

Zuordnung Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Titel Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizzierung; weitere <i>inhaltliche</i> Vereinbarungen	Hinweise zu Lernmitteln/ Materialien	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden; evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur Leistungsbewertung	<i>Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern</i>		
						christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung
Kräfte und Bewegungen Basiskonzept Wechselwirkung	Lineare Bewegungen Geradlinige Bewegungen mit konstanter Geschwindigkeit Geradlinige Bewegungen mit veränderlicher Geschwindigkeit Fallbewegungen Wurfbewegungen Bewegungen in zwei Dimensionen Kräfte Die Newtonschen Axiome Kräfte bei der Kreisbewegung	Lehrbuch Klett Impulse Physik Oberstufe Einführungsphase Obligatorisch zu behandelnde Versuche sind: - Experimente zu Kräfte und Bewegungen	<i>Erkenntnisgewinnung:</i> Die Schülerinnen und Schüler - analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht. - vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition. - berechnen mit Hilfe des Newtonschen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner oder mehrere Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher. - planen selbständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Zusammenhänge, führen sie durch, werten sie aus und bewerten Ergebnisse und Arbeitsprozesse. - verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen. - entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind. - reflektieren Regeln des Experimentierens in der Planung	<i>Umgang mit Fachwissen</i> Die Schülerinnen und Schüler - erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Arbeit, Energie, Impuls und ihre Beziehungen untereinander an unterschiedlichen Beispielen. - unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen. - beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen. <i>Bewertung:</i> Die Schülerinnen und Schüler - geben Kriterien (u.a. Objektivität, Reproduzierbarkeit, Widerspruchsfreiheit, Überprüfbarkeit) an, um die Zuverlässigkeit von Messergebnissen und physikalischen Aussagen zu beurteilen, und nutzen diese bei der Bewertung von eigenen und fremden Untersuchungen. - erläutern unterschiedliche Positionen zum Sinn aktueller Forschungsprogramme und beziehen Stellung dazu.	Gleiche Klausur in parallelen Kursen		Referate zu Wurfbewegungen	

Zuordnung	Titel	Hinweise zu Lernmitteln/	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden;	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur	Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern
-----------	-------	-----------------------------	---	---------------------------------	--------------------------------	---

Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizzierung; weitere <i>inhaltliche Vereinbarungen</i>	Materialien	evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen		Leistungsbewertung	christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung
Energie und Impuls Basiskonzept Energie	Erhaltungssätze Potentielle Energie Kinetische Energie Spannenergie Energieübertragung Energieerhaltung Arbeit und Leistung Impuls Impulserhaltung Impuls und Kraft	Obligatorisch zu behandelnde Versuche sind: - Experimente zu Energie und Impuls	<p>und Auswertung von Versuchen. erschließen und überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen</p> <ul style="list-style-type: none"> - analysieren und berechnen auftretenden Kräfte bei Kreisbewegungen. - bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mit Hilfe digitaler Werkzeuge. <p><i>Kommunikation:</i></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> - stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar. - begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse und andere objektive Daten heran. - bewerten begründet die Darstellung bekannter mechanischer Phänomene in verschiedenen Medien bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit. 		Gleiche Klausur in parallelen Kursen			
Gravitation Basiskonzept Wechselwirkung	Astronomische Weltbilder Weltmodelle Bewegungen am Himmel Gravitationsgesetz Gravitationsfeld	Obligatorisch zu behandelnde Versuche sind: - Experimente zu Gravitation	<p><i>Erkenntnisgewinnung:</i></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> - ermitteln mit Hilfe der Kepler'schen Gesetze und des Gravitationsgesetzes astronomische Größen. - beschreiben an Beispielen Veränderungen im Weltbild und in der Arbeitsweise der Naturwissenschaften, die durch die Arbeiten von Kopernikus, Kepler, Galilei und Newton initiiert wurden. 	<p><i>Umgang mit Fachwissen</i></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> - beschreiben Wechselwirkungen im Gravitationsfeld und verdeutlichen den Unterschied zwischen Feldkonzept und Kraftkonzept - stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar. <p><i>Bewertung:</i></p>	Gleiche Klausur in parallelen Kursen		Referate zu Weltmodellen und Entstehung der Gezeiten	

Zuordnung Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Titel Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizzierung; <i>weitere inhaltliche Vereinbarungen</i>	Hinweise zu Lernmitteln/ Materialien	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden; evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur Leistungsbewertung	<i>Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern</i>		
						christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung
Schwingungen und Wellen Basiskonzept Struktur der Materie Basiskonzept Energie	Schwingungen Merkmale von Schwingungen Fadenpendel Federpendel Überlagerung von Schwingungen Erzwungene Schwingungen Wellen Die Ausbreitung von Störungen Harmonische Wellen	Obligatorisch zu behandelnde Versuche sind: - Experimente zu Schwingungen und Wellen	<i>Kommunikation:</i> - Die Schülerinnen und Schüler entnehmen Kernaussagen zu naturwissenschaftlichen Positionen zu Beginn der Neuzeit aus einfachen historischen Texten.	Die Schülerinnen und Schüler - erläutern unterschiedliche Positionen zum Sinn aktueller Forschungsprogramme (z.B. Raumfahrt, Mobilität) und beziehen Stellung dazu.				

Zuordnung Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Titel Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizzierung; <i>weitere inhaltliche Vereinbarungen</i>	Hinweise zu Lernmitteln/ Materialien	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden; evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur Leistungsbewertung	<i>Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern</i>		
						christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung
Quantenobjekt <i>Erforschung des Photons:</i> Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden? <input type="checkbox"/> Photon (Wellenanspekt)	Beugung und Interferenz, Lichtwellenlänge, Lichtfrequenz, Kreiswellen, ebene Wellen, Beugung, Brechung	Lehrbuch: Impulse Physik Oberstufe Klett Formelsammlung Versuche: Doppelspalt, Gitter, Wellenwanne quantitative Experimente mit Laserlicht	<i>Erkenntnisgewinnung:</i> Die Schülerinnen und Schüler • bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit Doppelspalt und Gitter (E5), <i>Kommunikation:</i> Die Schülerinnen und Schüler • veranschaulichen mithilfe der Wellenwanne qualitativ unter Verwendung von Fachbegriffen auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Beugung, Interferenz, Reflexion und Brechung (K3), <i>Erkenntnisgewinnung:</i> Die Schülerinnen und Schüler • demonstrieren anhand eines Experiments zum Photoeffekt den Quantencharakter von Licht und bestimmen den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen sowie die Austrittsarbeit der Elektronen (E5, E2)		Das Unterrichtsvorhaben sollte ein Schwerpunkt einer Klausur sein.			

