

Lehrplaneinheit 1: Elektromagnetisches Feld

Die gesamte Theorie des Elektromagnetismus kann man auf vier Grundaussagen zurückführen, die in den Maxwellgleichungen dargestellt sind. Die Schülerinnen und Schüler lernen in dieser und den folgenden Lehrplaneinheiten auf Schulniveau diese vier Grundaussagen kennen.

Am Beispiel des elektrischen Feldes wird das bereits in Klasse 8 zur Deutung magnetischer Erscheinungen eingeführte Feldkonzept wieder aufgegriffen und weiterentwickelt. Die Schülerinnen und Schüler erfahren, dass das Feld ein physikalisches System darstellt, das durch charakteristische Feldgrößen quantitativ beschrieben wird. Die zunächst getrennt erscheinenden elektrischen und magnetischen Felder erfahren in den Induktionsvorgängen eine Verknüpfung, die im Induktionsgesetz formuliert wird.

Elektrisches Feld Elektrische Feldstärke Elektrische Spannung W Elektrisches Potenzial	Die Wiederholung der Grundlagen der Elektrizitätslehre aus der Mittelstufe kann selbstständig z. B. in Form von Planarbeit oder Teamarbeit erfolgen. Der Verlauf von Feld – und Äquipotenziallinien kann in Ergänzung zum Experiment mit geeigneter Software visualisiert werden. Michael Faraday (1791 – 1867) → Ch(4) LPE 8 , Ch(2) LPE 5 → B LPE 2 Möglichkeiten für projektorientiertes Arbeiten im Praktikum: Anwendungen der Gesetze der Elektrizitätslehre, z. B. Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen und elektrischen Energiequellen im Alltag
Kapazität Elektrische Feldkonstante Isolatoren im elektrischen Feld Zusammenhang zwischen der Flächenladungsdichte und der elektrischen Feldstärke	
Energie des elektrischen Feldes	→ M LPE 4: Mathematik in der Praxis
Magnetisches Feld W Magnetische Feldstärke Magnetische Flussdichte Magnetische Feldkonstante Materie im Magnetfeld	Die Wiederholung der Grundlagen der Magnetostatik aus der Mittelstufe kann selbstständig z. B. in Form von Planarbeit oder Teamarbeit erfolgen.
Induktionsgesetz Selbstinduktion, Induktivität Energie des magnetischen Feldes	→ M LPE 4: Mathematik in der Praxis

Lehrplaneinheit 2: Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen

Schwingungsphänomene kommen sowohl in der Natur als auch in technischen Anwendungen vor. Die zugehörigen charakteristischen Größen werden am Beispiel der mechanischen Schwingungen eingeführt.

Am Beispiel der harmonischen Welle werden die Grundbegriffe und Gesetze der Wellenausbreitung erarbeitet.

Die analoge mathematische Struktur bei der Beschreibung mechanischer und elektromagnetischer Schwingungen verdeutlicht die Stärken übergreifender Modellvorstellungen.

Bei der Behandlung elektromagnetischer Wellen wird ein Modell geschaffen, das dann in der Wellenoptik angewandt und erweitert wird.

Am Beispiel des Lichts lässt sich zeigen, wie Modellvorstellungen entwickelt, überprüft und in Frage gestellt werden können. Die Schülerinnen und Schüler erfahren, dass die hierbei erhaltenen Ergebnisse in Verbindung mit den noch zu erarbeitenden Grundlagen der Quantenphysik für ein Verständnis der Natur wichtig sind.

