Inhalt	Mögliche Methode/ Experiment	Mögliche Kontexte
Optik		
Einführung in Physik	Diverse Experimente	Physik?
Lichtquelle / Lichtempfänger	Brainstorming	Licht und Sehen
Geradlin. Lichtausbreitung	Experimente	Licht und Sehen
Schatten	Experimente	Licht und Sehen
Mondphasen	Demo-Experiment	Erde, Sonne, Mond u. Sterne
Tages.- Jahreszeiten	Demo-Experiment	Erde, Sonne, Mond u. Sterne
Reflexion: Spiegel / Wand (Streuung, Absorption, Reflexion, Durchlässigkeit)	Versch. Experimente	Licht trifft auf Materie
Akustik (-> Bio.) (optional)		
Ton / Geräusche / Klang	Instrumente, Stimmgabel,	Physik (und) (der) Musik
Schallquelle / S.-empfänger	Brainstorming	Physik der Musik
Ton: Schwing., Tonhöhe, Lautstärke, Übertragung	Experiment	Physik des Tons
Lohnende Zusätze		
Planetenprojekt	Recherche, Gruppenvorträge	Sonnensystem
Lochkamera	Bau einer Lochkamera	einfachste Kamera
Ohraufbau	Ohrmodell (mit) Referate	Physik des Hörens
Temperatur und Energie		
Temperaturmessung	Schülerversuche	Warm / Kalt
Längen- Volumenänderung	Schülerversuche, Steigrohr andere Experimente	Warm / Kalt
Temperaturskalen	Eichen eines Thermometers Recherche	Warm / Kalt
Teilchenmodell	Schüler spielen kl.Teilchen, fest, flüssig, gasförmig	Warm / Kalt
Wärme(energie)transport	Experimente, Tiere im Sommer / Winter	Warm / Kalt
Treibhaus	Experiment: Bügeleisen, Thermosäule, Glasplatte	Warm / Kalt

Inhalt	Mögliche Methode/ Experiment	Mögliche Kontexte
Energieformen (Energiewandler, Wertigkeit v. Energie)	Brainstorming	Energie im Alltag
Energieübertragungsketten und Energieerhaltung	An Beispielen z.B. Kohle B3, B10: Beurt. Auswirkun	Wie wird aus Kohle Strom?
Energiespeicher	An Beispielen: Batterie, warmes Wasser,	
Lohnende Zusätze		
Energieeinsparungsprojekt	Recher., Gruppenv., Plakat	Erde zukünftig bewohnen
Wettbewerb: Thermosgefäß	Bau eines Thermosgefäßes	Wärmeenergiespeicherung
Elektrizitätslehre		
Gefahren und sicherer Umgang mit Elektrizität	Experimente (Durchschmoren)	Blitz
Einf. Elektr. Stromkreise	Schülerversuche, E-Praktik.	Schüler experimentiert mit einf. Stromkreisen
Leiter / Nichtleiter	Schülerversuche, E-Praktik.	Schüler experimentiert
Reihen- / Parallel- / Wechsel- Schaltung	Schülerversuche, E-Praktik.	Schüler experimentiert mit einf. Stromkreisen
Spannungsquellen	Brainstorming, Schülerversuche: U Messen	Schüler experimentiert u. messen d. Spannung
Elektrische Geräte	Brainstorming	Was der Strom alles kann
Wirkung d. elektr. Stroms	Demo-Vers. (in Klasse 9)	Was der Strom alles kann
Magnetismus (optional)		
Magnetische Wirkung des elektrischen Stromes	Demo-Versuche	Was der Strom alles kann
Magnete / Magnetfelder	Schülerversuche	

Inhalt	Mögliche Methode/ Experiment	Mögliche Kontexte
Ebene Spiegel		
Einstieg und Wiederholung	„Schatten in der Spiegelwelt“ - Komplexes und verblüffendes Experiment mit Möglichkeiten zur Wiederholung und Erarbeitung des Neuen.	Verdrehte Welt? Spiegelwelten! Unterwegs in der Spiegelwelt!
Reflexionsgesetz	Magnettafel für RG	
Lage und Eigenschaften des Spiegelbildes	Schülerexperimente evtl. vorbereitende Teile als HA (Protokoll!)	Licht und Sehen
Bildkonstruktionen	Wie groß muss der Wandspiegel sein?“	Licht und Sehen
Spiegel im Alltag und/oder gekrümmte Spiegel (nur qualitativ)	Geräte mit Spiegeln nutzen oder bauen (Periskop, Kaleidoskop) Autospiegel (abblenden)	Erde, Sonne, Mond u. Sterne
Brechung		
Brechungsphänomene	Experimente zur Brechung z.B. geknickter Stab, Fische schie-ßen, mind. 1 Schülerexperiment z.B. Münze in Tasse (HA)	Das Licht auf Abwegen!
Brechungsgesetz	Messungen an der Magnettafel (Pglas, Wasser) -> Graphische Auswertung, Diagramme, evtl. Excel	Das Licht auf Abwegen!
Totalreflexion	Experiment	Das Licht auf Abwegen!

