

Schulinternes Curriculum Sek II (gültig ab Schuljahr 2023/24)

1. Gravitationsfeld, elektrisches und magnetisches Feld (Q1, GK: ca. 50 h; LK ca. 83 h)

verbindliche Inhalte / verbindliche Experimente	verbindliche Kompetenzen (Basiskonzepte) / mögliche Beiträge zur Kompetenzentwicklung (abschlussorientierter Standard)	Fachbegriffe / mögliche Kontexte
<p><i>Gravitationsfeld</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Gravitationsgesetz und Gravitationsfeld, Feldlinienbilder, Feld, Feldlinienmodell, Probekörper, Gravitationskonstante, homogenes Feld, Radialfeld, - Gravitationsfeldstärke $g = \frac{F}{m}$ - Bewegungen von Körpern im Gravitationsfeld, Radialkraft $F_r = m \cdot \frac{v^2}{r}$ - Veranschaulichung von Feldeigenschaften mithilfe von Computersimulationen und Modellexperimenten 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - erklären Kreisbahnen von Satelliten mithilfe eines Kraftansatzes. (Erhaltung und Gleichgewicht) - berechnen Umlaufzeit und Kreisbahngeschwindigkeit bzw. Bahnradius von Satelliten. (Mathematisieren und Vorhersagen) - entnehmen aus Feldlinienbildern relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder. (K 3) 	<ul style="list-style-type: none"> - Feld, Feldlinienmodell, Probekörper, - Gravitationskonstante - Homogenes Feld, Radialfeld, Dipolfeld - Planetenbewegungen - geostationäre Satelliten
<p>LK</p> <ul style="list-style-type: none"> - KEPLERsche Gesetze - Veranschaulichung der KEPLERschen Gesetze mithilfe von Computersimulationen 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - reflektieren am Beispiel des Übergangs vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild die Auswirkungen physikalischer Weltbetrachtungen. (B 8) 	<ul style="list-style-type: none"> - KEPLER-Konstante - Weltbilder in historischer Entwicklung

		<ul style="list-style-type: none"> - erklären anhand von Werten für die KEPLER-Konstante den Zusammenhang zwischen Gravitationsgesetz und 3. KEPLERschem Gesetz. (E 6) 	
	<p><i>Elektrisches Feld</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - elektrische Ladung - Kräfte zwischen elektrisch geladenen Körpern, Feld, Feldlinienmodell, Probekörper, Dipolfeld - Feldlinienbilder - elektrische Feldstärke $E = \frac{F}{Q}$ - Stromstärke $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ - Spannung $U = \frac{W_{el}}{Q}$, - Kapazität eines Kondensators $C = \frac{Q}{U}$ - Feldstärke im Inneren eines Plattenkondensators $E = \frac{U}{d}$ - Abhängigkeit der Kapazität eines Plattenkondensators von der Fläche, vom Plattenabstand und vom Dielektrikum $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$ - mathematische Beschreibung des zeitlichen Verlaufs der Stromstärke beim Auf- und Entladen von Kondensatoren - Energie geladener Kondensatoren $E_{el} = \frac{1}{2} C \cdot U^2$ 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - beschreiben die Überlagerung von Feldern zweier Punktladungen anhand von Zeichnungen. (Superposition und Komponenten) - werten Daten mithilfe digitaler Werkzeuge aus. (Mathematisieren und Vorhersagen) - entnehmen aus Feldlinienbildern relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder. (K 3) - bauen Versuchsanordnungen zu Auf- und Entladevorgängen nach Anleitung auf, führen Experimente durch und werten diese aus. (S 4) - modellieren Auf- oder Entladung eines Kondensators mithilfe mathematischer Gleichungen und digitaler Werkzeuge. (E 4) - berücksichtigen Messunsicherheiten, indem sie Mittelwert und Standardabweichung berechnen, und analysieren die Konsequenzen für die Interpretation des Ergebnisses, z. B. bei der Bestimmung der Kapazität eines Kondensators aus einer Messreihe. (E 7) 	<ul style="list-style-type: none"> - Feld, Feldlinienmodell, Probekörper, - Elektrische Feldkonstante, elektrische Ladung - Homogenes Feld, Radialfeld, Dipolfeld - Dielektrizitätszahl, Permeabilitätszahl - Halbwertszeit - Entstehung von Gewittern - Wie funktionieren Blitzableiter? - kapazitiver Feuchtesensor

<ul style="list-style-type: none"> - Anwendungen von Kondensatoren in der Technik - Veranschaulichung von Feldeigenschaften mithilfe von Computersimulationen und Modellexperimenten - Erfassen des zeitlichen Verlaufs der Stromstärke beim Auf- und Entladen eines Kondensators auch mithilfe von Sensoren 		
<p>LK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Influenz und Polarisation - Deutung der Vorgänge im Dielektrikum - Spannung als Potentialdifferenz $U = \Delta\phi$ - COULOMBSches Gesetz - Superposition von Feldern (qualitativ und quantitativ mithilfe von Kraftpfeilen) - mathematische Beschreibung des zeitlichen Verlaufs der Stromstärke beim Auf- und Entladen von Kondensatoren, Halbwertszeit - Parallel- und Reihenschaltung von Kondensatoren - Erfassen des zeitlichen Verlaufs der Spannung beim Auf- und Entladen eines Kondensators - Zusammenhang zwischen Spannung und Ladung eines Kondensators 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - ermitteln Betrag und Richtung der resultierenden elektrischen Feldstärke. (Superposition und Komponenten) - bestimmen die Ladung eines Kondensators mithilfe einer Flächenbestimmung aus dem zeitlichen Verlauf der Stromstärke beim Entladen. (Mathematisieren und Vorhersagen) - ermitteln von Größen aus Messreihen (C oder R aus Auf- oder Entladekurven $U(t)$ oder $I(t)$), die in linearisierter Form dargestellt sind. (Mathematisieren und Vorhersagen) 	<ul style="list-style-type: none"> - Potenzial und potenzielle Energie im elektrischen Feld - Äquipotenzialflächen - Glätten einer pulsierenden Gleichspannung - Defibrillator
<p><i>Magnetfeld</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Feldlinienbilder von Permanentmagneten, geradem Leiter und Spule 	<p>Die Lernenden ...</p>	<ul style="list-style-type: none"> - magnetische Feldkonstante - Permeabilitätszahl