<p>Mechanische Schwingungen Charakteristische Größen Harmonische Schwingungen Lineare harmonische Welle</p> <p>Ungestörte Durchdringung und Interferenz bei Wellen</p> <p>Stehende Wellen Eigenschwingungen begrenzter Wellenträger</p> <p>Elektromagnetische Schwingungen W Hochfrequente elektromagnetische Schwingungen, Hertzscher Dipol</p>	<p>→ M LPE 3: Trigonometrische Funktionen Hier können sowohl Quer- als auch Längswellen behandelt werden. Dabei kann die Zeigerdarstellung eingesetzt werden.</p> <p>Möglichkeiten für projektorientiertes Arbeiten: Physikalische Grundlage und Funktionsweise von Musikinstrumenten</p> <p>Die Analogie zwischen mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen kann selbstständig z. B. in Form von Planarbeit oder Teamarbeit erarbeitet und dargestellt werden. → M LPE 3: Trigonometrische Funktionen</p>
<p>➤ 4</p> <p>Elektromagnetische Welle Reflexion Brechung Ausbreitungsgeschwindigkeit, Dispersion Beugung Interferenz</p> <p>Polarisation Überblick über das elektromagnetische Spektrum W Röntgenstrahlung</p>	<p>Christian Huygens (1629 – 1695)</p> <p>Bei der Behandlung von Doppelspalt, Mehrfachspalt, Einzelspalt, Gitter oder dünner Schichten kann die Zeigerdarstellung eingesetzt werden.</p>

Lehrplaneinheit 3: Quantenphysik und Grundlagen der Atomphysik

Die bisher behandelten Theorien der klassischen Physik, vor allem die Mechanik und die Elektrodynamik, finden bei der Behandlung von Quantenobjekten ihre Grenzen. Die Quantenphysik ist eine Theorie, die diese Objekte sehr genau beschreibt. Dabei zeigt sich, dass das Modell der klassischen Physik durch ein neues Modell abgelöst werden muss. Kausalität und Objektivierbarkeit werden in Frage gestellt, der Bahnbegriff aus der klassischen Physik muss aufgegeben werden. Es zeigt sich, dass der Wahrscheinlichkeitsbegriff eine entscheidende Rolle spielt.

Bei der Erarbeitung der Grundlagen der Quantentheorie bietet sich den Schülerinnen und Schülern die Gelegenheit, Vorgehen und Kriterien bei der Bildung und Interpretation einer physikalischen Theorie kennenzulernen. Die Zustandsfunktion ist determiniert, ihr Betragsquadrat wird stochastisch interpretiert und liefert nur Wahrscheinlichkeitsaussagen.

Im Rahmen der Atomphysik erfahren die Schülerinnen und Schüler, wie die Anwendung der erarbeiteten Konzepte eine widerspruchsfreie Beschreibung von Atomen ermöglicht. Damit wird eine Tür zum Einstieg in die moderne Physik geöffnet, durch welche die Schülerinnen und Schüler den Bereich der Naturwissenschaft betreten können, der in den kommenden Jahren die technische Entwicklung entscheidend beeinflussen wird.

Quanten-Experimente Photoeffekt, Plancksches Wirkungsquantum, Photon Elektronenbeugung, De Broglie -Wellenlänge, Quantenobjekte	Schulexperimente sind nur mit vielen Photonen oder vielen Elektronen möglich. Experimente mit einzelnen Quantenobjekten - wie sie in der aktuellen Forschung durchgeführt werden - lassen sich mithilfe von Simulationen oder Gedankenexperimenten darstellen.
Interferenz mit einzelnen Quantenobjekten	Doppelspaltexperiment, Jönsson- und Taylorexperiment Interferometer (z.B. Michelson, Mach-Zehnder)
Beschreibung der Experimente durch die Quantentheorie: Determiniertheit der Zustandsfunktion Superposition der Möglichkeiten Stochastische Deutung Unbestimmtheitsrelation Nichtlokalität	➤ 4 Zur Beschreibung der Phänomene sollte keine Modellvorstellung eingesetzt werden, in der das Nebeneinander von Wellen- und Teilchenmodell dargestellt wird. So kann z.B. die didaktische Reduktion der Quantenelektrodynamik von Richard Feynman (Nobelpreis 1965) der Ausgangspunkt für diesen Unterrichtsgang sein. Hier kann das Zeigerkonzept erneut zum Einsatz kommen. Die Auswirkungen der Nichtkausalität und Nichtlokalität auf das moderne Weltbild sollten diskutiert werden.
Quantenmechanische Messung	z.B. Welcher-Weg-Information, Quantenradierer, weitere Interferenzexperimente
W Eigenschaften der Quantenwelt, verschränkte Photonen	➤ 3 Experimente mit verschränkten Photonen, z.B. Einstein-Podolsky-Rosen-Experiment Bedeutung für klassische Objekte, z.B. „Schrödingerkatze“, Dekohärenz Interpretationen können kritisch besprochen werden. Es bietet sich an, auf die philosophische Diskussion einzugehen. → EvR LPE 1: Wirklichkeit → KR LPE 6: Wissen und Glauben
Einführung in ein zeitgemäßes Atommodell Energiequantisierung	➤ 4 Wird der historische Weg dargestellt, dann sind die Grenzen historischer Vorstellungen klar herauszuarbeiten. Der

