

JAHRGANGSSTUFE 10

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
<p>10.1 Sicherer Umgang mit Elektrizität</p> <p><i>Wann ist Strom gefährlich?</i></p> <p>ca. 13 Ustd.</p>	<p>Elektrizität</p> <p>elektrische Stromkreise:</p> <ul style="list-style-type: none"> • elektrischer Widerstand, Spannung und Stromstärke • Reihen- und Parallelschaltung • Sicherungsvorrichtungen 	<p>UF4: Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anwendung auf Alltagssituationen <p>E4: Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Systematische Untersuchung der Beziehung zwischen verschiedenen Variablen <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mathematisierung (proportionale Zusammenhänge, graphisch und rechnerisch) <p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analogiemodelle und ihre Grenzen <p>B3: Abwägung und Entscheidung</p> <p>Sicherheit im Umgang mit Elektrizität</p>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Analogiemodelle (z.B. Wassermmodell); Mathematisierung physikalischer Gesetze; keine komplexen Ersatzschaltungen</p> <p><i>... zur Vernetzung</i> ← Stromwirkungen (IF 2)</p> <p><i>... zu Synergien</i> Nachweis proportionaler Zuordnungen; Umformungen zur Lösung von Gleichungen ← Mathematik (Funktionen erste Stufe)</p>
<p>10.2 Gefahren und Nutzen ionisierender Strahlung</p> <p><i>Ist ionisierende Strahlung gefährlich oder nützlich?</i></p>	<p>Ionisierende Strahlung und Kernenergie</p> <p>Atomaufbau und ionisierende Strahlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alpha-, Beta-, Gamma Strahlung, 	<p>UF4: Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biologische Wirkungen und medizinische Anwendungen <p>E1: Problem und Fragestellung</p>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Quellenkritische Recherche, Präsentation</p> <p><i>... zur Vernetzung</i> Atommodelle ← Chemie (IF 5) Radioaktiver Zerfall ←</p>

JAHRGANGSSTUFE 10

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
ca. 16 Ustd.	<ul style="list-style-type: none"> • radioaktiver Zerfall, • Halbwertszeit, • Röntgenstrahlung Wechselwirkung von Strahlung mit Materie: <ul style="list-style-type: none"> • Nachweismethoden, • Absorption, • biologische Wirkungen, • medizinische Anwendung, • Schutzmaßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> • Auswirkungen auf Politik und Gesellschaft E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten <ul style="list-style-type: none"> • Nachweisen und Modellieren K2: Informationsverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> • Filterung von wichtigen und nebensächlichen Aspekten 	Mathematik Exponentialfunktion (Funktionen zweite Stufe) → Biologie (SII, Mutationen, 14C)
10.3 Energie aus Atomkernen <i>Ist die Kernenergie beherrschbar?</i> ca. 10 Ustd.	Ionisierende Strahlung und Kernenergie Kernenergie: <ul style="list-style-type: none"> • Kernspaltung, • Kernfusion, • Kernkraftwerke, • Endlagerung 	K2: Informationsverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> • Seriosität von Quellen K4: Argumentation <ul style="list-style-type: none"> • eigenen Standpunkt schlüssig vertreten B1: Fakten- und Situationsanalyse <ul style="list-style-type: none"> • Identifizierung relevanter Informationen B3: Abwägung und Entscheidung <ul style="list-style-type: none"> • Meinungsbildung 	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Meinungsbildung, Quellenbeurteilung, Entwicklung der Urteilsfähigkeit <i>... zur Vernetzung</i> ← Zerfallsgleichung aus 10.1. → Vergleich der unterschiedlichen Energieanlagen (IF 11)
10.4 Versorgung mit elektrischer Energie <i>Wie erfolgt die Übertragung der elektrischen Energie vom Kraftwerk bis zum Haushalt?</i>	Energieversorgung Induktion und Elektromagnetismus: <ul style="list-style-type: none"> • Elektromotor • Generator 	E4: Untersuchung und Experiment <ul style="list-style-type: none"> • Planung von Experimenten mit mehr als zwei Variablen • Variablenkontrolle 	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Verantwortlicher Umgang mit Energie <i>... zur Vernetzung</i>