Quantenobjekte Erforschung des Elektrons: Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung	Elementarladung	Versuche: Schwebender Wattebausch Millikanversuch Schwebefeldmethode (keine Stokes'sche Reibung) Auch Simulation möglich	Erkenntnisgewinnung: Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • erläutern anhand einer vereinfachten Version des Millikanversuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (E5), • untersuchen, ergänzend zum Realexperiment, 	Umgang mit Fachwissen: Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> □ erläutern anhand einer vereinfachten Version des Millikanversuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1), 	Das Unterrichtsvorhaben sollte ein Schwerpunkt einer Klausur sein.			
---	-----------------	--	---	--	--	--	--	--

Zuordnung Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Titel Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizzierung; <i>weitere inhaltliche Vereinbarungen</i>	Hinweise zu Lernmitteln/ Materialien	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden; evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur Leistungsbewertung	<i>Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern</i>		
						christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung

<p>und die Masse eines Elektrons gemessen werden?</p> <p><input type="checkbox"/> Elektron (Teilchenpekt)</p>	<p>Elektronenmasse</p> <p>Versuche: e/mBestimmung mit dem Fadenstrahlrohr und Helmholtzspulenpaar</p> <p>auch Ablenkung des Strahls mit Permanentmagneten (Lorentzkraft) evtl.</p> <p>Stromwaage bei hinreichend zur Verfügung stehender Zeit</p> <p>Messung der Stärke von Magnetfeldern mit der Hallsonde</p> <p>Versuche: Experiment zur Elektronenbeugung an polykristallinem Graphit</p> <p>Streuung von Elektronen an Festkörpern, die BroglieWellenlänge</p>	<p>Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten(E6),</p> <p><i>Erkenntnisgewinnung:</i> Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> modellieren Vorgänge im Fadenstrahlrohr (Energie der Elektronen, Lorentzkraft) mathematisch, variieren Parameter und leiten dafür deduktiv Schlussfolgerungen her, die sich experimentell überprüfen lassen, und ermitteln die Elektronenmasse (E6, E3, E5) <p><i>Erkenntnisgewinnung:</i> Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> erläutern die Aussage der de Broglie-Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes beim Elektronenbeugungsexperiment an und bestimmen die Wellenlänge der Elektronen(E4) 	<p><i>Umgang mit Fachwissen:</i> Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen (UF2, UF1) bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2) <p><i>Umgang mit Fachwissen:</i> Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> erläutern die Aussage der de Broglie-Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes beim Elektronenbeugungsexperiment an und bestimmen die Wellenlänge der Elektronen (UF1, UF2) 				
<p>Quantenobjekte Photonen und Elektronen als Quantenobjekte</p>	<p>Licht und Materie</p>	<p>Versuche: Computersimulation Doppelspalt, Photoeffekt</p>	<p><i>Erkenntnisgewinnung:</i> Die Schülerinnen und Schüler</p> <p><input type="checkbox"/> erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der</p>	<p><i>Bewertung:</i> Die Schülerinnen und Schüler</p> <p><input type="checkbox"/> zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf</p>			

Zuordnung Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Titel Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizzierung; <i>weitere inhaltliche Vereinbarungen</i>	Hinweise zu Lernmitteln/ Materialien	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden; evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur Leistungsbewertung	<i>Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern</i>		
						christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung
Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden? • Elektron und Photon (Teilchenaspekt, Wellenaspect) • Quantenobjekte und ihre Eigenschaften	Elektron und Photon (Teilchenaspekt/Wellenaspect) Das Wellenmodell als ein gemeinsames Beschreibungsmittel für Elektronen und Photonen		Physik (E6, E7) <i>Kommunikation:</i> Die Schülerinnen und Schüler • verdeutlichen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte unter Verwendung geeigneter Darstellungen (Graphiken, Simulationsprogramme) (K3), • zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (K4), • beschreiben und diskutieren die Kontroverse um die Kopenhagener Deutung und den Welle-Teilchen-Dualismus (K4)	(B4), <input type="checkbox"/> beschreiben und diskutieren die Kontroverse um die Kopenhagener Deutung und den Welle-Teilchen-Dualismus (B4)				

Elektrodynamik Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden? <input type="checkbox"/> Spannung und	Wandlung von mechanischer in elektrische Energie: Elektromagnetische Induktion Induktionsspannung	Versuche: bewegter Leiter im (homogenen) Magnetfeld „ Leiterschaukelversuch “ Messung von Spannungen mit diversen Spannungsmessgeräten (nicht nur an der Leiterschaukel) Gedankenexperimente zur Überführungsarbeit, die an einer Ladung verrichtet wird	Erkenntnisgewinnung: Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • erläutern am Beispiel der Leiterschaukel das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (E6) • bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe der Drei-Finger-Regel (E6) • werten Messdaten, die mit einem Ozilloskop bzw. mit einem Messwerterfassungssystem 	Umgang mit Fachwissen: Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • erläutern am Beispiel der Leiterschaukel das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1) • definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2) • bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe der Drei-Finger-Regel 				
--	---	---	---	--	--	--	--	--

Zuordnung Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Titel Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizzierung; weitere <i>inhaltliche Vereinbarungen</i>	Hinweise zu Lernmitteln/ Materialien	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden; evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur Leistungsbewertung	<i>Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern</i>		
						christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung

<p>elektrische Energie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Induktion • Spannungswandlung 	<p>Technisch praktikable Generatoren: Erzeugung sinusförmiger Wechselspannungen</p> <p>Nutzbarmachung elektrischer Energie durch „Transformation“</p> <p>Transformator</p>	<p>deduktive Herleitung der Beziehung zwischen U, v und B.</p> <p>Internetquellen, Lehrbücher, Firmeninformationen, Filme und Applets zum Generatorprinzip Experimente mit drehenden Leiterschleifen in (näherungsweise homogenen) Magnetfeldern, Wechselstromgeneratoren</p> <p>Messung und Registrierung von Induktionsspannungen mit Oszilloskop und digitalem Messwerterfassungssystem</p> <p>Diverse „Netzteile“ von Elektrokleingeräten (mit klassischem Transformator)</p> <p>Internetquellen, Lehrbücher, Firmeninformationen Demo-</p>	<p>gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5)</p> <p>Kommunikation: Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • recherchieren bei vorgegebenen Fragestellungen historische Vorstellungen und Experimente zu Induktionserscheinungen (K2), • erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3) </p> <p>Erkenntnisgewinnung: Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • erläutern das Entstehen sinusförmiger Wechselspannungen in Generatoren (E2, E6) • werten Messdaten, die mit einem Oszilloskop bzw. mit einem Messwerterfassungssystem gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5) </p> <p>Kommunikation: Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3) </p> <p>Erkenntnisgewinnung: Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • geben Parameter von </p>	<p>(UF2)</p>			<p>Hier bietet es sich an, arbeitsteilige Präsentationen auch unter Einbezug von Realexperimenten anfertigen zu lassen.</p>	
---	--	--	---	--------------	--	--	---	--

