

# **Schulinterner Lehrplan**

EBG, Sek II, Q2

Stand: 26.5.2015

## **Q2**

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS

**Atomhülle**

<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
<p><i>Erforschung des Mikro- und Makrokosmos</i></p> <p>Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?</p>	<p><i>Strahlung und Materie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiequantelung der Atomhülle</li> <li>• Spektrum der elektromagnetischen Strahlung</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe</p> <p>E5 Auswertung</p> <p>E2 Wahrnehmung und Messung</p>

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden

<b>Inhalt</b>	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...	
Kern-Hülle-Modell	erläutern, vergleichen und beurteilen Modelle zur Struktur von Atomen und Materiebausteinen (E6, UF3, B4)	Recherche, Literatur
Energieniveaus der Atomhülle	erklären die Energie absorbierter und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (UF1, E6)	Linienpektren
Quantenhafte Emission und Absorption von Photonen	erläutern die Bedeutung von <i>Flammenfärbung und Linienspektren bzw. Spektralanalyse</i> , die Ergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuches</i> sowie die <i>charakteristischen Röntgenspektren</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7),	Franck-Hertz-Versuch
Röntgenstrahlung	erläutern die Bedeutung von <i>Flammenfärbung und Linienspektren bzw. Spektralanalyse</i> , die Ergebnisse	Röntgenspektren

<b>Inhalt</b>	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...	
	des <i>Franck-Hertz-Versuches</i> sowie die <i>charakteristischen Röntgenspektren</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7),	
Sternspektren und Fraunhoferlinien	interpretieren Spektraltafeln des <i>Sonnenspektrums</i> im Hinblick auf die in der Sonnen- und Erdatmosphäre vorhandenen Stoffe (K3, K1),  erklären Sternspektren und Fraunhoferlinien (UF1, E5, K2),  stellen dar, wie mit spektroskopischen Methoden Informationen über die Entstehung und den Aufbau des Weltalls gewonnen werden können (E2, K1),	Flammenfärbung  Darstellung des Sonnenspektrums mit seinen Fraunhoferlinien  Spektralanalyse

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS		
<b>Radioaktivität</b>		
<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
<i>Mensch und Strahlung</i> Wie wirkt Strahlung auf den Menschen?	<i>Strahlung und Materie</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kernumwandlungen</li> <li>• Ionisierende Strahlung</li> <li>• Spektrum der elektromagnetischen Strahlung</li> </ul>	UF1 Wiedergabe B3 Werte und Normen B4 Möglichkeiten und Grenzen

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(B3) an Beispielen von Konfliktsituationen mit physikalisch-technischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und bewerten,

(B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten

<b>Inhalt</b>	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>
Strahlungsarten	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <p>unterscheiden <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-Strahlung und Röntgenstrahlung sowie Neutronen- und Schwerionenstrahlung (UF3),</p> <p>erläutern den Nachweis unterschiedlicher Arten ionisierender Strahlung mithilfe von Absorptionsexperimenten (E4, E5),</p> <p>bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1, B3)</p>	Recherche
Elementumwandlung	erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungsprozesse (UF1, K1),	Nuklidkarte
Detektoren	erläutern den Aufbau und die Funktionsweise von Nachweisgeräten für ionisierende Strahlung ( <i>Geiger-Müller-Zählrohr</i> ) und bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (UF1, E2),	Geiger-Müller-Zählrohr
<p>Biologische Wirkung ionisierender Strahlung und Energieaufnahme im menschlichen Gewebe</p> <p>Dosimetrie</p>	<p>beschreiben Wirkungen von ionisierender und elektromagnetischer Strahlung auf Materie und lebende Organismen (UF1),</p> <p>bereiten Informationen über wesentliche biologisch-medizinische Anwendungen und Wirkungen von ionisierender Strahlung für unterschiedliche Adressaten auf (K2, K3, B3, B4),</p> <p>begründen in einfachen Modellen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, UF4),</p> <p>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, K2).</p> <p>bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung physikalischer Prozesse, u. a. von ionisierender Strahlung, auf der Basis medizinischer, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Gegebenheiten (B3, B4)</p> <p>bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung</p>	Recherche

	ionisierender Strahlung unter Abwägung unterschiedlicher Kriterien (B3, B4),	
--	--	--