<ul style="list-style-type: none"> - magnetische Flussdichte $B = \frac{F_L}{I \cdot \ell}$ - magnetische Flussdichte im Inneren einer langen Spule, Einfluss von Materie auf die Flussdichte $B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N \cdot I}{\ell}$ - LORENTZkraft $F_L = Q \cdot v \cdot B$ - Gegenüberstellung der Feldeigenschaften von Gravitationsfeldern, elektrischen und magnetischen Feldern - Veranschaulichung von Feldeigenschaften mithilfe von Computersimulationen und Modellexperimenten - Messung von Flussdichten, z. B. von Elektromagneten, des Erdmagnetfelds mithilfe von Sensoren - Kraft auf stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld 	<ul style="list-style-type: none"> - ermitteln die Horizontalkomponente des Erdmagnetfelds aus der Überlagerung mit dem Feld einer Spule. (Superposition und Komponenten) - entnehmen aus Feldlinienbildern relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder. (K 3) - stellen Hypothesen zu den Abhängigkeiten $B = f(N, I, \ell)$ der magnetischen Flussdichte in einer Spule auf. (E 2) - erläutern Gültigkeitsbereich und Vorhersagemöglichkeiten des Modells „lange Spule“. (S 2) 	<ul style="list-style-type: none"> - Wozu benötigt man in der Technik Magnetfelder und wie erzeugt man sie? - Ursache des Erdmagnetfelds
<p>LK - Kräfte zwischen zwei stromdurchflossenen Leitern (qualitativ)</p>		
Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)	Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)	Bezug zu den übergreifenden Themen (Teil B, RLP)
<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - erschließen Fachtexte zu Anwendungen elektrischer und magnetischer Felder sowie zu Fragestellungen rund um die Gravitation. 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - nutzen digitale Tools, um Felder zu veranschaulichen. - präsentieren unter Einbeziehung von Experimenten technische Anwendungen von Kondensatoren (Speicher el. Energie) und 	<ul style="list-style-type: none"> - Gefahren im Leben Weltraum (Leben in der ISS, bemannter Flug zum Mars) → ÜT Gesundheitsförderung - Reisen zum Mars - Pro und Contra → ÜT Mobilitätsbildung und Verkehrserziehung

<ul style="list-style-type: none"> - lesen Originalliteratur auch in einer Fremdsprache. - Zu Beginn des Kursunterrichts sollen Aspekte der Sprachbildung besonders in den Blick genommen werden. Insbesondere sind ein bewusster Umgang mit Alltags- und Fachsprache sowie die Verfügbarkeit geeigneter sprachlicher Mittel Voraussetzung für das präzise Kommunizieren von Fachinhalten im weiteren Unterricht. 	<ul style="list-style-type: none"> Spulen (induktives, schnurloses Laden von Akkumulatoren). - nutzen interaktive Tafeln zur Präsentation mit Dokumentenkameras, Filmsequenzen und Simulationen auch unter Nutzung von Online-Streaming. 	<ul style="list-style-type: none"> - Verhalten bei Gewitter → ÜT Gesundheitsförderung - sachgerechter und sicherer Umgang mit elektrischen Geräten (bei Schülerexperimenten) → ÜT Gesundheitsförderung - Laden eines Kondensators/eines Akkus (Analogiebetrachtung), Wirkungsgradbetrachtungen → ÜT Verbraucherbildung → ÜT Nachhaltige Entwicklung/Lernen in globalen Zusammenhängen
<p>Fachinterne Vereinbarungen:</p> <p>Im Grundkurs je Semester 1 Klausur, im Leistungskurs 2 Klausuren. Mindestdauer lt. VO-GO in aktueller Fassung. Wertung Klausur(en) zu Allg. Teil: Grundkurs: 1/3 zu 2/3, LK 1:1.</p> <p>Experimentelle Arbeit, Mitarbeit, zusätzliche Lernerfolgskontrollen, schriftliche Ausarbeitungen, Referate usw. werden dem Allgemeinen Teil zugerechnet.</p>		
<p>Grundsätzliches zum Themenfeld:</p> <p>Aus der Sekundarstufe I bekannte Fachinhalte werden aufgegriffen, verallgemeinert und mathematisiert. Dabei stellt das Basiskonzept „Erhaltung und Gleichgewicht“ mit der Nutzung von Kraft- und Energieansätzen eine wichtige Grundlage dar.</p> <p>In Experimenten sollen die Methoden der Auswertung und der Umgang mit Messunsicherheiten vertieft werden. An geeigneten Messreihen sind die Größen systematische und zufällige Messabweichungen, absolute und relative Abweichungen, Mittelwert und Standardabweichung zu thematisieren. Diese Verfahren sind in den nachfolgenden Themenfeldern weiter zu festigen.</p> <p>Die Besonderheiten des magnetischen Felds gegenüber dem Gravitationsfeld und dem elektrischen Feld sind klar herauszuarbeiten. Die Stärke des Magnetfelds wird mithilfe der magnetischen Flussdichte B beschrieben.</p> <p>Sprachbildung: Diese umfasst neben der Fachsprache alle nonverbalen, bildlichen, verbal-sprachlichen, symbolischen und formalen Darstellungen naturwissenschaftlicher Sachverhalte. Das Verstehen in den Naturwissenschaften ist vielfach durch Sprachhürden gefährdet. Sprachsensibler Unterricht stärkt die sprachlichen Kompetenzen und schafft so gute Lernbedingungen für das fachliche Verstehen.</p>		