Inhalt	Mögliche Methode/ Experiment	Mögliche Kontexte
Sammellinsen		
Einstieg Qualitativer Zusammenhang zw. g,b,f,G,B	Alternativen: Schülerexp. mit Erforschung der Sammellinse Lochkamera -> Kamera Demoexp. mit Linsen	Bilder durch Linsen!
Strahlenkonstruktionen z.B.: Lupe	Magnettafel und evtl. Computereinsatz/ besondere Strahlen Zeichnerische Bildkonstruktion Evtl. Verifizierung der Linsengleichung und einfache Berechnungen	Bilder durch Linsen!
Vertiefung/Vernetzung		Bilder durch Linsen!
Optische Geräte/Auge		
Auge: Aufbau und Funktion, Akkommodation	Aufbau und Funktionsweise des Auges werden erarbeitet und durch Modelle u. Abbildungen veranschaulicht	Mit Auge und Co. Mehr sehen!
Fernrohr	Aufbau eines Fernrohrmodells (Schüler- oder Demoexp.), Prinzip des Zwischenbildes	Mit Auge und Co. Mehr sehen!
Vertiefung: Brille und Weitere opt. Geräte		Mit Auge und Co. Mehr sehen!
Farben/ Strahlung		
Farbsehen, Spektralzerlegung, UV- Infrarot	Recherche, Texte, Demoexp., Spektralanalyse!	Bunte Welt!
Mechanik – grundlegende Größen und Einheiten		
Schreibweisen, Einheiten		
Geschwindigkeit	Staubfiguren	Sport
Kraft und Masse		
Kraft (Definition)	Kugelstoßen, Expander ziehen	Sport, Straßenverkehr
Einheit und Messung – Das Hooke‘sches Gesetz	Kraftmesser, Versuche mit diversen Federn	
Gewichtskraft / Ortsfaktor, Masse		Gewichtskraft auf anderen Planeten
Kräfteparallelogramm	Kräftegleichgewicht an der Magnettafel	Zwei Hunde ziehen in verschiedene Richtungen

Inhalt	Mögliche Methode/ Experiment	Mögliche Kontexte
Einfache Maschinen		
feste und lose Rolle	Versuche zu fester und loser Rolle	auf der Baustelle
Flaschenzug	Versuche zum Flaschenzug	
Hebel		
Hebelgesetz am zweiseitigen und einseitigen Hebel	Schülerversuche zum Hebelgesetz	Wippe
Drehmoment	Winkelscheibe	
Beispiele zum Hebelgesetz	Nussknacker, Fahrrad	
Arbeit / Energie		
Begriff der Arbeit / Hubarbeit	Gedankenexperimente	Baustelle
verschiedene Formen der Arbeit, Voraussetzungen für die Arbeitsformel		
Arbeit bei F senkrecht zu s / Arbeit beim Bergsteigen / Unmöglichkeit, Arbeit zu sparen	Gedankenexperimente	Bergsteigen, Curling
Begriff der Energie / Energieformen		
Energieumwandlung / Energieerhaltung / Energieentwertung		
Beispiele zum Energiesatz	fallender Ball, Gedankenexperimente	Bogenschießen, Autofahren
Schiefe Ebene	Exp. am Modell der schiefen Ebene	Schifahren, Bergsteigen

Inhalt	Mögliche Methode/ Experiment	Mögliche Kontexte
Leistung		
Definition, mögl. Einheiten	Gedankenexperimente, Angaben im KFZ-Brief	Bergsteigen, Leistung eines KFZ
Beispiele	Tabelle typischer Werte	
Druck:		
Definition, Beispiele	Gedankenexperimente	
Kolbendruck	Experimente mit Kolbenprober	
verbundene Gefäße		hydraulische Presse
Schweredruck (Wasser, Luft)	Experimente mit Druckdose	
Auftrieb	Versuche zum Auftrieb	
Auftriebsgesetz	Experiment mit Balkenwaage	
Schwimmen, Schweben, Sinken		Schiff, U-Boot
Beispiele zum Auftrieb		Archimedes, Ballonfahren