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS <b>Standardmodell</b>		
<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
<i>Forschung am CERN und DESY</i> Was sind die kleinsten Bausteine der Materie?	<i>Strahlung und Materie</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Standardmodell der Elementarteilchen</li> </ul>	UF3 Systematisierung E6 Modelle

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

(UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

<b>Inhalt</b>	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...	
Kernbausteine und Elementarteilchen	erläutern mithilfe des aktuellen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3, E6),  erklären an einfachen Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell (UF1).  recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2).	Lehrbuch / Filme / Internet
(Virtuelles) Photon als Austauschteilchen der elektromagnetischen Wechselwirkung  Konzept der Austausch- teilchen vs.	vergleichen in Grundprinzipien das Modell des Photons als Austauschteilchen für die elektromagnetische Wechselwirkung exemplarisch für fundamentale Wechselwirkungen mit dem Modell des Feldes	Recherche / Animationen

Feldkonzept		
-------------	--	--

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS		
<b>Relativität (1)</b>		
<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
<i>Navigationssysteme</i> Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit? Zeitbedarf: 5 Ustd	<i>Relativität von Raum und Zeit</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstanz der Lichtgeschwindigkeit</li> <li>• Zeitdilatation</li> </ul>	UF1 Wiedergabe E6 Modelle

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

<b>Inhalt</b>	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...	
Relativität der Zeit	interpretieren das <i>Michelson-Morley-Experiment</i> als ein Indiz für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4), erklären anschaulich mit der <i>Lichtuhr</i> grundlegende Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie und ermitteln quantitativ die Formel für die Zeitdilatation (E6, E7), erläutern qualitativ den <i>Myonenzerfalls</i> in der Erdatmosphäre als experimentellen Beleg für die von der Relativitätstheorie vorhergesagte Zeitdilatation (E5, UF1). erläutern die relativistische Längenkontraktion über eine Plausibilitätsbetrachtung (K3), begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von	Michelson-Morley Lichtuhr Myonenzerfall

<b>Inhalt</b>	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...	
	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)	

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS		
<b>Relativität (2)</b>		
<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
<i>Teilchenbeschleuniger</i> Ist die Masse bewegter Teilchen konstant?	<i>Relativität von Raum und Zeit</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veränderlichkeit der Masse</li> <li>• Energie-Masse Äquivalenz</li> </ul>	UF4 Vernetzung B1 Kriterien

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

<b>Inhalt</b>	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...	
„Schnelle“ Ladungsträger in E- und B-Feldern	erläutern die Funktionsweise eines <i>Zyklotrons</i> und argumentieren zu den Grenzen einer Verwendung zur Beschleunigung von Ladungsträgern bei Berücksichtigung relativistischer Effekte (K4, UF4)	Zyklotron
Ruhemasse und	erläutern die Energie-Masse Äquivalenz (UF1).	Lehrbuch / Filme / Internet

dynamische Masse	zeigen die Bedeutung der Beziehung $E=mc^2$ für die Kernspaltung und -fusion auf (B1, B3)	
------------------	---	--

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS		
<b>Weltbild</b>		
<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
<i>Das heutige Weltbild</i> Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt?	<i>Relativität von Raum und Zeit</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstanz der Lichtgeschwindigkeit</li> <li>• Zeitdilatation</li> <li>• Veränderlichkeit der Masse</li> <li>• Energie-Masse Äquivalenz</li> </ul>	E7 Arbeits- und Denkweisen K3 Präsentation

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

<b>Inhalt</b>	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...	
Gegenseitige Bedingung von Raum und Zeit	diskutieren die Bedeutung von Schlüsselexperimenten bei physikalischen Paradigmenwechseln an Beispielen aus der Relativitätstheorie (B4, E7),  beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3)	Lehrbuch / Filme / Internet