--	--	--	--	--	--	--	--

Zuordnung	Titel	Hinweise zu Lernmitteln/	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden;	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur	<i>Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern</i>
-----------	-------	--------------------------	--	------------------------------	-----------------------------	--

Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizzierung; <i>weitere inhaltliche Vereinbarungen</i>	Materialien	evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen		Leistungsbewertung	christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung
	Energieerhaltung Ohm'sche „Verluste“	Aufbautransformatoren mit geeigneten Messgeräten ruhende Induktionsspule in Wechselstromdurchflossener Feldspule – Messwerterfassungssystem zur zeitaufgelösten Registrierung der Induktionsspannung und des zeitlichen Verlaufs der Stärke des magnetischen Feldes 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>Transformatoren zur gezielten Veränderung einer elektrischen Wechselspannung an (E4)</p> <ul style="list-style-type: none"> werten Messdaten, die mit einem Oszilloskop bzw. mit einem Messwerterfassungssystem gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5) <p><i>Kommunikation:</i> Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> verwenden ein physikalisches Modellexperiment zu Freileitungen, um technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie zu demonstrieren und zu erklären (K3) 	<p>bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4)</p> <p><i>Umgang mit Fachwissen:</i> Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> zeigen den Einfluss und die Anwendung physikalischer Grundlagen in Lebenswelt und Technik am Beispiel der Bereitstellung und Weiterleitung elektrischer Energie auf (UF4) <p><i>Bewerten:</i> Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> bewerten die Notwendigkeit eines geeigneten Transformierens der Wechselspannung für die effektive Übertragung elektrischer Energie über große Entfernung (B1) beurteilen Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten zur Übertragung elektrischer Energie über große Entfernung (B2, B1, B4) 				Hier bietet sich ein arbeitsteiliges Gruppenpuzzle an, in dem Modellexperimente einbezogen werden.

Elektrodynamik	Lenz'sche Regel	Freihandexperiment:	<i>Erkenntnisgewinnung:</i> Die Schülerinnen und Schüler	<i>Umgang mit Fachwissen:</i> Die Schülerinnen und Schüler				
Zuordnung Inhaltfeld/ weitere Zuordnung	Titel Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizzierung; weitere inhaltliche Vereinbarungen	Hinweise zu Lernmitteln/ Materialien	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden; evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur Leistungsbewertung	<i>Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern</i>		
						christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung
Wirbelströme im Alltag Wie kann man Wirbelströme technisch nutzen? <input type="checkbox"/> Induktion		Untersuchung der Relativbewegung eines aufgehängten Metallrings und eines starken Stabmagneten Thomson'scher Ringversuch diverse technische und spielerische Anwendungen, z.B. Dämpfungselementen an einer Präzisionswaage, Wirbelstrombremsen, „fallender Magnet“ im AluRohr	<input type="checkbox"/> erläutern anhand des Thomson'schen Ringversuchs die Lenz'sche Regel (E5)	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern anhand des Thomson'schen Ringversuchs die Lenz'sche Regel (UF4) <p><i>Bewerten:</i> Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • bewerten bei technischen Prozessen das Auftreten erwünschter bzw. nicht erwünschter Wirbelströme (B1) 				

Zuordnung Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Titel Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizierung; <i>weitere inhaltliche Vereinbarungen</i>	Hinweise zu Lernmitteln/ Materialien	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden; evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur Leistungsbewertung	<i>Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern</i>		
						christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung
Strahlung und Materie <i>Erforschung des Mikro- und Makrokosmos</i> Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie? • Energiequanteilung der Atomhülle • Spektrum der elektrromagnetischen Strahlung	Kern-Hülle-Modell Energieniveaus der Atomhülle Quantenhafte Emission und Absorption von Photonen Energiequantelung in der Atomhülle Erkenntnisse über den Aufbau der Atome	Lehrbuch: Klett Impulse Physik Literaturrecherche, Schulbuch Versuche: Erzeugung von Linienspektren mithilfe von Gasentladungslampen Franck-Hertz-Versuch	<i>Erkenntnisgewinnung:</i> Die Schülerinnen und Schüler • erläutern, vergleichen und beurteilen Modelle zur Struktur von Atomen und Materiebausteinen (E6) <i>Erkenntnisgewinnung:</i> Die Schülerinnen und Schüler • erklären die Energie absorbiert und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (E6) <i>Erkenntnisgewinnung:</i> Die Schülerinnen und Schüler • erläutern die Bedeutung von Flammenfärbung und Linienspektren bzw. Spektralanalyse, die Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuches sowie die charakteristischen Röntgenspektren für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7) <i>Erkenntnisgewinnung:</i> Die Schülerinnen und Schüler	<i>Umgang mit Fachwissen:</i> Die Schülerinnen und Schüler • erläutern, vergleichen und beurteilen Modelle zur Struktur von Atomen und Materiebausteinen (UF3) <i>Bewerten:</i> Die Schülerinnen und Schüler • erläutern, vergleichen und beurteilen Modelle zur Struktur von Atomen und Materiebausteinen (B4) <i>Umgang mit Fachwissen:</i> Die Schülerinnen und Schüler • erklären die Energie absorbiert und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (UF1)	Das Unterrichtsvorhaben sollte ein Schwerpunkt einer Klausur sein.			Angebot von Referaten (einige mögliche Themen sind die Atommodelle, Kernspaltung und Kernfusion)

Röntgenstrahlung	Aufnahme von Röntgenspektren (kann mit interaktiven Bildschirmexperimenten)	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Bedeutung von Flammenfärbung und 					
------------------	--	--	--	--	--	--	--