Inhalt	Mögliche Methode/ Experiment	Mögliche Kontexte
Magnetismus		
Grundlegende Eigenschaften von Magneten	Serie von kleinen Experimenten mit Interpretation	Magnete und ihre Eigenschaften
Modellvorstellung	Entwicklung des Modells aus experimentellen Ergebnissen und Anwendung des Modells	
Magnetisches Feld	Demonstration von Feldlinienbildern, Interpretation und Begründung	
Erdmagnetismus	Überlegungen zum Verhalten einer Kompassnadel, Darstellung des Feldlinienbildes	Was ist beim Gebrauch eines Kompasses zu beachten?
Wiederholung grundlegender Stromkreise	Sammeln bekannter Grundlagen, Aufbau und Darstellung einfacher Stromkreise	Stromkreise im Alltag
Elektrische Ladung		
Grundlegende Eigenschaften von Ladungen	Serie von kleinen Experimenten und Interpretation	Statische Aufladung
Atombau und elektrische Ladung	Aufgreifen des Atommodells aus der Chemie	
Strom als bewegte Ladung	Folgerungen aus dem Atommodell für die Beweglichkeit von Ladungen, Anwendung auf den Stromkreis	Ladung und Stromkreis
Wirkungen des elektrischen Stromes		
Wärmewirkung	Experiment mit Erwärmung eines Drahtes, Deutung	Woran kann man erkennen, dass Strom fließt?
Anwendungen der Wärmewirkung	Sammeln und Erklären von Geräten aus dem Alltag, evtl. Experimente dazu	Anwendungen des Stromes im Alltag
Chemische Wirkung	Aufgreifen bekannter Zusammenhänge aus der Chemie, evtl. Experiment	Woran kann man erkennen, dass Strom fließt?
Magnetische Wirkung: Feld eines Leiters und einer Spule	Experimente zu Oersted und Feldlinienbildern, Begründung des Spulenfeldes	Woran kann man erkennen, dass Strom fließt?
Technische Anwendungen der magnetischen Wirkung	Theoretische und experimentelle Behandlung von Beispielen im Modellversuch und am realen Gerät	Anwendungen des Stromes im Alltag
Elektrische Messgeräte	Demonstrationsversuche zum Grundprinzip, Modelle, reale Messgeräte, Einsatz des Vielfachmessgerätes im Stromkreis	Messen von Stromstärken

Inhalt	Mögliche Methode/ Experiment	Mögliche Kontexte
Elektrische Größen und ihre Zusammenhänge		
Stromstärke I und Ladung Q	Überlegungen und Definition zu I und Q und ihrem Zusammenhang, evtl. Vergleich mit Modellen	Beschreiben und Berechnen von elektrischen Geräten und Stromkreisen
Spannung U	Versuch zur Definition von Spannung, Auswertung, Definition, Schüler sammeln Beispiele	Beschreiben und Berechnen von elektrischen Geräten und Stromkreisen
Elektrische Energie W und Leistung P	Übertrag mechanischer Kenntnisse auf die elektrische Situation, Messen von Energie und Leistung, Schüler sammeln Beispiele aus dem Alltag, Berechnungen und Problematisierung	Beschreiben und Berechnen von elektrischen Geräten und Stromkreisen
Ohmsches Gesetz und Widerstand R	Versuch zum Zusammenhang zwischen U und I, Definition von R als Konsequenz, Berechnungsbeispiele	Beschreiben und Berechnen von elektrischen Geräten und Stromkreisen
Temperaturabhängigkeit des Widerstandes	Untersuchung von Glühlampen und anderen Bauelementen, Diskussion der Gültigkeit des Ohmschen Gesetzes und der Definition für R, Besprechen von Anwendungen	Beschreiben und Berechnen von elektrischen Geräten und Stromkreisen
Widerstand eines Drahtes	Problematisieren der Notwendigkeit, R vorauszuberechnen, Planung und Durchführung des Experimentes, Auswertung, Rechenbeispiele	Beschreiben und Berechnen von elektrischen Geräten und Stromkreisen
Reihen- und Parallelschaltung		
Gesetze der Reihenschaltung	Einstiegsexperiment zur Problematik, Schülerexperimente mit Messung aller relevanten Größen, Aufstellung der Gesetze durch Schülergruppen auf dieser Grundlage	Stromkreise mit mehreren Verbrauchern
Berechnungen und Anwendungen zur Reihenschaltung	Berechnungsbeispiele, Berechnung des Einstiegsexperimentes und von Stromkreisen aus dem Alltag, auch selbstständig durch Schülergruppen	Stromkreise mit mehreren Verbrauchern
Gesetze der Parallelschaltung	Schülerexperimente, Aufstellung der Gesetze durch Schülergruppen	Stromkreise mit mehreren Verbrauchern
Berechnungen und Anwendungen zur Parallelschaltung	Berechnungsbeispiele, auch aus dem Alltag, selbstständig	Stromkreise mit mehreren Verbrauchern
kombinierte Reihen- und Parallelschaltungen	Berechnungsbeispiele für Gesamtwiderstände und komplette Schaltungen, auch selbstständig	Stromkreise mit mehreren Verbrauchern