# Q2 – Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – Leistungskurs		
<b>Quanten (1)</b>		
<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
<i>Erforschung des Photons</i> Besteht Licht doch aus Teilchen?	<i>Quantenphysik</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Licht und Elektronen als Quantenobjekte</li> <li>• Welle-Teilchen-Dualismus</li> <li>• Quantenphysik und klassische Physik</li> </ul>	UF2 Auswahl E6 Modelle E7 Arbeits- und Denkweisen

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

<b>Inhalt</b>	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...	
Lichtelektrischer Effekt	diskutieren und begründen das Versagen der klassischen Modelle bei der Deutung quantenphysikalischer Prozesse (K4, 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),	Photoeffekt

<p>Teilcheneigenschaften von Photonen</p> <p>Planck'sches Wirkungsquantum</p>	<p>erläutern die qualitativen Vorhersagen der klassischen Elektrodynamik zur Energie von Photoelektronen (bezogen auf die Frequenz und Intensität des Lichts) (UF2, E3),</p> <p>erläutern den Widerspruch der experimentellen Befunde zum Photoeffekt zur klassischen Physik und nutzen zur Erklärung die Einstein'sche Lichtquantenhypothese (E6, E1),</p> <p>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),</p> <p>beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2),</p> <p>ermitteln aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck'sche Wirkungsquantum (E5, E6),</p>	<p>Versuch zur Bestimmung von <math>h</math></p>

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – Leistungskurs		
<b>Quanten (2)</b>		
<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
<p><i>Röntgenstrahlung, Erforschung des Photons</i></p> <p>Was ist Röntgenstrahlung?</p>	<p><i>Quantenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Licht und Elektronen als Quantenobjekte</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe</p> <p>E6 Modelle</p>

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

<b>Inhalt</b>	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...	
Röntgenröhre Röntgenspektrum	beschreiben den Aufbau einer Röntgenröhre (UF1),	Röntgenröhre / Lehrbuch
Bragg'sche Reflexionsbedingung	erläutern die Bragg-Reflexion an einem Einkristall und leiten die Bragg'sche Reflexionsbedingung her (E6),	Aufnahme eines Röntgenspektrums (Winkel-Intensitätsdiagramm vs. Wellenlängen-Intensitätsdiagramm)
Planck'sches Wirkungsquantum	deuten die Entstehung der kurzwelligigen Röntgenstrahlung als Umkehrung des Photoeffekts (E6),	
Strukturanalyse mithilfe der Drehkristallmethode  Strukturanalyse nach Debye-Scherrer		Referate
Röntgenröhre in Medizin und Technik	führen Recherchen zu komplexeren Fragestellungen der Quantenphysik durch und präsentieren die Ergebnisse (K2, K3),	Referate / Recherche

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – Leistungskurs

### **Quanten (3)**

<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
<i>Erforschung des Elektrons</i> Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden	<i>Quantenphysik</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welle-Teilchen-Dualismus</li> </ul>	UF1 Wiedergabe K3 Präsentation

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

Inhalt	Kompetenzen	Experiment / Medium
	Die Schülerinnen und Schüler...	
Wellencharakter von Elektronen	interpretieren experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E1, E5, E6)	Elektronenbeugungsröhre
Streuung und Beugung von Elektronen  De Broglie-Hypothese	beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur $h$ -Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2),  erklären die de Broglie-Hypothese am Beispiel von Elektronen (UF1),	

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – Leistungskurs		
<b>Quanten (4)</b>		
<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
<p><i>Die Welt kleinster Dimensionen – Mikroobjekte und Quantentheorie</i></p> <p>Was ist anders im Mikrokosmos</p>	<p><i>Quantenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welle-Teilchen-Dualismus und Wahrscheinlichkeitsinterpretation</li> <li>• Quantenphysik und klassische Physik</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe</p> <p>E7 Arbeits- und Denkweisen</p>

