

Qualifikationsphase: Grundkurs Physik Q1

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben zum Inhaltsfeld: *Quantenobjekte (GK)*

Kontext: *Mechanische Wellen und Lichtwellen*

Leitfrage: Was haben Lichtstrahlen mit Wasserwellen gemeinsam?

Inhaltliche Schwerpunkte: Wellenaspekt beim Photon im Vergleich mit mechanischen Wellen, Wiederholung (aus EF) und Ergänzung der Begriffe und Formeln

Kompetenschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

(UF3) Wellen beschreibende Kriterien systematisieren

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

(E1, E4, E6 alle Kompetenzen der Erkenntnisgewinnung werden mehr oder weniger ausgeprägt angesprochen)

(UF4) die erarbeiteten Begriffe und Formeln von den mechanischen Wellen auf Lichtwellen übertragen,

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

Inhalt	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
	Die Schülerinnen und Schüler...		
Wellenausbreitung (mechanisch wie elektromagnetisch), Beugung und Interferenz, Begriffe Lichtwellenlänge, Lichtfrequenz, Ausbreitungsgeschwindigkeit, Intensität, Kreiswellen, ebene Wellen, Beugung, Brechung, Reflexion	beschreiben Entstehung und Ausbreitung linearer Wellen anhand von Videoaufzeichnungen oder Simulationen und wenden Begriffe und Formeln bei entsprechenden Anwendungsaufgaben an, veranschaulichen mithilfe der <i>Wellenwanne</i> qualitativ unter Verwendung der Fachbegriffe (lin. Wellen) auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Beugung, Interferenz, Reflexion und Brechung (K3), bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Wasserwellen wie Lichtwellen mit <i>Doppelspalt</i> und <i>Gitter</i> und unterscheiden die Anteile Beugung und Interferenz (E5),	Wellenmaschine und Wellenwanne, Ausbreitung und Überlagerung, Doppelspalt und Gitter , Einfachspalt quantitative Experimente mit Video- bzw. Fotoauswertung (vorwiegend am Computer), Interferenzmuster mit verschiedenen Gittern und verschieden farbigen Lasern, Simulationsprogramme	Ausgangspunkt: Die Wiederholung / Vertiefung der mechanischen Wellen an der Wellenmaschine ist für die Übertragungsleistungen auf Lichtwellen unerlässlich, weil Schwingkreis und elektromagnetische Wellen sowie die Lichtentstehung (E-Dynamik, Atomphysik) erst viel später Unterrichtsthema sind. Die Übertragungsleistungen auf die Wasserwellen und von da auf die Lichtwellen sind dann verständlicher. Modellbildung mit Hilfe der Wellenwanne (Schülerpräsentation mit Variation der Parameter, Fotos bzw. Videoaufzeichnungen) Bestimmung der Wellenlängen von Wasserwellen wie Laserlicht mit Doppelspalt und Gitter verschiedener Gitterkonstanten Beugung von Laserlicht verschiedener Farben Schülerpräsentationen von Interferenzmustern bei Reflexion von Licht (CD als Reflexionsgitter, Seifenhäute)

Kontext: *Erforschung des Elektrons*

Leitfragen: Wie können physikalische Eigenschaften von Elektronen (Ladung und Masse) gemessen werden? Wieso haben Elektronen Welleneigenschaften ?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektronen als Teilchen definierter Ladung, Elektronenstrahlerzeugung und Ablenkung bzw. Beugung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

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

(UF4) Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Vorgängen Lichtstrahl und Teilchenstrahl an experimentellen Vorgängen vermuten

(E2) Wahrnehmung und Messung, Apparaturen erläutern (z.B. Strahlerzeugung, Streuung, ...)