Inhalt	Mögliche Methode/ Experiment	Mögliche Kontexte
Induktion, Generator, Transformator		
Lorentzkraft	Demonstration des Phänomens, Experimentelle Untersuchung der Eigenschaften, Formulierung der Dreifingerregel	Erzeugen und Transformieren von Wechselspannung
Grundphänomen Induktion	Demonstrationsversuch zum Grundprinzip	
Generator	Experimente mit Generatormodell, Theorie	Erzeugen und Transformieren von Wechselspannung
Transformator	Experiment zum unbelasteten Transformator	Erzeugen und Transformieren von Wechselspannung
Radioaktivität und Kernenergie		
Aufbau der Atome	Recherchieren in unterschiedlichen Quellen (Print- und elektronische Medien)	Aufbau der Materie
Ionisierende Strahlung	Demo-Experiment (Entladung Elektroskop)	Radioaktivität In Technik und Medizin
Zerfallsreihen, Halbwertszeit	Simulation (Computer)	
Anwendung der Radioaktivität	Referate, Film, Computeranimation	
Strahlenschäden, Strahlenschutz	Referate	
Energie aus dem Atomkern	Recherchieren, Referate, Film	Energie
Nutzen und Risiko der Kernenergie	Recherchieren, Referate, Film	Kraftwerke

Übersicht der Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
Bewegungen in Alltag, Sport und Straßenverkehr Wie lassen sich Bewegungen vermessen und analysieren?	*Mechanik* • Kinematik • Dynamik, Kräfte • Energie und Impuls	E7 Arbeits- und Denkweisen K4 Argumentation E5 Auswertung E6 Modelle UF2 Auswahl
Es geht rund! Kreisbewegungen verstehen! Anwendungen auf dem „Jahrmarkt“ Unser Sonnesystem	*Mechanik* • Kreisbewegungen • Gravitation	UF4 Vernetzung E3 Hypothesen E6 Modelle E7 Arbeits- und Denkweisen
Von der Schwingung zur Welle	*Mechanik* • Schwingungen und Wellen	E2 Wahrnehmung und Messung UF1 Wiedergabe K1 Dokumentation

1. Kontext: *Physik und Sport*

Leitfrage*:* Wie lassen sich Bewegungen vermessen, analysieren und optimieren?
Inhaltliche Schwerpunkte: Kräfte und Bewegungen, Energie und Impuls

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
(K4) physikalische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren.
(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,
(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

Inhalt	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Mögliche Methode/Experiment**
Kinematik -gleichförmige Bewegung - gleichmäßig beschleunigte Bewegung - freier Fall	unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen (UF2), planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Zusammenhänge (u.a. zur Analyse von Bewegungen), führen sie durch, werten sie aus und bewerten Ergebnisse und Arbeitsprozesse (E2, E5, B1), stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (u. a. *t-s-* und *t-v-* Diagramme, Vektordiagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3), erschließen und überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E5), bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (u.a. Tabellenkalkulation, GTR) (E6),	Luftkissenfahrbahn, Schülerfahrbahnen, Viana
- waagerechter Wurf - senkrechter (und schiefer Wurf)	vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition (E1),	Schussapperatur Viana-Vorlage