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

<b>Inhalt</b>	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>
<p>linearer Potentialtopf</p> <p>Energiewerte im linearen Potentialtopf</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <p>deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Elektronen (UF1, UF4),</p> <p>ermitteln die Wellenlänge und die Energiewerte von im linearen Potentialtopf gebundenen Elektronen (UF2, E6).</p>	
<p>Wellenfunktion und Aufenthaltswahrscheinlichkeit</p>	<p>erläutern die Aufhebung des Welle-Teilchen-Dualismus durch die Wahrscheinlichkeitsinterpretation (UF1, UF4),</p> <p>erläutern die Bedeutung von Gedankenexperimenten und Simulationsprogrammen zur Erkenntnisgewinnung bei der Untersuchung von Quantenobjekten (E6, E7).</p> <p>erläutern bei Quantenobjekten das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (UF1, E3),</p> <p>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),</p> <p>stellen anhand geeigneter Phänomene dar, wann Licht durch ein Wellenmodell bzw. ein Teilchenmodell beschrieben werden kann (UF1, K3, B1)</p>	
<p>Heisenberg'sche Unschärferelation</p>	<p>erläutern die Aussagen und die Konsequenzen der Heisenberg'schen Unschärferelation (Ort-Impuls, Energie-Zeit) an Beispielen (UF1, K3),</p> <p>bewerten den Einfluss der Quantenphysik im Hinblick auf Veränderungen des Weltbildes</p>	

	und auf Grundannahmen zur physikalischen Erkenntnis (B4, E7).	
--	---	--

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – Leistungskurs <b>Atom, Kern, Elementarteilchen (1)</b>		
<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
<i>Geschichte der Atommodelle, Lichtquellen und ihr Licht</i>  Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?	<i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atomaufbau</li> </ul>	UF1 Wiedergabe E5 Auswertung E7 Arbeits- und Denkweisen

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen

<b>Inhalt</b>	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...	
<b>Atomaufbau:</b> Kern-Hülle-Modell	geben wesentliche Schritte in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis hin zum Kern-Hülle-Modell wieder (UF1),	Rutherford Recherche
Energiequantelung der Hüllelektronen	erklären Linienspektren in Emission und Absorption sowie den Franck-Hertz-Versuch mit der Energiequantelung in der Atomhülle (E5)	Linienspektren, Franck-Hertz-Versuch
Linienspektren	stellen die Bedeutung des Franck-Hertz-Versuchs und der Experimente zu	

	Linienpektren in Bezug auf die historische Bedeutung des Bohr'schen Atommodells dar (E7).	
Bohr'sche Postulate	formulieren geeignete Kriterien zur Beurteilung des Bohr'schen Atommodells aus der Perspektive der klassischen und der Quantenphysik (B1, B4),	Recherche / Literatur

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – Leistungskurs <b>Atom, Kern, Elementarteilchen (2)</b>		
<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
<i>Physik in der Medizin (Bildgebende Verfahren, Radiologie)</i> Wie nutzt man Strahlung in der Medizin?	<i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ionisierende Strahlung</li> <li>• Radioaktiver Zerfall</li> </ul>	UF3 Systematisierung E6 Modelle UF4 Vernetzung

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

(UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen

<b>Inhalt</b>	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...	
<b>Ionisierende Strahlung:</b> Detektoren	benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6),	Geiger-Müller-Zählrohr Nebelkammer
Strahlungsarten	erklären die Ablenkbarkeit von ionisierenden Strahlen in elektrischen und magnetischen	Absorption

	<p>Feldern sowie die Ionisierungsfähigkeit und Durchdringungsfähigkeit mit ihren Eigenschaften (UF3),</p> <p>erklären die Entstehung des Bremsspektrums und des charakteristischen Spektrums der Röntgenstrahlung (UF1),</p> <p>benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6),</p> <p>erläutern das Absorptionsgesetz für Gamma-Strahlung, auch für verschiedene Energien (UF3),</p>	Ablenkung in elektromagnetischen Feldern
Dosimetrie	<p>erläutern in allgemein verständlicher Form bedeutsame Größen der Dosimetrie (Aktivität, Energie- und Äquivalentdosis) auch hinsichtlich der Vorschriften zum Strahlenschutz (K3),</p>	
Bildgebende Verfahren	<p>stellen die physikalischen Grundlagen von Röntgenaufnahmen und Szintigrammen als bildgebende Verfahren dar (UF4),</p> <p>beurteilen Nutzen und Risiken ionisierender Strahlung unter verschiedenen Aspekten (B4),</p>	Vorträge

