energiezuständen der Hüllelektronen gegeben (recherchiert) werden.</p> <p>Die Bragg'sche Reflexionsbedingung basiert auf Welleninterpretation, die Registrierung der Röntgenstrahlung mithilfe des Detektors hat den Teilchenaspekt im Vordergrund</p>
--	--	--	--	---

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p>UV VIII</p> <p>Struktur der Materie</p> <p><i>Wie hat sich unsere Vorstellung vom Aufbau der Materie historisch bis heute entwickelt?</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 20 Ustd.</p>	<p>Atom- und Kernphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung • Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung 	<ul style="list-style-type: none"> • geben wesentliche Beiträge in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis zum ersten Kern-Hülle-Modell (Dalton, Thomson, Rutherford) wieder (S2, K3), • erklären die Energie absorbierter und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S3, E6, K4), • erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4), • beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom und wasserstoffähnliche Atome mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2), • erläutern das Modell des eindimensionalen Potentialtopfs und seine Grenzen (S2, K4), • beschreiben anhand des Modells des eindimensionalen Potentialtopfs die Verallgemeinerung eines quantenmechanischen Atommodells hin zu einem Ausblick auf Mehrelektronensysteme unter Verwendung des Pauli-Prinzips (S2, S3, E10), • interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8), • erläutern qualitativ den Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen, den Aufbau der Nukleonen aus Quarks sowie die Rolle der starken Wechselwirkung für die Stabilität des Kerns (S1, S2, K3), • interpretieren Linienspektren bei Emission und Absorption sowie die Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuchs mithilfe des Energieniveauschemas (E2, E10, S6), • stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9), 	<p>Recherche, Präsentationen</p> <p>Rutherford'scher Streuversuch</p> <p>Röntgenröhre</p> <p>Existenz von Quarks (Video) Internetquellen (z.B. CERN und DESY)</p> <p>Linienspektren, Franck-Hertz-Versuch</p> <p>Recherche, u.a. Schulbuch</p>	<p>Rückgriff auf Wissen aus der Sek. I</p> <p>Weitere Vertiefung zur Röntgenstrahlung, k-alpha und k-beta Strahlung</p> <p>Darstellungen im Energieniveauschema</p> <p>Bohr'scher Radius</p> <p>Ausblick auf Mehrelektronensysteme, Pauli-Prinzip</p> <p>Wellenfunktion und Quadrat der Wellenfunktion</p> <p>Grundbausteine des Standardmodells und seiner Austauschteilchen</p> <p>Hinweis: Flammenfärbung, Fraunhofer-Linien, Fingerabdruck der Elemente</p>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p>UV IX</p> <p>Mensch und Strahlung - Chancen und Risiken ionisierender Strahlung</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>Zeitbedarf: ca. 22 Ustd.</p>	<p>Atom- und Kernphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atomaufbau: Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieveauschema; Röntgenstrahlung • Ionisierende Strahlung: Strahlungsarten, Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung, Eigenschaften ionisierender Strahlung, Absorption ionisierender Strahlung • Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4), • ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6), • unterscheiden α-, β-, γ- Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1), • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs als Nachweisgerät ionisierender Strahlung (S4, S5, K8), • erklären die Ablenkbarkeit in elektrischen und magnetischen Feldern sowie Durchdringungs- und Ionisierungsfähigkeit von ionisierender Strahlung mit ihren Eigenschaften (S1, S3), • erläutern qualitativ an der β-Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2, K4). • leiten auf der Basis der Definition der Aktivität das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (S7, E9), • wählen für die Planung von Experimenten mit ionisierender Strahlung zwischen dem Geiger-Müller-Zählrohr und einem energiesensiblen Detektor gezielt aus (E3, E5, S5, S6), • konzipieren Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit kurzlebiger radioaktiver Substanzen (E2, E5, S5), • quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2). 	<p>Elektromagnetisches Spektrum, visuelle Darstellungen</p> <p>Geiger-Müller-Zählrohr Nebelkammer</p> <p>Absorption von α-, β-, γ- Strahlung, Ablenkung von β- Strahlung im B-Feld</p>	<p>Nach Möglichkeit: Schülerexperimente mit Zählrohren, Aktivitätsmessungen</p> <p>Zerfallsgesetz, Halbwertszeit</p> <p>Dosimetrie und Strahlenschutz</p>