2.1 Bewegung von geladenen Teilchen in Feldern (Q2, GK: ca. 12 h; LK ca. 20 h)

verbindliche Inhalte / verbindliche Experimente	verbindliche Kompetenzen (Basiskonzepte) / mögliche Beiträge zur Kompetenzentwicklung (abschlussorientierter Standard)	Fachbegriffe / mögliche Kontexte
<ul style="list-style-type: none"> - mathematische Beschreibung der Bewegung geladener Teilchen im homogenen elektrischen Längsfeld - qualitative Beschreibung der Teilchenbahn im homogenen elektrischen Quersfeld - Vakuumlichtgeschwindigkeit c_0 als Obergrenze für Geschwindigkeiten - MILLIKAN-Experiment (Schwebefall) - Berechnung von Kreisbahnen von geladenen Teilchen im homogenen Magnetfeld - Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons - Ablenkung von Ladungsträgern in einer Elektronenstrahlröhre durch elektrische und magnetische Felder - Bestimmung der spezifischen Ladung 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - leiten die Gleichung $v = \sqrt{\frac{2 \cdot Q \cdot U}{m}}$ aus einem Energieansatz her. (Erhaltung und Gleichgewicht) - entwickeln einen Kraftansatzes für ein schwebendes Öltröpfchen im MILLIKAN-Experiment. (Erhaltung und Gleichgewicht) - berechnen Größen aus dem Kraftansatz $m \cdot \frac{v^2}{r} = Q \cdot v \cdot B$ (Erhaltung und Gleichgewicht) - leiten die Gleichung $\frac{e}{m_e} = \frac{2 \cdot U}{B^2 \cdot r^2}$ aus einem Kraft- und Energieansatz her. (Erhaltung und Gleichgewicht) - beschreiben die Bewegung eines Ladungsträgers im homogenen elektrischen Quersfeld als Überlagerung einer gleichförmigen und einer beschleunigten Bewegung. (Superposition und Komponenten) - beschreiben die Elektronenbahn im elektrischen Quersfeld kausal korrekt strukturiert. (K 4) 	<ul style="list-style-type: none"> - Glühemission - spezifische Ladung des Elektrons - Ruhemasse - Teilchenbeschleuniger - Polarlichter

	<ul style="list-style-type: none"> - entwickeln Handlungsoptionen am Beispiel von Teilchenbeschleunigern unter Berücksichtigung gegebener Bewertungskriterien wie Kosten, Energieaufwand, gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Nutzen. (B 3) - reflektieren die Relevanz des Ergebnisses des MILLIKAN-Experiments hinsichtlich der Bestimmung der Elektronenmasse. (E 9) 		
<p>LK</p>	<ul style="list-style-type: none"> - mathematische Beschreibung der Bahnkurven geladener Teilchen im homogenen elektrischen Längs- und Querfeld - relativistische Massenzunahme - Ablenkung von Ladungsträgern in Magnetfeldern für beliebige Eintrittswinkel $F_L = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$ - geladene Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern mit senkrecht aufeinander stehenden Feldstärkevektoren - HALL-Effekt - Messung von HALL-Spannungen 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - leiten die Gleichung $U_H = b \cdot v \cdot B$ mithilfe eines Kraftansatzes her. (Erhaltung und Gleichgewicht) - leiten die Gleichung $v = \frac{E}{B}$ für den Geschwindigkeitsfilter her. (Erhaltung und Gleichgewicht) - berücksichtigen Messunsicherheiten und analysieren die Konsequenzen bei der Interpretation von Messdaten aus dem MILLIKAN-Experiment bei der Bestimmung der Elementarladung. (E 7) - wenden bekannte mathematische Verfahren zur Beschreibung der Bahnkurven von Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern an. (S 7) - erklären mithilfe der relativistischen Massenzunahme experimentelle Daten zu schnell bewegten Elektronen. (E 6) 	<ul style="list-style-type: none"> - HALL-Spannung - Massenspektrometer - HALL-Sensoren

2.2 Elektromagnetische Induktion (Q2, GK: ca. 15 h; LK ca. 25 h)

verbindliche Inhalte / verbindliche Experimente	verbindliche Kompetenzen (Basiskonzepte) / mögliche Beiträge zur Kompetenzentwicklung (abschlussorientierter Standard)	Fachbegriffe / mögliche Kontexte
<p><i>Induktionsgesetz</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Möglichkeiten der Erzeugung von Induktionsspannungen - Induktionsgesetz unter Verwendung des Differenzenquotienten $U_{\text{ind}} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ - Betrachtung der Spezialfälle konstanter Fläche und konstanter magnetischer Flussdichte beim Erzeugen von Induktionsspannungen - Erzeugung von Wechselspannung (qualitativ) <p><i>Selbstinduktion</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - qualitative Beschreibung der Verläufe von Spannung und Stromstärke bei Ein- und Ausschaltvorgängen von Spulen - LENZsche Regel - Spannung bei Selbstinduktion $U_{\text{ind}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ - Induktivität einer Spule $L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N^2 \cdot A}{l}$ - Energie einer stromdurchflossenen Spule $E_{\text{mag}} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$ 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - beschreiben den Zusammenhang zwischen LENZscher Regel und Energieerhaltungssatz. (Erhaltung und Gleichgewicht) - erklären den Verlaufs der resultierenden Spannung beim Einschalten einer Spule aus der Überlagerung von angelegter Spannung und Induktionsspannung. (Superposition und Komponenten) - sagen Messergebnissen mithilfe des Induktionsgesetzes vorher. (Mathematisieren und Vorhersagen) - entnehmen einem $\Phi(t)$-Diagramm relevante Informationen und entwickeln daraus das $U_{\text{ind}}(t)$-Diagramm. (K 3) - prüfen verwendete Quellen zu Alltagskontexten des Themenfeldes hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fachsprache und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt. (K 2) 	<ul style="list-style-type: none"> - magnetischer Fluss - Induktivität - Selbstinduktion - Effektivwerte von Stromstärke und Spannung - Kontaktloses Laden - Induktionskochplatte