Zuordnung Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Titel Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizierung; <i>weitere inhaltliche Vereinbarungen</i>	Hinweise zu Lernmitteln/ Materialien	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden; evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur Leistungsbewertung	<i>Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern</i>		
						christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung

	Sternspektren und Fraunhoferlinien	imenten (IBE) oder Lehrbuch geschehen, falls keine Schulröntgeneinrichtung vorhanden ist)	Linienspektren bzw. Spektralanalyse, die Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuches sowie die charakteristischen Röntgenspektren für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7)	<i>Erkenntnisgewinnung:</i> Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none">• erklären Sternspektren und Fraunhoferlinien (E5)• stellen dar, wie mit spektroskopischen Methoden Informationen über die Entstehung und den Aufbau des Weltalls gewonnen werden (E2) <i>Kommunikation:</i> <ul style="list-style-type: none">• interpretieren Spektraltafeln des Sonnenspektrums im Hinblick auf die in der Sonnen- und Erdatmosphäre vorhandenen Stoffe (K3, K1)• erklären Sonnenspektren und Fraunhoferlinien (K2)• stellen dar, wie mit spektroskopischen Methoden Informationen über die Entstehung und den Aufbau des Weltalls gewonnen werden (K1)	<i>Umgang mit Fachwissen:</i> Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> erklären Sternspektren und Fraunhoferlinien			
Strahlung und Materie Mensch und Strahlung Wie wirkt sich Strahlung auf den Menschen aus?	Strahlungsarten	Recherche Versuche: Absorptionsexperimente zu a-, b-, g-Strahlung	<i>Erkenntnisgewinnung:</i> Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> erläutern den Nachweis unterschiedlicher Arten ionisierender Strahlung mithilfe von Absorptionsexperimenten (E4, E5) <i>Bewertung:</i> Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none">• bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und	<i>Umgang mit Fachwissen:</i> Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none">• unterscheiden a-, b-, g-Strahlung und Röntgenstrahlung sowie Neutronen- und Schwerionenstrahlung (UF3)				

Zuordnung Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Titel Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizierung; <i>weitere inhaltliche Vereinbarungen</i>	Hinweise zu Lernmitteln/ Materialien	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden; evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur Leistungsbewertung	<i>Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern</i>		
						christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung

<ul style="list-style-type: none"> Kern umw andlungen Ionisieren de Strahlung Spekt rum der elekt romagnetische n Strahlung 	<p>Elementumwandlung</p> <p>Detektoren</p> <p>Biologische Wirkung ionisierender Strahlung und Energieaufnahme im menschlichen Gewebe</p> <p>Dosimetrie</p>	<p>Nuklidkarte</p> <p>Geiger-MüllerZählrohr</p> <p>gegebenenfalls Einsatz eines Films/ eines Videos</p>	<p>Kommunikation: Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungsprozesse (K1) <p>Erkenntnisgewinnung: Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> erläutern den Aufbau und die Funktionsweise von Nachweisgeräten für ionisierende Strahlung (Geiger-Müller-Zählrohr) und bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (E2) <p>Erkenntnisgewinnung: Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> begründen in einfachen Modellen wesentliche biologischmedizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6) <p>Kommunikation: Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> bereiten Informationen über wesentliche biologisch-medizinische Anwendungen und Wirkungen von ionisierender Strahlung für unterschiedliche Adressaten auf (K2, K3) erläutern das Vorkommen künstlicher und natürlicher Strahlung, ordnen deren Wirkung auf den Menschen mithilfe einfacher dosimetrischer Begriffe ein und bewerten Schutzmaßnahmen im Hinblick auf Strahlenbelastungen des Menschen im Alltag (K2) 	<p>Elementarteilchenphysik (B1, B3)</p> <p>Umgang mit Fachwissen: Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungsprozesse (UF1) <p>Umgang mit Fachwissen: Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> erläutern den Aufbau und die Funktionsweise von Nachweisgeräten für ionisierende Strahlung (Geiger-Müller-Zählrohr) und bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (UF1) <p>Umgang mit Fachwissen: Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> beschreiben Wirkungen von ionisierender und elektromagnetischer Strahlung auf Materie und lebende Organismen (UF1) begründen in einfachen Modellen wesentliche biologischmedizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (UF4) <p>Bewerten: Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> bereiten Informationen über wesentliche biologisch-medizinische Anwendungen und Wirkungen von ionisierender Strahlung für unterschiedliche Adressaten auf (B3, B4) erläutern das Vorkommen künstlicher und natürlicher Strahlung, ordnen deren Wirkung auf den Menschen mithilfe einfacher dosimetrischer Begriffe ein und bewerten Schutzmaßnahmen im Hinblick auf die Strahlenbelastungen des Menschen im Alltag (B1) bewerten Gefahren und Nutzen 				
--	--	--	---	--	--	--	--	--

Zuordnung	Titel	Hinweise zu Lernmitteln/	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden;	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur	Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern
-----------	-------	--------------------------	--	------------------------------	-----------------------------	---

Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizierung; <i>weitere inhaltliche Vereinbarungen</i>	Materialien	evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen		Leistungsbewertung	christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung
				<p>der Anwendung physikalischer Prozesse, u.a. von ionisierender Strahlung, auf der Basis medizinischer, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Gegebenheiten (B3, B4)</p> <p><input type="checkbox"/> bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung ionisierender Strahlung unter Abwägung unterschiedlicher Kriterien (B3, B4)</p>				
Strahlung und Materie <i>Forschung am CERN und DESY</i> Was sind die kleinsten Bausteine der Materie? <input type="checkbox"/> Standardmodell der Elementarteilchen	Kernbausteine und Elementarteilchen (virtuelles) Photon als Austauschteilchen der elektromagnetischen Wechselwirkung Konzept der Wechselwirkung vs. Feldkonzept	In diesem Bereich sind i. d. R. keine Realexperimente für Schulen möglich. Es kann z. B. auf Internetseiten des CERN und DESY zurückgegriffen werden.	<p><i>Erkenntnisgewinnung:</i> Schülerinnen und Schüler</p> <p><input type="checkbox"/> erläutern mithilfe des aktuellen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (E6)</p> <p><i>Kommunikation:</i> Schülerinnen und Schüler</p> <p><input type="checkbox"/> recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2)</p> <p><i>Kommunikation:</i> Schülerinnen und Schüler</p> <p><input type="checkbox"/> vergleichen in Grundprinzipien das Modell des Photons als Austauschteilchen für die elektromagnetische Wechselwirkung exemplarisch für fundamentale Wechselwirkungen mit dem Modell des Feldes (E6)</p>	<p><i>Umgang mit Fachwissen:</i> Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> erläutern mithilfe des aktuellen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3) erklären an einfachen Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell (UF1) 				