Inhalt	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Mögliche Methode/Experiment**
Dynamik I Newton'sche Gesetze, Kräfte und Bewegung - Trägheit - $F := m \cdot a$ - schiefe Ebene - Reibung	berechnen mithilfe des Newton'schen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner oder mehrerer Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6), entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E1, E4), reflektieren Regeln des Experimentierens in der Planung und Auswertung von Versuchen (u. a. Zielorientierung, Sicherheit, Variablenkontrolle, Kontrolle von Störungen und Fehlerquellen) (E2, E4), geben Kriterien (u.a. Objektivität, Reproduzierbarkeit, Widerspruchsfreiheit, Überprüfbarkeit) an, um die Zuverlässigkeit von Messergebnissen und physikalischen Aussagen zu beurteilen, und nutzen diese bei der Bewertung von eigenen und fremden Untersuchungen (B1),	Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung: Messung der Beschleunigung eines Körpers in Abhängigkeit von der beschleunigenden Kraft Protokolle: Funktionen
Dynamik II Energie und Leistung Impuls Energie-/Arbeitsformen Energie-/Impulserhaltung kurz: Leistung	erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Arbeit, Energie, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4), analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (E1, UF1), verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6), beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1), begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4), bewerten begründet die Darstellung bekannter mechanischer und anderer physikalischer Phänomene in verschiedenen Medien (Printmedien, Filme, Internet) bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (K2, K4),	Luftkissenfahrbahn mit digitaler Messwerterfassung: Messreihen zu elastischen und unelastischen Stößen

2. Kontext: *Es geht rund!*

Leitfrage: Wie kann man Kreisbewegungen beschreiben?
Inhaltliche Schwerpunkte: Kreisbewegung, Kräfte, Scheinkräfte, Gravitation

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können…

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.
(E3) mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten,
(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.

Inhalt	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**
Kreisbewegungen	analysieren und berechnen auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6),	Messung der Zentralkraft An dieser Stelle sollen das experimentell-erkundende Verfahren und das deduktive Verfahren zur Erkenntnisgewinnung am Beispiel der Herleitung der Gleichung für die Zentripetalkraft als zwei wesentliche Erkenntnismethoden der Physik bearbeitet werden.
Newton'sches Gravitationsgesetz, Gravitationsfeld	beschreiben Wechselwirkungen im Gravitationsfeld und verdeutlichen den Unterschied zwischen Feldkonzept und Kraftkonzept (UF2, E6),	Arbeit mit dem Lehrbuch, Recherche im Internet

3. Kontext: *Schall*

Leitfrage: Wie lässt sich Schall physikalisch untersuchen?
Inhaltliche Schwerpunkte: Schwingungen und Wellen, Kräfte und Bewegungen, Energie und Impuls

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können…

(E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,
(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien/Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,
(K1) Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten nach gegebenen Strukturen dokumentieren und stimmig rekonstruieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge

Inhalt	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**
Entstehung und Ausbreitung von Schall	erklären qualitativ die Ausbreitung mechanischer Wellen (Transversal- oder Longitudinalwelle) mit den Eigenschaften des Ausbreitungsmediums (E6),	Stimmgabeln, Lautsprecher, Frequenzgenerator, Frequenzmessgerät, Schallpegelmesser, rußgeschwärzte Glasplatte, Schreibstimmgabel, Klingel und Vakuumglocke
Modelle der Wellenausbreitung	beschreiben Schwingungen und Wellen als Störungen eines Gleichgewichts und identifizieren die dabei auftretenden Kräfte (UF1, UF4),	Lange Schraubenfeder, Wellenwanne
Erzwungene Schwingungen und Resonanz	erläutern das Auftreten von Resonanz mithilfe von Wechselwirkung und Energie (UF1).	Stimmgabeln