<ul style="list-style-type: none"> - Nachweis der elektromagnetischen Induktion im bewegten und im ruhenden Leiter - Experiment zur Spannungsübersetzung - Experiment zur LENZschen Regel 	<ul style="list-style-type: none"> - beurteilen Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art zu Alltagskontexten des Themenfeldes hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz. (B 2) - beurteilen ein technisches Gerät, bei dem sehr große Induktionsspannungen erzeugt werden, hinsichtlich entstehender Risiken. (B 6) - wählen sach- und adressatengerecht einzelne Anwendungen der elektromagnetischen Induktion für die Inhalte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen aus. (K 5) 	
<p>LK</p> <p><i>Induktionsgesetz</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Induktionsgesetz in differentieller Form $U_{ind} = -N \frac{d\Phi}{dt}$ - mathematische Betrachtung sinusförmiger Wechselspannungen $U_{ind} = U_0 \cdot \sin(\omega \cdot t)$ mit $U_0 = N \cdot B \cdot A \cdot \omega$ <p><i>Selbstinduktion</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - mathematische Beschreibung der Verläufe von Spannung und Stromstärke bei Ein- und Ausschaltvorgängen von Spulen - Spannung bei Selbstinduktion $U_{ind} = -L \frac{dI}{dt}$ - Aufnahme des zeitlichen Verlaufs der Stromstärke beim Einschalten einer Spule 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - leiten die Gleichung für eine sinusförmige Wechselspannung aus dem Induktionsgesetz her. (Mathematisieren und Vorhersagen) - ermitteln die Induktivität einer Spule aus Messdaten $I(t)$ beim Einschalten dieser Spule und erklären das verwendete Auswerteverfahren. (S 6) 	<ul style="list-style-type: none"> - Kreisfrequenz - induktives Laden - Erzeugen hoher Spannungen und Stromstärken in der Technik

2.3 Schwingungen (Q2, GK: ca. 15 h; LK ca. 25 h)

verbindliche Inhalte / verbindliche Experimente	verbindliche Kompetenzen (Basiskonzepte) / mögliche Beiträge zur Kompetenzentwicklung (abschlussorientierter Standard)	Fachbegriffe / mögliche Kontexte
<p><i>Mechanische Schwingungen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Beschreibung der Schwingung eines mechanischen Oszillators - Kenngrößen einer Schwingung, Zusammenhang zwischen Frequenz und Periodendauer - Energieumwandlungen an einem mechanischen Oszillator - Dämpfung einer Schwingung - Periodendauer eines Federpendels $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$ - Gleichung für die zeitabhängige Auslenkung bei harmonischen Schwingungen $y(t) = y_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$ - erzwungene Schwingung und Resonanz <p><i>Elektromagnetische Schwingungen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Entstehung elektromagnetischer Schwingungen in einem Schwingkreis - zeitliche Verläufe von Spannung und Stromstärke in einem Schwingkreis - THOMSONsche Schwingungsgleichung $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$ 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - betrachten die Energie an gedämpften und an erzwungenen Schwingungen. (Erhaltung und Gleichgewicht) - beziehen das Modell der harmonischen Schwingung zurück auf Alltagssituationen und reflektieren seine Generalisierbarkeit. (E 10) - planen geeignete Experimente zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Eigenfrequenz und den Parametern eines harmonischen Oszillators. (E 5) - beurteilen Sicherheitsmaßnahmen zur Schwingungsdämpfung in Alltagssituationen. (B 6) - erklären anhand von Lade- und Induktionsvorgängen den Einfluss der Kapazität und der Induktivität auf die Eigenfrequenz eines elektromagnetischen Schwingkreises. (E 6) - nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten zur Entwicklung eigener, innerfachlicher Argumentationen, z.B. zur 	<ul style="list-style-type: none"> - Auslenkung, Amplitude, Frequenz, Periodendauer, Kreisfrequenz - Oszillator - harmonische Schwingung - Eigenfrequenz, Erregerfrequenz - Gefahr durch Resonanzeffekte - Musikinstrumente - Klangerzeugung - Schwingungsdämpfung

<ul style="list-style-type: none"> - Energieumwandlungen im Schwingkreis - Dämpfung im Schwingkreis (qualitativ) - Vergleich von mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen unter dem Aspekt der Energieumwandlungen - Abhängigkeit der Eigenfrequenz eines mechanischen harmonischen Oszillators von verschiedenen Parametern - Darstellung des zeitlichen Verlaufs von Stromstärke und Spannung in einem Schwingkreis - Abhängigkeit der Eigenfrequenz eines Schwingkreises von der Kapazität und der Induktivität 	<p>Beschreibung der Vorgänge in einem Schwingkreis. (K 8)</p>	
<p style="text-align: center;"><i>Mechanische Schwingungen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - lineares Kraftgesetz als Bedingung für die Entstehung einer mechanischen harmonischen Schwingung <p style="text-align: center;"><i>Elektromagnetische Schwingungen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Erzeugen von elektromagnetischen Schwingungen mit konstanter Amplitude durch Rückkopplung - Erzwungene elektromagnetische Schwingung und Resonanz - Aufnahme der Resonanzkurve eines elektromagnetischen Schwingkreises 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - betrachten die Kräfte zur Erklärung der Entstehung einer mechanischen Schwingung. (Superposition und Komponenten) - entwickeln die Gleichung $y(t) = y_{max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$ als Lösung des Kraftansatzes $F(t) = -D \cdot y(t)$. (Mathematisieren und Vorhersagen) - wenden die Methode der zeitlichen Ableitung auf die Gleichung für die harmonische Schwingung an. (S 7) - erläutern kausal korrekt strukturiert an einem Blockschaltbild das Rückkopplungsprinzip zur Erzeugung elektromagnetischer Schwingungen. (K 4) 	<ul style="list-style-type: none"> - Phasenverschiebung - Schallwahrnehmung

Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)	Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)	Bezug zu den übergreifenden Themen (Teil B, RLP)
<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - erschließen Fachtexte zu den unterschiedlichsten Themen des laufenden Kurses und erstellen eigene Fachtexte auch mit Diagrammen und Abbildungen/Skizzen. - Zu Beginn des Kursunterrichts sollen Aspekte der Sprachbildung besonders in den Blick genommen werden. Insbesondere sind ein bewusster Umgang mit Alltags- und Fachsprache sowie die Verfügbarkeit geeigneter sprachlicher Mittel Voraussetzung für das präzise Kommunizieren von Fachinhalten im weiteren Unterricht. 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - nutzen digitale Tools, um Schwingungen, Schwingkreise und Resonanzphänomene zu veranschaulichen. - präsentieren unter Einbeziehung von Experimenten technische Anwendungen von Schwingkreisschaltungen. - nutzen interaktive Tafeln zur Präsentation mit Dokumentenkameras, Filmsequenzen und Simulationen auch unter Nutzung von Online-Streaming. Erstellen interaktiv in Gruppenarbeit eigene und die Inhalte visualisierende Medien. 	<ul style="list-style-type: none"> - Schwingkreise und Induktionsschleifen im Schienen- und Straßenverkehr → ÜT Mobilitätsbildung und Verkehrserziehung - Sachgerechter und sicherer Umgang mit elektrischen Geräten (bei Schülerexperimenten) → ÜT Gesundheitsförderung - Kontaktloses Laden eines Kondensators/eines Akkus (Analogiebetrachtung), Wirkungsgradbetrachtungen → ÜT Verbraucherbildung, ÜT Nachhaltige Entwicklung/Lernen in globalen Zusammenhängen
<p>Fachinterne Vereinbarungen:</p> <p>Im Grundkurs je Semester 1 Klausur, im Leistungskurs 2 Klausuren. Mindestdauer lt. VO-GO in aktueller Fassung. Wertung Klausur(en) zu Allg. Teil: Grundkurs: 1/3 zu 2/3, LK 1:1.</p> <p>Experimentelle Arbeit, Mitarbeit, zusätzliche Lernerfolgskontrollen, schriftliche Ausarbeitungen, Referate usw. werden dem Allgemeinen Teil zugerechnet.</p>		
<p>Grundsätzliches zum Themenfeld:</p> <p>Vorkenntnisse aus der Klassenstufe 10 werden in diesem Themenfeld vertieft. Gleichzeitig wird die Erarbeitung des Themenfelds „Wellen“ vorbereitet.</p> <p>Im Folgenden werden die zu behandelnden Inhalte getrennt nach mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen dargestellt. Um die Analogie der Schwingungsarten zu betonen, kann eine abgewandelte Reihenfolge in der Behandlung der Inhalte zweckmäßig sein.</p> <p>Bei der Behandlung des elektromagnetischen Schwingkreises ist eine Betrachtung von Wechselstromwiderständen nicht erforderlich.</p>		

Die Lernenden greifen in diesem Themenfeld ihr Wissen über Winkelfunktionen aus dem Mathematikunterricht der Klassenstufe 10 auf und wenden es zur Beschreibung von Schwingungen an. Im Leistungskurs beziehen sie dabei auch Kenntnisse über das Ableiten von Funktionen ein. Die schulinternen Planungen der Fächer Physik und Mathematik an den Schulen sollten hierzu adäquat gestaltet werden.

Sprachbildung: Diese umfasst neben der Fachsprache alle nonverbalen, bildlichen, verbal-sprachlichen, symbolischen und formalen Darstellungen naturwissenschaftlicher Sachverhalte. Sprachsensibler Unterricht stärkt die sprachlichen Kompetenzen und schafft so die Lernbedingungen für das fachliche Verstehen. Dazu gehört auch der sensible Umgang mit regional und international unterschiedlichen Fachbegriffen zum gleichen Sachverhalt.

3.1 Wellen (Q3, GK: ca. 24 h; LK ca. 40 h)

verbindliche Inhalte / verbindliche Experimente	verbindliche Kompetenzen (Basiskonzepte) / mögliche Beiträge zur Kompetenzentwicklung (abschlussorientierter Standard)	Fachbegriffe / mögliche Kontexte
<p><i>Mechanische Wellen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Definition des Begriffs - Energieübertragung durch Wellen - charakteristische Größen zur Beschreibung einer Welle - Zusammenhang zwischen Ausbreitungsgeschwindigkeit, Wellenlänge und Frequenz $c = \lambda \cdot f$ - Wellenphänomene: Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz - stehende Wellen, Wellenlängenbestimmung mittels einer durch Reflexion erzeugten stehenden Welle <p><i>Elektromagnetische Wellen</i></p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - erklären Interferenzphänomene mithilfe der Superposition von Wellen. (Superposition und Komponenten) - beschreiben mathematisch die Lage der Maxima und Minima bei der Interferenz am Doppelspalt. (Mathematisieren und Vorhersagen) - erklären das Messverfahren zur Wellenlängenbestimmung bei der Interferenz am 	<ul style="list-style-type: none"> - Wellenlänge - Wellenfront - Lichtgeschwindigkeit - Gangunterschied - Schwingungsknoten, Schwingungsbauch - Gitterkonstante - Erdbebenwellen - Untersuchungen mit Ultraschall - Mikrowellenherd