JAHRGANGSSTUFE 10

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Weitere Vereinbarungen
ca. 16 Ustd.	<ul style="list-style-type: none"> • Wechselspannung • Transformator Bereitstellung und Nutzung von Energie: <ul style="list-style-type: none"> • Energieübertragung • Energieentwertung • Wirkungsgrad 	B2: Bewertungskriterien und Handlungsoptionen <ul style="list-style-type: none"> • Kaufentscheidungen treffen 	← Lorentzkraft, Energiewandlung (IF 10) ← mechanische Leistung und Energie (IF 7), elektrische Leistung und Energie (IF 9)
10.5 Energieversorgung der Zukunft <i>Wie können regenerative Energien zur Sicherung der Energieversorgung beitragen?</i> ca. 7 Ustd.	Energieversorgung Bereitstellung und Nutzung von Energie: <ul style="list-style-type: none"> • Kraftwerke • Regenerative Energieanlagen • Energieübertragung • Energieentwertung • Wirkungsgrad • Nachhaltigkeit 	UF4: Übertragung und Vernetzung <ul style="list-style-type: none"> • Beiträge verschiedener Fachdisziplinen zur Lösung von Problemen K2: Informationsverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> • Quellenanalyse B3: Abwägung und Entscheidung <ul style="list-style-type: none"> • Filterung von Daten nach Relevanz B4: Stellungnahme und Reflexion <ul style="list-style-type: none"> • Stellung beziehen 	<i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Verantwortlicher Umgang mit Energie, Nachhaltigkeitsgedanke <i>... zur Vernetzung</i> → Kernkraftwerk, Energiewandlung (IF 10) <i>... zu Synergien</i> Energie aus chemischen Reaktionen ← Chemie (IF 3, 10); Energiediskussion ← Erdkunde (IF 5), Wirtschaft-Politik (IF 3, 10)

10.1 Sicherer Umgang mit Elektrizität

Fragestellung	Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p>Wann ist Strom gefährlich?</p>	<p>Elektrizität elektrische Stromkreise:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrische Stromstärke und Spannung • elektrischer Widerstand • Reihen- und Parallelschaltung • Sicherungsvorrichtungen <p>Ausblick: elektrische Energie und Leistung</p>	<p>Schülerinnen und Schüler können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • [UF4: Übertragung und Vernetzung] ... naturwissenschaftliche Konzepte sachlogisch vernetzen und auf variable Problemsituationen übertragen. • [E4: Untersuchung und Experiment] ... Untersuchungen und Experimente systematisch unter Beachtung von Sicherheitsvorschriften planen, dabei zu verändernde bzw. konstant zu haltende Variablen identifizieren sowie die Untersuchungen und Experimente zielorientiert durchführen und protokollieren. • [E5: Auswertung und Schlussfolgerung] ... Beobachtungs- und Messdaten mit Bezug auf zugrunde liegende Fragestellungen und Hypothesen darstellen, interpretieren und daraus qualitative und einfache quantitative Zusammenhänge bzw. funktionale Beziehungen zwischen Größen ableiten und mögliche Fehler reflektieren. • [E6: Modell und Realität] ... mit Modellen, auch in formalisierter oder mathematischer Form, Phänomene und Zusammenhänge beschreiben, erklären und vorhersagen sowie den Gültigkeitsbereich und die Grenzen kritisch reflektieren. • [B3: Abwägung und Entscheidung] ... Handlungsoptionen durch Gewichten und Abwägen von Kriterien und nach Abschätzung der Folgen für die Natur, das Individuum und die Gesellschaft auswählen.
<p>Vereinbarungen und Hinweise ...</p> <p><i>... zur Schwerpunktsetzung</i> Analogiemodelle (z.B. WassermodeIl); Mathematisierung physikalischer Gesetze; Messungen durchführen</p> <p><i>... zur Vernetzung</i> ← Stromwirkungen, Elektrizität im Tierreich, Elektrolyse</p> <p><i>... zu Synergien</i> Nachweis proportionaler Zuordnungen; Umformungen zur Lösung von Gleichungen ← Mathematik (Funktionen erste Stufe)</p>		

