

<b>Buchinhalt</b>	<b>Kompetenzen:</b> Die Schülerinnen und Schüler ...
<b>Inhaltsfeld 2: Quantenobjekte (Teil 1)</b>	
Elektrische Felder	... beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen. (UF2, UF1)
<b>Was sind Elektronen?</b>	
Elektronen im elektrischen Feld	... bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2)
Millikan-Versuch	... erläutern anhand einer vereinfachten Version des Millikanversuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1, E5)
Masse eines Elektrons – Elektronenkanone	... ermitteln die Elektronenmasse (E6, E3, E5),
Elektronen im Magnetfeld, Lorentzkraft	... beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen. (UF2, UF1)
Das Fadenstrahlrohr	... modellieren Vorgänge im <i>Fadenstrahlrohr</i> (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)
<b>Inhaltsfeld 3: Elektrodynamik</b>	
<b>Elektromagnetische Induktion</b>	
Elektrische Energie und elektrische Spannung	... definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2)
Die elektromagnetische Induktion	... erläutern am Beispiel der Leiterschaukel das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1, E6) ... führen Induktionserscheinungen an einer Leiterschleife auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4) ... recherchieren bei vorgegebenen Fragestellungen historische Vorstellungen und Experimente zu Induktionserscheinungen (K2)
Wirbelströme	... bewerten bei technischen Prozessen das Auftreten erwünschter bzw. nicht erwünschter Wirbelströme (B1)
Energieerhaltung und Lenz'sche Regel	... erläutern anhand des Thomson'schen Ringversuchs die Lenz'sche Regel (E5, UF4)
<b>Energie vom Kraftwerk für zu Hause</b>	
Der Generator	... erläutern das Entstehen sinusförmiger Wechselspannungen in Generatoren (E2, E6)
Der Transformator	... ermitteln die Übersetzungsverhältnisse von Spannung und Stromstärke beim Transformator (UF1, UF2) ... geben Parameter von Transformatoren zur gezielten Veränderung einer elektrischen Wechselspannung an (E4) ... bewerten die Notwendigkeit eines geeigneten Transformierens der Wechselspannung für

Vorschlag für schulinternen Lehrplan auf Basis des Dorn-Bader-Stoffverteilers

	die effektive Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B1)
Transport elektrischer Energie	... zeigen den Einfluss und die Anwendung physikalischer Grundlagen in Lebenswelt und Technik am Beispiel der Bereitstellung und Weiterleitung elektrischer Energie auf (UF4) ... verwenden ein physikalisches Modellexperiment zu Freileitungen, um technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie zu demonstrieren und zu erklären (K3) ... beurteilen Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten zur Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B2, B1, B4)
<i>Schulintern: elektrischen Schwingkreis kurz einführen</i>	
<b>Inhaltsfeld 2: Quantenobjekte (Teil 2)</b>	
<b>Was ist Licht?</b>	
Welleneigenschaften – Experimente in der Wellenwanne	... 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>Schulintern: EM-Welle kurz einführen</i>	
Beugung und Brechung im Wellenmodell	... zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4)
Welleneigenschaften von Licht – Doppelspaltversuch	... bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit Doppelspalt und Gitter (E5)
Licht hat Teilchencharakter– Fotoeffekt	... demonstrieren anhand eines <i>Experiments zum Photoeffekt</i> den Quantencharakter von Licht und bestimmen den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen sowie die Austrittsarbeit der Elektronen (E5, E2)
Umbau im Haus der Physik	... erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7)
Geometrische Optik und die Grenzen des Modells	... zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4)
Das Elektron – ein alter Bekannter!?	... erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7)
Das Teilchenmodell des Elektrons versagt	... untersuchen, ergänzend zum Realexperiment, Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten
Doppelspaltversuch mit Elektronen	... zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4)
Elektronenbeugungsröhre	... erläutern die Aussage der de Broglie-Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes beim Elektronenbeugungsexperiment an und bestimmen die Wellenlänge der Elektronen (UF1, UF2, E4).

Vorschlag für schulinternen Lehrplan auf Basis des Dorn-Bader-Stoffverteilers

Elektronen in Natur, Forschung und Technik	
<b>Wellig oder körnig?</b>	
Dualismus, Kopenhagener Deutung	... beschreiben und diskutieren die Kontroverse um die Kopenhagener Deutung und den Welle-Teilchen-Dualismus (B4, K4)
Grenzen der Gültigkeit von Wellen- und Teilchenmodellen	... zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4)
Wahrscheinlichkeitsinterpretation	... verdeutlichen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte unter Verwendung geeigneter Darstellungen (Graphiken, Simulationsprogramme) (K3)
Photonen und Elektronen als Quantenobjekte	... untersuchen, ergänzend zum Realexperiment, Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten (E6) ... zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4)
<b>Inhaltsfeld 4: Strahlung und Materie</b>	
<b>Erforschung des Mikro- und Makrokosmos</b>	
Das elektromagnetische Spektrum	
Franck-Hertz-Versuch	... erklären die Energie absorbierter und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (UF1, E6) ... erläutern die Bedeutung der Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuches für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7)
Linienpektrum, Flammenfärbung	... erklären die Energie absorbierter und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (UF1, E6) ... erläutern die Bedeutung von Flammenfärbung und Linienpektren bzw. Spektralanalyse für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7)
Anwendung: Informationen über das Universum	... stellen dar, wie mit spektroskopischen Methoden Informationen über die Entstehung und den Aufbau des Weltalls gewonnen werden können (E2, K1)
Sonnenspektrum	... erklären Sternspektren und Fraunhoferlinien (UF1, E5, K2) ... interpretieren Spektraltafeln des Sonnenspektrums im Hinblick auf die in der Sonnen- und Erdatmosphäre vorhandenen Stoffe (K3, K1)
Untersuchung der Röntgenstrahlung	... unterscheiden Röntgenstrahlung (UF3)
Charakteristische Röntgenlinien	... erläutern die Bedeutung von charakteristischen Röntgenspektren für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7)
<b>Mensch und Strahlung</b>	
Der Atomkern und die Strahlung radioaktiver Stoffe	... unterscheiden $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -Strahlung und Röntgenstrahlung sowie Neutronen- und Schwerionenstrahlung (UF3) ... erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungsprozesse (UF1, K1)
Das Geiger-Müller-Zählrohr	... erläutern den Aufbau und die Funktionsweise von Nachweisgeräten für ionisierende Strahlung (Geiger-Müller-Zählrohr) und bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (UF1,