<ul style="list-style-type: none"> - Entstehung elektromagnetischer Wellen am HERTZschen Dipol - Ausbreitung elektromagnetischer Wellen, Ausbreitungsgeschwindigkeit - Wellenphänomene: Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz - Polarisation von Transversalwellen <p><i>Wellenoptik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Interferenz von monochromatischem Licht am Doppelspalt und Gitter - Bedingungen für konstruktive und destruktive Interferenz an Doppelspalt und Gitter: $\Delta s = k \cdot \lambda, \sin \alpha_k = \frac{k \cdot \lambda}{b}$ $\Delta s = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}, \sin \alpha_k = \frac{(2k + 1) \cdot \lambda}{2 \cdot b}$ <ul style="list-style-type: none"> - Farbzerlegung von weißem Licht an einem Gitter - elektromagnetisches Spektrum, Überblick über die verschiedenen Frequenzbereiche <ul style="list-style-type: none"> - Erzeugung einer stehenden Welle (z. B. Seilwelle) durch Reflexion - Bestimmung der Wellenlänge monochromatischen Lichts durch Interferenz - Nachweis von polarisiertem und unpolarisiertem Licht 	<p>Doppelspalt sowie die Funktion einzelner Komponenten des Versuchsaufbaus. (S 5)</p> <ul style="list-style-type: none"> - modellieren optische Phänomene wie die Interferenz am Doppelspalt mit-hilfe mathematischer Darstellungen, wobei theoretische Überlegungen und experimentelle Erkenntnisse aus der Untersuchung des Beugungsbilds aufeinander bezogen werden. (E 4) - veranschaulichen die Entstehung stehender Wellen in sachgerechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge. (K 6) - präsentieren Eigenschaften und An-wendungen von Frequenzbereichen des elektromagnetischen Spektrums sach- und adressatengerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien. (K 7) - bilden sich reflektiert und rational in außerfachlichen Kontexten (z. B. „Handystrahlung“) ein eigenes Urteil. (B 4) 	<ul style="list-style-type: none"> - Wärmebildkamera - Fernbedienung
---	---	--

<p>LK</p>	<p><i>Mechanische Wellen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - zeitliche und räumliche Entwicklung einer harmonischen eindimensionalen Welle, Darstellung durch Funktionsgleichungen $y(t) = y_{max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$ für $x = konst.$ und $y(x) = y_0 \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot x\right)$ für $t = konst.$ oder durch Funktionsgraphen <p><i>Elektromagnetische Wellen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dipollänge $l = \frac{\lambda}{2}$ <p><i>Wellenoptik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Beugung und Interferenz am Einfachspalt, Bedingung für destruktive Interferenz: $\sin\alpha_k = \frac{k \cdot \lambda}{b}$ - Aufbau und Funktionsweise eines Interferometers - Röntgenbeugung an Kristallgittern, BRAGGsche Gleichung: $2 \cdot d \cdot \sin \alpha = n \cdot \lambda$ - Interferenz am Einfachspalt 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - deuten die Abschwächung unpolarisierten Lichts durch einen Polarisationsfilter. (Superposition und Komponenten) - bestimmen die Netzebenenabstände in Kristallen mithilfe der BRAGGschen Gleichung. (Mathematisieren und Vorhersagen) - erklären das Messverfahren zur Bestimmung der Netzebenenabstände in Kristallen mithilfe der BRAGG-Reflexion sowie die Funktion einzelner Komponenten des Versuchsaufbaus. (S 5) - reflektieren Risikoeinschätzungen zur Mobilfunktechnologie („Handystrahlung“) hinsichtlich der Güte des durchgeführten Bewertungsprozesses. (B 5) 	<ul style="list-style-type: none"> - Globale Bilanz der Strahlungsenergie der Erdatmosphäre - Auflösungsvermögen optischer Instrumente - Holografie
-----------	--	---	--

3.2 Quantenobjekte (Q3, GK: ca. 18 h; LK ca. 30 h)

verbindliche Inhalte / verbindliche Experimente	verbindliche Kompetenzen (Basiskonzepte) / mögliche Beiträge zur Kompetenzentwicklung (abschlussorientierter Standard)	Fachbegriffe / mögliche Kontexte
<ul style="list-style-type: none"> - äußerer lichtelektrischer Effekt, Widerspruch zum Wellenmodell - EINSTEINsche Deutung im Photonenmodell des Lichts $E_{\text{ph}} = h \cdot f = E_{\text{kin}} + W_A$ - Impuls von klassischen Teilchen und Photonen: $p = m \cdot v$ und $p_{\text{ph}} = \frac{h \cdot f}{c}$ - Hypothese von DE BROGLIE $\lambda = \frac{h}{p}$ - Elektronenbeugung (qualitativ) - TAYLOR-Experiment: stochastische Vorhersagbarkeit der Häufigkeitsverteilung (qualitativ) - Komplementarität von Weginformation und Interferenzfähigkeit - Fotoeffekt: Einfluss der Intensität und Frequenz des Lichts - Bestimmung des PLANCKschen Wirkungsquantums mit der Gegenfeldmethode - Elektronenbeugung 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - betrachten die Energieerhaltung beim Fotoeffekt. (Erhaltung und Gleichgewicht) - deuten das Interferenzmuster im Doppelspaltexperiment als Häufigkeitsverteilung bei der Registrierung von Einzelereignissen. (Superposition und Komponenten) - beschreiben die Ereignisse einzelner Quantenobjekte (z. B. Registrierung eines Photons auf einem Schirm) unter Verwendung von Wahrscheinlichkeitsaussagen. (Zufall und Determiniertheit) - reflektieren die Relevanz der Ergebnisse zum Fotoeffekt für physikalische Erkenntnisgewinnung und erläutern das Versagen klassischer Modelle. (E 9) - erklären, wie sich mithilfe eines Experiments zum Fotoeffekt das PLANCKsche Wirkungsquantum ermitteln lässt. (S 6) 	<ul style="list-style-type: none"> - Photon - PLANCKsches Wirkungsquantum - Austrittsarbeit - Grenzfrequenz - Materiewelle, DE-BROGLIE-Wellenlänge - Aufenthaltswahrscheinlichkeit - Bräunung der Haut - Sonnensegel als Antrieb von Raumsonden