		<ul style="list-style-type: none"> wägen die Chancen und Risiken bildgebender Verfahren in der Medizin unter Verwendung ionisierender Strahlung gegeneinander ab (B1, B4, K3), (VB B Z 3) 	Schülervorträge auf fachlich angemessenem Niveau (mit adäquaten fachsprachlichen Formulierungen)	Nutzung von Strahlung zur Diagnose und zur Therapie bei Krankheiten des Menschen (von Lebewesen) sowie zur Kontrolle bei technischen Anlagen
--	--	--	--	--

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar / didaktische Hinweise
<p>UV X</p> <p>Massendefekt und Kernumwandlung</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>Zeitbedarf: ca. 20 Ustd.</p>	<p>Atom- und Kernphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung Kernspaltung und -fusion: Bindungsenergien, Massendefekt; Kettenreaktion 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse (Kernspaltung und -fusion, Neutroneneinfang) auch mithilfe der Nuklidkarte (S1), beschreiben Kernspaltung und Kernfusion mithilfe der starken Wechselwirkung zwischen den Nukleonen auch unter quantitativer Berücksichtigung von Bindungsenergien (S1, S2) bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C-14-Methode (E4, E7, S7, K1), bewerten Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion hinsichtlich der globalen Energieversorgung (B5, B7, K3, K10), (VB D Z3), diskutieren ausgewählte Aspekte der Endlagerung radioaktiver Abfälle unter Berücksichtigung verschiedener Quellen (B2, B4, K2, K10). (MKR 2.1, 2.3) (VB D Z3) 	<p>Nuklidkarte</p> <p>Diagramm Bindungsenergie pro Nukleon</p> <p>Recherche, aktuelle Informationen</p>	<p>Altersbestimmung</p> <p>Energiegewinnung in Deutschland und anderen Ländern</p>

2.2 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 14 beziehen sich auf fachübergreifende Aspekte, die Grundsätze 15 bis 26 sind fachspezifisch angelegt.

Überfachliche Grundsätze:

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

Fachliche Grundsätze:

- 15.) Der Physikunterricht ist problemorientiert und Kontexten ausgerichtet.
- 16.) Der Physikunterricht ist kognitiv aktivierend und verständnisfördernd.
- 17.) Der Physikunterricht unterstützt durch seine experimentelle Ausrichtung Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern.
- 18.) Der Physikunterricht knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an.
- 19.) Der Physikunterricht stärkt über entsprechende Arbeitsformen kommunikative Kompetenzen.
- 20.) Der Physikunterricht bietet nach experimentellen oder deduktiven Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Reflexion, in denen der Prozess der Erkenntnisgewinnung bewusst gemacht wird.
- 21.) Der Physikunterricht fördert das Einbringen individueller Lösungsideen und den Umgang mit unterschiedlichen Ansätzen. Dazu gehört auch eine positive Fehlerkultur.
- 22.) 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.

- 23.) Der Physikunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen und deren Teilziele für die Schülerinnen und Schüler transparent.
- 24.) Der Physikunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung und des Transfers auf neue Aufgaben und Problemstellungen.
- 25.) Der Physikunterricht bietet die Gelegenheit zum regelmäßigen wiederholenden Üben sowie zu selbstständigem Aufarbeiten von Unterrichtsinhalten.
- 26.) Im Physikunterricht wird ein GTR oder ein CAS verwendet. Die Messwertauswertung kann auf diese Weise oder per PC erfolgen.

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

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

Überprüfungsformen

In Kapitel 3 des KLP Physik Lehrplan werden Überprüfungsformen angegeben, die Möglichkeiten bieten, Leistungen im Bereich der „sonstigen Mitarbeit“ oder den Klausuren zu überprüfen. Um abzusichern, dass am Ende der Qualifikationsphase von den Schülerinnen und Schülern alle geforderten Kompetenzen erreicht werden, sind alle Überprüfungsformen notwendig. Besonderes Gewicht wird im Grundkurs auf experimentelle Aufgaben und Aufgaben zur Datenanalyse gelegt.

Lern- und Leistungssituationen

In **Lernsituationen** ist das Ziel der Kompetenzerwerb. Fehler und Umwege dienen den Schülerinnen und Schülern als Erkenntnismittel, den Lehrkräften geben sie Hinweise für die weitere Unterrichtsplanung. Das Erkennen von Fehlern und der konstruktiv-produktive Umgang mit ihnen sind ein wesentlicher Teil des Lernprozesses.

Bei **Leistungs- und Überprüfungssituationen** steht dagegen der Nachweis der Verfügbarkeit der erwarteten bzw. erworbenen Kompetenzen im Vordergrund.

