

Schulinternes Curriculum im Fach Physik – Sekundarstufe II
Teil 1 – Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q1) - LEISTUNGSKURSE		
Kontext und Leitideen	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p><i>Satellitenavigation</i> <i>Höhenstrahlung</i> <i>Teilchenbeschleuniger</i> <i>Das heutige Weltbild</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 24 Ustd.</p>	<p><i>Relativitätstheorie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Konstanz der Lichtgeschwindigkeit • Problem der Gleichzeitigkeit • Zeitdilatation und Längenkontraktion • Relativistische Massenzunahme • Energie-Masse-Beziehung • Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung 	<p>E6 Modelle E5 Auswertung K3 Präsentation UF2 Auswahl UF4 Vernetzung B1 Kriterien B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>
<p><i>Auf der Spur des Elektrons</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 46 Ustd.</p>	<p><i>Elektrik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder • Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern 	<p>UF1 Wiedergabe UF2 Auswahl UF4 Vernetzung E1 Probleme und Fragestellungen E5 Auswertung E6 Modelle K3 Präsentation B1 Kriterien B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>
<p><i>Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 22 Ustd.</p>	<p><i>Elektrik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektromagnetische Induktion 	<p>UF2 Auswahl E6 Modelle B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>
<p><i>Drahtlose Nachrichtenübermittlung</i></p> <p>Zeitbedarf: ca. 28 Ustd.</p>	<p><i>Elektrik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektromagnetische Schwingungen und Wellen 	<p>UF1 Wiedergabe UF2 Auswahl E4 Untersuchungen und Experimente E5 Auswertung E6 Modelle K3 Präsentation B1 Kriterien B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>
<p>Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS: 120 Stunden</p>		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik – Sekundarstufe II
Teil 1 – Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) - LEISTUNGSKURSE		
Kontext und Leitideen	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<i>Von klassischen Vorstellungen zur Quantenphysik</i> Zeitbedarf: ca. 16 Ustd.	<i>Quantenphysik</i> <ul style="list-style-type: none"> • Licht und Elektronen als Quantenobjekte • Welle-Teilchen-Dualismus • Quantenphysik und klassische Physik 	UF1 Wiedergabe UF2 Auswahl E6 Modelle E7 Arbeits- und Denkweisen K3 Präsentation
<i>Röntgenstrahlung</i> Zeitbedarf: ca. 9 Ustd.	<i>Quantenphysik</i> <ul style="list-style-type: none"> • Licht und Elektronen als Quantenobjekte 	UF1 Wiedergabe E6 Modelle
<i>Die Welt kleinster Dimensionen – Mikroobjekte und Quantentheorie</i> Zeitbedarf: ca. 10 Ustd.	<i>Quantenphysik</i> <ul style="list-style-type: none"> • Welle-Teilchen-Dualismus und Wahrscheinlichkeitsinterpretation • Quantenphysik und klassische Physik 	UF1 Wiedergabe E7 Arbeits- und Denkweisen
<i>Atommodelle und Lichtspektren</i> Zeitbedarf: ca. 10 Ustd.	<i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i> <ul style="list-style-type: none"> • Atomaufbau 	UF1 Wiedergabe E5 Auswertung E7 Arbeits- und Denkweisen
<i>Physik in der Medizin (Bildgebende Verfahren, Radiologie)</i> Zeitbedarf: ca. 14 Ustd.	<i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i> <ul style="list-style-type: none"> • Ionisierende Strahlung • Radioaktiver Zerfall 	UF3 Systematisierung E6 Modelle UF4 Vernetzung
<i>(Erdgeschichtliche) Altersbestimmungen</i> Zeitbedarf: ca. 10 Ustd.	<i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i> <ul style="list-style-type: none"> • Radioaktiver Zerfall 	UF2 Auswahl E5 Auswertung
<i>Energiegewinnung durch nukleare Prozesse</i> Zeitbedarf: ca. 9 Ustd.	<i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i> <ul style="list-style-type: none"> • Kernspaltung und Kernfusion • Ionisierende Strahlung 	B1 Kriterien UF4 Vernetzung
<i>Forschung am CERN und DESY – Elementarteilchen und ihre fundamentalen Wechselwirkungen</i> Zeitbedarf: ca. 11 Ustd.	<i>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik</i> <ul style="list-style-type: none"> • Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen 	UF3 Systematisierung K2 Recherche
Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: 89 Stunden		