LK	<ul style="list-style-type: none"> - Elektronenbeugung an Kristallgittern (quantitativ) - HEISENBERG'sche Unbestimmtheitsrelation $\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$ <ul style="list-style-type: none"> - Äquivalenz von Masse und Energie $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$ - h-Bestimmung mithilfe von LEDs - Simulation zum Nachweis der Komplementarität von Weginformation und Interferenzfähigkeit 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - leiten die Gleichung $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m_e \cdot e \cdot U}}$ aus der DE-BROGLIE-Hypothese und dem Energieansatz her. (Erhaltung und Gleichgewicht) - stellen Messwerten aus dem Elektronenbeugungsexperiment zur Bestimmung von h linearisiert dar. (Mathematisieren und Vorhersagen) - beschreiben mathematisch den Zusammenhang zwischen der Wellenlänge und der Lage der Beugungsringe in der Elektronenbeugungsröhre. (Mathematisieren und Vorhersagen) - erklären im Photonenmodell die am Einfachspalt gefundenen Zusammenhänge zwischen Spaltbreite und Breite des Hauptmaximums mithilfe der HEISENBERG'schen Unbestimmtheitsrelation. (E 6) - reflektieren Grenzen der Erkenntnisgewinnung vor dem Hintergrund der HEISENBERG'schen Unbestimmtheitsrelation. (E 11) 	<ul style="list-style-type: none"> - Funktionsprinzip von Nachtsichtgeräten - innerer Fotoeffekt in optoelektronischen Bauelementen - Fotoemissionselektronen-Mikroskop
----	---	--	--

Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)	Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)	Bezug zu den übergreifenden Themen (Teil B, RLP)
---------------------------------------	---------------------------------------	--

<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - unterscheiden den Begriff "Quant" in der Fachsprache und der Alltagssprache. 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - analysieren Beiträge/Aussagen aus der Serie "The Big Bang Theory" und prüfen sie kritisch. 	<ul style="list-style-type: none"> - analysieren und bewerten die Kosten für Großprojekte, z. B. CERN, DESY und weitere Forschungseinrichtungen <p>→ ÜT Demokratiebildung, Verbraucherbildung, Nachhaltige Entwicklung/Lernen in globalen Zusammenhängen</p>
<p>Fachinterne Vereinbarungen:</p> <p>Im Grundkurs je Semester 1 Klausur, im Leistungskurs 2 Klausuren. Mindestdauer lt. VO-GO in aktueller Fassung. Wertung Klausur(en) zu Allg. Teil: Grundkurs: 1/3 zu 2/3, LK 1:1.</p> <p>Experimentelle Arbeit, Mitarbeit, zusätzliche Lernerfolgskontrollen, schriftliche Ausarbeitungen, Referate usw. werden dem Allgemeinen Teil zugerechnet.</p>		
<p>Grundsätzliches zum Themenfeld:</p> <p>Die Lernenden erweitern in diesem Themenfeld ihr Weltbild, indem sie Erkenntnisprozesse beim Übergang von der klassischen zur modernen Physik nachvollziehen und reflektieren. Dabei entwickeln sie ein quantenphysikalisches Weltbild hinsichtlich der Begriffe Realität, Lokalität, Kausalität und Determinismus.</p> <p>Die vorgesehenen Experimente können gegebenenfalls - sofern eine entsprechende Ausstattung nicht zur Verfügung steht - durch geeignete interaktive Bildschirmexperimente (IBE) ersetzt oder mithilfe von Simulationen veranschaulicht werden.</p> <p>Die HEISENBERG'sche Unbestimmtheitsrelation kann im Grundkursunterricht zur inhaltlichen Vertiefung beitragen.</p> <p>Im Leistungskurs ist es möglich, die Äquivalenz von Masse und Energie als Ausgangspunkt für die Diskussion grundlegender Materieeigenschaften zu nehmen.</p> <p>Sprachbildung: Diese umfasst neben der Fachsprache alle nonverbalen, bildlichen, verbal-sprachlichen, symbolischen und formalen Darstellungen naturwissenschaftlicher Sachverhalte. Sprachsensibler Unterricht stärkt die sprachlichen Kompetenzen und schafft notwendige Lernbedingungen für das fachliche Verstehen. Nutzung der Sprache zum edukativen Vermitteln schwieriger physikalischer Sachverhalte. Erstellen eigener Lernmaterialien, kommentierte Videos und Visualisierungen anhand exemplarisch ausgewählter anspruchsvoller physikalisch-mathematischer Inhalte.</p>		

4. Atome (Q4, GK: ca. 30 h; LK ca. 50 h)

verbindliche Inhalte / verbindliche Experimente	verbindliche Kompetenzen (Basiskonzepte) / mögliche Beiträge zur Kompetenzentwicklung (abschlussorientierter Standard)	Fachbegriffe / mögliche Kontexte
<ul style="list-style-type: none"> - Linienspektrum des atomaren Wasserstoffs, Serienformel: $f = f_R \cdot \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$ - Emission und Absorption von Photonen als Energieabgabe und Anregung von Atomen - Energiewerte für das Wasserstoffatom $E_n = -13,6 \text{ eV} \cdot \frac{1}{n^2}$ - Zusammenhang zwischen Energieniveauschema und Linienspektrum - Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron - Optische Spektralanalyse unterschiedlicher atomarer Gase - Darstellung eines Emissions- und Absorptionsspektrums 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erläutern die Prozesse bei der quantenhaften Emission und Absorption von Licht. (Erhaltung und Gleichgewicht) - entwickeln ein Energieniveauschema aus einem Emissionsspektrum und umgekehrt. (Mathematisieren und Vorhersagen) - sagen Spektrallinien außerhalb des sichtbaren Spektrums vorher. (Mathematisieren und Vorhersagen) - entwickeln Fragestellungen zur Analyse von Linienspektren. (E 1) - erklären die Entstehung von Absorptionslinien unter Nutzung eines Energieniveauschemas. (S 1) - veranschaulichen Orbitale des Wasserstoffatoms mithilfe geeigneter Software (K 6) 	<ul style="list-style-type: none"> - Emissions- und Absorptionsspektrum - Orbital - Hauptquantenzahl n - Grundzustand, angeregte Zustände - Ionisationsenergie - Spektroskopie - Lasertechnik - Fluoreszenz und Phosphoreszenz
<p>LK</p> <ul style="list-style-type: none"> - FRANCK-HERTZ-Experiment - Modell des eindimensionalen Potenzialtopfes mit diskreten Energiewerten und seine Grenzen 	<p>Die Lernenden ...</p>	<ul style="list-style-type: none"> - kurzwellige Grenze des Röntgenbremsspektrums