Beurteilungsbereich Sonstige Mitarbeit

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

- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Verständlichkeit und Präzision beim zusammenfassenden Darstellen und Erläutern von Lösungen einer Einzel-, Partner-, Gruppenarbeit oder einer anderen Sozialform sowie konstruktive Mitarbeit bei dieser Arbeit
- Klarheit und Richtigkeit beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben physikalischer Sachverhalte
- sichere Verfügbarkeit physikalischen Grundwissens (z. B. physikalische Größen, deren Einheiten, Formeln, fachmethodische Verfahren)
- situationsgerechtes Anwenden geübter Fertigkeiten

- angemessenes Verwenden der physikalischen Fachsprache
- konstruktives Umgehen mit Fehlern
- fachlich sinnvoller, sicherheitsbewusster und zielgerichteter Umgang mit Experimentalmedien
- fachlich sinnvoller und zielgerichteter Umgang mit Modellen, Hilfsmitteln und Simulationen
- zielgerichtetes Beschaffen von Informationen
- Erstellen von nutzbaren Unterrichtsdokumentationen, ggf. Portfolio
- Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Zielbezogenheit und Adressatengerechtigkeit von Präsentationen, auch mediengestützt
- sachgerechte Kommunikationsfähigkeit in Unterrichtsgesprächen und Kleingruppenarbeiten
- Einbringen kreativer Ideen
- fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Überprüfungen

Notendefinitionen im Bereich der sonstigen Mitarbeit

	<i>Beiträge zum Unterrichtsgespräch</i>	<i>Beiträge in Phasen individueller Arbeit</i>	<i>Beiträge im Rahmen eines Gruppenprozesses</i>	<i>Verhalten beim Experimentieren</i>	<i>Produkte wie Dokumentationen, Referate etc.</i>
Notenstufe	Der Schüler / Die Schülerin....				
sehr gut (15-13 Pkt.) Die Leistung entspricht den Anforderungen in besonderem Maße	ist durch seine Beiträge wesentlich am Unterrichtsfortschritt beteiligt verfügt über sehr gute Sachkenntnisse und eine angemessene klare sprachliche Darstellung	leistet produktive, eigenständige Beiträge in Phasen individueller Arbeit und stellt diese eindeutig dar kann aufgrund der Hausaufgaben Kenntnisse immer so einbringen, dass sie in umfassende Zusammenhänge passen	leistet eigenständige gedankliche Beiträge im Rahmen eines Gruppenprozesses zeigt im Rahmen eines Gruppenprozesses Kommunikation, Kooperation und Einsatzbereitschaft und beteiligt sich dadurch wesentlich an der Lösung der gestellten Aufgaben	zeigt immer korrektes Verhalten beim Einhalten der Vorgaben und der Genauigkeit bei der Durchführung von Experimenten erarbeitet Dokumentationen, die immer vollständig und sachlich richtig sind.	zeigt bei der Erstellung von Produkten bezogen auf die dort genannten Aspekte eine Leistung, die den Anforderungen im besonderem Maße entspricht
gut (12-10 Pkt.) Die Leistung entspricht voll den Anforderungen	ist durch seine Beiträge am Unterrichtsfortschritt beteiligt verfügt über gute Sachkenntnisse und eine weitgehend korrekte Fachsprache	leistet erfolgreiche Beiträge in Phasen individueller Arbeit und kann diese darstellen kann aufgrund der Hausaufgaben immer wesentliche Beiträge zum Unterricht leisten	leistet gelungene Beiträge im Rahmen eines Gruppenprozesses zeigt im Rahmen eines Gruppenprozesses Kommunikation, Kooperation und Einsatzbereitschaft und beteiligt sich an der Lösung der gestellten Aufgaben	zeigt korrektes Verhalten beim Einhalten der Vorgaben und der Genauigkeit bei der Durchführung von Experimenten erarbeitet Dokumentationen, die vollständig und sachlich richtig sind.	zeigt bei der Erstellung von Produkten eine Leistung, die den Anforderungen voll entspricht
befriedigend (09-07 Pkt.) Die Leistung entspricht im Allgemeinen den Anforderungen	ist durch seine Beiträge am Unterrichtsfortschritt beteiligt verfügt über Grundlagenkenntnisse und bemüht sich um eine fachsprachliche Darstellung	leistet im Allgemeinen erfolgreiche Beiträge in Phasen individueller Arbeit und bemüht sich um deren Darstellung kann aufgrund der Hausaufgaben meistens etwas zum Unterricht beitragen	leistet im Allgemeinen gelungene Beiträge im Rahmen eines Gruppenprozesses zeigt im Rahmen eines Gruppenprozesses Kommunikation, Kooperation und Einsatzbereitschaft und beteiligt sich dadurch im Allgemeinen an der Lösung der gestellten Aufgaben	zeigt im Allgemeinen korrektes Verhalten beim Einhalten der Vorgaben und der Genauigkeit bei der Durchführung von Experimenten erarbeitet Dokumentationen, die im Allgemeinen vollständig und sachlich richtig sind.	zeigt bei der Erstellung von Produkten eine Leistung, die den Anforderungen im Allgemeinen entspricht