<p>Überblick über Antreffwahrscheinlichkeiten im Wasserstoffatom, Linienspektren</p>	<p>Unterricht muss bei einer zeitgemäßen Modellvorstellungen enden.</p> <p>Einblick in die grundlegenden Gedanken der Schrödingergleichung und ihre Bedeutung für die Atomphysik.</p> <p>Mit geeigneter Lernsoftware können die Schülerinnen und Schüler z.T. Themen selbstständig erarbeiten. → CH (2) LPE 2: Orbitale → CH (4) LPE 9: Atombau und Periodensystem</p> <p>Möglichkeiten für projektorientiertes Arbeiten, Praktikum und Schülerreferate:</p> <ul style="list-style-type: none">ComptoneffektGrenzenergie der RöntgenbremsstrahlungCharakteristisches RöntgenspektrumFranck-Hertz-VersuchUmkehrung der Na-Linie,Fraunhofer-Linien
<p>W Laser</p>	
<p>W Aspekte der Elementarteilchenphysik</p>	<p>➤ 3</p>

Lehrplaneinheit 4: Wahl-Module

Je nach Interesse der Schülerinnen und Schüler können an geeigneten Stellen einzelne Wahlmodule oder Teile davon in den Unterricht aufgenommen werden. Die Themen bieten eine gute Gelegenheit für selbstverantwortliches und handlungsorientiertes Arbeiten, bei dem insbesondere die Teamfähigkeit, die Methodenkompetenz und die Präsentationsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler gefördert werden können. Zusätzlich zu den Experimenten können Computerprogramme eingesetzt werden.

Spezielle Relativitätstheorie	➤ 3	Simulationen können bei der Darstellung helfen.
Vertiefung der Elektrodynamik		
Festkörperphysik		Möglichkeit für projektorientiertes Arbeiten: Halbleiter, Diode, MOSFET
Elektronik, Entwurf und Bau von elektron. Schaltungen		Möglichkeiten für selbstständiges Erarbeiten in Teams - arbeitsteilige Struktur der Problemlösung – Modularisierung.
		Simulatoren elektronischer Schaltungen können in der Planungsphase eingesetzt werden.
	➤ 4	
Elementarteilchenphysik		
Kernphysik		Referate: Bedeutende Frauen und Männer in der Kernphysik - z.B. Marie & Pierre Curie, Lise Meitner & Otto Hahn, Irene & Frederic Joliot-Curie, Marie Goeppert-Mayer & Joseph Mayer, Chien-Shiung Wu, Jocelyn Bell-Burnell
Nichtlineare dynamische Systeme		→ Experimentelle Mathematik
Strömungsphysik		Möglichkeiten für Schülerreferate und projektartiges Arbeiten. Zusätzlich zu Experimenten kann Simulationssoftware eingesetzt werden.
	➤ 4	
Physik der Atmosphäre	➤ 5	
Astronomie und Kosmologie		Möglichkeiten für Schülerreferate und projektartiges Arbeiten. Der Kurs sollte sich wo immer möglich auf eigene Beobachtungen stützen. Internationale Kooperationen – z.B. über das Internet – bieten sich an.
Archäometrie, physikalische Datierungsmethoden	➤ 3	
Lektüre von Veröffentlichungen in physikalischen Zeitschriften		