Relativität von Raum und Zeit Navigationssysteme <input type="checkbox"/> Konstanz der Licht	Relativität der Zeit	Experiment von Michelson und Morley (Computersimulation) Lichtuhr (Gedankenexperiment/Computersimulation) Myonenerzfall	<i>Erkenntnisgewinnung:</i> Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • erklären anschaulich mit der Lichtuhr grundlegende Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie und ermitteln quantitativ die Formel für die Zeitdilatation (E6, E7) • erläutern qualitativ den Myonenerzfall in der Erdatmosphäre als experimentellen Beleg für die 	<i>Umgang mit Fachwissen:</i> Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • interpretieren das Michelson-Morley-Experiment als ein Indiz für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4) • erläutern qualitativ den Myonenerzfall in der Erdatmosphäre als experimentellen Beleg für die 				
--	----------------------	---	--	---	--	--	--	--

Zuordnung Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Titel Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizierung; <i>weitere inhaltliche Vereinbarungen</i>	Hinweise zu Lernmitteln/ Materialien	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden; evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur Leistungsbewertung	<i>Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern</i>		
						christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung
gesc hwin digke it <input type="checkbox"/> Zeitdi latati on		(Experimentepo ol der Universität Wuppertal)	Myonenerzfall in der Erdatmosphäre als Beleg für die von der Relativitätstheorie vorhergesagte Zeitdilatation (E5) <i>Kommunikation:</i> Schülerinnen und Schüler <input type="checkbox"/> erläutern die relativistische Längenkontraktion über eine Plausibilitätsbetrachtung (K3)	<ul style="list-style-type: none"> • von der Relativitätstheorie vorhergesagte Zeitdilatation (UF1) • begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten, dass eine additive Überlagerung von Geschwindigkeiten nur für „kleine“ Geschwindigkeiten gilt (UF2) • erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1) 				

<p>Relativität von Raum und Zeit Teilchenbeschleuniger</p> <p>Ist die Masse bewegter Teilchen konstant?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Veränderlichkeit der Masse • Energie-Masse Äquivalenz 	<p>„Schnelle“ Ladungsträger in E- und B-Feldern</p> <p>Ruhemasse und dynamische Masse</p>	<p>Zyklotron (in einer Simulation mit und ohne Massenveränderlichkeit)</p> <p>Film/Video</p>	<p><i>Kommunikation:</i> Schülerinnen und Schüler</p> <p><input type="checkbox"/> erläutern die Funktionsweise eines Zyklotrons und argumentieren zu den Grenzen einer Verwendung zur Beschleunigung von Ladungsträgern bei Berücksichtigung relativistischer Effekte (K4)</p>	<p><i>Umgang mit Fachwissen:</i> Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Funktionsweise eines Zyklotrons und argumentieren zu den Grenzen einer Verwendung zur Beschleunigung von Ladungsträgern bei Berücksichtigung relativistischer Effekte (UF4) <p><i>Umgang mit Fachwissen:</i> Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Energie-Masse Äquivalenz (UF1) <p><i>Bewerten:</i> Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • zeigen die Bedeutung der Beziehung $E=mc^2$ für die Kernspaltung und -fusion auf (B1, B3) 				
<p>Relativität von Raum und Zeit Das heutige Weltbild</p>	<p>Gegenseitige Bedingung von Raum und Zeit</p>	<p>Lehrbuch, Film/Video</p>	<p><i>Erkenntnisgewinnung:</i> Schülerinnen und Schüler</p> <p><input type="checkbox"/> diskutieren die Bedeutung von Schlüsselexperimenten bei physikalischen Paradigmenwechseln an</p>	<p><i>Bewerten:</i> Schülerinnen und Schüler</p> <p><input type="checkbox"/> diskutieren die Bedeutung von Schlüsselexperimenten bei physikalischen Paradigmenwechseln an</p>				
<p>Zuordnung Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung</p>	<p>Titel Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizierung; <i>weitere inhaltliche Vereinbarungen</i></p>	<p>Hinweise zu Lernmitteln/ Materialien</p>	<p>Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden; evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen</p>	<p>(Sach-/Urteils-) Kompetenzen</p>	<p>Konkrete Vereinbarungen zur Leistungsbewertung</p>	<p><i>Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern</i></p>		
	<p>christliches Profil der Schule</p>	<p>allgemeine Methoden- und Medienkompetenz</p>	<p>individuelle Förderung</p>					

<p>Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt?</p> <p><input type="checkbox"/> Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Zeitdilatation, Veränderlichkeit der Masse, Energie-Masse Äquivalenz</p>		<p>Beispielen aus der Relativitätstheorie (E7)</p> <p><i>Kommunikation:</i> Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3) 	<p>Beispielen aus der Relativitätstheorie</p>				
--	--	---	---	--	--	--	--

Zuordnung Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Titel Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizierung; weitere inhaltliche Vereinbarungen	Hinweise zu Lernmitteln/ Materialien	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden; evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur Leistungsbewertung	Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern		
						christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung
Elektrik (Elektrodynamik) Basiskonzept Wechselwirkung Basiskonzept Energie Basiskonzept Struktur der Materie	Elektrik (Elektrodynamik) - Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder - Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern - Elektromagnetische Induktion - Elektromagnetische Schwingungen und Wellen	Lehrbuch: Metzler Physik Obligatorisch zu behandelnde Versuche sind: - Elektrostatik, Influenz - Kondensator - Elektronenstrahlröhre - Hall-Effekt, Spule (Magnetfeld) - Wien-Filter - Massenspektrometer - Zyklotron - Spule (Magnetfeld), Induktion, Lenz'sche Regel - Erzeugung einer Wechselspannung - Schwingkreis - Hertz'scher Dipol - Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz z.B. mit Mikrowellen - Interferenz am Doppelspalt und am Gitter	<i>Erkenntnisgewinnung:</i> Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none">• beschreiben qualitativ und quantitativ, bei vorgegebenen Lösungsansätzen, Ladungs- und Entladungsvorgänge in Kondensatoren (E4, E5, E6),• leiten physikalische Gesetze (u.a. die im homogenen elektrischen Feld gültige Beziehung zwischen Spannung und Feldstärke und den Term für die Lorentzkraft) aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),• wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrik (auch computergestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4),• beschreiben qualitativ und quantitativ die Bewegung von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern sowie in gekreuzten Feldern (Wien-Filter, Hall-Effekt) (E1, E2, E3, E4, E5, UF1, UF4),• erläutern den Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron (E6, UF4) (später, vgl. Q2),	<i>Umgang mit Fachwissen:</i> Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none">• erklären elektrostatische Phänomene und Influenz mithilfe grundlegender Eigenschaften elektrischer Ladungen (UF2, E6),• beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der entsprechenden Feldstärken (UF2, UF1),• erläutern den Feldbegriff und zeigen dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Gravitationsfeld, elektrischem und magnetischem Feld auf (UF3, E6),• wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze (u.a. Coulomb'sches Gesetz, Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld, Lorentzkraft, Spannung im homogenen E-Feld) problembezogen aus (UF2),• bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe der Drei-Finger-Regel (UF2, E6),	Das Unterrichtsvorhaben soll Schwerpunkt einer Klausur sein.			Angebot von Referaten (mögliche Themen finden sich als Exkurse im Lehrbuch, z.B: gesetzliche AmpereDefinition, Entstehung von Gewittern, Laserdrucker, ...)