(E4) Untersuchungen und Experimente, Computerwerkzeuge sachgerecht verwenden

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

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

Inhalt	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Quantelung der Ladung, Elementarladung	erläutern anhand einer vereinfachten Version des <i>Millikanversuchs</i> die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1, E2, E5), untersuchen, ergänzend zum Realexperiment (Videoaufzeichnung), Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten (UF1, E6).	Kräftegleichgewicht mit schwebendem Wattebausch im elektrischen Feld Millikanversuch Schwebefeldmethode (keine Stokes'sche Reibung) Auch als Simulation möglich	Begriff des elektrischen Feldes in Analogie zum Gravitationsfeld besprechen, Definition der Feldstärke über die Kraft auf einen Probekörper, in diesem Fall die Ladung Homogenes elektrisches Feld im Plattenkondensator, Zusammenhang zwischen Feldstärke im Plattenkondensator, Spannung und Abstand der Kondensatorplatten vorgeben und durch Auseinanderziehen der geladenen Platten demonstrieren

<p>spezifische Ladung, Elektronenmasse</p>	<p>erklären die Elektronenstrahlerzeugung mittels "Elektronenstrahlkanone", beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder auf ruhende wie bewegte Ladungen, erläutern die Bahnbewegungen mit Hilfe der Definitionsgleichungen der wirkenden Kräfte (UF2, UF1), bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2), verwenden Kräfteansatz und Energieansatz als grundlegende mathematische Beschreibungsmöglichkeiten und wenden sie situationspezifisch an 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), verwenden diese Erkenntnisse zur Erläuterung der Funktionsweise eines Massenspektrometers (inkl. Geschwindigkeitsfilter)</p>	<p>Elektronenstrahl-Ablenkröhre Vorhersage und experimentelle Bestätigung der Parabelbahn (ev. Anwendung Oszilloskop) Lorentzkraft auf Leiterschaukel und auf Elektronenstrahlen (U-Magnet, Helmholtzspulen) e/m-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr und Helmholtzspulenpaar Messung von Magnetfeldern mit der Hallsonde als zunächst vorgegebener technischer Magnetfeldsensor</p>	<p>Einführung der 3-Finger-Regel und Angabe der Gleichung für die Lorentzkraft, da der quantitativen Untersuchungen zur Stromwaage - der Begriff des magnetischen Feldes durch Kraft auf bewegte Ladung bzw. stromdurchflossenen Leiter - dem Inhaltsfeld Elektrodynamik zugeschlagen wird. Die Lorentzkraft wird ähnlich wie in der Mittelstufe qualitativ in ihren Abhängigkeiten demonstriert und die Formel für spätere Untersuchungen vorgegeben. Vertiefung des Zusammenhangs zwischen Spannung, Ladung und Überführungsarbeit am Beispiel Elektronenkanone. Es entsteht hier eine gute Möglichkeit, auf den "Weg der Erkenntnisgewinnung in der Physik" einzugehen.</p>
<p>Streuung von Elektronen an Festkörpern, de Broglie-Wellenlänge</p>	<p>beobachten und beschreiben die Vorgänge in der Elektronenbeugungsröhre. Sie deuten die Ringmuster auf dem Fluoreszenzschirm der Röhre als Beugungserscheinung, verwenden die Geometrie der Röhre analog zu den Interferenzauswertungen, um bei bekanntem Abstand der Gitterebenen eine Wellenlänge berechnen zu können, erläutern die Aussage der de Broglie-Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes beim <i>Elektronenbeugungsexperiment</i> an, bestimmen die daraus resultierende Wellenlänge der Elektronen und vergleichen mit dem experimentellen Ergebnis (UF1, UF2, E2, E4).</p>	<p>Experiment zur Elektronenbeugung an polykristallinem Graphit Anwendung von Software zur quantitativen Bildanalyse</p>	<p>Veranschaulichung der Bragg-Bedingung analog zur Gitterbeugung bzw. der Interferenz an Seifenhäuten und Übertragung auf die Situation der Elektronenstreuung am Graphitgitter Analog zur experimentellen Auswertung mit Video- bzw. Bildanalyse mit dem Software-Werkzeug LoggerPro ist auch hier im Rahmen der Messgenauigkeit eine quantitative Auswertung möglich. Es soll auch auf die praktische Bedeutung zur Bestimmung von Gitterabständen hingewiesen werden.</p>

Kontext: Ein Teilchen namens Photon - *Erforschung des Teilchenaspektes*

Leitfrage: Warum kann UV-Licht Elektronen aus bestimmten Metallmaterialien herauslösen?