Sequenzierung Fragestellungen inhaltliche Aspekte (Zeitumfang)	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Schwerpunkte im Fettdruck
<p>Was treibt den Strom an, was behindert ihn?</p> <p>elektrischer Widerstand Ohm'sches Gesetz</p> <p>(6 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die elektrische Stromstärke mithilfe der Ladungsmenge definieren sowie einen Zusammenhang zwischen Spannung und elektrischer Energie erklären (UF1) • zwischen der Definition des elektrischen Widerstands und dem Ohm'schen Gesetz unterscheiden (UF1), • elektrische [...] Leitungseigenschaften von Stoffen mithilfe eines einfachen Elektronen-Atomrumpf-Modells erklären (E6, UF1), • Spannungen und Stromstärken messen und elektrische Widerstände ermitteln (E2, E5), • die mathematische Modellierung von Messdaten in Form einer Gleichung unter Angabe von abhängigen und unabhängigen Variablen erläutern und dabei auftretende Konstanten interpretieren (E5, E6, E7), • Versuche zu Einflussgrößen auf den elektrischen Widerstand unter Berücksichtigung des Prinzips der Variablenkontrolle planen und durchführen (E2, E4, E5, K1). 	<p>Klare Unterscheidung zwischen Definition des Widerstands (Quotient von Spannung und Stromstärke) und Ohm'schem Gesetz (Temperaturkonstanz als Bedingung für konstanten Widerstand)</p> <ul style="list-style-type: none"> • graphische und rechnerische Mathematisierung • ggf. Kennlinien mit und ohne Gültigkeit des Ohm'schen Gesetzes aufnehmen (Glühlampe, Konstantan, aufgewickelter Eisendraht gekühlt und ungekühlt) <p>Erklärung der unterschiedlichen elektrischen Widerstände verschiedener Stoffe anhand des eingeführten Modells elektrischer Leiter („Elektronengas“)</p> <p>spezifischer Widerstand als eigenständige Experimentieraufgabe, auch mathematische Behandlung des antiproportionalen Zusammenhangs und der Verknüpfung verschiedener Proportionalitäten ($R \sim l$ und $R \sim 1/A \rightarrow R \sim l/A$)</p> <p>Auswertung mithilfe einer Tabellenkalkulation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Darstellung im Diagramm • Nutzung von Regressionsanalysen (Trendlinie, Formel) MKR 1.2 <p>Technische Anwendungen technische Widerstände</p>

<p>Wie lassen sich Stromstärke und Spannung in Reihen- und Parallelschaltungen vorhersagen?</p> <p>Spannungen und Stromstärken bei Reihen- und Parallelschaltung</p> <p>(5 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • die Beziehung von Spannung, Stromstärke und Widerstand in Reihen- und Parallelschaltungen mathematisch beschreiben und an konkreten Beispielen plausibel machen (UF1, UF4, E6), • elektrische Schaltungen sachgerecht entwerfen, in Schaltplänen darstellen und anhand von Schaltplänen aufbauen (E4, K1), • den prinzipiellen Aufbau einer elektrischen Hausinstallation darstellen (UF1, UF4). 	<p>Möglicher Einstieg: Gefahren durch Überlast an einer Mehrfachsteckdose</p> <p>Ableitung der physikalischen Gesetzmäßigkeiten zu Spannungen, Stromstärken und Widerständen in Reihen- und Parallelschaltungen aus Messwerten (Schülerexperimente), anschließende Mathematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • gefundene Gesetzmäßigkeiten an konkreten Beispielen mit physikalischen Argumenten plausibel machen (z.B. über Vorhersageexperimente) • keine ausgiebige Berechnung von Ersatzwiderständen zu komplexen Schaltungen <p>Zurück zum Alltagsbezug:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prinzip einer Hausinstallation als Parallelschaltung • Gefahr der Überlast bei Anschluss mehrerer Geräte an eine Steckerleiste
<p>Wann ist Strom gefährlich und wie sorgen wir vor?</p> <p>Sicherungseinrichtungen</p> <p>(2 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wirkungen von Elektrizität auf den menschlichen Körper in Abhängigkeit von der Stromstärke und Spannung erläutern (UF1), • den prinzipiellen Aufbau einer elektrischen Hausinstallation darstellen (UF1, UF4), • Gefahren und Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit elektrischem Strom und elektrischen Geräten beurteilen (B1, B2, B3, B4). 	<p>Ausgehend von den alltäglichen Gefahren im Umgang mit elektrischem Strom erfolgt eine Behandlung der Elektroinstallation im Haus mit den entsprechenden Sicherungseinrichtungen; Hinweise zu Hautwiderstand und gefährlichen Strömen/Spannungen s. RISU (auch für SuS)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schutzleiter, Neutralleiter („Nullleiter“) und Außenleiter („Phase“) • Sicherungsautomat • Grundprinzip und Kenndaten des FI-Schalters