Inhalt	**Kompetenzen**
Quantenobjekte: Erforschung des Lichtes (klassisch Welle)	Die Schülerinnen und Schüler
2-dim Wellen, Wellenwanne (7), mechanische Wellen Beugung und Interferenz, Kreiswellen, ebene Wellen, Beugung, Brechung, Reflexion (MS), Huygens	- 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),
Klassische Wellenoptik Beugung und Interferenz, Lichtwellenlänge, Lichtfrequenz, Doppelspalt (4) und Gitter (5) (nicht: Einzelspalt, Auflösungsvermögen, Interferenz an dünnen Schichten)	- bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit dem *Doppelspalt* und *Gitter*(E5),
Quantenobjekte: Erforschung des Elektrons (klassisches Teilchen)	Die Schülerinnen und Schüler…
Verhalten von Elektronen in elektrischen und magnetischen Feldern: Wiederholung aus SI: Ladung (Elektroskop, Bandgenerator, Influenz)	
Elektrisches Feld, Feldlinien, elektrische Feldstärke (Def.), elektrische Spannung, Milikan-Versuch (1) (ohne Herleitung), Elementarladung, Braunsche Röhre (ohne Ablenkkondensator) Wiederholung aus SI: Feldlinien, Magnetfeld um stromdurchfl. Leiter (Oersted) Magnetisches Feld, Leiterschaukel (8), Lorentzkraft, Stromwaage, magnetische Feldstärke (Def.), Lorentzkraft (Formel), Halleffekt, Fadenstrahlrohr (3), Elektronenmasse, Zyklotron (25) (Beispiel für Teilchenbeschleuniger)	- beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen (UF2, UF1) - definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2), - bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2), - erläutern anhand einer vereinfachten Version des *Millikanversuchs* die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1, E5), - bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe der Drei-Finger-Regel (UF2, E6) - modellieren Vorgänge im *Fadenstrahlrohr* (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),

Inhalt	Kompetenzen
Quantenobjekte: Photonen und Elektronen als Quantenobjekte	Die Schülerinnen und Schüler
Photoeffekt (6), Photon h-Bestimmung mit der Gegenfeldmethode, Austrittsarbeit, Quantelung der Energie von Licht, Taylorexperiment, Welle-Teilchen-Dualismus, Quantenobjekt / Wahrscheinlichkeitsinterpretation, (Kopenhagener Deutung) nicht: Comptoneffekt, Paarbildung	- demonstrieren anhand eines Experiments zum Photoeffekt den Quantencharakter von Licht und bestimmen den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen sowie die Austrittsarbeit der Elektronen (E5, E2), - untersucht, ergänzend zum Realexperiment, Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten (E6)
Elektronenbeugung (2), Streuung von Elektronen an Festkörpern, de Broglie-Wellenlänge, Elektron als Quantenobjekt Licht und Materie, Kopenhagener Deutung	- 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) - erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7), - verdeutlichen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte unter Verwendung geeigneter Darstellungen (Graphiken, Simulationsprogramme) (K3), - zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4), - beschreiben und diskutieren die Kontroverse um die Kopenhagener Deutung und den Welle-Teilchen-Dualismus (B4, K4)

Inhalt	**Kompetenzen**
Elektrodynamik: Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Trafo	Die Schülerinnen und Schüler
Elektromagnetische Induktion, Induktionsspannung, Leiterschleife (A´) (9), Spule im Magnetfeld (B´), allgemeines Induktionsgesetz Thomsonscher Ringversuch (11), Lenzsche Regel (kein(e): Selbstinduktion, verzögertes Einschalten, Schwingkreis, elektromagn. Welle)	- definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2), - 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), - erläutern anhand des Thomson‘schen Ringversuchs die Lenz‘sche Regel (E5, UF4), - bewerten bei technischen Prozessen das Auftreten erwünschter bzw. nicht erwünschter Wirbelströme (B1)
Wandlung von mechanischer in elektrische Energie: (Anwendung Induktionsgesetz) Erzeugung sinusförmiger Wechselspannung, Generator (12), Oszilloskop (13), Transformatorprinzip, Transformator (10), Übersetzung von Spannung und Stromstärke Nutzbarmachung elektrischer Energie durch „Transformation“ [Öffentliches Stromnetz: Gleich-/Wechselstrom (U, I, Q, P, W)] Energieerhaltung, Ohm‘sche „Verluste“ ($W = I^2 R$), Modellexperiment zur Freileitung (14)?	- werten Messdaten, die mit einem Oszilloskop bzw. mit einem Messwert-erfassungssystem gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5) - erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3), - erläutern das Entstehen sinusförmiger Wechselspannungen in Generatoren (E2, E6), - ermitteln die Übersetzungsverhältnisse von Spannung und Stromstärke beim Transformator (UF1, UF2), - geben Parameter von Transformatoren zur gezielten Veränderung einer elektrischen Wechselspannung an (E4), - verwenden ein physikalisches Modellexperiment zu Freileitungen, um technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie zu demonstrieren und zu erklären (K3), - bewerten die Notwendigkeit eines geeigneten Transformierens der Wechselspannung für die effektive Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B1), - zeigen den Einfluss und die Anwendung physikalischer Grundlagen in Lebenswelt und Technik am Beispiel der Bereitstellung und Weiterleitung elektrischer Energie auf (UF4), - beurteilen Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten zur Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B2, B1, B4) - recherchieren bei vorgegebenen Fragestellungen historische Vorstellungen und Experimente zu Induktionserscheinungen (K2)