<ul style="list-style-type: none"> - Betragsquadrat der Wellenfunktion zur Beschreibung der Aufenthaltswahrscheinlichkeit - Energiewerte für Ein-Elektron-Systeme $E_n = -13,6 \text{ eV} \cdot \frac{Z^2}{n^2}$ <ul style="list-style-type: none"> - Ausblick auf Mehrelektronensysteme, PAULI-Prinzip - Eigenschaften von Röntgenstrahlung - Röntgenspektrum (Drehkristallverfahren) - Entstehung der kontinuierlichen und der diskreten Röntgenstrahlung <ul style="list-style-type: none"> - Darstellung von Röntgenspektren (IBE oder Realexperiment) 	<ul style="list-style-type: none"> - erläutern die Prozesse beim FRANCK-HERTZ-Experiment. (Erhaltung und Gleichgewicht) - bestimmen das PLANCKsche Wirkungsquantum aus der kurzwelligen Grenze der Röntgenstrahlung. (Erhaltung und Gleichgewicht) - erklären die unterschiedlichen Intensitäten von Spektrallinien als Folge unterschiedlicher Wahrscheinlichkeiten bei der Besetzung von Energieniveaus. (Zufall und Determiniertheit) - haben eine Erklärung dafür, dass in einer Gasentladungsröhre der Zeitpunkt der Emission eines Photons durch ein einzelnes Gasatom zufällig ist, sich aber bei fest eingestellter Spannung dennoch eine eindeutig vorhersagbare Strahlungsleistung einstellt. (Zufall und Determiniertheit) - erklären das Drehkristallverfahren sowie die Funktionen der einzelnen Komponenten des Versuchsaufbaus zur Aufnahme eines Röntgenspektrums. (S 5) - erklären, wie aus der grafischen Darstellung $\lambda_{\min} \left(\frac{1}{U} \right)$ für die kurzwellige Grenze der Röntgenstrahlung das PLANCKsche Wirkungsquantum ermittelt werden kann und wenden dieses Auswerteverfahren auf Messergebnisse an. (S 6) 	<ul style="list-style-type: none"> - charakteristische Röntgenstrahlung - Röntgenspektroskopie - Bildgebende Verfahren in der Medizin
--	--	---

Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)	Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)	Bezug zu den übergreifenden Themen (Teil B, RLP)
<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - beschreiben in verschiedenen Darstellungsformen der Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuches. - vergleichen Originaltexte von Franck und Hertz mit heutigen Darstellungen. - nutzen englischsprachige Fachtexte. - verwenden zunehmend bewusster und sicherer die Fachsprache. - stellen Sachverhalte adressatenbezogen dar. - Adressatengerechtes sprachliches Formulieren von längeren und illustrierten Sachtexten sowie Erstellung von mit Sprache unterlegten Tutorials und digitalen Lern- und Lehrprodukten zur Vermittlung abstrakter und komplexer physikalischer Sachverhalte. 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - verwenden zielgerichtet Animationen und Simulationen. - erläutern die Unterschiede zwischen Animationen, Simulationen und Realexperimenten. 	<ul style="list-style-type: none"> - Vor- und Nachteile von Röntgenuntersuchungen - Notwendigkeit von Röntgenuntersuchungen in der Medizin - Strahlenschutzmaßnahmen beim Röntgen → ÜT Gesundheitsförderung - Umweltanalytik mithilfe der Spektroskopie - Bezüge zwischen der Absorption und Emission bei Atomen und Molekülen und dem Treibhauseffekt → ÜT Nachhaltige Entwicklung/Lernen in globalen Zusammenhängen
<p>Fachinterne Vereinbarungen:</p> <p>Im Grundkurs je Semester 1 Klausur, im Leistungskurs 2 Klausuren. Mindestdauer lt. VO-GO in aktueller Fassung. Wertung Klausur(en) zu Allg. Teil: Grundkurs: 1/3 zu 2/3, LK 1:1.</p> <p>Experimentelle Arbeit, Mitarbeit, zusätzliche Lernerfolgskontrollen, schriftliche Ausarbeitungen, Referate usw. werden dem Allgemeinen Teil zugerechnet.</p>		
<p>Grundsätzliches zum Themenfeld:</p>		

Der Schwerpunkt liegt in der diskreten Struktur der Energieniveaus der Atomhülle. Eine detaillierte Behandlung der Quantenzahlen l , m und s ist nicht erforderlich.

Experimente zur Röntgenstrahlung sollen primär mit dem vorhandenen Röntgengerät im Realexperiment durchgeführt werden. Nur in begründeten Ausnahmefällen können sie durch geeignete interaktive Bildschirmexperimente (IBE) ersetzt oder mithilfe von Simulationen veranschaulicht werden. Die zusätzliche Nutzung zum Realexperiment ist möglich.

Medizinische Kontexte zur Röntgenstrahlung bieten die Möglichkeit, Bezüge zur Gesundheitsförderung herzustellen.

Sprachbildung: Diese umfasst neben der Fachsprache alle nonverbalen, bildlichen, verbal-sprachlichen, symbolischen und formalen Darstellungen naturwissenschaftlicher Sachverhalte. Sprachsensibler Unterricht stärkt die sprachlichen Kompetenzen und schafft so die Grundlage für das nachhaltige fachliche Verstehen.