10.2 Gefahren und Nutzen ionisierender Strahlung

Fragestellung	Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p>Ist ionisierende Strahlung gefährlich oder nützlich?</p>	<p>Ionisierende Strahlung und Kernenergie</p> <p>Atomaufbau und ionisierende Strahlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alpha-, Beta-, Gamma Strahlung, • radioaktiver Zerfall, • Halbwertszeit, • Röntgenstrahlung <p>Wechselwirkung von Strahlung mit Materie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nachweismethoden, • Absorption, • biologische Wirkungen, • medizinische Anwendung, • Schutzmaßnahmen 	<p>Die Schülerinnen und Schüler können...</p> <ul style="list-style-type: none"> • [UF4: Übertragung und Vernetzung] ... neu erworbene physikalische Konzepte in vorhandenes Wissen eingliedern und Alltagsvorstellungen hinterfragen. • [E1: Problem und Fragestellung] ... in einfachen Zusammenhängen Probleme erkennen und Fragen formulieren, die sich mit physikalischen Methoden klären lassen. • [E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten] ... anhand von Beispielen die Entstehung, Bedeutung und Weiterentwicklung physikalischer Erkenntnisse, insbesondere von Regeln, Gesetzen und Modellen beschreiben. • [K2: Informationsverarbeitung] ... nach Anleitung physikalisch-technische Informationen aus analogen und digitalen Medien (Fachtexte, Filme, Tabellen, Diagramme, Abbildungen, Schemata) entnehmen sowie deren Kernaussagen wiedergeben und die Quelle notieren.
<p>Hinweise ...</p> <p><i>... zur Schwerpunktsetzung:</i> Quellenkritische Recherche, Präsentation,</p> <p><i>... zur Vernetzung:</i> Atommodelle ← Chemie (IF 5) Radioaktiver Zerfall ← Mathematik Exponentialfunktion (Funktionen zweite Stufe) → Biologie (SII, Mutationen, 14C)</p>		

Sequenzierung Fragestellungen inhaltliche Aspekte (Zeitumfang)	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Schwerpunkte im Fettdruck
<p>Was ist ionisierende Strahlung und wie kann man sie nachweisen?</p> <p>Nachweismethoden</p> <p>(3 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • den Aufbau von Atomen, Atomkernen und Isotopen [...] mit einem passenden Modell beschreiben (E6, UF1), • die Aktivität radioaktiver Stoffe messen (Einheit Bq) und dabei den Einfluss der natürlichen Radioaktivität berücksichtigen (E4), • verschiedene Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung beschreiben und erläutern (UF1, UF4, K2, K3). 	<p>Möglicher Einstieg: Entdeckung der Strahlung durch M. Curie, H. Becquerel (historisch), damit Strukturierung der Reihe (Zeitstrahl) über das Wirken / die Bedeutung der Wissenschaftler (Advance Organizer)</p> <p>Demoexperiment, Video [8] bzw. Simulation zur Ionisation von Luft (Entladung eines Elektroskops, funktioniert nur mit starkem Strahler) [6]</p> <p>Messung mit Hilfe des Zählrohrs und Thematisierung des Null-effekts und der natürlichen Radioaktivität.</p> <p>Evtl. Recherche in verschiedenen Quellen zu unterschiedlichen Nachweismethoden – Aufbau und grundlegende Wirkungsweise des Zählrohrs, Nebelkammer, Fotofilm etc.</p>
<p>Welche Eigenschaften hat radioaktive bzw. Röntgenstrahlung?</p> <p>Alpha-, Beta-, Gamma Strahlung, Röntgenstrahlung</p> <p>(3 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften verschiedener Arten ionisierender Strahlung (Alpha-, Beta-, Gammastrahlung sowie Röntgenstrahlung) beschreiben (UF1, E4), 	<p>Bild einer Röntgenaufnahme (Zahnarzt) bzw. Bild zur Materialprüfung: Weshalb sind die Sicherheitsvorkehrungen so unterschiedlich?</p> <p>Erarbeitung der Abschirmbarkeit und Reichweite radioaktiver Strahlung anhand der typischen Versuche (Simulation, Ausflug Schülerlabor)</p>