2.3 Qualifikationsphase: Leistungskurs

Inhaltsfeld: *Relativitätstheorie (LK)*

Satellitennavigation, Höhenstrahlung, Teilchenbeschleuniger, Das heutige Weltbild	
Inhalt	Hinweise, zentrale Methoden/Experim.
Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Inertialsysteme, Relativität der Gleichzeitigkeit, Zeitdilatation, Längenkontraktion, „schnelle“ Ladungsträger in E- und B-Feldern, Ruhemasse und dynamische Masse, Bindungsenergie im Atomkern, Annihilation, die Gleichheit von träger und schwerer Masse (im Rahmen der heutigen Messgenauigkeit), gegenseitige Bedingung von Raum und Zeit	Experiment von Michelson und Morley, Lichtuhr, Myonenzerfall, Bertozzi-Experiment , Historische Aufnahme von Teilchenbahnen, Flug von Atomuhren um die Erde (Video), Einsteins Fahrstuhl-Gedankenexperiment, Zwillingsparadoxon
Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	
<ul style="list-style-type: none"> • begründen mit dem Ausgang des Michelson-Morley-Experiments die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4, E5, E6), • erläutern das Problem der relativen Gleichzeitigkeit mit in zwei verschiedenen Inertialsystemen jeweils synchronisierten Uhren (UF2), • begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten Auswirkungen auf die additive Überlagerung von Geschwindigkeiten (UF2), • leiten mithilfe der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und des Modells Lichtuhr quantitativ die Formel für die Zeitdilatation her (E5), • reflektieren die Nützlichkeit des Modells Lichtuhr hinsichtlich der Herleitung des relativistischen Faktors (E7). • erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1) • begründen den Ansatz zur Herleitung der Längenkontraktion (E6), • erläutern die relativistischen Phänomene Zeitdilatation und Längenkontraktion anhand des Nachweises von in der oberen Erdatmosphäre entstehenden Myonen (UF1), • beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3), • erläutern auf der Grundlage historischer Dokumente ein Experiment (Bertozzi-Versuch) zum Nachweis der relativistischen Massenzunahme (K2, K3), • erläutern die Energie-Masse-Beziehung (UF1), • berechnen die relativistische kinetische Energie von Teilchen mithilfe der Energie-Masse-Beziehung (UF2), • beschreiben die Bedeutung der Energie-Masse-Äquivalenz hinsichtlich der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen (UF4), • bestimmen und bewerten den bei der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen frei werdenden Energiebetrag (E7, B1), • beurteilen die Bedeutung der Beziehung $E=mc^2$ für Erforschung und technische Nutzung von Kernspaltung und Kernfusion (B1, B3), • beschreiben qualitativ den Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung (UF4), • 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),
- bewerten Auswirkungen der Relativitätstheorie auf die Veränderung des physikalischen Weltbilds (B4).

Inhaltsfeld: *Elektrik (LK)*

Auf der Spur des Elektron	
Inhalt	Hinweise, zentrale Methoden/Experim.
Ladungstrennung, Ladungsträger, Bestimmung der Elementarladung, elektrische Felder, Feldlinien, potentielle Energie im elektrischen Feld, Spannung, Kondensator, Elementarladung, Bestimmung der Masse eines Elektrons, magnetische Felder, Energie bewegter Ladungsträger, Elektronenmasse, Bewegung von Ladungsträgern in Feldern, Auf- und Entladung von Kondensatoren, Energie des elektrischen Felder	Elektrostatik, Influenz , Millikanversuch, evtl. Apparatur zur Messung der Feldstärke gemäß der Definition, Fadenstrahlrohr, Stromwaage, Versuche zur Demonstration der Lorentzkraft, Hallsonde, Halleffekt, Spulen, Elektronenstrahlröhre, Massenspektrometer, Wien-Filter, Zyklotron und evtl. weiteren Teilchenbeschleunigern, Kondensatoren
Kompetenzen 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 und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4), • 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), • entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1), • 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), • beschreiben qualitativ die Erzeugung eines Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahlröhre (UF1, K3), • ermitteln die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer Spannung (auch relativistisch) (UF2, UF4, B1), • erläutern den Feldbegriff und zeigen dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Gravitationsfeld, elektrischem und magnetischem Feld auf (UF3, E6), • entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1), • erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4), • bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6), • leiten physikalische Gesetze (Term für die Lorentzkraft) aus geeigneten Definitionen und 	

- bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),
- 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),
- schließen aus spezifischen Bahnkurvendaten bei der e/m -Bestimmung und beim Massenspektrometer auf wirkende Kräfte sowie Eigenschaften von Feldern und bewegten Ladungsträgern (E5, UF2),
- 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),
- erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrizität (K1, K3, UF3),
- beschreiben qualitativ die Erzeugung eines Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahlröhre (UF1, K3),
- ermitteln die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer Spannung (auch relativistisch) (UF2, UF4, B1),
- schließen aus spezifischen Bahnkurvendaten beim Massenspektrometer auf wirkende Kräfte sowie Eigenschaften von Feldern und bewegten Ladungsträgern, (E5, UF2),
- erläutern den Feldbegriff und zeigen dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Gravitationsfeld, elektrischem und magnetischem Feld auf (UF3, E6),
- erläutern den Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron (E6, UF4),
- leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),
- entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrizität, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),
- 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),
- 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),
- erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4),
- entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrizität, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),
- 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),
- leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),
- ermitteln die in elektrischen bzw. magnetischen Feldern gespeicherte Energie (Kondensator) (UF2),
- beschreiben qualitativ und quantitativ, bei vorgegebenen Lösungsansätzen, Ladungs- und Entladungsvorgänge in Kondensatoren (E4, E5, E6),
- treffen im Bereich Elektrizität Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1),
- wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrizität (auch computergestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4).

Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie	
Inhalt	Hinweise, zentrale Methoden/Experim.
Induktionsvorgänge, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel, Energie des magnetischen Feldes	Leiterschaukel, Gleich- und Wechselspannungsgeneratoren, Erzeugung einer Wechselfspannung, Lenz'sche Regel , quantitativer Versuch zur elektromagnetischen Induktion bei Änderung der Feldgröße B , „Aufbau-“ Transformatoren zur Spannungswandlung, Ringversuche
Kompetenzen	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
<ul style="list-style-type: none"> entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrizität, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1), 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), leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2), planen und realisieren Experimente zum Nachweis der Teilaussagen des Induktionsgesetzes (E2, E4, E5), 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 Wechselfspannung) (E6), erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrizität (K1, K3, UF3), treffen im Bereich Elektrizität Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1), identifizieren Induktionsvorgänge aufgrund der zeitlichen Änderung der magnetischen Feldgröße B in Anwendungs- und Alltagssituationen (E1, E6, UF4), wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrizität (auch computer-gestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4), ermitteln die in magnetischen Feldern gespeicherte Energie (Spule) (UF2), bestimmen die Richtungen von Induktionsströmen mithilfe der Lenz'schen Regel (UF2, UF4, E6), begründen die Lenz'sche Regel mithilfe des Energie- und des Wechselwirkungskonzeptes (E6, K4), 	

Drahtlose Nachrichtenübermittlung	
Inhalt	Hinweise, zentrale Methoden/Experim.
Elektromagnetische Schwingungen im RLC-Kreis, Energieumwandlungsprozesse im RLC-Kreis, Entstehung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen, Energietransport und Informationsübertragung durch elektromagnetische Wellen	einfache Resonanzversuche, Schwingkreis, Hertz'scher Dipol , dm-Wellen-Sender, Wellenwanne, Reflexion, Interferenz-, Beugungs- und Brechungsexperimente mit (Laser-) Licht an Doppelspalt und Gitter
Kompetenzen	