<p>ausreichend (06-04 Pkt.)</p> <p>Die Leistung entspricht im Ganzen den Anforderungen, weist jedoch Mängel auf</p>	<p>ist durch seine Beiträge wenig am Unterrichtsfortschritt beteiligt</p> <p>beschränkt sich bei Äußerungen auf die Reproduktion einfacher Fakten und Zusammenhänge</p> <p>benutzt die Fachsprache wenig</p>	<p>leistet wenige Beiträge in Phasen individueller Arbeit und hat Schwierigkeiten bei deren Darstellung</p> <p>kann aufgrund der Hausaufgaben gelegentlich etwas zum Unterricht beitragen</p>	<p>leistet wenig gelungene Beiträge im Rahmen eines Gruppenprozesses</p> <p>zeigt im Rahmen eines Gruppenprozesses kaum Kommunikation, Kooperation und Einsatzbereitschaft und beteiligt sich wenig an der Lösung der gestellten Aufgaben</p>	<p>zeigt Mängel beim Einhalten der Vorgaben und der Genauigkeit bei der Durchführung von Experimenten</p> <p>erarbeitet Dokumentationen, die Mängel aufweisen und nur einfache Fakten und Zusammenhänge darstellen</p>	<p>zeigt bei der Erstellung von Produkten eine Leistung, die den Anforderungen im Ganzen entspricht, aber Mängel aufweist</p>
<p>mangelhaft (03-01 Pkt.)</p> <p>Die Leistung entspricht nicht den Anforderungen, Grundkenntnisse sind jedoch vorhanden, Mängel sind nach entsprechendem Einsatz noch behebbar. nicht, die Grundkenntnisse sind so gering, dass eine Aufarbeitung der Mängel</p>	<p>ist durch seine Beiträge nicht am Unterrichtsfortschritt beteiligt</p> <p>zeigt erhebliche Mängel in den Grundlagen-kenntnissen und benutzt kaum die Fachsprache</p>	<p>leistet keine Beiträge in Phasen individueller Arbeit</p> <p>hat Hausaufgaben nur selten oder aber so unvollständig gemacht, dass dadurch kaum etwas zum Unterricht beigetragen werden kann</p>	<p>leistet sehr selten Beiträge im Rahmen eines Gruppenprozesses</p> <p>zeigt im Rahmen eines Gruppenprozesses sehr selten Kommunikation, Kooperation und Einsatzbereitschaft und beteiligt sich nicht an der Lösung der gestellten Aufgaben</p>	<p>zeigt erhebliche Mängel beim Einhalten der Vorgaben und der Genauigkeit bei der Durchführung von Experimenten</p> <p>erarbeitet Dokumentationen, die erhebliche Mängel aufweisen</p>	<p>zeigt bei der Erstellung von Produkten eine Leistung, die den Anforderungen nicht entspricht, aber Grundkenntnisse zeigt</p>
<p>ungenügend (00 Pkt.)</p> <p>Die Leistung entspricht den Anforderungen nicht, die Grundkenntnisse sind so gering, dass eine Aufarbeitung der Mängel kaum zu erwarten ist.</p>	<p>ist durch seine Beiträge gar nicht am Unterrichtsfortschritt beteiligt</p> <p>zeigt erhebliche Mängel in den Grundlagen-kenntnissen und verwendet die Fachsprache nicht</p> <p>zeigt keine freiwillige Mitarbeit</p>	<p>leistet keine Beiträge in Phasen individueller Arbeit</p> <p>macht die Hausaufgaben nicht, so dass auch nichts zum Unterricht beigetragen werden kann</p>	<p>leistet keine Beiträge im Rahmen eines Gruppenprozesses</p> <p>zeigt im Rahmen eines Gruppenprozesses keine Kommunikation, Kooperation und Einsatzbereitschaft und beteiligt sich nicht an der Lösung der gestellten Aufgaben</p>	<p>zeigt selten korrektes Verhalten beim Einhalten der Vorgaben und der Genauigkeit bei der Durchführung von Experimenten</p> <p>erarbeitet keine Dokumentationen</p>	<p>zeigt bei der Erstellung von Produkten eine Leistung, die den Anforderungen nicht entspricht und nur sehr geringe Grundkenntnisse zeigt</p>

Beurteilungsbereich Klausuren

Verbindliche Absprache:

Die Aufgaben für Klausuren in parallelen Kursen werden im Vorfeld abgesprochen und nach Möglichkeit gemeinsam gestellt.