Inhaltlicher Schwerpunkt: Deutung von Versuchsergebnissen als Teilcheneigenschaften von Photonen

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

(E4) Untersuchungen und Experimente,

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

(E6) Modelle entwickeln, Gedankenexperimente und Simulationen,

(UF1) physikalische Phänomene in Zusammenhang mit Theorien wiedergeben

(UF2) Auswahl von funktionalen Beziehungen und physikalischen Konzepten zur Erklärung

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

Inhalt	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar/didaktische Hinweise
<p>Quantelung der Energie von Licht, Austrittsarbeit</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <p>beobachten den Hallwachseffekt mit verschiedenen Lichtstärken und Frequenzen (Filter) und deuten den Effekt in Richtung "Elektronen auslösen" ...(E2).</p> <p>demonstrieren anhand eines quantitativen <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)</p> <p>werten dazu Kennlinien der Photozelle aus (bzgl. Nulldurchgang) und stellen die Ergebnisse in Excel grafisch dar. Bestimmen h als einheitliche Konstante aus dem Energie-Diagramm (E4, E5, E6, K4)</p>	<p>Photoeffekt</p> <p>Hallwachsversuch</p> <p>Vakuumphotozelle und Kennlinien</p> <p>Messungen mit Photozelle in Gegenfeldmethode</p> <p>ev. Photoeffekt bei LEDs</p> <p>Computer-Simulationen zu den Vorgängen in der Gitterstruktur des Materials</p>	<p>Roter Faden: Von der Elektronenbeugung über Hallwachs bis zum innerem Photoeffekt</p> <p>Bestimmung des Planck'schen Wirkungsquantums und der Austrittsarbeit</p> <p>Hinweis: Formel für die max. kinetische Energie der Photoelektronen wird zunächst vorgegeben.</p> <p>Der Zusammenhang zwischen Spannung, Energie $e \cdot U$ und der Überführungsarbeit wird aus der linearen Funktion der Excel-Diagramme deutlich. Da neben eigenen Messungen auch Videomaterial zur Verfügung steht, ist die physikalische Interpretation der linearen Funktion (mit Hilfe) möglich.</p>

Kontext: Photonen und Elektronen als Quantenobjekte

Leitfrage: Können Elektronen und Photonen bzgl. ihrer Quanteneigenschaften durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektron und Photon (Teilchenaspekt, Wellenaspekt im experimentellen Vergleich); Quantenobjekte und ihre Eigenschaften

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(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.

(K4) sich mit anderen über physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.

(B2) Entscheidungen und Bewertungen bzgl. des unterschiedlichen Verhaltens im Rahmen des Welle – Teilchen – Dualismus,

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

Inhalt	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
Licht und Materie	<p>erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7),</p> <p>verdeutlichen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte unter Verwendung geeigneter Darstellungen (Graphiken, Simulationsprogramme) (K3).</p> <p>zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4),</p> <p>beschreiben und diskutieren die Kontroverse um die Kopenhagener Deutung und den Welle-Teilchen-Dualismus (B2, B4, K4).</p>	<p>Computersimulation</p> <p>Filmbeiträge zur Quantenphysik</p> <p>Doppelspaltversuch im Vergleich Lichtstrahlen, Elektronenstrahlen</p> <p>Interpretation der Ergebnisse der Photoeffekt-Versuche</p>	<p>Reflexion der Bedeutung der Experimente für die Entwicklung der Quantenphysik</p> <p>Zusammenspiel Beobachtung & Experiment mit Modellbildung & Theorie-Entwicklung als typische Arbeitsmethode der Physik</p>

Übergreifender Kontext: *Aufbau und Funktionsweise wichtiger Versuchs- und Messapparaturen*

Leitfrage: Wie und warum werden physikalische Größen meistens elektrisch erfasst und wie werden sie (heutzutage) verarbeitet?

Inhaltliche Schwerpunkte: Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder, Ladungstrennungen in Sensoren (als Thema erst in Q1.2), Verstärkung zur Messung mit Messgeräten oder im Computer. Veränderung des physikalischen Messens und Auswertens durch Messwerterfassung.

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

- (UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Konzepte, Messgrößen sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,
- (UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- (E1) in unterschiedlichen Kontexten physikalische Probleme identifizieren, analysieren und in Form physikalischer Fragestellungen präzisieren,
- (E2) komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden, Kriterien geleitet beobachten und messen,
- (E4) Experimente und Versuchsaufbauten mit Bezug auf die Zielsetzung der Erkenntnisgewinnung erläutern und durchführen,
- (E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,
- (E6) physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären,
- (K3) physikalische Sachverhalte, experimentelle Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen Adressaten gerecht präsentieren,
- (B1) fachliche, auch ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,
- (B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Inhaltsfeld: *Elektrodynamik (GK)*

Kontext: *Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren*

Leitfrage: Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Spannung und elektrische Energie, Induktion, Spannungswandlung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

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

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

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

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

Inhalt	Kompetenzen	Experiment / Medium	Kommentar
	Die Schülerinnen und Schüler...		
Wandlung von mechanischer in elektrische Energie: Elektromagnetische Induktion Induktionsspannung	erläutern am Beispiel der <i>Leiterschaukel</i> das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1, E6), 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 einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6), werten Messdaten, die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. mit einem <i>Messwerterfassungssystem</i> gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5).	bewegter Leiter im (homogenen) Magnetfeld - „ Leiterschaukelversuch “ Messung von Spannungen mit diversen Spannungsmessgeräten (nicht nur an der Leiterschaukel) Gedankenexperimente zur Überföhrungsarbeit, die an einer Ladung verrichtet wird. Deduktive Herleitung der Beziehung zwischen U , v und B .	Definition der Spannung und Erläuterung anhand von Beispielen für Energieumwandlungsprozesse bei Ladungstransporten, Anwendungsbeispiele. Das Entstehen einer Induktionsspannung bei bewegtem Leiter im Magnetfeld wird mit Hilfe der Lorentzkraft erklärt, eine Beziehung zwischen Induktionsspannung, Leitergeschwindigkeit und Stärke des Magnetfeldes wird (deduktiv) hergeleitet. Die an der Leiterschaukel registrierten (zeitabhängigen) Induktionsspannungen werden mit Hilfe der hergeleiteten Beziehung auf das Zeit-Geschwindigkeit-Gesetz des bewegten Leiters zurückgeföhrt.

Inhalt	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
<p>Technisch praktikable Generatoren:</p> <p>Erzeugung sinusförmiger Wechselspannungen</p>	<p>recherchieren bei vorgegebenen Fragestellungen historische Vorstellungen und Experimente zu Induktionserscheinungen (K2),</p> <p>erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3),</p>	<p>Internetquellen, Lehrbücher, Firmeninformationen, Filme und Applets zum Generatorprinzip</p> <p>Experimente mit drehenden Leiterschleifen in (näherungsweise homogenen) Magnetfeldern, Wechselstromgeneratoren</p>	<p>Hier bietet es sich an, arbeitsteilige Präsentationen auch unter Einbezug von Realexperimenten anfertigen zu lassen.</p>
	<p>erläutern das Entstehen sinusförmiger Wechselspannungen in Generatoren (E2, E6),</p> <p>werten Messdaten, die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. mit einem <i>Messwerterfassungssystem</i> gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5).</p> <p>führen Induktionserscheinungen an einer <i>Leiterschleife</i> auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4),</p>	<p>Messung und Registrierung von Induktionsspannungen mit Oszilloskop und digitalem Messwerterfassungssystem</p>	<p>Der Zusammenhang zwischen induzierter Spannung und zeitlicher Veränderung der senkrecht vom Magnetfeld durchsetzten Fläche wird „deduktiv“ erschlossen.</p>