Inhalt	**Kompetenzen**
Strahlung und Materie: Kernphysik	Die Schülerinnen und Schüler
Kernaufbau (Proton, Neutron, Nuklide, Isotope), Nuklidkarte	- erläutern mithilfe des aktuellen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3, E6),
Strahlungsarten: (α, β, γ, n, Schwerionen-Strahlung), Umwandlungsgleichungen, Historisches (Curie, Meitner, ...) Elementumwandlung, (Nuklidkarte), Halbwertzeiten, Kernreaktionen: Kernspaltung und Kernfusion Detektoren: Geiger-Müller-Zählrohr (15), andere Absorptionsdetektoren (16), Zählraten	- unterscheiden α-, β-, γ-Strahlung und Röntgenstrahlung sowie Neutronen- und Schwerionenstrahlung (UF3), - erläutern den Nachweis unterschiedlicher Arten ionisierender Strahlung mithilfe von *Absorptionsexperimenten* (E4, E5), - erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungsprozesse (UF1, K1), - bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (UF1, E2),
Biologische Wirkung ionisierender Strahlung und Energieaufnahme im menschlichen Gewebe Dosimetrie	- beschreiben Wirkungen von ionisierender und elektromagnetischer Strahlung auf Materie und lebende Organismen (UF1), - bereiten Informationen über wesentliche biologisch-medizinische Anwendungen und Wirkungen von ionisierender Strahlung auf (K2, K3, B3, B4), - begründen in einfachen Modellen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, UF4), - erläutern das Vorkommen künstlicher und natürlicher Strahlung, ordnen deren Wirkung auf den Menschen mithilfe einfacher dosimetrischer Begriffe ein, bewerten Schutzmaßnahmen im Hinblick auf die Strahlenbelastungen des Menschen im Alltag (B1, K2), - bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung physikalischer Prozesse, u. a. von ionisierender Strahlung, auf der Basis medizinischer, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Gegebenheiten (B3, B4), - bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung ionisierender Strahlung unter Abwägung unterschiedlicher Kriterien (B3, B4)

Inhalt	Kompetenzen
Strahlung und Materie: Elementarteilchenphysik	Die Schülerinnen und Schüler
Elementarteilchenphysik: Standardmodell, Austauschteilchen (Virtuelles) Photon als Austauschteilchen der elektromagnetischen Wechselwirkung Konzept der Austauschteilchen vs. Feldkonzept	- 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)
Relativität von Raum und Zeit: Relativitätstheorie	Die Schülerinnen und Schüler
Wdh.: Raum und Zeit klassisch	
Michelson-Morley-Experiment (22), Einstein-Postulate, Relativität von Zeit und Raum, Gleichzeitigkeit, Lichtuhr (23), Zeitdilatation, μ-Experiment (24), Plausibilitätstbetrachtung der Längenkontraktion	- interpretieren das Michelson-Morley-Experiment als ein Indiz für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4), - diskutieren die Bedeutung von Schlüsselexperimenten bei physikalischen Paradigmenwechseln an Beispielen aus der Relativitätstheorie (B4, E7) - erläutern qualitativ den Myonenzerfall in der Erdatmosphäre als experimentellen Beleg für die von der Relativitätstheorie vorhergesagte Zeitdilatation (E5, UF1), - erklären anschaulich mit der Lichtuhr grundlegende Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie und ermitteln quantitativ die Formel für die Zeitdilatation (E6, E7), - erläutern die relativistische Längenkontraktion über eine Plausibilitäts-betrachtung (K3), - beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3). - begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von 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),

Ruhemasse und dynamische Masse	- erläutern die Energie-Masse Äquivalenz (UF1). - zeigen die Bedeutung der Beziehung $E = mc^2$ für die Kernspaltung und -fusion auf (B1, B3)
Zyklotron (25), Synchro-Zyklotron, Synchrotron	- erläutern die Funktionsweise eines *Zyklotrons* und argumentieren zu den Grenzen einer Verwendung zur Beschleunigung von Ladungsträgern bei Berücksichtigung relativistischer Effekte (K4, UF4),