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – Leistungskurs

**Atom, Kern, Elementarteilchen (3)**

<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
<p><i>(Erdgeschichtliche) Altersbestimmungen</i></p> <p>Wie funktioniert die 14C-Methode?</p>	<p><i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radioaktiver Zerfall</li> </ul>	<p>UF2 Auswahl</p> <p>E5 Auswertung</p>

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

<b>Inhalt</b>	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...	
<p><b>Radioaktiver Zerfall:</b></p> <p>Kernkräfte</p>	benennen Protonen und Neutronen als Kernbausteine, identifizieren Isotope und erläutern den Aufbau einer Nuklidkarte (UF1),	Nuklidkarte
Zerfallsprozesse	<p>identifizieren natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse mithilfe der Nuklidkarte (UF2),</p> <p>entwickeln Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit radioaktiver Substanzen (E4, E5),</p> <p>nutzen Hilfsmittel, um bei radioaktiven Zerfällen den funktionalen Zusammenhang zwischen Zeit und Abnahme der Stoffmenge sowie der Aktivität radioaktiver Substanzen zu ermitteln (K3),</p> <p>leiten das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die</p>	Nuklidkarte

	Halbwertszeit her (E6)	
Altersbestimmung	bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C14-Methode (UF2),	Arbeitsblatt

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – Leistungskurs <b>Atom, Kern, Elementarteilchen (4)</b>		
<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
<i>Energiegewinnung durch nukleare Prozesse</i> Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?	<i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kernspaltung und Kernfusion</li> <li>• Ionisierende Strahlung</li> </ul>	B1 Kriterien UF4 Vernetzung

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

<b>Inhalt</b>	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...	
<b>Kernspaltung und Kernfusion:</b> Massendefekt, Äquivalenz von Masse und Energie, Bindungsenergie	bewerten den Massendefekt hinsichtlich seiner Bedeutung für die Gewinnung von Energie (B1), bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1)	
Kettenreaktion	erläutern die Entstehung einer Kettenreaktion als relevantes Merkmal für einen selbstablaufenden Prozess im Nuklearbereich (E6), beurteilen Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion anhand	

	verschiedener Kriterien (B4),	
Kernspaltung, Kernfusion	beschreiben Kernspaltung und Kernfusion unter Berücksichtigung von Bindungsenergien (quantitativ) und Kernkräften (qualitativ) (UF4),  hinterfragen Darstellungen in Medien hinsichtlich technischer und sicherheitsrelevanter Aspekte der Energiegewinnung durch Spaltung und Fusion (B3, K4).	Recherche

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – Leistungskurs <b>Atom, Kern, Elementarteilchen (5)</b>		
<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
<i>Forschung am CERN und DESY – Elementarteilchen und ihre fundamentalen Wechselwirkungen</i>  Was sind die kleinsten Bausteine der Materie?	<i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen</li> </ul>	UF3 Systematisierung K2 Recherche

**Kompetenzschwerpunkte:** Schülerinnen und Schüler können

(UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,

(K2) zu physikalischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen,

<b>Inhalt</b>	<b>Kompetenzen</b>	<b>Experiment / Medium</b>
	Die Schülerinnen und Schüler...	
Kernbausteine und Elementarteilchen	systematisieren mithilfe des heutigen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3)	

<p>Kernkräfte</p> <p>Austauschteilchen der fundamentalen Wechselwirkungen</p>	<p>vergleichen das Modell der Austauschteilchen im Bereich der Elementarteilchen mit dem Modell des Feldes (Vermittlung, Stärke und Reichweite der Wechselwirkungskräfte) (E6).</p> <p>erklären an Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell mithilfe der Heisenberg'schen Unschärferelation und der Energie-Masse-Äquivalenz (UF1).</p>	
<p>Aktuelle Forschung und offene Fragen der Elementarteilchenphysik</p> <p>(z.B. Higgs-Teilchen, Dunkle Materie, Dunkle Energie, Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie, ...)</p>	<p>recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2)</p>	<p>Literatur und Recherche</p>