Für Aufgabenstellungen mit experimentellem Anteil gelten die Regelungen, die in Kapitel 3 des KLP formuliert sind.

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

Stufe	Anzahl pro Halbjahr	Dauer	GK	LK
EF.1	1	90 Minuten		
EF.2	1	90 Minuten		
Q1.1	2		100 Minuten	135 Minuten
Q1.2	2		135 Minuten	180 Minuten
Q2.1	2		180 Minuten	225 Minuten
Q2.2*	1		240 Minuten	270 Minuten

* unter Abiturbedingungen!

In der Qualifikationsphase werden die Notenpunkte durch äquidistante Unterteilung der Notenbereiche (mit Ausnahme des Bereichs ungenügend) erreicht.

Die Leistungsbewertung in den **Klausuren** wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters zu den Teilleistungen durchgeführt. Dieses Kriterienraster wird den korrigierten Klausuren beigefügt und den Schülerinnen und Schüler auf diese Weise transparent gemacht.

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 40 % der Hilfspunkte erteilt werden. Von dem Zuordnungsschema kann abgewichen werden, wenn sich z.B. besonders originelle Teillösungen nicht durch Hilfspunkte gemäß den Kriterien des Erwartungshorizonts abbilden lassen oder eine Abwertung wegen besonders schwacher Darstellung angemessen erscheint.

Es besteht die Möglichkeit, die erste Klausur im zweiten Halbjahr der Q1 durch eine *Facharbeit* zu ersetzen.

Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere **Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit** erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene Kriterien angesprochen werden. Hier werden zentrale Stärken als auch Optimierungsperspektiven für jede Schülerin bzw. jeden Schüler hervorgehoben.

Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die **mündliche Mitarbeit** erfolgen auf Nachfrage der Schülerinnen und Schüler außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber in Form von mündlichem Quartalsfeedback oder Eltern-/Schülersprechtagen. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

Mündliche Abiturprüfungen

Auch für das mündliche Abitur (im 4. Fach oder bei Abweichungs- bzw. Bestehensprüfungen im 1. bis 3. Fach) wird ein Kriterienraster für den ersten und zweiten Prüfungsteil vorgelegt, aus dem auch deutlich wird, wann eine gute oder ausreichende Leistung erreicht wird.

2.4 Lehr- und Lernmittel

Für den Physikunterricht in der Sekundarstufe II sind derzeit folgende Schulbücher eingeführt:

- Einführungsphase: Metzler Physik, Einführungsphase NRW, Westermann. 2022
- Q1/Q2 GK: Metzler Physik Qualifikationsphase, Westermann. 2024
- Q1/Q2 LK: Metzler Physik, Westermann, 5. Auflage, 2020.

Unterstützende Materialien sind auch im *Lehrplannavigator* des NRW-Bildungsportals angegeben. Verweise darauf finden sich über Links in den HTML-Fassungen des Kernlehrplans und des Musters für einen Schulinternen Lehrplan. Den *Lehrplannavigator* findet man für das Fach Physik unter: <https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe/physik/hinweise-und-beispiele/>

3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

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

Zusammenarbeit mit anderen Fächern

Durch die unterschiedliche Belegung von Fächern können Schülerinnen und Schüler Aspekte aus anderen Kursen mit in den Physikunterricht einfließen lassen. Es wird Wert daraufgelegt, 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.

Exkursionen

In der gymnasialen Oberstufe sollen in Absprache mit der Stufenleitung nach Möglichkeit unterrichtsbegleitende Exkursionen durchgeführt werden. Diese sollen im Unterricht vor- bzw. nachbereitet werden. Die Fachkonferenz hält folgende Exkursionen für sinnvoll:

EF 1: Besuch eines Science Centers

EF 2: Besuch eines Planetariums

Q1.1: Besuch eines Industrieunternehmens

Q1.2: Besuch eines Schülerlabors

Q2.1: Besuch einer Physikveranstaltung einer Universität am Tag der offenen Tür

4 Qualitätssicherung und Evaluation

Evaluation des schulinternen Curriculums

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. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert.