

Fachschaft Physik am SGO

Fachcurriculum 5 – 6 (G9)

(Stand: 29. November 2019)

1. Grundlage des Fachcurriculums Physik

Grundlage des vorliegenden Curriculums Physik ist der entsprechende [Kernlehrplan](#) für das Fach für den neunjährigen gymnasialen Bildungsgang in NRW sowie das Leitbild des Städtischen Gymnasiums Olpe.

2. Leitbild

Die Leitlinien des Zusammenlebens in unserer Schulgemeinschaft sind die Verantwortung für sich, für andere und für die Gemeinschaft sowie Toleranz und Mitmenschlichkeit als die Grundlagen für das gemeinsame Wirken. Verantwortung für sich und für das eigene Handeln kann wahrnehmen, wer über Selbstvertrauen und Vertrauen in die erworbenen Fähigkeiten und Kenntnisse verfügt.

Wir als Fachschaft Physik erreichen dies, indem wir durch unser vielschichtiges unterrichtliches Angebot (Ergänzungsstunde für die Biologie in Klasse 5, JIA als WPfII-Fach etc.) und außerunterrichtliches Angebot den Einzelnen beim Erwerb von Grundlagen- und Fachwissen fördern (z.B. in Wettbewerben zum Thema LEGO Mindstorm, Brückenbau, der Physikolympiade etc.).

Darüber hinaus fordern wir einen aktiven und kritischen Umgang mit Medien, Gegenständen und der schulischen Ausstattung ein.

Verantwortung für die Gemeinschaft bedeutet die Akzeptanz gemeinsamer Regeln sowie Kooperations- und Kommunikationsbereitschaft.

Wir als Fachschaft Physik erreichen dies, indem wir die vereinbarten Regeln für das Zusammenleben in unserer Schule beachten und für deren Einhaltung eintreten (z. B. Einhalten von klaren Regeln unter Berücksichtigung sicherheitsrelevanter Aspekte in kooperativen Arbeitsphasen oder in Experimenten).

Außerdem ist es unser Ziel, eine Wertschätzungskultur zu entwickeln, die der Nachhaltigkeit unter ökologischen Gesichtspunkten Rechnung trägt.

Toleranz und Mitmenschlichkeit im Umgang miteinander bedeuten für uns die Grundlage allen Handelns. Auf dieser Basis ist ein friedliches, vertrauensvolles Miteinander möglich.

Dafür setzen wir uns als Fachschaft Physik aktiv ein, indem wir unsere Schule nach außen öffnen und mit den regionalen Anbietern aus Wirtschaft und Wissenschaft eng kooperieren, um für Schülerinnen und Schüler, Lehrerinnen und Lehrer den Horizont zu erweitern.

3. Medienkonzept

Wir als Fachschaft Physik orientieren uns am Medienkompetenzrahmen NRW, indem wir die Kriterien des Kompetenzrahmens mit den anderen naturwissenschaftlichen Fächern abgleichen und für das Fach Physik in den jeweiligen Unterrichtsvorhaben konkretisieren. Anregungen zur Umsetzung der Methoden befinden sich ebenfalls in den jeweiligen Unterrichtsvorhaben.

4. Verbraucherbildung

Unser Kernlehrplan integriert die Ziele der Rahmenvorgabe Verbraucherbildung. Zum Ende der Erprobungsstufe können die Schülerinnen und Schüler u.a.

- die Möglichkeiten zur sparsamen Nutzung elektrischer Energie im Haushalt nennen und diese unter verschiedenen Kriterien bewerten. (VB Ü, VB D, Z1, Z3, Z5)
- die Maßnahmen benennen und beurteilen, die in verschiedenen Alltagssituationen zur Vermeidung von und zum Schutz vor Lärm ergriffen werden können, (VB B, VB D, Z3)
- die Lärmbelastungen bewerten und daraus begründete Konsequenzen ziehen. (VB B, VB D, Z1, Z3)

5. Paralleles Arbeiten

Aufgrund der Reihenfolge der Unterrichtsvorhaben und den dort vorgeschlagenen Zeiteinheiten ist paralleles Arbeiten über die obligatorischen Absprachen hinaus gegeben. Die Ausgestaltung der einzelnen Stunden ist der jeweiligen Lehrkraft überlassen.

6. Fachübergreifendes Arbeiten

Fachübergreifendes Arbeiten ist zur nachhaltigen Vernetzung von Unterrichtsinhalten Querschnittsaufgabe aller Fächer. Wir erreichen dies, indem wir mit folgenden Fächern inhaltlich kooperieren: Biologie, Englisch, Mathematik, Religion und Musik. Konkrete Hinweise befinden sich in den einzelnen Unterrichtsvorhaben.

7. Übergang von der Sekundarstufe 1 in die Oberstufe

Zur Erleichterung des Übergangs werden im Rahmen einer Sommerakademie die für die Oberstufe relevanten Unterrichtsinhalte der Sekundarstufe 1 benannt, Arbeitsmethoden besprochen und unterstützende Materialien wie Übungsaufgaben und Beispielklausuren vorgestellt, die die Schülerinnen und Schüler auch auf der Homepage wiederfinden.

8. Leistungsbewertung

Auf der Basis der §§48 und 70 des SCHG sowie des §6 der APO-SI und unter Berücksichtigung des Kernlehrplans für das Fach Physik am Gymnasium trifft die Fachkonferenz folgende Vereinbarung:

Im Sinne der Orientierung an Standards sind grundsätzlich alle im schulinternen Curriculum ausgewiesenen Bereiche der prozessbezogenen und konzeptbezogenen Kompetenzen bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Dabei kommt dem Bereich der prozessbezogenen Kompetenzen der gleiche Stellenwert zu wie den konzeptbezogenen Kompetenzen.

Die Entwicklung von prozess- und konzeptbezogenen Kompetenzen lässt sich durch genaue Beobachtung von Schülerhandlungen feststellen. Dabei ist zu beachten, dass Ansätze und Aussagen, die auf nicht ausgereiften Konzepten beruhen, durchaus konstruktive Elemente in Lernprozessen sein können. Die Beobachtungen erfassen die Qualität, Häufigkeit und Kontinuität der Beiträge, die die Schülerinnen und Schüler im Unterricht einbringen. Diese Beiträge sollen unterschiedliche mündliche, schriftliche und praktische Formen in enger Bindung an die Aufgabenstellung und das Anspruchsniveau der jeweiligen Unterrichtseinheit umfassen. Gemeinsam ist diesen Formen, dass sie in der Regel einen längeren, abgegrenzten, zusammenhängenden Unterrichtsbeitrag einer einzelnen Schülerin, eines einzelnen Schülers bzw. einer Gruppe von Schülerinnen und Schülern darstellen.

Zu den mündlichen Unterrichtsbeiträgen zählen:

- mündliche Beiträge wie Hypothesenbildung, Lösungsvorschläge, Darstellen von Zusammenhängen und Bewerten von Ergebnissen,
- qualitatives und quantitatives Beschreiben von Sachverhalten, auch in mathematisch symbolischer Form, Analyse und Interpretation von Texten, Graphiken und Diagrammen,
- selbstständige Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten,
- Beiträge zur gemeinsamen Gruppenarbeit, Präsentation von Referaten,
- Unterrichtsbeiträge auf der Basis der Hausaufgaben.

Die Unterrichtsbeiträge werden vom Lehrer gemäß ihrer Qualität und Quantität bewertet. Beurteilungskriterien hierbei sind u.a.:

- sachgerechte Erläuterungen, Diskussionen sowie Argumentationen, logische Gedankenführung und Verständlichkeit,
- korrekte, angemessene Verwendung der Fachsprache,
- fachliche Richtigkeit und Vollständigkeit,
- Grad der Selbständigkeit unter Berücksichtigung der Komplexität des Sachverhaltes, Herangehensweise an Schülerversuche, Präzision beim Experimentieren sowie Auswerten.

Zu den schriftlichen Unterrichtsbeiträgen zählen:

- Dokumentationen zu Aufgaben, Untersuchungen und Experimenten, Protokollen, Präsentationen und Modellen,
- Führung eines Heftes oder Portfolios,
- kurze schriftliche Übungen pro Halbjahr.

In der Regel werden 2 schriftliche Übungen pro Halbjahr angefertigt. Inhaltlich sollen sich diese auf Unterrichtsinhalte der 4-6 Unterrichtsstunden beziehen. Zeitlich sollen die schriftlichen Übungen auf 15 Min. begrenzt werden. Es soll zur Beurteilung ein Punktschema verwendet werden. Dabei sind die Noten 1-4 äquidistant oberhalb der 50%-Grenze und die Noten 5 und 6 äquidistant unterhalb der 50% Grenze anzusetzen. Die 2 schriftlichen Übungen werden in der Regel angekündigt. Sie können durch mehrere unangekündigte Kurzkontrollen (Dauer: 5 – 10 min.) ersetzt werden.

Jahrgangsstufe 6: Inhaltsfeld: Temperatur und Wärme

Medienkriterium: MKR2.1 und MKR2.2: nach Anleitung physikalisch-technische Informationen aus analogen und digitalen Medien (altersgemäße Fachtexte, Filme, Tabellen, Diagramme, Abbildungen, Schemata) entnehmen, sowie deren Kernaussagen wiedergeben und die Quelle notieren

Zeit	Bezug zu den Inhaltsfeldern	Experimente/Methoden/Anregungen	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung
1-2. UE	Thermometer	S-Versuch: Bau eines Thermometers im Modell; Skalierung eines Thermometers	<ul style="list-style-type: none"> die Entstehung der Celsiusskala und der Kelvinskala zur Temperaturmessung erläutern (UF1)
3. UE	Temperaturmessung	Messdaten werden aufgenommen und in einem Diagramm dargestellt. Medien / Methoden: Eingabe der Daten in Excel	<ul style="list-style-type: none"> Temperaturen mit analogen und digitalen Instrumenten messen (E2, E3) Erhobene Messdaten zur Temperaturentwicklungen nach Anleitung in Tabellen und Diagrammen übertragen (E4, K1)
4.-6. UE	Volumen- und Längenänderung bei Erwärmung und Abkühlung	Einfache Heimexperimente; S-Versuch: Erarbeitung der Funktionsweise des Bimetallstreifens im Modellversuch Medien / Methoden: Erklärvideo	<ul style="list-style-type: none"> an Beispielen aus dem Alltag und Technik Auswirkungen der Wärmeausdehnung von Körpern und Stoffen beschreiben. (UF4, UF1) die Auswirkungen der Anomalie des Wassers und deren Bedeutung für natürliche Vorgänge beschreiben (UF4, UF1) aus Beobachtungen und Versuchen zu Wärmephänomenen (u.a. Wärmeausdehnung, Wärmetransport, Änderung von Aggregatzuständen) einfache Schlussfolgerungen ziehen und diese nachvollziehbar darstellen (E3, E5, K3) Aggregatzustände, Übergänge zwischen ihnen sowie die Wärmeausdehnung von Stoffen mit einem einfachen Teilchenmodell erklären (E6, UF1, UF3)
7. UE	Aggregatzustände (Teilchenmodell)	Langzeitbeobachtung: Eiswürfel im Glas.	<ul style="list-style-type: none"> die Begriffe thermische Energie, Temperatur und Wärme unterscheiden und sachgerecht verwenden (UF1, UF2)
8.-9. UE	Energieübergang zwischen Körpern bei verschiedenen Temperaturen	Internetrecherche; Referat Fachübergreifende Bezüge: Biologie: Tiere im Winter	<ul style="list-style-type: none"> Verfahren zur Wärmedämmung anhand der jeweils relevanten Formen des Wärmetransports (Mitführung, Leitung, Strahlung) sowie eines einfachen Teilchenmodells erklären (UF3, UF2, UF1, UF4, E6) reflektiert und verantwortungsvoll Schutzmaßnahmen gegen Gefahren durch Verbrennung und Unterkühlung begründen (B1, B2, B3, B4)

Jahrgangsstufe 6: Inhaltsfeld: Elektrischer Strom und Magnetismus

Medienkriterium: MKR2.1 und MKR2.2: nach Anleitung physikalisch-technische Informationen aus analogen und digitalen Medien (altersgemäße Fachtexte, Filme, Tabellen, Diagramme, Abbildungen, Schemata) entnehmen, sowie deren Kernaussagen wiedergeben und die Quelle notieren

Zeit	Bezug zu den Inhaltsfeldern	Experimente/Methoden/Anregungen	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung
10.UE	Sicherer Umgang mit Elektrizität,	Die Sicherheitsregeln im Physikunterricht beim Umgang mit elektrischen Geräten werden vorgestellt Nennspannungen verschiedener elektrischer Geräte und Quellen werden zusammengetragen und verglichen.	<ul style="list-style-type: none"> • auf einem grundlegendem Niveau (Sichtung mit Blick auf Nennspannung, offensichtliche Beschädigungen, Isolierung) über die gefahrlose Nutzbarkeit von elektrischen Geräten entscheiden (B1,B2,B3)
11.-14. UE	Stromkreise, Reihenschaltung, Parallelschaltung, UND- und ODER-Schaltung	Schüler bauen in Kleingruppen die einzelnen Schaltungen selbstständig auf. (Schülerexperimente) und untersuchen die Funktionsweisen dieser Schaltungen	<ul style="list-style-type: none"> • den Bau einfacher elektrischer Stromkreise erläutern und die Verwendung von Reihen- und Parallelschaltungen begründen (UF2,UF3,K4) • zweckgerichtet einfache elektrische Schaltungen planen und aufbauen, auch als Parallel- und Reihenschaltung sowie UND- bzw. ODER-Schaltung (E1,E4,K1) • Stromkreise durch Schaltsymbole und Schaltpläne darstellen und einfache Schaltungen nach Schaltplänen aufbauen (E4,K3)
15.-16.UE	Leiter und Isolatoren	S-Versuch: Verschiedene Körper werden auf ihre Leitfähigkeit untersucht Demonstrationsversuch: Flüssigkeiten werden auf ihre Leitfähigkeit untersucht	<ul style="list-style-type: none"> • in eigenständig geplanten Versuchen die Leitungseigenschaften verschiedener Stoffe ermitteln und daraus Schlüsse zu ihrer Verwendbarkeit auch unter Sicherheitsaspekten ziehen(E4,E5,K1) • mit einem einfachen Elektronen-Atomrumpf-Modell Stromfluss und Wärmewirkung in Stromkreisen erklären(E6)
17.-19. UE	Wirkungen des elektrischen Stroms	Internetrecherche;	<ul style="list-style-type: none"> • Stromwirkungen (Wärme, Licht, Magnetismus) und damit verbunden Energieumwandlungen fachsprachlich angemessen beschreiben und Beispiele für ihre Nutzung in elektrischen Geräten angeben (K3, UF1, UF4)
20.UE	<i>Energiewandler; Energietransportkette</i>	<i>Die Energieübertragung wird in unterschiedlichen Experimenten untersucht, das Flussdiagramm eingeführt.</i> Medien / Methoden: Erklärvideo zum Dampfboot	<ul style="list-style-type: none"> • die Funktionsweise von elektrischen Sicherungseinrichtungen (Schmelzsicherung,Sicherungsautomat,Schutzleiter) in Grundzügen erklären (UF1, UF4) • an Beispielen von elektrischen Stromkreisen den Energiefluss sowie die Erhaltung und Entwertung von Energie darstellen (UF1, UF3, UF4) • Möglichkeiten zum sparsamen Gebrauch von Elektrizität im Haushalt nennen und diese unter verschiedenen Kriterien bewerten (B1, B2, B3, B4)

Zeit	Bezug zu den Inhaltsfeldern	Experimente/Methoden/Anregungen	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung
21.-22UE	Grundlegende Eigenschaften von Dauermagneten	Stationenlernen: In verschiedenen Stationen werden die grundlegenden Eigenschaften von Dauermagneten erarbeitet.	<ul style="list-style-type: none"> • ferromagnetische Elemente benennen (UF1) • durch systematisches Probieren einfache magnetische Phänomene erkunden (E3, E4, K1) • die Magnetisierung bzw. Entmagnetisierung von Stoffen sowie die Untrennbarkeit der Pole mithilfe des Modells der Elementarmagnete erklären (E6,K3,UF1) • Kräfte zwischen Magneten sowie magnetisierbaren Stoffen mit der Fernwirkung über magnetische Felder erklären (UF1,E6) • in Grundzügen Eigenschaften des Magnetfelds der Erde beschreiben und die Funktionsweise eines Kompasses erklären (UF3,UF4) • mit dem Modell der Feldlinien die Richtung und Stärke magnetischer Kräfte im Raum darstellen (E6,K3) • Maßnahmen zum Schutz vor unerwünschten Magnetfeldern begründen(B1,B2,B3,B4)
23. UE	Magnetisierung und Entmagnetisierung; Das Modell der Elementarmagnete	S-Versuch: Ein Nagel wird magnetisiert und entmagnetisiert. Das Phänomen wird mithilfe des Modells der Elementarmagnete erklärt.	
24. UE	Magnetfelder von Dauermagneten und der Erde	Demonstrationsversuch: Magnetfeld von Hufeisenmagnet und Stabmagnet Internetrecherche: Magnetfeld der Erde Fachübergreifende Bezüge: Biologie: Vogelzug	

Jahrgangsstufe 6: Inhaltsfeld: Licht

Medienkriterium: MKR2.1 und MKR2.2: nach Anleitung physikalisch-technische Informationen aus analogen und digitalen Medien (altersgemäße Fachtexte, Filme, Tabellen, Diagramme, Abbildungen, Schemata) entnehmen, sowie deren Kernaussagen wiedergeben und die Quelle notieren

Zeit	Bezug zu den Inhaltsfeldern	Experimente/Methoden/Anregungen	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung
25. UE	Licht und Sehen; Lichtquellen und Lichtempfänger; Ausbreitung von Licht	Heimexperimente mit der Taschenlampe; Demonstrationsversuch: Laser – Ausbreitung von Licht Das Strahlenmodell wird eingeführt	<ul style="list-style-type: none"> • die Ausbreitung von Licht mit dem Strahlenmodell erklären und den Modellcharakter des Begriffs Lichtstrahl erläutern (E6) • Vorstellungen zum Sehen kritisch vergleichen und das Sehen mit dem Strahlenmodell des Lichts und dem Sender-Empfänger-Modell erklären (E6, K2) • die Sichtbarkeit und die Erscheinung von Gegenständen mit der Streuung, der gerichteten Reflexion und der Absorption von Licht an ihren Oberflächen erklären (UF1, K1, K3) • Infrarotstrahlung, sichtbares Licht und Ultraviolettstrahlung unterscheiden und an Beispielen ihre Wirkungen beschreiben (UF3) • an Beispielen aus Technik und Alltag die Umwandlung von Lichtenergie in andere Energieformen beschreiben (UF1) • geeignete Schutzmaßnahmen gegen die Gefährdung durch Licht, Infrarotstrahlung und UV-Strahlung auswählen (B1, B2, B3) • die Entstehung von Abbildungen bei einer Lochkamera und Möglichkeiten zu deren Veränderung erläutern (UF1, UF3) • Abbildungen an einer Lochkamera sowie Schattenphänomene zeichnerisch konstruieren (E6, K1, K3)
26. UE	Sichtbarkeit und Erscheinung von Gegenständen	Fachübergreifende Bezüge: Biologie: Das Auge	
27. UE	Infrarotstrahlung, sichtbares Licht, Ultraviolettstrahlung	Recherche im Internet bzw. Buch Fachübergreifende Bezüge: Biologie: Die Haut	
28. UE	Die Lochkamera	Schülerwerkstatt: Bau einer Lochkamera und Erklärung der Abbildung durch geradlinige Ausbreitung des Lichts	
29. UE	Schattenphänomene	S-Versuch: Veränderung des Schatten eines Gegenstandes und Konstruktion von Schattenbildern	

Jahrgangsstufe 6: Inhaltsfeld: Schall

Medienkriterium: MKR1.2: mittels in digitalen Alltagsgeräten verfügbarer Sensoren Schallpegelmessungen durchführen und diese interpretieren Schallschwingungen und deren Spektren auf digitalen Geräten in Grundzügen analysieren

Zeit	Bezug zu den Inhaltsfeldern	Experimente/Methoden/Anregungen	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung
30. UE	Schallquellen und Schallempfänger	Stationenlernen	<ul style="list-style-type: none"> • die Entstehung und Wahrnehmung von Schall durch Schwingungen von Gegenständen mit den bestimmenden Grundgrößen Frequenz und Lautstärke beschreiben (UF1,UF4) • an ausgewählten Musikinstrumenten (Saiteninstrumente, Blasinstrumente) Möglichkeiten der Veränderung von Frequenz und Lautstärke zeigen und erläutern (E3,E4,E5)
31. UE	Schwingungen und Schallwellen – Schallausbreitung, Tonhöhe und Lautstärke	Auswertung und Interpretation von Graphen (Versuche mit Cassy zur Aufzeichnung einer Schwingung) auf digitalen Medien Fachübergreifende Bezüge: Biologie: Das Ohr Musik: Von der Klangerzeugung zum Musikinstrument	<ul style="list-style-type: none"> • die Ausbreitung von Schall in verschiedenen Medien mithilfe eines Teilchenmodells erklären (E6,UF1) • Schallschwingungen und deren Darstellungen auf digitalen Geräten in Grundzügen analysieren (E5,UF3) • Frequenzbereiche von hörbarem Schall anhand von Beispielen erläutern (UF1,UF3,UF4)
32.UE	Ultraschall und Infraschall In der Tierwelt und der Technik	Internetrecherche Fachübergreifende Bezüge: Biologie: Sinne von Tieren	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexion und Absorption von Schall anhand von Beispielen erläutern (UF1,UF4) • Lautstärken den Skalenwerten des Schalldruckpegels zuordnen und Auswirkungen von Schall und Lärm auf die menschliche Gesundheit erläutern (UF1,UF4)
33.UE	Lärm und Lärmschutz	Schülerversuche mit digitalen Alltagsgeräten durchführen und Messungen interpretieren.	<ul style="list-style-type: none"> • mittels in digitalen Alltagsgeräten verfügbarer Sensoren Schallpegelmessungen durchführen und diese interpretieren (E4,E5)

Schulinternes Curriculum Physik für die Sekundarstufe I

Inhalt:

Die äußeren Vorgaben
Die Stundentafel für die Physik in der Sekundarstufe I
Der Schwerpunkt „Naturwissenschaften“ am Städtischen Gymnasium Olpe
Medienkonzept

Leistungsbewertung im Fach Physik der Sekundarstufe I

Inhaltsfelder – Kontexte – Kompetenzerwartung:

Übersicht über [konzeptbezogene Kompetenzen](#) mit farblicher Zuordnung zu Fachkontexten
Übersicht über [prozessbezogene Kompetenzen](#) mit farblicher Zuordnung zu Fachkontexten

Kontexte mit Zuordnung zu Schwerpunkt-Kompetenzen in der [Jg. 6](#)
Kontexte mit Zuordnung zu Schwerpunkt-Kompetenzen in der [Jg. 8](#)
Kontexte mit Zuordnung zu Schwerpunkt-Kompetenzen in der [Jg. 9](#)

Die äußeren Vorgaben

Der wichtigste Anstoß zur Entwicklung völlig neuer Kernlehrpläne für die naturwissenschaftlichen Fächer ist die „Vereinbarung über Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss in den Fächern Biologie, Chemie, Physik“ (Beschluss der Kultusministerkonferenz (KMK) vom 16.12.2004). Darauf aufbauend liegt seit Mai 2008 der verbindliche Kernlehrplan für das Fach Physik vor.

Im neuen Schulgesetz (Juni 2006) für Nordrhein-Westfalen wird zudem die Verkürzung der Schulzeit am Gymnasium um ein Jahr festgeschrieben, die Sekundarstufe I endet demnach bereits nach der Klasse 9.

Diese äußeren Vorgaben werden im schulinternen Curriculum umgesetzt, das den besonderen Gegebenheiten der Schule Rechnung trägt.

Die Stundentafel für die Physik in der Sekundarstufe I

Mit der Verkürzung der Schulzeit in der Sekundarstufe I geht **keine** wesentliche Kürzung in den Inhalten parallel. Aufgrund der Lehrersituation wird das Fach Physik bis auf Weiteres in den Jahrgangsstufen 6,8 und 9 jeweils 2-stündig unterrichtet:

Der Schwerpunkt „Naturwissenschaften“ am Städtischen Gymnasium Olpe

In der Jahrgangsstufe 5 findet als zusätzliches Angebot zweistündiger Unterricht im Fach Naturwissenschaften statt. In die fächerübergreifenden Kontexte „Experimente: Magnetismus“ und „Lernwerkstatt: Elektrizität“ sind einige Inhalte des Physik-Lehrplanes der Jahrgangsstufe 5/6 integriert.

Medienkonzept

Die Grundlage des Medienkonzepts im Fach Physik bildet das Medienkonzept des Städtischen Gymnasiums Olpe. Im Rahmen dieses Konzeptes sollen im Jahrgang 8 im Kontext „100m in 10 Sekunden“ die Messauswertung mit Tabellenkalkulation und im Jahrgang 9 im Kontext „Gegenwart und Zukunft der Energiegewinnung“ der Umgang mit Präsentations-Software zum Einsatz kommen.

Leistungsbewertung

Auf der Basis der §§48 und 70 des SCHG sowie des §6 der APO-SI und unter Berücksichtigung des Kernlehrplans für das Fach Physik für die Jahrgangsstufen 5 – 9 in Gymnasium trifft die Fachkonferenz folgende Vereinbarung:

Im Sinne der Orientierung an Standards sind grundsätzlich alle im schulinternen Curriculum ausgewiesenen Bereiche der prozessbezogenen und konzeptbezogenen Kompetenzen bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Dabei kommt dem Bereich der prozessbezogenen Kompetenzen der gleiche Stellenwert zu wie den konzeptbezogenen Kompetenzen.

Die Entwicklung von prozess- und konzeptbezogenen Kompetenzen lässt sich durch genaue Beobachtung von Schülerhandlungen feststellen. Dabei ist zu beachten, dass Ansätze und Aussagen, die auf nicht ausgereiften Konzepten beruhen, durchaus konstruktive Elemente in Lernprozessen sein können. Die Beobachtungen erfassen die Qualität, Häufigkeit und Kontinuität der Beiträge, die die Schülerinnen und Schüler im Unterricht einbringen. Diese Beiträge sollen unterschiedliche mündliche, schriftliche und praktische Formen in enger Bindung an die Aufgabenstellung und das Anspruchsniveau der jeweiligen Unterrichtseinheit umfassen. Gemeinsam ist diesen Formen, dass sie in der Regel einen längeren, abgegrenzten, zusammenhängenden Unterrichtsbeitrag einer einzelnen Schülerin, eines einzelnen Schülers bzw. einer Gruppe von Schülerinnen und Schülern darstellen.

Zu den mündlichen Unterrichtsbeiträgen zählen:

- mündliche Beiträge wie Hypothesenbildung, Lösungsvorschläge, Darstellen von Zusammenhängen und Bewerten von Ergebnissen,
- qualitatives und quantitatives Beschreiben von Sachverhalten, auch in mathematisch-symbolischer Form,
- Analyse und Interpretation von Texten, Graphiken und Diagrammen,
- selbstständige Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten,
- Beiträge zur gemeinsamen Gruppenarbeit, Präsentation von Referaten,
- Unterrichtsbeiträge auf der Basis der Hausaufgaben,

Die Unterrichtsbeiträge werden vom Lehrer gemäß ihrer Qualität und Quantität bewertet. Beurteilungskriterien hierbei sind u.a.:

- sachgerechte Erläuterungen, Diskussionen sowie Argumentationen, logische Gedankenführung und Verständlichkeit,
- korrekte, angemessene Verwendung der Fachsprache,
- fachliche Richtigkeit und Vollständigkeit,
- Grad der Selbständigkeit unter Berücksichtigung der Komplexität des Sachverhaltes,
- Herangehensweise an Schülerversuche, Präzision beim Experimentieren sowie Auswerten.

Zu den schriftlichen Unterrichtsbeiträgen zählen:

- Dokumentationen zu Aufgaben, Untersuchungen und Experimenten, Protokollen, Präsentationen und Modellen,
- Führung eines Heftes oder Portfolios,
- 2 kurze schriftliche Übungen pro Halbjahr.

In der Regel werden 2 schriftliche Übungen pro Halbjahr angefertigt. Inhaltlich sollen sich diese auf Unterrichtsinhalte der 4-6 Unterrichtsstunden beziehen. Zeitlich sollen die schriftlichen Übungen auf 15-30min. begrenzt werden. Es soll zur Beurteilung ein Punktschema verwendet werden. Dabei sind die Noten 1-4 äquidistant oberhalb der 50%-Grenze und die Noten 5 und 6 äquidistant unterhalb der 50% Grenze anzusetzen. Die 2 schriftlichen Übungen werden in der Regel angekündigt. Sie können durch mehrere unangekündigte Kurzkontrollen (Dauer: 5 – 10 min.) ersetzt werden.

Hausaufgaben:

Es gilt das Hausaufgaben-Konzept des Städtischen Gymnasium Olpe.
Im Fach Physik gelten zusätzlich folgende Regelungen:

Grundsätzliche Hausaufgabe bildet die Wiederholung der Unterrichtsinhalte der letzten Unterrichtsstunde. Das Anfertigen von Hausaufgaben gehört nach § 42 (3) SchG zu den Pflichten der Schülerinnen und Schüler. Ein Verstoß gegen diese Verpflichtung wird im Rahmen der Noten zum Arbeitsverhalten berücksichtigt. Unterrichtsbeiträge auf der Basis der Hausaufgaben können zur Leistungsbewertung herangezogen werden.

Am Ende eines jeden Schulhalbjahres erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Zeugnisnote gemäß § 48 SchG, die Auskunft darüber gibt, inwieweit ihre Leistungen den im Unterricht gestellten Anforderungen entsprochen haben. In die Note gehen alle im Zusammenhang mit dem Unterricht festgestellten Leistungen ein, wobei die schriftlichen Übungen nicht mehr als 10% der Gesamtnote ausmachen sollen. Die Leistungen in den schriftlichen Übungen sollen lediglich den Ausschlag geben, wenn eine Schülerin oder ein Schüler zwischen 2 Noten in der sonstigen Mitarbeit steht.

Inhaltsfelder – Kontexte – Kompetenzerwartung

Im Folgenden werden die Inhaltsfelder und Kontexte der einzelnen Jahrgangsstufen vorgestellt. Der Unterricht ist thematisch und methodisch so angelegt, dass alle Schülerinnen und Schüler im Laufe der Jahrgangsstufen 5 bis 9 geeignete Lerngelegenheiten erhalten, die in den Richtlinien genannten Kompetenzen nachhaltig zu erwerben. Die jeweilige Schwerpunktsetzung in den einzelnen Inhaltsfeldern wurde tabellarisch erfasst.

Übersicht über konzeptbezogene Kompetenzen mit farblicher Zuordnung zu Fachkontexten

Konzeptbezogene Kompetenzen: Energie / Materie / System / Wechselwirkung

Optik/Akustik 6	Wärme 6	E-Lehre 6
Optik 8	Mechanik 8	E-Lehre 9
		Radioaktivität 9

(E6-1)	an Vorgängen aus ihrem Erfahrungsbereich Speicherung, Transport und Umwandlung von Energie aufzeigen.
(E6-2)	in Transportketten Energie halbquantitativ bilanzieren und dabei die Idee der Energieerhaltung zugrunde legen.
(E6-3)	an Beispielen zeigen, dass Energie, die als Wärme in die Umgebung abgegeben wird, in der Regel nicht weiter genutzt werden kann.
(E6-4)	an Beispielen energetische Veränderungen an Körpern und die mit ihnen verbundenen Energieübertragungsmechanismen einander zuordnen.
(EII-1)	in relevanten Anwendungszusammenhängen komplexere Vorgänge energetisch beschreiben und dabei Speicherungs-, Transport-, Umwandlungsprozesse erkennen und darstellen.
(EII-2)	die Energieerhaltung als ein Grundprinzip des Energiekonzepts erläutern und sie zur quantitativen energetischen Beschreibung von Prozessen nutzen.
(EII-3)	die Verknüpfung von Energieerhaltung und Energieentwertung in Prozessen aus Natur und Technik (z. B. in Fahrzeugen, Wärmekraftmaschinen, Kraftwerken usw.) erkennen und beschreiben.
(EII-4)	an Beispielen Energiefluss und Energieentwertung quantitativ darstellen.
(EII-5)	den quantitativen Zusammenhang von umgesetzter Energiemenge (bei Energieumsetzung durch Kraftwirkung: Arbeit), Leistung und Zeitdauer des Prozesses kennen und in Beispielen aus Natur und Technik nutzen.
(EII-6)	Temperaturdifferenzen, Höhenunterschiede, Druckdifferenzen und Spannungen als Voraussetzungen für und als Folge von Energieübertragung an Beispielen aufzeigen.
(EII-7)	Lage-, kinetische und durch den elektrischen Strom transportierte sowie themisch übertragene Energie (Wärmemenge) unterscheiden, formal beschreiben und für Berechnungen nutzen.
(EII-8)	beschreiben, dass die Energie, die wir nutzen, aus erschöpfbaren oder regenerativen Quellen gewonnen werden kann.
(EII-9)	die Notwendigkeit zum „Energiesparen“ begründen sowie Möglichkeiten dazu in ihrem persönlichen Umfeld erläutern.
(EII-10)	verschiedene Möglichkeiten der Energiegewinnung, -aufbereitung und -nutzung unter physikalisch-technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten vergleichen und bewerten sowie deren gesellschaftliche Relevanz und Akzeptanz diskutieren.
(M6-1)	an Beispielen beschreiben, dass sich bei Stoffen die Aggregatzustände durch Aufnahme bzw. Abgabe von thermischer Energie (Wärme) verändern.
(M6-2)	Aggregatzustände, Aggregatzustandsübergänge auf der Ebene einer einfachen Teilchenvorstellung beschreiben.
(MI-1)	die elektrischen Eigenschaften von Stoffen (Ladung und Leitfähigkeit) mit Hilfe eines einfachen Kern-Hülle-Modells erklären.
(MI-1)	verschiedene Stoffe bzgl. ihrer thermischen, mechanischen oder elektrischen Stoffeigenschaften vergleichen.
(MI-2)	Eigenschaften von Materie mit einem angemessenen Atommodell beschreiben.
(MI-3)	die Entstehung von ionisierender Teilchenstrahlung beschreiben.
(MI-4)	Eigenschaften und Wirkungen verschiedener Arten radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung nennen.
(MI-5)	Prinzipien von Kernspaltung und Kernfusion auf atomarer Ebene beschreiben.
(MI-6)	Zerfallsreihen mithilfe der Nuklidkarte identifizieren.
(MI-7)	Nutzen und Risiken radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung bewerten.
(S6-1)	den Sonnenstand als für die Temperaturen auf der Erdoberfläche als eine Bestimmungsgröße erkennen.
(S6-2)	Grundgrößen der Akustik nennen.
(S6-3)	Auswirkungen von Schall auf Menschen im Alltag erläutern.
(S6-4)	an Beispielen erklären, dass das Funktionieren von Elektrogeräten einen geschlossenen Stromkreis voraussetzt.
(S6-5)	einfache elektrische Schaltungen planen und aufbauen.
(SI-1)	technische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für Mensch und Gesellschaft und ihrer Auswirkungen auf die Umwelt beurteilen.
(SI-2)	die Funktion von Linsen für die Bilderzeugung und den Aufbau einfacher optischer Systeme beschreiben.
(SI-1)	den Aufbau von Systemen beschreiben und die Funktionsweise ihrer Komponenten erklären (z. B. Kraftwerke, medizinische Geräte, Energieversorgung).
(SI-2)	Energieflüsse in den oben genannten offenen Systemen beschreiben.
(SI-3)	technische Geräte und Anlagen unter Berücksichtigung von Nutzen, Gefahren und Belastung der Umwelt vergleichen und bewerten und Alternativen erläutern.
(SI-4)	die Funktionsweise einer Wärmekraftmaschine erklären.
(SI-5)	die Spannung als Indikator für durch Ladungstrennung gespeicherte Energie beschreiben.
(SI-6)	den quantitativen Zusammenhang von Spannung, Ladung und gespeicherter bzw. umgesetzter Energie zur Beschreibung energetischer Vorgänge in Stromkreisen nutzen.
(SI-7)	die Beziehung von Spannung, Stromstärke und Widerstand in elektrischen Schaltungen beschreiben und anwenden.
(SI-8)	umgesetzte Energie und Leistung in elektrischen Stromkreisen aus Spannung und Stromstärke bestimmen.
(W6-1)	Bildentstehung und Schattenbildung sowie Reflexion mit der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären.
(W6-2)	Schwingungen als Ursache von Schall und Hören als Aufnahme von Schwingungen durch das Ohr identifizieren.
(W6-3)	geeignete Schutzmaßnahmen gegen die Gefährdungen durch Schall und Strahlung nennen.
(W6-4)	beim Magnetismus erläutern, dass Körper ohne direkten Kontakt eine anziehende oder abstoßende Wirkung aufeinander ausüben können
(W6-5)	an Beispielen aus ihrem Alltag verschiedene Wirkungen des elektrischen Stromes aufzeigen und unterscheiden.
(W6-6)	geeignete Maßnahmen für den sicheren Umgang mit elektrischem Strom beschreiben.
(WI-1)	Absorption und Brechung von Licht beschreiben.
(WI-2)	Infrarot-, Licht- und Ultraviolettstrahlung unterscheiden und mit Beispielen ihre Wirkung beschreiben.
(WI-3)	die Stärke des elektrischen Stroms zu seinen Wirkungen in Beziehung setzen und die Funktionsweise einfacher elektrischer Geräte darauf zurückführen.
(WI-1)	Bewegungsänderungen oder Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen.
(WI-2)	Kraft und Geschwindigkeit als vektorielle Größen beschreiben.
(WI-3)	die Wirkungsweisen und die Gesetzmäßigkeiten von Kraftwandlern an Beispielen beschreiben.
(WI-4)	Druck als physikalische Größe quantitativ beschreiben und in Beispielen anwenden.
(WI-5)	Schweredruck und Auftrieb formal beschreiben und in Beispielen anwenden.
(WI-6)	die Beziehung und den Unterschied zwischen Masse und Gewichtskraft beschreiben.
(WI-7)	experimentelle Nachweismöglichkeiten für radioaktive Strahlung beschreiben.
(WI-8)	die Wechselwirkung zwischen Strahlung, insbesondere ionisierender Strahlung, und Materie sowie die daraus resultierenden Veränderungen der Materie beschreiben und damit mögliche medizinische Anwendungen und Schutzmaßnahmen erklären.
(WI-9)	den Aufbau eines Elektromotors beschreiben und seine Funktion mit Hilfe der magnetischen Wirkung des elektrischen Stromes erklären.
(WI-10)	den Aufbau von Generator und Transformator beschreiben und ihre Funktionsweisen mit der elektromagnetischen Induktion erklären.

Übersicht über prozessbezogene Kompetenzen mit farblicher Zuordnung zu Fachkontexten

Prozessbezogene Kompetenzen Erkenntnisgewinnung / Kommunikation / Bewerten

Optik/Akustik 6	Wärme 6	E-Lehre 6	
Optik 8	Mechanik 8	E-Lehre 9	Radioaktivität 9

Zuordnung zu Kontexten:

(E1)	■	■	■	■	beobachten und beschreiben Phänomene und Vorgänge und unterscheiden dabei Beobachtung und Erklärung.
(E2)	■	■	■	■	erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe physikalischer und anderer Kenntnisse und Untersuchungen zu beantworten sind.
(E3)	■	■	■	■	analysieren Ähnlichkeiten und Unterschiede durch kriteriengeleitetes Vergleichen und systematisieren diese Vergleiche.
(E4)	■	■	■	■	führen qualitative und einfache quantitative Experimente und Untersuchungen durch, protokollieren diese, verallgemeinern und abstrahieren Ergebnisse ihrer Tätigkeit und idealisieren gefundene Messdaten.
(E5)	■	■	■	■	dokumentieren die Ergebnisse ihrer Tätigkeit in Form von Texten, Skizzen, Zeichnungen, Tabellen oder Diagrammen auch computergestützt.
(E6)	■	■	■	■	recherchieren in unterschiedlichen Quellen (Print- und elektronische Medien) und werten die Daten, Untersuchungsmethoden und Informationen kritisch aus.
(E7)	■	■	■	■	wählen Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen, prüfen sie auf Relevanz und Plausibilität, ordnen sie ein und verarbeiten diese adressaten- und situationsgerecht.
(E8)	■	■	■	■	stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch und werten sie unter Rückbezug auf die Hypothesen aus.
(E9)	■	■	■	■	interpretieren Daten, Trends, Strukturen und Beziehungen, wenden einfache Formen der Mathematisierung auf sie an, erklären diese, ziehen geeignete Schlussfolgerungen und stellen einfache Theorien auf.
(E10)	■	■	■	■	stellen Zusammenhänge zwischen physikalischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her, grenzen Alltagsbegriffe von Fachbegriffen ab und transferieren dabei ihr erworbenes Wissen.
(E11)	■	■	■	■	beschreiben, veranschaulichen oder erklären physikalische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und mit Hilfe von geeigneten Modellen, Analogien und Darstellungen.
(K1)	■	■	■	■	tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus.
(K2)	■	■	■	■	kommunizieren ihre Standpunkte physikalisch korrekt und vertreten sie begründet sowie adressatengerecht.
(K3)	■	■	■	■	planen, strukturieren, kommunizieren und reflektieren ihre Arbeit, auch als Team.
(K4)	■	■	■	■	beschreiben, veranschaulichen und erklären physikalische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und Medien, ggfs. mit Hilfe von Modellen und Darstellungen
(K5)	■	■	■	■	dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachgerecht, situationsgerecht und adressatenbezogen auch unter Nutzung elektronischer Medien.
(K6)	■	■	■	■	veranschaulichen Daten angemessen mit sprachlichen, mathematischen oder (und) bildlichen Gestaltungsmitteln wie Graphiken und Tabellen auch mit Hilfe elektronischer Werkzeuge.
(K7)	■	■	■	■	beschreiben und erklären in strukturierter sprachlicher Darstellung den Bedeutungsgehalt von fachsprachlichen bzw. alltagssprachlichen Texten und von anderen Medien.
(K8)	■	■	■	■	beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise.
(B1)	■	■	■	■	beurteilen und bewerten an ausgewählten Beispielen empirische Ergebnisse und Modelle kritisch auch hinsichtlich ihrer Grenzen und Tragweiten.
(B2)	■	■	■	■	unterscheiden auf der Grundlage normativer und ethischer Maßstäbe zwischen beschreibenden Aussagen und Bewertungen.
(B3)	■	■	■	■	stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar, in denen physikalische Kenntnisse bedeutsam sind.
(B4)	■	■	■	■	nutzen physikalisches Wissen zum Bewerten von Chancen und Risiken bei ausgewählten Beispielen moderner Technologien und zum Bewerten und Anwenden von Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten im Alltag.
(B5)	■	■	■	■	beurteilen an Beispielen Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit und zur sozialen Verantwortung.
(B6)	■	■	■	■	benennen und beurteilen Aspekte der Auswirkungen der Anwendung physikalischer Erkenntnisse und Methoden in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen an ausgewählten Beispielen.
(B7)	■	■	■	■	binden physikalische Sachverhalte in Problemzusammenhänge ein, entwickeln Lösungsstrategien und wenden diese nach Möglichkeit an.
(B8)	■	■	■	■	nutzen physikalische Modelle und Modellvorstellungen zur Beurteilung und Bewertung naturwissenschaftlicher Fragestellungen und Zusammenhänge.
(B9)	■	■	■	■	beurteilen die Anwendbarkeit eines Modells.
(B10)	■	■	■	■	beschreiben und beurteilen an ausgewählten Beispielen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in die Umwelt.

Jahrgangsstufe 8:**Kontexte: Licht an Grenzflächen; Wie funktioniert ein Lichtleiter; Vom Auge zum Fernrohr; Die Welt der Farben**

Zeit	Bezug zu den Inhaltsfeldern	Experimente/Methoden/ Anregungen	Konzeptbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
1 UE	Licht breitet sich geradlinig aus Reflexionsgesetz (Wdh.)	Laserpointer (Demoversuch), (Schülerexperimente)	WI-1: Absorption und Brechung von Licht beschreiben.	E1: beobachten und beschreiben Phänomene und Vorgänge und unterscheiden dabei Beobachtung und Erklärung. E4: führen qualitative und einfache quantitative Experimente und Untersuchungen durch, protokollieren diese, verallgemeinern und abstrahieren Ergebnisse ihrer Tätigkeit und idealisieren gefundene Messdaten. E5: dokumentieren die Ergebnisse ihrer Tätigkeit in Form von Texten, Skizzen, Zeichnungen, Tabellen oder Diagrammen auch computergestützt.
3 UE	Brechung des Lichts	Einführung – Demo (optische Wand / Wasserbecken) Münzversuch Messung und Auswertung an Halbzylindern (Schülerversuch) Aufnahme eines Brechungsdiagramms Konstruktion von Brechungsbildern		
1 UE	Totalreflexion und Lichtleiter	Schülerversuch: Umkehrung des Lichtweges → Totalreflexion Anwendungen: Fata Morgana, Wattenmeer, (Märchen Comic) Glasfaserkabel (Demo), Schmuck (Alltagsbezug)		
3 UE	Optische Linsen: Brennweite Linsen erzeugen Bilder, Bildkonstruktionen, Funktion der Augenlinse	Lehrervortrag und Übungen Handykamera Schülerversuche zu Linsenbildern Plakate, Schülervortrag	SI-2: die Funktion von Linsen für die Bilderzeugung und den Aufbau einfacher optischer Systeme beschreiben. S1-1: technische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für Mensch und Gesellschaft und ihrer Auswirkungen auf die Umwelt beurteilen.	K8: beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise.
1 UE	Sammellinse: Lupe als Sehhilfe	Schülerversuch, Wasserlinse, Kugellinse		
	Fernrohr	Schülerversuch		
2 UE	Spektrale Zerlegung von Licht, IR, UV	Demoversuch: Dispersion am Prisma; Spektrales Licht wird durch Sammellinse wieder weiß Thermosäule, Videokamera, Leuchtfarben, Pappspektroskop (Leuchtstofflampen) Schülerreferate	WI-2: Infrarot-, Licht- und Ultraviolettstrahlung unterscheiden und mit Beispielen ihre Wirkung beschreiben.	E2: erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe physikalischer und anderer Kenntnisse und Untersuchungen zu beantworten sind.

Jahrgangsstufe 8:

Kontexte: 100 Meter in 10 Sekunden – Radarfalle und Fahrtenschreiber – Kraftmessung

Zeit	Bezug zu den Inhaltsfeldern	Experimente/Methoden/ Anregungen	Konzeptbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
	Messung von Geschwindigkeit und Auswertung von Daten	Schulhof: Bestimmung von Geschwindigkeit beim Laufen Auswertung & Darstellung mit Cassy (evtl. Luftkissenfahrbahn)	WII-1: Bewegungsänderungen oder Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen.	E1: erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe physikalischer und anderer Kenntnisse und Untersuchungen zu beantworten sind.
	Zum Beschleunigen und Bremsen braucht man Kraft (Kraftwirkung: Beschleunigung) Trägheit Kraft als vektorielle Größe	Fahrbahn: angehängte Masse beschleunigt Wagen Demoversuch: geneigte Ebene	WII-2: Kraft und Geschwindigkeit als vektorielle Größen beschreiben.	K4: beschreiben, veranschaulichen und erklären physikalische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und Medien, ggfs. mit Hilfe von Modellen und Darstellungen
	Kraftmessung Masse und Gewichtskraft (Kraftwirkung: Verformung) Zusammenwirken von Kräften Kräftegleichgewicht <i>Kraftzerlegung und Addition</i>	Expander, Armdrücken Balkenwaage und Kraftmesser Dehnung einer Feder (Hook'sches Gesetz) Kräfte beim Fallschirmspringen	WII-6: die Beziehung und den Unterschied zwischen Masse und Gewichtskraft beschreiben.	B1: beurteilen und bewerten an ausgewählten Beispielen empirische Ergebnisse und Modelle kritisch auch hinsichtlich ihrer Grenzen und Tragweiten. K6: veranschaulichen Daten angemessenen mit sprachlichen mathematischen oder (und) bildlichen Gestaltungsmitteln wie Grafiken und Tabellen auch mithilfe elektronischer Werkzeuge

Jahrgangsstufe 8:

Kontext: Einfache Maschinen: Kleine Kräfte – lange Wege bei gleichem Energieaufwand

Zeit	Bezug zu den Inhaltsfeldern	Experimente/Methoden/ Anregungen	Konzeptbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
	<p>Hebel, Rollensysteme, Flaschenzug</p>	<p>Schülerexperiment zum Hebelgesetz Lernzirkel: Wettkampf der Werkzeuge (verschiedene Zangen, Flaschenöffner, Schraubendreher im Vergleich)</p>	<p>WII-3: die Wirkungsweisen und die Gesetzmäßigkeiten von Kraftwandlern an Beispielen beschreiben.</p> <p>EII-6: die Energieerhaltung als ein Grundprinzip des Energiekonzepts erläutern und sie zur quantitativen energetischen Beschreibung von Prozessen nutzen.</p>	<p>E8: stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch und werten sie unter Rückbezug auf die Hypothesen aus.</p> <p>E3: analysieren Ähnlichkeiten und Unterschiede durch kriteriengeleitetes Vergleichen und systematisieren diese Vergleiche.</p> <p>E9: interpretieren Daten, Trends, Strukturen und Beziehungen, wenden einfache Formen der Mathematisierung auf sie an, erklären diese, ziehen geeignete Schlussfolgerungen und stellen einfache Theorien auf.</p> <p>B3: stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar, in denen physikalische Kenntnisse bedeutsam sind.</p> <p>K1: tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus.</p> <p>K3: planen, strukturieren, kommunizieren und reflektieren ihre Arbeit, auch als Team.</p> <p>K2: kommunizieren ihre Standpunkte physikalisch korrekt und vertreten sie begründet sowie adressatengerecht.</p> <p>K8: beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise.</p>

Jahrgangsstufe 8:

Kontext: Klettern mit Seil und Rollen

Zeit	Bezug zu den Inhaltsfeldern	Experimente/Methoden/ Anregungen	Konzeptbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
	Mechanische Arbeit und Energie Goldene Regel der Mechanik	Demoversuch: Flaschenzug Messung von Kraftersparnis im Vergleich zur Wegstrecke	EII-2: die Energieerhaltung als ein Grundprinzip des Energiekonzepts erläutern und sie zur quantitativen energetischen Beschreibung von Prozessen nutzen.	E1: beobachten und beschreiben Phänomene und Vorgänge und unterscheiden dabei Beobachtung und Erklärung.
	Energieerhaltung Einführung: Höhenenergie	Berechnung von Hubarbeit, einfache Aufgaben, Querverweis zur Energieumwandlung von chemischer Energie aus der Nahrung	EII-1: in relevanten Anwendungszusammenhängen komplexere Vorgänge energetisch beschreiben und dabei Speicherungs-, Transport-, Umwandlungsprozesse erkennen und darstellen.	B7: binden physikalische Sachverhalte in Problemzusammenhänge ein, entwickeln Lösungsstrategien und wenden diese nach Möglichkeit an.
	Energieumwandlung beim Hinabfallen Bewegungsenergie Innere Energie	Einfache Flussdiagramme, Energie-Umwandlungsketten	EII-4: an Beispielen Energiefluss und Energieentwertung quantitativ darstellen.	K7: beschreiben und erklären in strukturierter sprachlicher Darstellung den Bedeutungsgehalt von fachsprachlichen bzw. Alltagssprachlichen Texten und von anderen Medien.
	Wer klettert am schnellsten? Leistungsbegriff	Versuch: Treppenlaufen Berechnung der Leistung der Schüler; Überlegungen zum Wettklettern im Zusammenhang mit dem Leistungsbegriff Hinab-Rutschen am Seil als Energie-Umwandlung	EII-5: den quantitativen Zusammenhang von umgesetzter Energiemenge (bei Energieumsetzung durch Kraftwirkung: Arbeit), Leistung und Zeitdauer des Prozesses kennen und in Beispielen aus Natur und Technik nutzen. EII-6: Temperaturdifferenzen, Höhenunterschiede, Druckdifferenzen und Spannungen als Voraussetzungen für und als Folge von Energieübertragung an Beispielen aufzeigen. EII-7: Lage-, kinetische und durch den elektrischen Strom transportierte sowie thermisch übertragene Energie (Wärmemenge) unterscheiden, formal beschreiben und für Berechnungen nutzen.	

Jahrgangsstufe 8:

Kontexte: Der Wagenheber – Tauchen, Heißluftmotor

Zeit	Bezug zu den Inhaltsfeldern	Experimente/Methoden/Anregungen	Konzeptbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
	Druck in Flüssigkeiten Schweredruck	Hydraulische Anlage, Experimente zum Kolbendruck	WII-4: Druck als physikalische Größe quantitativ beschreiben und in Beispielen anwenden.	E10: stellen Zusammenhänge zwischen physikalischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her, grenzen Alltagsbegriffe von Fachbegriffen ab und transferieren dabei ihr erworbenes Wissen. E11: beschreiben, veranschaulichen oder erklären physikalische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und mit Hilfe von geeigneten Modellen, Analogien und Darstellungen. K4: beschreiben, veranschaulichen und erklären physikalische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und Medien , ggfs. mit Hilfe von Modellen und Darstellungen K8: beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise. B8: nutzen physikalische Modelle und Modellvorstellungen zur Beurteilung und Bewertung naturwissenschaftlicher Fragestellungen und Zusammenhänge.
	Auftrieb in Flüssigkeiten Sinken, Schweben, Steigen Archimedisches Gesetz	Cartesischer Taucher	WII-5: Schweredruck und Auftrieb formal beschreiben und in Beispielen anwenden.	
	Druck, Volumen und Temperatur in Flüssigkeiten und Gasen Temperatur und innere Energie Einfache Wärmekraftmaschinen	Demo-Exp: Modell: Heißluftmotor (Rundkolben mit angeschlossener Glasspritze)	SII-4: die Funktionsweise einer Wärmekraftmaschine erklären.	

Jahrgangsstufe 9:

Kontext: Elektrizität – messen, verstehen, anwenden

Zeit	Bezug zu den Inhaltsfeldern	Experimente/Methoden/Anregungen	Konzeptbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
	Elektrischer Strom; Energiestrom (Leistung) und elektrische Spannung		MI-1: die elektrischen Eigenschaften von Stoffen (Ladung und Leitfähigkeit) mit Hilfe eines einfachen Kern-Hülle-Modells erklären.	E11: beschreiben, veranschaulichen oder erklären physikalische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und mit Hilfe von geeigneten Modellen, Analogien und Darstellungen.
	Verbraucher wandeln Energie um (Wirkungen des el. Stromes)	Schülerversuche	SII-5: die Spannung als Indikator für durch Ladungstrennung gespeicherte Energie beschreiben.	K1: tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus.
	Ladung, Stromstärke und Spannung Speicherung von elektrischer Energie	Elektrostatische Aufladung durch Reibung Berechnung von Akkuladezeiten Batterien und geladene Kondensatoren als Energiespeicher	SII-6: den quantitativen Zusammenhang von Spannung, Ladung und gespeicherter bzw. umgesetzter Energie zur Beschreibung energetischer Vorgänge in Stromkreisen nutzen. EII-6: Temperaturdifferenzen, Höhenunterschiede, Druckdifferenzen und <i>Spannungen</i> als Voraussetzungen für und als Folge von Energieübertragung an Beispielen aufzeigen.	B9: beurteilen die Anwendbarkeit eines Modells.
	Unterscheidung und Messung von Spannungen und Stromstärken	Schülerübungen	SII-7: die Beziehung von Spannung, Stromstärke und Widerstand in elektrischen Schaltungen beschreiben und anwenden. MII-1: verschiedene Stoffe bzgl. ihrer thermischen, mechanischen oder elektrischen Stoffeigenschaften vergleichen.	E9: interpretieren Daten, Trends, Strukturen und Beziehungen, wenden einfache Formen der Mathematisierung auf sie an, erklären diese, ziehen geeignete Schlussfolgerungen und stellen einfache Theorien auf.
	Ohm'sches Gesetz	Schülerübungen		
	Widerstände	Schülerübungen		
	Gesetze und Anwendungen zur Reihen- und Parallelschaltung (Kirchhoff)	Demo und Schülerversuche		K5: dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachgerecht, situationsgerecht und adressatenbezogen auch unter Nutzung elektronischer Medien. K3: planen, strukturieren, kommunizieren und reflektieren ihre Arbeit, auch als Team.

Jahrgangsstufe 9:

Kontext: Energiesparen beim Kaffeekochen

Zeit	Bezug zu den Inhaltsfeldern	Experimente/Methoden/Anregungen	Konzeptbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
	Energie und Leistung in Mechanik, Elektrik und Wärmelehre		SI-1: technische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für Mensch und Gesellschaft und ihrer Auswirkungen auf die Umwelt beurteilen. SII-3: technische Geräte und Anlagen unter Berücksichtigung von Nutzen, Gefahren und Belastung der Umwelt vergleichen und bewerten und Alternativen erläutern. SII-8: umgesetzte Energie und Leistung in elektrischen Stromkreisen aus Spannung und Stromstärke bestimmen. EII-3: die Verknüpfung von Energieerhaltung und Energieentwertung in Prozessen aus Natur und Technik (z. B. in Fahrzeugen, Wärmekraftmaschinen, Kraftwerken usw.) erkennen und beschreiben.	B3: stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar, in denen physikalische Kenntnisse bedeutsam sind. B5: beurteilen an Beispielen Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit und zur sozialen Verantwortung. B8: nutzen physikalische Modelle und Modellvorstellungen zur Beurteilung und Bewertung naturwissenschaftlicher Fragestellungen und Zusammenhänge.
	Leistung von Elektrogeräten, Berechnung der erforderlichen Energie Energieeinheiten: Ws und kWh Überlegungen zur Energieeffizienz der Geräte; Energieentwertung	Einfache Berechnungen zur erforderlicher Energiemenge beim Betrieb von elektrischen Geräten	SII-8: umgesetzte Energie und Leistung in elektrischen Stromkreisen aus Spannung und Stromstärke bestimmen. EII-3: die Verknüpfung von Energieerhaltung und Energieentwertung in Prozessen aus Natur und Technik (z. B. in Fahrzeugen, Wärmekraftmaschinen, Kraftwerken usw.) erkennen und beschreiben. EII-4: an Beispielen Energiefluss und Energieentwertung quantitativ darstellen. EII-5: den quantitativen Zusammenhang von umgesetzter Energiemenge (bei Energieumsetzung durch Kraftwirkung: Arbeit), Leistung und Zeitdauer des Prozesses kennen und in Beispielen aus Natur und Technik nutzen. EII-9: die Notwendigkeit zum „Energiesparen“ begründen sowie Möglichkeiten dazu in ihrem persönlichen Umfeld erläutern.	E2: erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe physikalischer und anderer Kenntnisse und Untersuchungen zu beantworten sind. E4: führen qualitative und einfache quantitative Experimente und Untersuchungen durch, protokollieren diese, verallgemeinern und abstrahieren Ergebnisse ihrer Tätigkeit und idealisieren gefundene Messdaten. E8: stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch und werten sie unter Rückbezug auf die Hypothesen aus. E10: stellen Zusammenhänge zwischen physikalischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her, grenzen Alltagsbegriffe von Fachbegriffen ab und transferieren dabei ihr erworbenes Wissen.
	Thermische Energie: Wie viel Energie ist zum Erhitzen von Wasser erforderlich? Eine alte Definition (Kalorie) Berechnung der Energie über Dreisatz	Anwendung des Zusammenhangs: „Man benötigt 4,2kJ um 1l Wasser um 1°C zu erhitzen“		
	Wirkungsgrad von Haushaltsgeräten: Def. Wirkungsgrad als Quotient aus genutzter und zugeführter Energie	Experimentelle Bestimmung des Wirkungsgrades von Wasserkocher, Mikrowelle, Kaffeemaschine, Herdplatte im Schülerexperiment		

Jahrgangsstufe 9:

Kontext: Wie kommt der Strom in die Steckdose?

Zeit	Bezug zu den Inhaltsfeldern	Experimente/Methoden/Anregungen	Konzeptbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
	Elektromotoren	Modell des Elektromotors Dynamo Untersuchung diverser Haushaltsgeräte	WII-9: den Aufbau eines Elektromotors beschreiben und seine Funktion mit Hilfe der magnetischen Wirkung des elektrischen Stromes erklären.	E3: analysieren Ähnlichkeiten und Unterschiede durch kriteriengeleitetes Vergleichen und systematisieren diese Vergleiche. E10: stellen Zusammenhänge zwischen physikalischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her, grenzen Alltagsbegriffe von Fachbegriffen ab und transferieren dabei ihr erworbenes Wissen.
	Ströme und Magnetfeld	D-Versuch: Magnetfelder eines strom-durchflossenen Leiters/einer Spule	WI-3: die Stärke des elektrischen Stroms zu seinen Wirkungen in Beziehung setzen und die Funktionsweise einfacher elektrischer Geräte darauf zurückführen.	E11: beschreiben, veranschaulichen oder erklären physikalische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und mit Hilfe von geeigneten Modellen, Analogien und Darstellungen. K8: beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise.
	Kraft auf Leiter	D-Versuche: Leiterschaukel Ablenkung durch Magnete		
	Induktion	S-Versuche: Bewegung einer Spule im Magnetfeld/Bewegung eines Magneten in einer Spule	WII-10: den Aufbau eines Elektromotors beschreiben und seine Funktion mit Hilfe der magnetischen Wirkung des elektrischen Stromes erklären.	B3: stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar, in denen physikalische Kenntnisse bedeutsam sind. B7: binden physikalische Sachverhalte in Problemzusammenhänge ein, entwickeln Lösungsstrategien und wenden diese nach Möglichkeit an.
	Generatoren	D-Versuch/Modell: Rotation einer Leiterschleife/Spule in einem Magnetfeld		
	Transformator	D-Versuch: Ionisation von Luft mit Hörner-Elektroden, Schmelzen eines Nagels S-Versuch: Untersuchung des Übersetzungsverhältnisses von Stromstärke und Spannung in Abhängigkeit der Windungszahl	EII-3: die Verknüpfung von Energieerhaltung und Energieentwertung in Prozessen aus Natur und Technik (z. B. in Fahrzeugen, Wärmekraftmaschinen, Kraftwerken usw.) erkennen und beschreiben.	E6: recherchieren in unterschiedlichen Quellen (Print- und elektronische Medien) und werten die Daten, Untersuchungsmethoden und Informationen kritisch aus. E7: wählen Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen, prüfen sie auf Relevanz und Plausibilität, ordnen sie ein und verarbeiten diese adressaten- und situationsgerecht.
	Transport elektrischer Energie – Energie-Verlust in Leitungen, Hochspannung	Referat / Vortrag		

Jahrgangsstufe 9:

Kontext: Woran starb Marie Curie?

Zeit	Bezug zu den Inhaltsfeldern	Experimente/Methoden/ Anregungen	Konzeptbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
	Aufbau und Größe der Atomkerne	Ölfleckversuch Referat: Atommodelle	MII-2: Eigenschaften von Materie mit einem angemessenen Atommodell beschreiben.	B8: nutzen physikalische Modelle und Modellvorstellungen zur Beurteilung und Bewertung naturwissenschaftlicher Fragestellungen und Zusammenhänge. B9: beurteilen die Anwendbarkeit eines Modells. E9: interpretieren Daten, Trends, Strukturen und Beziehungen, wenden einfache Formen der Mathematisierung auf sie an, erklären diese, ziehen geeignete Schlussfolgerungen und stellen einfache Theorien auf.
	Ionisierende Strahlung: Entstehung, Nachweis, Arten, Reichweiten, Halbwertszeiten, Zerfallsreihen	Versuche mit dem Geiger-Müller-Zählrohr: Nachweis von Strahlung, Absorption von Strahlung durch Papier/Metall, Reichweite der Strahlung, elektrische Eigenschaften der Strahlung	WII-7: experimentelle Nachweismöglichkeiten für radioaktive Strahlung beschreiben. WII-8: die Wechselwirkung zwischen Strahlung, insbesondere ionisierender Strahlung, und Materie sowie die daraus resultierenden Veränderungen der Materie beschreiben. MII-3: die Entstehung von ionisierender Teilchenstrahlung beschreiben. MII-4: Eigenschaften und Wirkungen verschiedener Arten radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung nennen. MII-6: Zerfallsreihen mithilfe der Nuklidkarte identifizieren.	K4: beschreiben, veranschaulichen und erklären physikalische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und Medien, ggfs. mit Hilfe von Modellen und Darstellungen
	Gefahren ionisierender Strahlung und Strahlenschutz	Referate, Versuche zur Reichweite und Absorption	MII-4: Eigenschaften und Wirkungen verschiedener Arten radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung nennen. MII-7: Nutzen und Risiken radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung bewerten. WII-8: die Wechselwirkung zwischen Strahlung, insbesondere ionisierender Strahlung, und Materie sowie die daraus resultierenden Veränderungen der Materie beschreiben und damit mögliche medizinische Anwendungen und Schutzmaßnahmen erklären.	B3: stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar, in denen physikalische Kenntnisse bedeutsam sind. B4: nutzen physikalisches Wissen zum Bewerten von Chancen und Risiken bei ausgewählten Beispielen moderner Technologien und zum Bewerten und Anwenden von Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten im Alltag. B5: beurteilen an Beispielen Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit und zur sozialen Verantwortung.
	Nutzung ionisierender Strahlung	Referate: Medizin, Altersbestimmung		

Jahrgangsstufe 9:

Kontext: Gegenwart und Zukunft der Energiegewinnung

Zeit	Bezug zu den Inhaltsfeldern	Experimente/Methoden/ Anregungen	Konzeptbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
	Kernspaltung und Kettenreaktion <i>Kernfusion</i> <i>Kernwaffen</i>	Simulationen / Modelle	MII-5: Prinzipien von Kernspaltung und Kernfusion auf atomarer Ebene beschreiben.	E6: recherchieren in unterschiedlichen Quellen (Print- und elektronische Medien) und werten die Daten, Untersuchungsmethoden und Informationen kritisch aus.
	Kernkraftwerke <i>Reaktorunglück:</i> <i>Tschernobyl / Fukushima</i>	Referate	SII-1: den Aufbau von Systemen beschreiben und die Funktionsweise ihrer Komponenten erklären (z. B. Kraftwerke, medizinische Geräte, Energieversorgung). SII-2: Energieflüsse in den oben genannten offenen Systemen beschreiben. SII-3: technische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für Mensch und Gesellschaft und ihrer Auswirkungen auf die Umwelt beurteilen.	E7: wählen Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen, prüfen sie auf Relevanz und Plausibilität, ordnen sie ein und verarbeiten diese adressaten- und situationsgerecht B6: benennen und beurteilen Aspekte der Auswirkungen der Anwendung physikalischer Erkenntnisse und Methoden in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen an ausgewählten Beispielen.
	Kraftwerke – traditionell und regenerativ	Referate zu den verschiedenen Kraftwerkstypen und regenerativen Energieerzeugern Powerpoint-Präsentationen	EII-3: die Verknüpfung von Energieerhaltung und Energieentwertung in Prozessen aus Natur und Technik (z. B. in Fahrzeugen, Wärmekraftmaschinen, Kraftwerken usw.) erkennen und beschreiben. EII-8: beschreiben, dass die Energie, die wir nutzen, aus erschöpfbaren oder regenerativen Quellen gewonnen werden kann. EII-9: die Notwendigkeit zum „Energiesparen“ begründen sowie Möglichkeiten dazu in ihrem persönlichen Umfeld erläutern. EII-10: verschiedene Möglichkeiten der Energiegewinnung, -aufbereitung und -nutzung unter physikalisch-technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten vergleichen und bewerten sowie deren gesellschaftliche Relevanz und Akzeptanz diskutieren.	K3: planen, strukturieren, kommunizieren und reflektieren ihre Arbeit, auch als Team. K5: dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachgerecht, situationsgerecht und adressatenbezogen auch unter Nutzung elektronischer Medien. B2: unterscheiden auf der Grundlage normativer und ethischer Maßstäbe zwischen beschreibenden Aussagen und Bewertungen. B4: nutzen physikalisches Wissen zum Bewerten von Chancen und Risiken bei ausgewählten Beispielen moderner Technologien und zum Bewerten und Anwenden von Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten im Alltag. B10: beschreiben und beurteilen an ausgewählten Beispielen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in die Umwelt.

Fachcurriculum für die Jahrgangsstufe EF am Städtischen Gymnasium Olpe (Stand: 13.11.2014)

	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung ; Kommunikation ; Bewertung
Inhaltlicher Schwerpunkt: Kräfte und Bewegungen (KB)		
mögliche Kontexte: Straßenverkehr, Navigationsysteme, Überholvorgänge, Bremsweg; Kirmes: Karussell, Rotor, Loopingbahn		
KB1	<p>Gesetze der gleichförmigen und gleichmäßig beschleunigten Bewegung (WW)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geschwindigkeit: Messung, Unterscheidung zwischen Momentan- u. Durchschnittsgeschwindigkeit • Navigation: Nutzung des Zeit-Weg-Gesetzes der gleichförmigen Bewegung, Überholvorgänge • Fahrtenschreiber: t-v-Diagramme • Definition der Beschleunigung • Beschleunigung und Bremsen: Nutzung des Zeit-Weg-Gesetzes der gleichmäßig beschleunigten Bewegung • freier Fall, senkrechter, waagerechter Wurf 	<p>erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Arbeit, Energie, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4), unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen (UF2), entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E1, E4) 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) reflektieren Regeln des Experimentierens in der Planung und Auswertung von Versuchen (u.a. Zielorientierung, Sicherheit, Variablenkontrolle, Kontrolle von Störungen und Fehlerquellen) (E2, E4) 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) 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)</p>

	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
KB2	<p>Newton'sche Gesetze:</p> <p>Grundgleichung (WW)</p> <ul style="list-style-type: none"> Fahrbahnexperimente $\rightarrow F = ma$ Kraft als Ursache für Beschleunigung <p>Wechselwirkungsgesetz (WW)</p> <p>Trägheitsgesetz (Struktur.d. Materie)</p>	<p>berechnen mithilfe des Newton'schen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner oder mehrerer Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6)</p> <p>erschließen und überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E5)</p> <p>begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4)</p>
KB3	<p>Kräfte: (WW)</p> <p>Gewichtskraft, Normalkraft, Hangabtriebskraft</p> <p>vektorielle Betrachtungen</p> <p>Reibungskräfte</p>	<p>vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenerlegung bzw. Vektoraddition (E1)</p> <p>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)</p> <p>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)</p>
KB4	<p>Kreisbewegung: (WW)</p> <p>Grundgrößen</p> <p>Zentripetal- und Zentrifugalkraft</p>	<p>analysieren und berechnen auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6)</p>

	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung ; Kommunikation ; Bewertung
Inhaltlicher Schwerpunkt: Energie und Impuls (EI)		
mögliche Kontexte: Billard, Auffahrunfall im Straßenverkehr, Ski-Abfahrt, Bungee Sprung		
EI1	Impuls Impulserhaltung Stoßvorgänge	beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1) verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6) begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4)
EI2	Hubarbeit Lageenergie Beschleunigungsarbeit Bewegungsenergie	analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (E1, UF1), 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)
EI3	Energie-Erhaltung , Energie-Bilanz	
Inhaltlicher Schwerpunkt: Gravitation (G)		
mögliche Kontexte: Bahnen von Satelliten und Himmelskörpern		
G1	Gravitationsgesetz (WW) (Kraftgesetz) Kepler'sche Gesetze	stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7) ermitteln mithilfe der Kepler'schen Gesetze und des Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E6)
G2	Gravitationsfeld: (WW) Feldlinienmodell, Feldstärke	beschreiben an Beispielen Veränderungen im Weltbild und in der Arbeitsweise der Naturwissenschaften, die durch die Arbeiten von Kopernikus, Kepler, Galilei und Newton initiiert wurden (E7, B3)
G3	Energie und Arbeit im Gravitationsfeld (Energie)	entnehmen Kernaussagen zu naturwissenschaftlichen Positionen zu Beginn der Neuzeit aus einfachen historischen Texten (K2, K4) beschreiben Wechselwirkungen im Gravitationsfeld und verdeutlichen den Unterschied zwischen Feldkonzept und Kraftkonzept (UF2, E6) erläutern unterschiedliche Positionen zum Sinn aktueller Forschungsprogramme (z.B. Raumfahrt, Mobilität) und beziehen Stellung dazu (B2, B3)

	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung ; Kommunikation ; Bewertung
Inhaltlicher Schwerpunkt: Schwingungen und Wellen (SW)		
mögliche Kontexte: Trampolin, Bungee-Sprung; Töne & Klänge; Schall- u. Wasserwellen; Einsturz der Tacoma-Brücke		
SW1	<p>Mechanische Schwingung am Beispiel des Federpendels</p> <p>lineares Kraftgesetz: Rückstellkraft</p> <p>Schwingungsvorgänge und Schwingungsgrößen</p> <p>Mathematische Beschreibung der harmonischen Schwingung (Sinus- u. Kosinusfunktion)</p> <p>Thomson'schen Schwingungsgleichung</p> <p>Energiebetrachtung und Dämpfung</p>	<p>beschreiben Schwingungen und Wellen als Störungen eines Gleichgewichts und identifizieren die dabei auftretenden Kräfte (UF1, UF4)</p> <p>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)</p> <p>begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4)</p> <p>geben Kriterien (u.a. Objektivität, Reproduzierbarkeit, Widerspruchs-freiheit, Überprüfbarkeit) an, um die Zuverlässigkeit von Messergeb- nissen und physikalischen Aussagen zu beurteilen, und nutzen diese bei der Bewertung von eigenen und fremden Untersuchungen (B1)</p>
SW2	Eigenschwingung und Resonanz	<p>erläutern das Auftreten von Resonanz mithilfe von Wechselwirkung und Energie (UF1)</p> <p>bewerten begründet die Darstellung bekannter mechanischer und anderer physikalischer Phänomene in verschiedenen Medien (Printmedien, Filme, Internet) bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (K2, K4)</p>
SW3	Wellenausbreitung in Schall und Wasser: Entstehung und Ausbreitung von Transversal- und Longitudinalwellen	<p>erklären qualitativ die Ausbreitung mechanischer Wellen (Transversal- oder Longitudinalwelle) mit den Eigenschaften des Ausbreitungsmediums (E6)</p>

Inhaltsfeld: Elektrizität (E)

Kontext: Untersuchung von Elektronen

Leitfrage: Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder, Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

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

(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,

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

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
E1	Grundlagen Reibungselektrizität und Influenz: Ladungstrennung durch Reibung Nachweisgeräte für Ladungen Kräfte zwischen Ladungen Influenz und Polarisation	Elektrostatik: Reibungsversuche Elektroskop, Glimmlampe Versuch zur Influenz	erklären elektrostatische Phänomene und Influenz mithilfe grundlegender Eigenschaften elektrischer Ladungen (UF2, E6)

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
E2	<p>Bestimmung der Elementarladung:</p> <p>Darstellung und Eigenschaften elektrischer Felder</p> <p>Elektrische Feldstärke und elektrische Kraft</p> <p>Coulomb'sches Gesetz</p> <p>Energieumwandlung im elektrischen Feld</p> <p>Elektrisches Potential und elektrische Spannung</p> <p>potentielle Energie im elektrischen Feld, Energie bewegter Ladungsträger,</p> <p>Elektronenstrahlableitkröhre</p> <p>Kapazität und Kondensator als Energie-Speicher</p> <p>Entladungsvorgänge</p> <p>Elementarladung</p>	<p>Grießkornversuch</p> <p>Elektronenstrahlröhre</p> <p>Kondensator;</p> <p>Millikanversuch</p> <p>Aufnahme einer Messkurve</p>	<p>beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der entsprechenden Feldstärken (UF2, UF1),</p> <p>beschreiben qualitativ die Erzeugung eines Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahlröhre (UF1, K3),</p> <p>ermitteln die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer Spannung (auch relativistisch) (UF2, UF4, B1),</p> <p>ermitteln die in elektrischen bzw. magnetischen Feldern gespeicherte Energie (Kondensator, Spule) (UF2),</p> <p>leiten physikalische Gesetze (u.a. die im homogenen elektrischen Feld gültige Beziehung zwischen Spannung und Feldstärke) aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),</p> <p>beschreiben qualitativ und quantitativ, bei vorgegebenen Lösungsansätzen, Ladungs- und Entladungsvorgänge in Kondensatoren (E4, E5, E6),</p> <p>erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4),</p> <p>entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</p>

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung ; Kommunikation ; Bewertung
E 3	<p>Bestimmung der Masse eines Elektrons:</p> <p>Darstellung und Eigenschaften magnetischer Felder</p> <p>magnetische Feldstärke</p> <p>Hall-Effekt, Hallsonde</p> <p>Lorentzkraft</p> <p>Elektronenmasse und spezifische Ladung eines Elektrons</p>	<p>Versuche zu Feldern:</p> <p>Stabmagnet, Hufeisenmagnet, Leiter, Spule</p> <p>Hall-Effekt</p> <p>Leiterschaukel</p> <p>Fadenstrahlrohr</p>	<p>erläutern den Feldbegriff und zeigen dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Gravitationsfeld, elektrischem und magnetischem Feld auf (UF3, E6),</p> <p>bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6),</p> <p>leiten physikalische Gesetze (Term für die Lorentzkraft) aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),</p> <p>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),</p> <p>schließen aus spezifischen Bahnkurvendaten bei der e/m-Bestimmung und beim Massenspektrometer auf wirkende Kräfte sowie Eigenschaften von Feldern und bewegten Ladungsträgern (E5, UF2),</p> <p>erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrizität (K1, K3, UF3),</p> <p>erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4),</p> <p>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),</p>

Möglicher Kontext: Aufbau und Funktionsweise wichtiger Versuchs- und Messapparaturen

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

Inhaltlicher Schwerpunkt: Bewegung von Ladungsträgern in magnetischen und elektrischen Feldern

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.

(E1) in unterschiedlichen Kontexten physikalische Probleme identifizieren, analysieren und in Form physikalischer Fragestellungen präzisieren,

(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,

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

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
E4	Bewegung von Ladungsträgern in Feldern Ablenkung von Elektronen Massenbestimmung von geladenen Teilchen Teilchenbeschleuniger	Elektronenstrahlröhre Wienfilter Massenspektrometer Zyklotron	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), leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2), 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), 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), entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrizität, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),

Kontext: Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie

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

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektromagnetische Induktion

Methodische Schwerpunkte: Die SuS können ...

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

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

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

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
E5	<p>Induktion, das grundlegende Prinzip bei der Versorgung mit elektrischer Energie:</p> <p>Induktionsvorgänge, Induktionsgesetz, Generator</p>	<p>Medien zur Information über prinzipielle Verfahren zur Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie,</p> <p>Leiterschaukel (Induktion)</p> <p>einfaches elektrodynamisches Mikrofon,</p> <p>Wechselspannungsgeneratoren (vereinfachte Funktionsmodelle für Unterrichtszwecke)</p> <p>quantitativer Versuch zur elektromagnetischen Induktion bei Änderung der Feldgröße B, registrierende Messung von $B(t)$ und $U_{\text{ind}}(t)$,</p>	<p>entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrizität, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</p> <p>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),</p> <p>leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),</p> <p>planen und realisieren Experimente zum Nachweis der Teilaussagen des Induktionsgesetzes (E2, E4, E5),</p> <p>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 Wechselspannung) (E6),</p> <p>erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrizität (K1, K3, UF3),</p> <p>treffen im Bereich Elektrizität Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1),</p> <p>identifizieren Induktionsvorgänge aufgrund der zeitlichen Änderung der magnetischen Feldgröße B in Anwendungs- und Alltagssituationen (E1, E6, UF4),</p> <p>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),</p>

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
E6	<p>Selbstinduktion, Definition der Induktivität Energie des magnetischen Feldes Interpretation des Vorzeichens mit Hilfe der Lenz'schen Regel</p> <p>Lenz'sche Regel, Wirbelströme</p>	<p>Versuch (qualitativ und quantitativ) zur Demonstration der Selbstinduktion (registrierende Messung und Vergleich der Ein- und Ausschaltströme in parallelen Stromkreisen mit rein ohmscher bzw. mit induktiver Last),</p> <p>Versuche zur Demonstration der Wirkung von Wirbelströmen, diverse „Ringversuche“</p>	<p>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),</p>

Möglicher Kontext: Physikalische Grundlagen der drahtlosen Nachrichtenübermittlung

Inhaltlicher Schwerpunkt: Elektromagnetische Schwingungen und Wellen

Leitfrage: Wie können Nachrichten ohne Materietransport übermittelt werden?

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

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

(E4) Experimente mit komplexen Versuchsplänen und Versuchsaufbauten, auch historisch bedeutsame Experimente, mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien durchführen,

(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,

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

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
E7	<p>Der elektromagnetische Schwingkreis – das Basiselement der Nachrichtentechnik:</p> <p>Elektromagnetische Schwingungen im RLC-Kreis,</p> <p>Energieumwandlungsprozesse im RLC-Kreis</p> <p>Wiederholung: Eigenschaften von mechanischen Schwingungen (aus EF)</p>	<p>Elektromagnetischer Schwingkreis</p>	<p>erläutern die Erzeugung elektromagnetischer Schwingungen, erstellen aussagekräftige Diagramme und werten diese aus (E2, E4, E5, B1),</p> <p>erläutern qualitativ die bei einer ungedämpften elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (UF1, UF2),</p> <p>beschreiben den Schwingvorgang im RLC-Kreis qualitativ als Energieumwandlungsprozess und benennen wesentliche Ursachen für die Dämpfung (UF1, UF2, E5),</p>

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
E8	<p>Materiefreie Übertragung von Information und Energie:</p> <p>Entstehung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen,</p> <p>Energietransport und Informationsübertragung durch elektromagnetische Wellen,</p>	<p>Hertz'scher Dipol</p> <p>dm-Wellen-Sender mit Zubehör (Empfängerdipol, Feldindikatorlampe),</p> <p>Visuelle Medien zur Veranschaulichung der zeitlichen Änderung der E- und B-Felder beim Hertz'schen Dipol und Ausbreitung der einer Elektromagnetischen Wellen. (entsprechende Computersimulationen)</p>	<p>beschreiben den Hertz'schen Dipol als einen (offenen) Schwingkreis (UF1, UF2, E6),</p> <p>erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (UF1, UF4, E6),</p> <p>beschreiben qualitativ die lineare Ausbreitung harmonischer Wellen als räumlich und zeitlich periodischen Vorgang (UF1, E6),</p> <p>erläutern anhand schematischer Darstellungen Grundzüge der Nutzung elektromagnetischer Trägerwellen zur Übertragung von Informationen (K2, K3, E6).</p> <p>ermitteln auf der Grundlage von Brechungs-, Beugungs- und Interferenzerscheinungen (mit Licht- und Mikrowellen) die Wellenlängen und die Lichtgeschwindigkeit (E2, E4, E5).</p> <p>beschreiben die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz im Wellenmodell und begründen sie qualitativ mithilfe des Huygens'schen Prinzips (UF1, E6).</p> <p>erläutern konstruktive und destruktive Interferenz sowie die entsprechenden Bedingungen mithilfe geeigneter Darstellungen (K3, UF1),</p>

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
	<p>Wdh: Ausbreitung von mechanischen Wellen</p> <p>Beugung, Brechung, Interferenz mit Licht</p>	<p>Visuelle Medien zur Veranschaulichung der Ausbreitung einer linearen (harmonischen) Welle, auch Wellenmaschine zur Erinnerung an mechanische Wellen, entsprechende Computersimulationen, Wellenwanne</p> <p>Mikrowellensender / -empfänger mit Gerätesatz für Beugungs-, Brechungs- und Interferenzexperimente,</p> <p>Interferenz-, Beugungs-Experimente mit (Laser-) Licht an Doppelspalt und Gitter (quantitativ) – sowie z.B. an Kanten, dünnen Schichten,... (qualitativ)</p>	<p>entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrizität, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</p> <p>leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),</p> <p>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),</p> <p>wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze problembezogen aus (UF2),</p> <p>erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten (K1, K3, UF3).</p>

Inhaltsfeld: Relativitätstheorie (RT)

Kontext: Satellitennavigation – Zeitmessung ist nicht absolut

Leitfrage: Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit?

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

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

(E3) mit Bezug auf Modelle, Theorien und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten,

(K1) bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden,

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
RT1	Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und Problem der Gleichzeitigkeit Inertialsysteme Relativität der Gleichzeitigkeit	Experiment von Michelson und Morley (Computersimulation/Film) Relativität der Gleichzeitigkeit (Video / Film)	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).

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
<p>Kontext: Höhenstrahlung Leitfrage: Warum erreichen Myonen aus der oberen Atmosphäre die Erdoberfläche? Inhaltliche Schwerpunkte: Zeitdilatation und Längenkontraktion</p> <p>Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können (E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern, (E3) mit Bezug auf Modelle, Theorien und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten, (K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren, (K1) bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden,</p>			
RT2	Zeitdilatation und relativistischer Faktor	<p>Lichtuhr (Gedankenexperiment / Computersimulation / Film)</p> <p>V3: Myonenzerfall (Experimentepool der Universität – ggfs. Exkursion an eine Universität)</p>	<p>leiten mithilfe der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und des Modells Lichtuhr quantitativ die Formel für die Zeitdilatation her (E5),</p> <p>reflektieren die Nützlichkeit des Modells Lichtuhr hinsichtlich der Herleitung des relativistischen Faktors (E7).</p> <p>erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1)</p>
	Längenkontraktion	<p>Film</p> <p>Myonenzerfall (Experimentepool der Universität – ggfs. Exkursion an eine Universität)</p>	<p>begründen den Ansatz zur Herleitung der Längenkontraktion (E6),</p> <p>erläutern die relativistischen Phänomene Zeitdilatation und Längenkontraktion anhand des Nachweises von in der oberen Erdatmosphäre entstehenden Myonen (UF1),</p> <p>beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3),</p>

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
<p>Kontext: Teilchenbeschleuniger – Warum Teilchen aus dem Takt geraten Leitfrage: Ist die Masse bewegter Teilchen konstant? Inhaltliche Schwerpunkte: Relativistische Massenzunahme, Energie-Masse-Beziehung</p> <p>Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können (UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen. (B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten, (E3) mit Bezug auf Modelle, Theorien und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten,</p>			
RT3	„Schnelle“ Ladungsträger in E- und B-Feldern	Bertozzi-Experiment (anhand von Literatur)	erläutern auf der Grundlage historischer Dokumente ein Experiment (Bertozzi-Versuch) zum Nachweis der relativistischen Massenzunahme (K2, K3),
	Ruhemasse und dynamische Masse	Film	erläutern die Energie-Masse-Beziehung (UF1) berechnen die relativistische kinetische Energie von Teilchen mithilfe der Energie-Masse-Beziehung (UF2) erläutern den Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron (E6, UF4), ermitteln die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer Spannung (auch relativistisch) (UF2, UF4, B1),
<p>Kontext: Satellitennavigation – Zeitmessung unter dem Einfluss von Geschwindigkeit und Gravitation Leitfrage: Beeinflusst Gravitation den Ablauf der Zeit? Inhaltliche Schwerpunkte: Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung</p> <p>Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können (K1) bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden, (K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren, (K4) sich mit anderen über physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen</p>			
RT4	Gravitation und Zeitmessung	Film	beschreiben qualitativ den Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung (UF4)
	Die Gleichheit von träger und schwerer Masse (im Rahmen der heutigen Messgenauigkeit) Das Zwillingsparadoxon	Film Einsteins Fahrstuhl-Gedankenexperiment	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).

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
<p>Kontext: <i>Das heutige Weltbild</i> Leitfrage: Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt? Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Problem der Gleichzeitigkeit, Zeitdilatation und Längenkontraktion, Relativistische Massenzunahme, Energie-Masse-Beziehung, Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung</p> <p>Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können (K1) bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden, (K2) zu physikalischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen, (K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren, (K4) sich mit anderen über physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen (B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.</p>			
RT5	Gegenseitige Bedingung von Raum und Zeit	Internetrecherche	bewerten Auswirkungen der Relativitätstheorie auf die Veränderung des physikalischen Weltbilds (B4).

Inhaltsfeld: Quantenphysik (Q)

Kontext: Erforschung des Photons

Leitfrage: Besteht Licht doch aus Teilchen?

Inhaltliche Schwerpunkte: Licht und Elektronen als Quantenobjekte, Welle-Teilchen-Dualismus, Quantenphysik und klassische Physik

Kompetenschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

(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.

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
Q1	Lichtelektrischer Effekt	Hallwachsversuch	<p>diskutieren und begründen das Versagen der klassischen Modelle bei der Deutung quantenphysikalischer Prozesse (K4, E6)</p> <p>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),</p>
Q2	<p>Teilcheneigenschaften von Photonen</p> <p>Planck'sches Wirkungsquantum</p> <p>Impuls von Photonen</p>	<p>Photoeffekt, Bestimmung von h</p> <p>Evtl.:Comptoneffekt (ohne detaillierte Rechnung)</p>	<p>erläutern die qualitativen Vorhersagen der klassischen Elektrodynamik zur Energie von Photoelektronen (bezogen auf die Frequenz und Intensität des Lichts) (UF2, E3),</p> <p>ermitteln aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck'sche Wirkungsquantum (E5, E6),</p> <p>erläutern den Widerspruch der experimentellen Befunde zum Photoeffekt zur klassischen Physik und nutzen zur Erklärung die Einstein'sche Lichtquantenhypothese (E6, E1),</p> <p>beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2),</p> <p>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),</p>

Kontext: Erforschung des Elektrons (EE)

Leitfrage: Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Welle-Teilchen-Dualismus

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

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

(E4) Experimente mit komplexen Versuchsplänen und Versuchsaufbauten, auch historisch bedeutsame Experimente, mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien durchführen,

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
Q3	<p>Wellencharakter von Elektronen</p> <p>Bragg-Reflexion</p> <p>Streuung und Beugung von Elektronen</p> <p>De Broglie-Hypothese</p>	<p>Qualitative Demonstrationen und quantitative Messung: Elektronenbeugungsröhre</p> <p>RCL (Uni Kaiserslautern: http://rcl-munich.informatik.unibw-muenchen.de/)</p>	<p>interpretieren experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E1, E5, E6),</p> <p>beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2),</p> <p>erklären die de Broglie-Hypothese am Beispiel von Elektronen (UF1),</p>

Kontext: Die Welt kleinster Dimensionen – Mikroobjekte und Quantentheorie

Leitfrage: Was ist anders im Mikrokosmos?

Inhaltliche Schwerpunkte: Welle-Teilchen-Dualismus und Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Quantenphysik und klassische Physik

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
Q4	Wellenfunktion und Aufenthaltswahrscheinlichkeit: Verteilung von Photonen und Elektronen	Demonstration des Durchgangs eines einzelnen Quantenobjekts durch einen Doppelspalt mithilfe eines Simulationsprogramms und mithilfe von Videos z.B.: http://homepages.physik.uni-muenchen.de/~milq/milq_basiskursp01.html	deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Elektronen (UF1, UF4), erläutern die Aufhebung des Welle-Teilchen-Dualismus durch die Wahrscheinlichkeitsinterpretation (UF1, UF4), erläutern bei Quantenobjekten das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (UF1, E3), stellen anhand geeigneter Phänomene dar, wann Licht durch ein Wellenmodell bzw. ein Teilchenmodell beschrieben werden kann (UF1, K3, B1), erläutern die Bedeutung von Gedankenexperimenten und Simulationsprogrammen zur Erkenntnisgewinnung bei der Untersuchung von Quantenobjekten (E6, E7). 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),
Q5	Heisenberg'sche Unschärferelation	Internet, z.B.: http://homepages.physik.uni-muenchen.de/~milq/milq_basiskursp01.html	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 (AKE)*

Kontext: *Geschichte der Atommodelle, Lichtquellen und ihr Licht*

Leitfrage: Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Atomaufbau

Kompetenschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

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

(E4) Experimente mit komplexen Versuchsplänen und Versuchsaufbauten, auch historisch bedeutsame Experimente, mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien durchführen,

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
AKE 1	Atomaufbau: Kern-Hülle-Modell	Recherche in Literatur und Internet, Rutherford'scher Streuversuch	geben wesentliche Schritte in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis hin zum Kern-Hülle-Modell wieder (UF1),
AKE 2	Energiequantelung der Hüllelektronen	Linienpektren Franck-Hertz-Versuch	erklären Linienpektren in Emission und Absorption sowie den Franck-Hertz-Versuch mit der Energiequantelung in der Atomhülle (E5),
AKE 3	Linienpektren	Durchstrahlung einer Na-Flamme mit Na- und Hg-Licht (Schattenbildung), Linienpektren von H	stellen die Bedeutung des Franck-Hertz-Versuchs und der Experimente zu Linienpektren in Bezug auf die historische Bedeutung des Bohr'schen Atommodells dar (E7).
AKE 4	Bohr'sche Postulate	Literatur, Arbeitsblatt	formulieren geeignete Kriterien zur Beurteilung des Bohr'schen Atommodells aus der Perspektive der klassischen und der Quantenphysik (B1, B4),
Q6	linearer Potentialtopf Energiewerte im linearen Potentialtopf	Internet, Literatur	ermitteln die Wellenlänge und die Energiewerte von im linearen Potentialtopf gebundenen Elektronen (UF2, E6).

Kontext: Röntgenstrahlung, Erforschung des Photons

Leitfrage: Was ist Röntgenstrahlung?

Inhaltliche Schwerpunkte: Licht und Elektronen als Quantenobjekte

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

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

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
Q7	Röntgenröhre Röntgenspektrum Bragg'sche Reflexionsbedingung Planck'sches Wirkungsquantum	Röntgenröhre der Schulröntgeneinrichtung Sollte keine Röntgenröhre zur Verfügung stehen, kann mit einem interaktiven Bildschirmexperiment (IBE) gearbeitet werden Aufnahme bzw. Interpretation eines Röntgenspektrums (Winkel-Intensitätsdiagramm vs. Wellenlängen-Intensitätsdiagramm)	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), erklären die Entstehung des Bremsspektrums und des charakteristischen Spektrums der Röntgenstrahlung (UF1)
	Röntgenröhre in Medizin und Technik	Film / Video / Foto Schülervorträge	führen Recherchen zu komplexeren Fragestellungen der Quantenphysik durch und präsentieren die Ergebnisse (K2, K3), stellen die physikalischen Grundlagen von Röntgenaufnahmen und Szintigrammen als bildgebende Verfahren dar (UF4)

Kontext: Physik in der Medizin (Bildgebende Verfahren, Radiologie)

Leitfrage: Wie nutzt man Strahlung in der Medizin?

Inhaltliche Schwerpunkte: Ionisierende Strahlung, Radioaktiver Zerfall

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

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

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

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
AKE 5	Ionisierende Strahlung: Detektoren	Geiger-Müller-Zählrohr, Halbleiter-Detektor Nebelkammer	benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6),
AKE 6	Strahlungsarten	Absorption von α-, β-, γ-Strahlung Ablenkung von β-Strahlen im Magnetfeld Literatur (zur Röntgen-, Neutronen- und Schwerionenstrahlung)	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), erläutern das Absorptionsgesetz für Gamma-Strahlung, auch für verschiedene Energien (UF3),
AKE 7	Dosimetrie	Video zur Dosimetrie	erläutern in allgemein verständlicher Form bedeutsame Größen der Dosimetrie (Aktivität, Energie- und Äquivalentdosis) auch hinsichtlich der Vorschriften zum Strahlenschutz (K3), beurteilen Nutzen und Risiken ionisierender Strahlung unter verschiedenen Aspekten (B4)

Kontext: (Erdgeschichtliche) AltersbestimmungenLeitfrage: Wie funktioniert die ^{14}C -Methode?

Inhaltliche Schwerpunkte: Radioaktiver Zerfall

Kompetenschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

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

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
AKE 8	Radioaktiver Zerfall: Kernkräfte	Ausschnitt aus Nuklidkarte	benennen Protonen und Neutronen als Kernbausteine, identifizieren Isotope und erläutern den Aufbau einer Nuklidkarte (UF1),
AKE 9	Zerfallsprozesse	Elektronische Nuklidkarte Radon-Messung (Zentralabitur 2008) Bestimmung der Halbwertszeit Tabellenkalkulation Ggf. CAS	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),
AKE 10	Altersbestimmung	Arbeitsblatt	bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der ^{14}C -Methode (UF2),

Kontext: Energiegewinnung durch nukleare Prozesse

Leitfrage: Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Inhaltliche Schwerpunkte: Kernspaltung und Kernfusion, Ionisierende Strahlung

Kompetenschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

(B2) Auseinandersetzungen und Kontroversen in physikalisch technischen Zusammenhängen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten,

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

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

(K1) bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden,

(K2) zu physikalischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen,

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

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

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
AKE 11	Kernspaltung und Kernfusion: Massendefekt, Äquivalenz von Masse und Energie, Bindungsenergie	Video zu Kernwaffenexplosion	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),
	Kettenreaktion	Mausefallenmodell, Video, Applet	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),
	Kernspaltung, Kernfusion	Diagramm B/A gegen A , Tabellenwerk, ggf. Applet Recherche in Literatur und Internet Schülerdiskussion, ggf. Pro-Kontra-Diskussion	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). beurteilen die Bedeutung der Beziehung $E = mc^2$ für Erforschung und technische Nutzung von Kernspaltung und Kernfusion (B1, B3)
	Annihilation	Recherche, Arbeitsblatt	beschreiben die Bedeutung der Energie-Masse-Äquivalenz hinsichtlich der Annihilationen von Teilchen und Anti-Teilchen (UF4). Bestimmen und bewerten den bei der Annihilation von Teilchen und Anti-Teilchen frei werdenden Energiebetrag (E7,B1).

Kontext: Forschung am CERN und DESY – Elementarteilchen und ihre fundamentalen Wechselwirkungen

Leitfrage: Was sind die kleinsten Bausteine der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

(K2) zu physikalischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen,

LK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
AKE 12	Kernbausteine und Elementarteilchen	Existenz von Quarks (Video) Internet (CERN / DESY)	systematisieren mithilfe des heutigen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3),
	Kernkräfte Austauschteilchen der fundamentalen Wechselwirkungen	Darstellung der Wechselwirkung mit Feynman-Graphen (anhand von Literatur)	vergleichen das Modell der Austauscheteilchen 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).
	Aktuelle Forschung und offene Fragen der Elementarteilchenphysik (z.B. Higgs-Teilchen, Dunkle Materie, Dunkle Energie, Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie, ...)	Literatur und Recherche im Internet	recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2),

Hinweis: In diesem Bereich sind i. d. R. keine bzw. nur in Ausnahmefällen Realexperimente für Schulen möglich. Es sollte daher insbesondere die Möglichkeit genutzt werden, auf geeignete Internetmaterialien zurück zu greifen. Nachfolgend sind einige geeignet erscheinende Internetquellen aufgelistet. Internet-Materialien (Letzter Aufruf Jan 2012):

- CERN-Film zum Standardmodell (sehr übersichtlich):
 - <http://project-physicsteaching.web.cern.ch/project-physicsteaching/german/kurzvideos/film6.wmv>
 - Weiter Filme zum Standardmodell im netz verfügbar (z.B. bei YouTube)
- Einführung in Teilchenphysik (DESY):
 - <http://teilchenphysik.desy.de/>
 - <http://kworkquark.desy.de/1/index.html>
- Übungen und Erklärungen zu Ereignisidentifikation (umfangreiche CERN-Internetseite zum Analysieren von (Original-) Eventdisplays) am Computer:

- <http://kiende.web.cern.ch/kiende/de/wpath.htm>
- Ausgezeichnete Unterrichtsmaterialien des CERN zur Teilchenphysik:
 - <http://project-phycsteaching.web.cern.ch/project-phycsteaching/german/>
- Übungen zur Teilchenphysik in der Realität:
 - <http://physicsmasterclasses.org/neu/>
 - <http://www.teilchenwelt.de/>
- Naturphänomene und Anregungen für den Physikunterricht:
 - <http://www.solstice.de>
- ... und vieles mehr:
 - <http://www.teilchenwelt.de/material/materialien-zur-teilchenphysik/>

Curriculum für den GK

Inhaltsfeld: Quantenobjekte (Q)

Kontext: Erforschung des Elektrons – Elektronen im elektrischen Feld

Leitfrage: Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektron (Teilchenaspekt)

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

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

(E3) mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten,

(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.

GK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
Wdh	Grundlagen: <i>Reibungselektrizität und Ladungstrennung, Kräfte zwischen Ladungen</i>	<i>Elektrostatik: Reibungsversuche Elektroskop, Glimmlampe</i>	
Q1	Bestimmung der Elementarladung Darstellung und Eigenschaften elektrischer Felder Elektrische Feldstärke und elektrische Kraft Energieumwandlung im elektrischen Feld elektrische Spannung Elektronenkanone Elementarladung	<i>Grießkornversuch</i> <i>Kondensator, Elektronenstrahlröhre</i> Millikanversuch	beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen (UF2, UF1) bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2) definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2), erläutern anhand einer vereinfachten Version des Millikanversuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1, E5)

GK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
Q2	<p>Bestimmung der Elektronenmasse:</p> <p>Darstellung und Eigenschaften magnetischer Felder</p> <p>magnetische Feldstärke</p> <p>Lorentzkraft</p> <p>Elektronenmasse und spezifische Ladung eines Elektrons</p> <p><i>Massenspektrometer</i></p> <p>Zyklotron</p>	<p>Versuche zu Feldern:</p> <p>Stabmagnet, Hufeisenmagnet, Leiter, Spule</p> <p>Leiterschaukel</p> <p>Fadenstrahlrohr</p>	<p>bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6),</p> <p><i>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),</i></p> <p>beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen (UF2, UF1)</p> <p>bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2)</p>

Inhaltsfeld: *Elektrodynamik (E)*

Kontext: *Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren (ET)*

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,

(K2) zu physikalischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen,

(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,

(B2) Auseinandersetzungen und Kontroversen in physikalisch-technischen Zusammenhängen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten.

GK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
E1	<p>Wandlung von mechanischer in elektrische Energie:</p> <p>Elektromagnetische Induktion</p> <p>Induktionsspannung</p> <p>(5 Ustd.)</p>	<p>bewegter Leiter im (homogenen) Magnetfeld - Leiterschaukel</p> <p>Messung von Stromstärke mit Demo-Multimeter</p> <p>Cassy: Sinusförmige Spannung beim Schwingen der Schaukel</p> <p>Leiterschleife (bewegt sich unter Einwirkung einer Kraft gleichförmig ins B-Feld)</p>	<p>erläutern am Beispiel der <i>Leiterschaukel</i> das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1, E6)</p> <p>bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, 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>

GK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung ; Kommunikation ; Bewertung
E2	<p>Technisch praktikable Generatoren:</p> <p>Erzeugung sinusförmiger Wechselspannungen (4 Ustd.)</p>	<p>Experiment mit Kurbelgenerator und 30W-Lämpchen</p> <p>Internetquellen, Lehrbücher, Filme und Applets zum Generatorprinzip</p> <p>Generator</p> <p>Experimente mit drehenden Leiterschleifen in Magnetfeldern, Wechselstromgeneratoren</p> <p>Messung und Registrierung von Induktionsspannungen mit Oszilloskop oder Cassy</p>	<p>recherchieren bei vorgegebenen Fragestellungen historische Vorstellungen und Experimente zu Induktionerscheinungen (K2)</p> <p>erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3)</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>

GK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
E3	<p>Nutzbarmachung elektrischer Energie durch „Transformation“</p> <p>Transformator</p> <p>Energieerhaltung</p> <p>Ohm'sche „Verluste“</p> <p>(9 Ustd.)</p>	<p>Transformator</p> <p>Experimente mit Aufbau-Transformatoren zur Spannungswandlung</p> <p>Freileitungen</p> <p>Modellexperiment (z.B. mit Hilfe von Aufbau-Transformatoren) zur Energieübertragung und zur Bestimmung der „Ohm'schen Verluste“ bei der Übertragung elektrischer Energie bei unterschiedlich hohen Spannungen</p>	<p>erläutern adressatenbezogen 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>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>

Kontext: Wirbelströme im Alltag

Leitfrage: Wie kann man Wirbelströme technisch nutzen?

Inhaltliche Schwerpunkte: Induktion, Lenz'sche Regel

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(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,

(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.

GK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
E4	Die Wirbelstrombremse Lenz'sche Regel	Thomson'scher Ringversuch Freihandexperiment: Untersuchung der Relativbewegung eines aufgehängten Metallrings und eines starken Stabmagneten / E-Magneten diverse technische und spielerische Anwendungen, z.B. Wirbelstrombremse, „fallender Magnet“ im Alu-Rohr, Waltenhof'sches Pendel, ...	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)

Kontext: Welleneigenschaften des Lichts

Leitfrage: Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden?

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

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

GK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
Q3	Beugung und Interferenz Lichtwellenlänge und -frequenz Kreiswellen, ebene Wellen, Beugung und Brechung	Ausgangspunkt: Beugung von Laserlicht Bestimmung der Wellenlängen von Licht mit Doppelspalt und Gitter Doppelspalt Gitter Wellenwanne Modellbildung mit Hilfe der Wellenwanne	veranschaulichen mithilfe der <i>Wellenwanne</i> qualitativ unter Verwendung von Fachbegriffen auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Beugung, Interferenz, Reflexion und Brechung (K3) bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit <i>Doppelspalt</i> und <i>Gitter</i> (E5)

Inhaltsfeld: *Relativität von Raum und Zeit (RRZ)*

Kontext: *Navigationssysteme*

Leitfrage: Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit?

Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Zeitdilatation

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

(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,

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

GK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
RRZ1	Konstanz der Lichtgeschwindigkeit Zeitdilatation	Ausgangspunkt: Film Relativitätstheorie (Teil 1) Michelson-Morley-Experiment Lichtuhr Myonenzerfall	interpretieren das <i>Michelson-Morley-Experiment</i> als ein Indiz für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4) erklären anschaulich mit der <i>Lichtuhr</i> grundlegende Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie und ermitteln quantitativ die Formel für die Zeitdilatation (E6, E7) erläutern qualitativ den <i>Myonenzerfalls</i> in der Erdatmosphäre als experimentellen Beleg für die von der Relativitätstheorie vorhergesagte Zeitdilatation (E5, UF1) erläutern die relativistische Längenkontraktion über eine Plausibilitätsbetrachtung (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)

Kontext: Teilchenbeschleuniger

Leitfrage: Ist die Masse bewegter Teilchen konstant?

Inhaltliche Schwerpunkte: Veränderlichkeit der Masse, Energie-Masse Äquivalenz

Kompetenschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

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

GK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
RRZ2	„Schnelle“ Ladungsträger in E- und B-Feldern Ruhemasse und dynamische Masse	Ausgangspunkt: Film Relativitätstheorie (Teil 1) Zyklotron	erläutern die Funktionsweise eines <i>Zyklotrons</i> und argumentieren zu den Grenzen einer Verwendung zur Beschleunigung von Ladungsträgern bei Berücksichtigung relativistischer Effekte (K4, UF4), erläutern die Energie-Masse Äquivalenz (UF1)

Kontext: Das heutige Weltbild

Leitfrage: Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt?

Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Zeitdilatation, Veränderlichkeit der Masse, Energie-Masse Äquivalenz

Kompetenschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen,

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

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

	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
RRZ3	Gegenseitige Bedingung von Raum und Zeit	Film Relativitätstheorie	diskutieren die Bedeutung von Schlüsselexperimenten bei physikalischen Paradigmenwechseln an Beispielen aus der Relativitätstheorie (B4, E7) beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3)

Inhaltsfeld: Quantenobjekte (Q)

Kontext: Erforschung von Elektron & Photon

Leitfrage: Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Licht und Elektronen als Quantenobjekte, Welle-Teilchen-Dualismus, Quantenphysik und klassische Physik

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

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

(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,

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

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

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

GK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
Q4	Quantelung der Energie von Licht, Austrittsarbeit	Hallwachsversuch Photoeffekt	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)
Q5	Streuung von Elektronen an Festkörpern, de Broglie-Wellenlänge <i>Bragg-Reflexion</i>	Experiment zur Elektronenbeugung an polykristallinem Graphit	erläutern die Aussage der de Broglie-Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes beim <i>Elektronenbeugungsexperiment</i> an und bestimmen die Wellenlänge der Elektronen (UF1, UF2, E4)
Q6	Licht und Materie Reflexion der Bedeutung der Experimente für die Bedeutung der Quantenphysik	Computersimulation Doppelspalt, Photoeffekt http://homepages.physik.uni-muenchen.de/~milq/milq_basiskursp01.html	erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7) untersuchen ergänzend zum Realexperiment Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten (E6) 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)

Inhaltsfeld: **Strahlung und Materie (SM)**

Kontext: **Geschichte der Atommodelle, Lichtquellen und ihr Licht**

Leitfrage: Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Atomaufbau

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,
 (E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,
 (E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen,
 (K1) bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden.

	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
SM 1	Kern-Hülle-Modell	Literaturrecherche, Schulbuch	erläutern, vergleichen und beurteilen Modelle zur Struktur von Atomen und Materiebausteinen (E6, UF3, B4),
SM 2	Energieniveaus der Atomhülle	Erzeugung von Linienpektren mithilfe von Gasentladungslampen	erklären die Energie absorbierter und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (UF1, E6)
SM 3	Quantenhafte Emission und Absorption von Photonen	Franck-Hertz-Versuch	erläutern die Bedeutung von <i>Flammenfärbung</i> und <i>Linienpektren</i> bzw. <i>Spektralanalyse</i> , die Ergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuches</i> sowie die <i>charakteristischen Röntgenspektren</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7)
SM 4	Röntgenstrahlung	charakteristische Röntgenspektren	
SM 5	Sternspektren und Fraunhoferlinien	Flammenfärbung Darstellung des Sonnenspektrums mit seinen Fraunhoferlinien Spektralanalyse	interpretieren Spektraltafeln des <i>Sonnenspektrums</i> im Hinblick auf die in der Sonnen- und Erdatmosphäre vorhandenen Stoffe (K3, K1) erklären Sternspektren und Fraunhoferlinien (UF1, E5, K2) stellen dar, wie mit spektroskopischen Methoden Informationen über die Entstehung und den Aufbau des Weltalls gewonnen werden können (E2, K1)

Kontext: Mensch und Strahlung

Leitfrage: Wie wirkt Strahlung auf den Menschen?

Inhaltliche Schwerpunkte: Kernumwandlungen, Ionisierende Strahlung, Spektrum der elektromagnetischen Strahlung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

(E1) in unterschiedlichen Kontexten physikalische Probleme identifizieren, analysieren und in Form physikalischer Fragestellungen präzisieren,

(E4) Experimente mit komplexen Versuchsplänen und Versuchsaufbauten, auch historisch bedeutsame Experimente, mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien durchführen,

(K1) bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden,

(K2) zu physikalischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen,

(B3) an Beispielen von Konfliktsituationen mit physikalisch-technischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und bewerten,

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

GK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
SM 6	Strahlungsarten	Recherche Absorptionsexperimente zu α-, β-, γ-Strahlung	unterscheiden α -, β -, γ -Strahlung und Röntgenstrahlung sowie Neutronen- und Schwerionenstrahlung (UF3) erläutern den Nachweis unterschiedlicher Arten ionisierender Strahlung mithilfe von Absorptionsexperimenten (E4, E5) bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1, B3)
SM 7	Elementumwandlung	Nuklidkarte	erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungsprozesse (UF1, K1)
SM 8	Detektoren	Geiger-Müller-Zählrohr	erläutern den Aufbau und die Funktionsweise von Nachweisgeräten für ionisierende Strahlung (<i>Geiger-Müller-Zählrohr</i>) und bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (UF1, E2)

GK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
SM 9	<p>Biologische Wirkung ionisierender Strahlung und Energieaufnahme im menschlichen Gewebe</p> <p>Dosimetrie</p>	ggf. Einsatz eines Films / eines Videos	<p>beschreiben Wirkungen von ionisierender und elektromagnetischer Strahlung auf Materie und lebende Organismen (UF1)</p> <p>bereiten Informationen über wesentliche biologisch-medizinische Anwendungen und Wirkungen von ionisierender Strahlung für unterschiedliche Adressaten auf (K2, K3, B3, B4)</p> <p>begründen in einfachen Modellen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, UF4)</p> <p>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)</p> <p>bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung ionisierender Strahlung unter Abwägung unterschiedlicher Kriterien (B3, B4),</p>
SM 10	Kernspaltung / -fusion	Internet / Lehrbuch / AB	bewerten die Bedeutung $E = mc^2$ für die Kernspaltung und Kernfusion (B1, B3)

Kontext: Forschung am CERN und DESY

Leitfrage: Was sind die kleinsten Bausteine der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Standardmodell der Elementarteilchen

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

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

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

(K2) zu physikalischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.

GK	Bezug zum Inhaltsfeld u. z. Basiskonzept und Umsetzung im Unterricht	Experimente und Medien	Zuordnung zu Kompetenzerwartungen: Umgang mit Fachwissen; Erkenntnisgewinnung; Kommunikation; Bewertung
SM 11	Kernbausteine und Elementarteilchen	In diesem Bereich sind i. d. R. keine Realexperimente für Schulen möglich. Es z.B. kann auf Internetseiten des CERN und DESY zurückgegriffen werden.	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) recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2)
SM 12	(Virtuelles) Photon als Austauschteilchen der elektromagnetischen Wechselwirkung Konzept der Austauschteilchen vs. Feldkonzept	Lehrbuch, Animationen	vergleichen in Grundprinzipien das Modell des Photons als Austauschteilchen für die elektromagnetische Wechselwirkung exemplarisch für fundamentale Wechselwirkungen mit dem Modell des Feldes (E6)