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erläutern die Erzeugung elektromagnetischer Schwingungen, erstellen aussagekräftige Diagramme und werten diese aus (E2, E4, E5, B1),
- treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1),
- erläutern qualitativ die bei einer ungedämpften elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (UF1, UF2),
- beschreiben den Schwingvorgang im RLC-Kreis qualitativ als Energieumwandlungsprozess und benennen wesentliche Ursachen für die Dämpfung (UF1, UF2, E5),
- wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrik (auch computer-gestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4),
- entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),
- wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze problembezogen aus (UF2),
- leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),
- beschreiben den Hertz'schen Dipol als einen (offenen) Schwingkreis (UF1, UF2, E6),
- erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B - bzw. E -Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (UF1, UF4, E6),
- beschreiben qualitativ die lineare Ausbreitung harmonischer Wellen als räumlich und zeitlich periodischen Vorgang (UF1, E6),
- erläutern anhand schematischer Darstellungen Grundzüge der Nutzung elektromagnetischer Trägerwellen zur Übertragung von Informationen (K2, K3, E6),
- ermitteln auf der Grundlage von Brechungs-, Beugungs- und Interferenzerscheinungen (mit Licht- und Mikrowellen) die Wellenlängen und die Lichtgeschwindigkeit (E2, E4, E5),
- beschreiben die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz im Wellenmodell und begründen sie qualitativ mithilfe des Huygens'schen Prinzips (UF1, E6),
- erläutern konstruktive und destruktive Interferenz sowie die entsprechenden Bedingungen mithilfe geeigneter Darstellungen (K3, UF1),
- entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),
- leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),
- beschreiben die Interferenz an Doppelspalt und Gitter im Wellenmodell und leiten die entsprechenden Terme für die Lage der jeweiligen Maxima n -ter Ordnung her (E6, UF1, UF2),
- wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze problembezogen aus (UF2),
- erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten (K1, K3, UF3).

Inhaltsfeld: *Quantenphysik (LK)*

Von klassischen Vorstellungen zur Quantenphysik	
Inhalt	Hinweise, zentrale Methoden/Experim.
Lichtelektrischer Effekt, Teilcheneigenschaften von Photonen, Planck'sches Wirkungsquantum, Wellencharakter von Elektronen, Streuung und Beugung von Elektronen, De Broglie-Hypothese	Photoeffekt , Versuch zur h -Bestimmung: Gegenspannungsmethode, Elektronenbeugung
Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	
<ul style="list-style-type: none"> • 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), • erläutern die qualitativen Vorhersagen der klassischen Elektrodynamik zur Energie von Photoelektronen (bezogen auf die Frequenz und Intensität des Lichts) (UF2, E3), • erläutern den Widerspruch der experimentellen Befunde zum Photoeffekt zur klassischen Physik und nutzen zur Erklärung die Einstein'sche Lichtquantenhypothese (E6, E1), • 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), • beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2), • ermitteln aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck'sche Wirkungsquantum (E5, E6), • interpretieren experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E1, E5, E6), • 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), 	

Röntgenstrahlung	
Inhalt	Hinweise, zentrale Methoden/Experim.
Röntgenröhre, Röntgenspektrum, Bragg'sche Reflexionsbedingung, Planck'sches Wirkungsquantum, Strukturanalyse mithilfe der Drehkristallmethode, Strukturanalyse nach Debye-Scherrer, Röntgenröhre in Medizin und Technik	Röntgenstrahlung, Röntgenspektrum
Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Aufbau einer Röntgenröhre (UF1), • erläutern die Bragg-Reflexion an einem Einkristall und leiten die Bragg'sche Reflexionsbedingung her (E6), • deuten die Entstehung der kurzwelligen Röntgenstrahlung als Umkehrung des Photoeffekts (E6), • führen Recherchen zu komplexeren Fragestellungen der Quantenphysik durch und 	

präsentieren die Ergebnisse (K2, K3),

Die Welt kleinster Dimensionen – Mikroobjekte und Quantentheorie	
Inhalt	Hinweise, zentrale Methoden/Experim.
linearer Potentialtopf, Energiewerte im linearen Potentialtopf, Wellenfunktion und Aufenthaltswahrscheinlichkeit, Heisenberg'sche Unschärferelation	
Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	
<ul style="list-style-type: none"> • deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Elektronen (UF1, UF4), • ermitteln die Wellenlänge und die Energiewerte von im linearen Potentialtopf gebundenen Elektronen (UF2, E6), • erläutern die Aufhebung des Welle-Teilchen-Dualismus durch die Wahrscheinlichkeitsinterpretation (UF1, UF4), • erläutern die Bedeutung von Gedankenexperimenten und Simulationsprogrammen zur Erkenntnisgewinnung bei der Untersuchung von Quantenobjekten (E6, E7). • erläutern bei Quantenobjekten das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (UF1, E3), • 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), • stellen anhand geeigneter Phänomene dar, wann Licht durch ein Wellenmodell bzw. ein Teilchenmodell beschrieben werden kann (UF1, K3, B1), • erläutern die Aussagen und die Konsequenzen der Heisenberg'schen Unschärferelation (Ort-Impuls, Energie-Zeit) an Beispielen (UF1, K3), • bewerten den Einfluss der Quantenphysik im Hinblick auf Veränderungen des Weltbildes und auf Grundannahmen zur physikalischen Erkenntnis (B4, E7). 	