				<ul style="list-style-type: none"> • ermitteln die in elektrischen bzw. magnetischen Feldern gespeicherte Energie 				
--	--	--	--	--	--	--	--	--

Zuordnung Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Titel Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizierung; <i>weitere inhaltliche Vereinbarungen</i>	Hinweise zu Lernmitteln/ Materialien	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden; evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur Leistungsbewertung	<i>Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern</i>		
						christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung

			<ul style="list-style-type: none"> • schließen aus spezifischen Bahnbewegungsdaten bei der e/m-Bestimmung und beim Massenspektrometer auf wirkende Kräfte sowie Eigenschaften von Feldern und bewegten Ladungsträgern (E5, UF2), • führen das Auftreten einer Induktionsspannung auf die zeitliche Änderung der von einem Leiter überstrichenen gerichteten Fläche in einem Magnetfeld zurück (u.a. bei der Erzeugung einer Wechselspannung) (E6), • identifizieren Induktionsvorgänge aufgrund der zeitlichen Änderung der magnetischen Feldgröße B in Anwendungs- und Alltagssituationen (E1, E6, UF4), • planen und realisieren Experimente zum Nachweis der Teilaussagen des Induktionsgesetzes (E2, E4, E5), • begründen die Lenz'sche Regel mithilfe des Energie- und des Wechselwirkungskonzeptes (E6, K4), • erläutern die Erzeugung elektromagnetischer Schwingungen, erstellen aussagekräftige Diagramme und werten diese aus (E2, E4, E5, B1), • beschreiben die Interferenz an Doppelspalten und Gitter im Wellenmodell und leiten die entsprechenden Terme für die Lage der jeweiligen Maxima unter Ordnung her (E6, UF1, UF2), • ermitteln auf der Grundlage von Brechungs-, Beugungs- und Interferenzerscheinungen (mit Licht- und Mikrowellen) 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> (Kondensator, Spule) (UF2), <input type="checkbox"/> beschreiben qualitativ die Erzeugung eines Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahlröhre (UF1, K3), <input type="checkbox"/> ermitteln die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer Spannung (später auch relativistisch, vgl. Q2) (UF2, UF4, B1), <input type="checkbox"/> bestimmen die Richtungen von Induktionsströmen mithilfe der Lenz'schen Regel (UF2, UF4, E6), <input type="checkbox"/> erläutern qualitativ die bei einer ungedämpften elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (UF1, UF2), <input type="checkbox"/> beschreiben den Schwingvorgang im RLC-Kreis qualitativ als Energieumwandlungsprozess und benennen wesentliche Ursachen für die Dämpfung (UF1, UF2, E5), <input type="checkbox"/> beschreiben den Hertz'schen Dipol als einen (offenen) Schwingkreis (UF1, UF2, E6), <input type="checkbox"/> erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (UF1, UF4, E6), <input type="checkbox"/> beschreiben qualitativ die lineare Ausbreitung harmonischer Wellen als zeitlich und räumlich periodischen Vorgang (UF1, E6), <input type="checkbox"/> beschreiben die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung 			
--	--	--	---	--	--	--	--

Zuordnung	Titel	Hinweise zu Lernmitteln/	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden;	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur	Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern
-----------	-------	--------------------------	--	------------------------------	-----------------------------	---

Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizierung; <i>weitere inhaltliche Vereinbarungen</i>	Materialien	evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen		Leistungsbewertung	christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung
			<p>die Wellenlängen und die Lichtgeschwindigkeit (E2, E4, E5).</p> <p><i>Kommunikation:</i> Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4), • erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrik(K1, K3, UF3), • erläutern konstruktive und destruktive Interferenz sowie die entsprechenden Bedingungen mithilfe geeigneter Darstellungen (K3, UF1), • erläutern anhand schematischer Darstellungen Grundzüge der Nutzung elektromagnetischer Trägerwellen zur Übertragung von Information (K2, K3, E6). 	<p>und Interferenz im Wellenmodell und begründen sie qualitativ mithilfe des Huygens'schen Prinzips (UF1, E6).</p> <p><i>Bewertung:</i> Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern an Beispielen den Stellenwert experimenteller Verfahren bei der Definition physikalischer Größen (elektrische und magnetische Feldstärke) und geben Kriterien zu deren Beurteilung an (z.B. Genauigkeit, Reproduzierbarkeit, Unabhängigkeit von Ort und Zeit) (B1, B4), • treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1), • entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1). 				
Quantenphysik	Quantenphysik	Lehrbuch: Metzler Physik	<i>Erkenntnisgewinnung:</i> Die Schülerinnen und Schüler	<i>Umgang mit Fachwissen:</i> Die Schülerinnen und Schüler	Das Unterrichtsvorhaben soll Schwerpunkt einer Klausur sein.			Angebot von Referaten (mögliche Themen finden sich als Exkurse im Lehrbuch, z.B: Interferenzen von Neutronen, Welleneigenschaften großer Moleküle, ...)
Basiskonzept Wechselwirkung	- Licht und Elektronen als Quantenobjekte	Obligatorisch zu behandelnde Versuche sind:	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern den Widerspruch der experimentellen Befunde zum Photoeffekt zur klassischen Physik und nutzen zur Erklärung die Einstein'sche Lichtquantenhypothese (E6, E1), • ermitteln aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck'sche Wirkungsquantum (E5, E6), 					
Basiskonzept Energie	- Welle-TeilchenDualismus und Wahrscheinlichkeitsinterpretation							
Basiskonzept Struktur der Materie	- Quantenphysik und klassische Physik							