Inhalt	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
<p>Nutzbarmachung elektrischer Energie durch „Transformation“ Transformator</p>	<p>erläutern adressatenbezogenen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3),</p> <p>ermitteln die Übersetzungsverhältnisse von Spannung und Stromstärke beim <i>Transformator</i> (UF1, UF2).</p> <p>geben Parameter von Transformatoren zur gezielten Veränderung einer elektrischen Wechselspannung an (E4),</p> <p>werten Messdaten, die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. mit einem <i>Messwerterfassungssystem</i> gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5).</p> <p>führen Induktionserscheinungen an einer <i>Leiterschleife</i> auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4),</p>	<p>diverse „Netzteile“ von Elektro-Kleingeräten (mit klassischem Transformator)</p> <p>Internetquellen, Lehrbücher, Firmeninformationen</p> <p>Demo-Aufbautransformator mit geeigneten Messgeräten</p> <p>ruhende Induktionsspule in wechselstromdurchflossener Feldspule - mit Messwerterfassungssystem zur zeitaufgelösten Registrierung der Induktionsspannung und des zeitlichen Verlaufs der Stärke des magnetischen Feldes</p>	<p>Der Transformator wird eingeführt und die Übersetzungsverhältnisse der Spannungen experimentell ermittelt. Dies kann auch durch einen Schülervortrag erfolgen (experimentell und medial gestützt).</p> <p>Der Zusammenhang zwischen induzierter Spannung und zeitlicher Veränderung der Stärke des magnetischen Feldes wird experimentell im Lehrerversuch erschlossen.</p> <p>Die registrierten Messdiagramme werden von den SuS eigenständig ausgewertet.</p>
<p>Energieerhaltung Ohm'sche „Verluste“</p>	<p>verwenden ein physikalisches <i>Modellexperiment zu Freileitungen</i>, um technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie zu demonstrieren und zu erklären (K3),</p> <p>bewerten die Notwendigkeit eines geeigneten Transformierens der Wechselspannung für die effektive Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B1),</p> <p>zeigen den Einfluss und die Anwendung physikalischer Grundlagen in Lebenswelt und Technik am Beispiel der Bereitstellung und Weiterleitung elektrischer Energie auf (UF4),</p> <p>beurteilen Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten zur Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B2, B1, B4).</p>	<p>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>	<p>Hier bietet sich ein arbeitsteiliges Gruppenpuzzle an, in dem Modellexperimente einbezogen werden.</p>

Kontext: Wirbelströme im Alltag (Elektrodynamik)

Leitfrage: Wie kann man Wirbelströme technisch nutzen?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektromagnetische Induktion

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

Inhalt	Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler...	Experiment / Medium	Kommentar
---------------	---	----------------------------	------------------

<p>Lenz'sche Regel</p>	<p>erläutern anhand des <i>Thomson'schen Ringversuchs</i> die Lenz'sche Regel (E5, UF4), bewerten bei technischen Prozessen das Auftreten erwünschter bzw. nicht erwünschter Wirbelströme (B1),</p>	<p>Einleitender Versuch: Untersuchung der Bewegung einer Leiterschleife senkrecht zum Magnetfeld</p> <p>Freihandexperiment: Untersuchung der Relativbewegung eines aufgehängten Metallrings und eines starken Stabmagneten</p> <p>Versuch 11</p> <p>Thomson'scher Ringversuch diverse technische und spielerische Anwendungen, z.B. Dämpfungselement an einer Präzisionswaage, Wirbelstrombremse, „fallender Magnet“ im Alu-Rohr.</p> <p>Internetquellen, Lehrbücher, Firmeninformationen und Filme zu Wirbelstrombremsen in Fahrzeugen. http://www.leifiphysik.de</p> <p>Induktion durch zeitliche Veränderung des Magnetfeldes.</p>	<p>Ausgehend von kognitiven Konflikten bei den Ringversuchen wird die Lenz'sche Regel erarbeitet und</p> <p>zur Deutung diverser technischer und spielerischer Anwendungen genutzt. (Wirbelstrombremse bei Fahrzeugen oder z.B. an der Kreissäge)</p> <p>Erarbeitung von Anwendungsbeispielen zur Lenz'schen Regel (z.B. Wirbelstrombremse bei Fahrzeugen oder an der Kreissäge)</p> <p><u>Anwendungen:</u> Transformator, Generatorprinzip, allg. elektrische Energie</p>
------------------------	--	--	---