Inhaltsfeld: Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik (LK)

Atommodelle und Lichtspektren	
Inhalt	Hinweise, zentrale Methoden/Experim.
Atomaufbau: Kern-Hülle-Modell, Energiequantelung der Hüllelektronen, Linienspektren, Bohr'sche Postulate	Rutherford'scher Streuversuch, Linienspektren, Franck-Hertz-Versuch
Kompetenzen 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), • 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), • formulieren geeignete Kriterien zur Beurteilung des Bohr'schen Atommodells aus der Perspektive der klassischen und der Quantenphysik (B1, B4). 	

Physik in der Medizin (Bildgebende Verfahren, Radiologie)	
Inhalt	Hinweise, zentrale Methoden/Experim.
Ionisierende Strahlung: Detektoren, Strahlungsarten, Dosimetrie, Bildgebende Verfahren	Ablenkung von Strahlung im B-Feld, Geiger-Müller-Zählrohr, Halbleiterdetektor , Nebelkammer, Absorption von α-, β-, γ-Strahlung
Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	
<ul style="list-style-type: none"> • benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6), • erklären die Ablenkbarkeit von ionisierenden Strahlen in elektrischen und magnetischen Feldern sowie die Ionisierungsfähigkeit und Durchdringungsfähigkeit mit ihren Eigenschaften (UF3), • erklären die Entstehung des Bremsspektrums und des charakteristischen Spektrums der Röntgenstrahlung (UF1), • benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6), • erläutern das Absorptionsgesetz für Gamma-Strahlung, auch für verschiedene Energien (UF3), • erläutern in allgemein verständlicher Form bedeutsame Größen der Dosimetrie (Aktivität, Energie- und Äquivalentdosis) auch hinsichtlich der Vorschriften zum Strahlenschutz (K3), • stellen die physikalischen Grundlagen von Röntgenaufnahmen und Szintigrammen als bildgebende Verfahren dar (UF4), • beurteilen Nutzen und Risiken ionisierender Strahlung unter verschiedenen Aspekten (B4). 	

(Erdgeschichtliche) Altersbestimmungen	
Inhalt	Hinweise, zentrale Methoden/Experim.
Radioaktiver Zerfall: Kernkräfte, Zerfallsprozesse, Altersbestimmung	Umgang mit einer Nuklidkarte, Hinweise, zentrale Methoden/Experim.
Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	
<ul style="list-style-type: none"> • 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), • entwickeln Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit radioaktiver Substanzen (E4, E5), • nutzen Hilfsmittel, um bei radioaktiven Zerfällen den funktionalen Zusammenhang zwischen Zeit und Abnahme der Stoffmenge sowie der Aktivität radioaktiver Substanzen zu ermitteln (K3), • leiten das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (E6), • bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C14-Methode (UF2). 	

Energiegewinnung durch nukleare Prozesse	
Inhalt	Hinweise, zentrale Methoden/Experim.
Kernspaltung und Kernfusion, Massendefekt, Äquivalenz von Masse und Energie, Bindungsenergie	
Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	
<ul style="list-style-type: none"> • 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), • 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), • 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). 	

Forschung am CERN und DESY – Elementarteilchen und ihre fundamentalen Wechselwirkungen	
Inhalt	Hinweise, zentrale Methoden/Experim.
Kernbausteine und Elementarteilchen, Kernkräfte, Austauschteilchen der fundamentalen Wechselwirkungen, Aktuelle Forschung und offene Fragen der Elementarteilchenphysik (z.B. Higgs-Teilchen, Dunkle Materie, ...)	
Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	
<ul style="list-style-type: none"> • systematisieren mithilfe des heutigen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3), • vergleichen das Modell der Austauschteilchen im Bereich der Elementarteilchen mit dem Modell des Feldes (Vermittlung, Stärke und Reichweite der Wechselwirkungskräfte) (E6). • erklären an Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell mithilfe der Heisenberg'schen Unschärferelation und der Energie-Masse-Äquivalenz (UF1), • recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2). 	