Zuordnung Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Titel Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizierung; weitere <i>inhaltliche Vereinbarungen</i>	Hinweise zu Lernmitteln/ Materialien	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden; evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur Leistungsbewertung	<i>Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern</i>		
						christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung

		ugung	<ul style="list-style-type: none"> • deuten die Entstehung der kurzwelligen Röntgenstrahlung als Umkehrung des Photoeffekts (E6), • erläutern die Bragg-Reflexion an einem Einkristall und leiten die Bragg'sche Reflexionsbedingung her (E6), • legen am Beispiel des Photoeffekts und seiner Deutung dar, dass neue physikalische Experimente und Phänomene zur Veränderung des physikalischen Weltbildes bzw. zur Erweiterung oder Neubegründung physikalischer Theorien und Modelle führen können (E7), • interpretieren experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsrohre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E1, E5, E6), • erläutern die Bedeutung von Gedankenexperimenten und Simulationsprogrammen zur Erkenntnisgewinnung bei der Untersuchung von Quantenobjekten (E6, E7). <p><i>Kommunikation:</i> Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • führen Recherchen zu komplexeren Fragestellungen der Quantenphysik durch und präsentieren die Ergebnisse (K2, K3), • beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2), • diskutieren und begründen das Versagen der klassischen Modelle bei der Deutung quantenphysikalischer Prozesse (K4, E6). 	<ul style="list-style-type: none"> beschrieben werden kann (UF1, K3, B1), • erläutern bei Quantenobjekten das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (UF1, E3), • erklären die deBroglieHypothese am Beispiel von Elektronen (UF1), • deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Elektronen (UF1, UF4), • erläutern die Aufhebung des Welle-Teilchen-Dualismus durch die Wahrscheinlichkeitsinterpretation (UF1, UF4), • erläutern die Aussagen und die Konsequenzen der Heisenberg'schen Unschärferelation (Ort-Impuls, Energie-Zeit) an Beispielen (UF1, K3), • ermitteln die Wellenlänge und die Energiewerte von im linearen Potentialtopf gebundenen Elektronen (UF2, E6). <p><i>Bewertung:</i> Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • diskutieren das Auftreten eines Paradigmenwechsels in der Physik am Beispiel der quantenmechanischen Beschreibung von Licht und Elektronen im Vergleich zur Beschreibung mit klassischen Modellen (B2, E7), • bewerten den Einfluss der Quantenphysik im Hinblick auf Veränderungen des Weltbildes und auf Grundannahmen zur physikalischen Erkenntnis (B4, E7). 			
--	--	-------	---	---	--	--	--

Zuordnung Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Titel Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizierung; weitere <i>inhaltliche</i> Vereinbarungen	Hinweise zu Lernmitteln/ Materialien	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden; evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur Leistungsbewertung	<i>Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern</i>		
						christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung
Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik Basiskonzepte Wechselwirkung, Energie	Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik - Atomaufbau - Ionisierende Strahlung - Radioaktiver Zerfall - Kernspaltung und Kernfusion - Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen	Lehrbuch: Obligatorisch zu behandelnde Versuche sind: - Franck-Hertz-Versuch, - Linienspektren, - Rutherford'scher Streuversuch, - Geiger-Müller-Zählrohr, - Halbleiterdetektor, - Ablenkung von Strahlung im Magnetfeld, - Absorptionsexperimente, - Experimentelle Bestimmung von Halbwertszeiten	<i>Erkenntnisgewinnung:</i> Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none">• erklären Linienspektren in Emission und Absorption sowie den Franck-Hertz-Versuch mit der Energiequantelung in der Atomhülle (E5),• stellen die Bedeutung des Franck-Hertz-Versuchs und der Experimente zu Linienspektren in Bezug auf die historische Bedeutung des Bohr'schen Atommodells dar (E7),• benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6),• leiten das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (E6),• entwickeln Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit radioaktiver Substanzen (E4, E5),• erläutern die Entstehung einer Kettenreaktion als relevantes Merkmal für einen selbstablaufenden Prozess im Nuklearbereich (E6),• vergleichen das Modell der Austauschteilchen im Bereich der Elementarteilchen mit dem Modell des Feldes (Vermittlung, Stärke und	<i>Umgang mit Fachwissen:</i> Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none">• geben wesentliche Schritte in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis hin zum Kern-Hülle-Modell wieder (UF1),• benennen Protonen und Neutronen als Kernbausteine, identifizieren Isotope und erläutern den Aufbau einer Nuklidkarte (UF1),• identifizieren natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse mithilfe der Nuklidkarte (UF2),• erklären die Ablenkbartigkeit von ionisierenden Strahlen in elektrischen und magnetischen Feldern sowie die Ionisierungsfähigkeit und Durchdringungsfähigkeit mit ihren Eigenschaften (UF3), □ bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C14-Methode (UF2),• erläutern das Absorptionsgesetz für Gammastrahlung, auch für verschiedene Energien (UF3), □ erklären die Entstehung des Bremspektrums und des charakteristischen Spektrums der Röntgenstrahlung (UF1),• stellen die physikalischen Grundlagen von Röntgenaufnahmen und Szintigrammen als bildgebende Verfahren dar	Das Unterrichtsvorhaben sollte ein Schwerpunkt einer Klausur sein.			Angebot von Referaten (einige mögliche Themen sind die Atommodelle, Kernspaltung und Kernfusion)

				(UF4),				
--	--	--	--	--------	--	--	--	--

Zuordnung Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Titel Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizierung; <i>weitere inhaltliche Vereinbarungen</i>	Hinweise zu Lernmitteln/ Materialien	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden; evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur Leistungsbewertung	<i>Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern</i>		
						christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung

			<p>Reichweite der Wechselwirkungskräfte) (E6).</p> <p><i>Kommunikation:</i></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • nutzen Hilfsmittel, um bei radioaktiven Zerfällen den funktionalen Zusammenhang zwischen Zeit und Abnahme der Stoffmenge sowie der Aktivität radioaktiver Substanzen zu ermitteln (K3), erläutern in allgemein verständlicher Form bedeutsame Größen der Dosimetrie (Aktivität, Energie- und äquivalentdosis) auch hinsichtlich der Vorschriften zum Strahlenschutz (K3), • recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik(K2). 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Kernspaltung und Kernfusion unter Berücksichtigung von Bindungsenergien (quantitativ) und Kernkräften (qualitativ) (UF4), • systematisieren mithilfe des heutigen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3), • erklären an Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell mithilfe der Heisenberg'schen Unschärferelation und der Energie-Masse-Äquivalenz (UF1). <p><i>Bewertung:</i></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1), • formulieren geeignete Kriterien zur Beurteilung des Bohr'schen Atommodells aus der Perspektive der klassischen und der Quantenphysik (B1, B4), • bewerten den Massendefekt hinsichtlich seiner Bedeutung für die Gewinnung von Energie (B1), • beurteilen Nutzen und Risiken ionisierender Strahlung unter verschiedenen Aspekten (B4), • beurteilen Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion anhand verschiedener Kriterien(B4), • hinterfragen Darstellungen in Medien hinsichtlich technischer und sicherheitsrelevanter Aspekte der Energiegewinnung durch Spaltung und Fusion(B3, K4). 			
--	--	--	---	---	--	--	--

Zuordnung	Titel	Hinweise zu Lernmitteln/	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden;	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur	Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern
-----------	-------	--------------------------	--	------------------------------	-----------------------------	---

Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizierung; <i>weitere inhaltliche Vereinbarungen</i>	Materialien	evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen		Leistungsbewertung	christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung
Relativitätstheorie Basiskonzept Wechselwirkung	Relativitätstheorie - Konstanz der Lichtgeschwindigkeit - Problem der Gleichzeitigkeit - Zeitdilatation und Längenkontraktion - Relativistische Massenzunahme - Energie-MasseBeziehung - Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung	Lehrbuch: Obligatorisch zu behandelnde Versuche sind: - Michelson - MorleyExperiment, - Lichtuhr, - Myonenerfall I, - BertozziVersuch.	<p>Erkenntnisgewinnung: Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none">• leiten mithilfe der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und des Modells Lichtuhr quantitativ die Formel für die Zeitdilatation her (E5),• begründen den Ansatz zur Herleitung der Längenkontraktion (E6),• bestimmen und bewerten den bei der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen frei werdenden Energiebetrag (E7, B1),• reflektieren die Nützlichkeit des Modells Lichtuhr hinsichtlich der Herleitung des relativistischen Faktors (E7). <p>Kommunikation: Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none">• erläutern auf der Grundlage historischer Dokumente ein Experiment (Bertozzi-Versuch) zum Nachweis der relativistischen Massenzunahme (K2, K3),• beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3),• veranschaulichen mithilfe eines einfachen gegenständlichen Modells den durch die Einwirkung von massebehafteten Körpern hervorgerufenen Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung sowie die „Krümmung des Raums“ (K3).	<p>Umgang mit Fachwissen: Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none">• begründen mit dem Ausgang des Michelson-MorleyExperiments die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4, E5, E6),• erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1),• erläutern die relativistischen Phänomene Zeitdilatation und Längenkontraktion anhand des Nachweises von in der oberen Erdatmosphäre entstehenden Myonen (UF1),• erläutern das Problem der relativen Gleichzeitigkeit mit in zwei verschiedenen Inertialsystemen jeweils synchronisierten Uhren (UF2),• erläutern die Energie-MasseBeziehung (UF1),• berechnen die relativistische kinetische Energie von Teilchen mithilfe der Energie-Masse-Beziehung (UF2),• beschreiben qualitativ den Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung (UF4),• beschreiben die Bedeutung der Energie-Masse-Äquivalenz hinsichtlich der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen (UF4),• begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten Auswirkungen auf die additive Überlagerung von Geschwindigkeiten (UF2). <p>Bewertung: Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none">• beurteilen die Bedeutung der Beziehung $E=mc^2$ für	Das Unterrichtsvorhaben sollte ein Schwerpunkt einer Klausur sein.			

Zuordnung Inhaltsfeld/ weitere Zuordnung	Titel Unterrichtsvorhaben; inhaltliche Skizierung; <i>weitere inhaltliche Vereinbarungen</i>	Hinweise zu Lernmitteln/ Materialien	Vereinbarungen zu fachspezifischen Methoden; evtl. auch Handlungs- und Methodenkompetenzen	(Sach-/Urteils-) Kompetenzen	Konkrete Vereinbarungen zur Leistungsbewertung	Beiträge zu überfachlichen Handlungsfeldern		
						christliches Profil der Schule	allgemeine Methoden- und Medienkompetenz	individuelle Förderung
				Erforschung und technische Nutzung von Kernspaltung und Kernfusion (B1, B3), <input type="checkbox"/> bewerten Auswirkungen der Relativitätstheorie auf die Veränderung des physikalischen Weltbilds (B4).				
Quantenphysik Basiskonzepte Wechselwirkung, Energie, Struktur der Materie	Quantenobjekte - Elektron und Photon - Teilchenaspekt und Wellenaspekt - Quantenobjekte und ihre Eigenschaften	Lehrbuch: Obligatorisch zu behandelnde Versuche sind: - Photoeffekt - Röntgenstrahlung - Röntgenspektrum - Elektronenbeugung	Erkenntnisgewinnung: Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none">• erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6,E7)• demonstrieren anhand des Experiments zum Photoeffekt den Quantencharakter von Licht und bestimmen den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen sowie die Austrittsarbeit der Elektronen (E5, E2)• untersuchen, ergänzend zum Realexperiment, Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten (E6) Kommunikation: Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none">• verdeutlichen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte unter Verwendung geeigneter Darstellungen (Graphiken, Simulationsprogramme) (K 3)	Umgang mit Fachwissen: Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none">• erläutern die Aussage der de Broglie-Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes bei Elektronenbeugungsexperiment an und bestimmen die Wellenlänge der Elektronen (UF1, UF2, E4) Bewertung: Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none">• zeigen an Beispielen die Grenzen der Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4)• beschreiben und diskutieren die Kontroverse um die Kopenhagener Deutung und den Welle-Teilchen-Dualismus (B4, K4)	Das Unterrichtsvorhaben sollte ein Schwerpunkt einer Klausur sein.			Angebot von Referaten (mögliche Themen finden sich als Exkurse im Lehrbuch, z.B.: Interferenzen von Neutronen, Welleneigenschaften großer Moleküle, die Wellenfunktion, Interpretationsprobleme der Quantenmechanik)