Vorschlag für schulinternen Lehrplan auf Basis des Dorn-Bader-Stoffverteilers

	E2)
Absorptionsexperimente	... erläutern den Nachweis unterschiedlicher Arten ionisierender Strahlung mithilfe von Absorptionsexperimenten (E4, E5)
Radioaktiver Zerfall, Nuklidkarte	... erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungsprozesse (UF1, K1)
Halbwertszeit	... bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (UF1, E2),
Biologische Wirkung ionisierender Strahlen	... beschreiben Wirkungen von ionisierender Strahlung auf Materie und lebende Organismen (UF1) ... begründen in einfachen Modellen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, UF4) ... bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung ionisierender Strahlung unter Abwägung unterschiedlicher Kriterien (B3, B4)
Natürliche und zivilisatorische Strahlenexposition	... 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)
Wirkung elektromagnetischer Strahlung auf Menschen	... beschreiben Wirkungen von elektromagnetischer Strahlung auf Materie und lebende Organismen (UF1)
Strahlenschäden und Strahlenschutz	... begründen in einfachen Modellen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, UF4)
Nutzen der Strahlung radioaktiver Stoffe	... bereiten Informationen über wesentliche biologisch-medizinische Anwendungen und Wirkungen von ionisierender Strahlung für unterschiedliche Adressaten auf (K2, K3, B3, B4)
<b>Elementarteilchenphysik</b>	
Kernbausteine und Teilchenzoo	... erläutern, vergleichen und beurteilen Modelle zur Struktur von Atomen und Materiebausteinen (E6, UF3, B4),
Das Standardmodell – Teilchen und Kräfte	... 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). ... vergleichen in Grundprinzipien das Modell des Photons als Austauschteilchen für die elektromagnetische Wechselwirkung exemplarisch für fundamentale Wechselwirkungen mit dem Modell des Feldes (E6).
Forschung an CERN und DESY	... recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik
Von Rutherford bis Higgs	... bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1, B3)

<b>Inhaltsfeld 5: Spezielle Relativitätstheorie</b>	
<b>Ein Patentbeamter revolutioniert die Physik</b>	
Hat Licht eine Geschwindigkeit?	... erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1)
Messung der Lichtgeschwindigkeit	... erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1)
Zeit und Ort werden hinterfragt	... erläutern die relativistische Längenkontraktion über eine Plausibilitätsbetrachtung (K3) ... beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3)
Die Suche nach dem Lichtäther – Michelson-Morley-Experiment	... interpretieren das Michelson-Morley-Experiment als ein Indiz für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4)
Lichtuhr, Zeitdilatation	... erklären anschaulich mit der Lichtuhr grundlegende Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie und ermitteln quantitativ die Formel für die Zeitdilatation (E6, E7) ... erläutern qualitativ den Myonenzerfalls in der Erdatmosphäre als experimentellen Beleg für die von der Relativitätstheorie vorhergesagte Zeitdilatation (E5, UF1)
Addition von Geschwindigkeiten	... begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten, dass eine additive Überlagerung von Geschwindigkeiten nur für „kleine“ Geschwindigkeiten gilt (UF2)
Veränderliche Masse	... erläutern den Unterschied zwischen Ruhemasse und dynamischer Masse
Zyklotron und andere Beschleuniger	... erläutern die Funktionsweise eines Zyklotrons und argumentieren zu den Grenzen einer Verwendung zur Beschleunigung von Ladungsträgern bei Berücksichtigung relativistischer Effekte (K4, UF4)
Energie-Masse-Äquivalenz	... erläutern die Energie-Masse Äquivalenz (UF1) ... bewerten die Bedeutung der Beziehung $E = mc^2$ für die Kernspaltung und Kernfusion (B1, B3)
Weiterführende Themen	... diskutieren die Bedeutung von Schlüsselexperimenten bei physikalischen Paradigmenwechseln an Beispielen aus der Relativitätstheorie (B4, E7)
Spezielle Relativitätstheorie im Experiment	... diskutieren die Bedeutung von Schlüsselexperimenten bei physikalischen Paradigmenwechseln an Beispielen aus der Relativitätstheorie (B4, E7)