Sequenzierung Fragestellungen inhaltliche Aspekte (Zeitungsumfang)	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen und Schwerpunkte im Fettdruck
<p>Wie entsteht radioaktive Strahlung und was bedeutet radioaktiver Zerfall?</p> <p>radioaktiver Zerfall Halbwertszeit</p> <p>(4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Quellen und die Entstehung von radioaktiver Strahlung beschreiben (UF1), • mit dem zufälligen Prozess des radioaktiven Zerfalls von Atomkernen das Zerfallsgesetz und die Bedeutung von Halbwertszeiten erklären (E5, E4, E6). 	<p>Bezug zur Verwendung von Strahlung in der Medizin: Welche Substanzen sind für die medizinische Verwendung geeignet? Geringe Verweildauer im Körper wichtig...</p> <p>Aufbau von Atomen und Atomkernen. Klärung, dass radioaktive Strahlung aus Kernumwandlungen resultiert mit Hilfe des Kern-Hülle-Modells (aus Chemie bekannt / Verweis auf Rutherford-Versuch).</p> <p>Beschreibung von Nukliden über die Schreibweise A_ZX sowie damit Einübung der Darstellung von Zerfallsgleichungen und Beschreibung von Isotopen.</p> <p>Betrachtung der Nuklidkarte und Zerfallsreihen</p> <p>Einführung und Klärung des Begriffs der Halbwertszeit; dazu Durchführung von Modellexperimenten (Bierschaum oder Würfelwurf)</p> <p>Dabei auch Fokus auf die Anwendbarkeit und die Grenzen des Modells des radioaktiven Zerfalls. Radioaktiver Zerfall als Zufallsprozess.</p> <p>Ggf. Mathematisierung über die Exponentialfunktion</p> <p>Möglicher Kontext: Betrachtung der C-14 Methode zur Altersbestimmung biologischer Systeme</p>

Sequenzierung Fragestellungen inhaltliche Aspekte (Zeitumfang)	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen und Schwerpunkte im Fettdruck
<p>Was passiert, wenn radioaktive Strahlung bzw. Röntgenstrahlung auf Materie trifft?</p> <p>Absorption biologische Wirkungen Schutzmaßnahmen</p> <p>(2 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • die Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Materie erläutern sowie Gefährdungen und Schutzmaßnahmen erklären (UF1, UF2, E1), • Daten zu Gefährdungen durch Radioaktivität anhand der effektiven Dosis (Einheit Sv) unter Berücksichtigung der Aussagekraft von Grenzwerten sowie natürlicher und zivildatorischer Strahlung beurteilen (B2, B3, B4, E1, K2, K3), • Maßnahmen zum persönlichen Strahlenschutz begründen (B1, B4). 	<p>Einstieg: Verwendung von Bleischürzen o.Ä. bei Röntgenuntersuchungen</p> <p>Absorptionsversuch mit Bleiplatten: Verwendung einer Simulation bzw. IBE [2].</p> <p>Auswertung über Exponentialfunktion</p> <p>Erarbeitung der biologischen Strahlenwirkung, der Dosimetrie, des Strahlenschutzes und der Strahlenbelastung des Menschen ggfs. arbeitsteilig durch die SuS [1,4].</p>
<p>Was sind die Nutzen und Risiken der radioaktiven Strahlung und Röntgenstrahlung?</p> <p>biologische Wirkungen medizinische Anwendung Schutzmaßnahmen</p> <p>(4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • medizinische und technische Anwendungen ionisierender Strahlung sowie zugehörige Berufsfelder darstellen (UF4, E1, K2, K3). • Nutzen und Risiken radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung auf der Grundlage physikalischer und biologischer Erkenntnisse begründet abwägen (K4, B1, B2, B3), 	<p>Einstieg: Radioaktiv belastete Pilze (Stiftung Warentest) [7]</p> <p>Abwägung von Nutzen und Risiken der radioaktiven Strahlung in Recherchearbeit (auch unter Rückbezug auf Schutzmaßnahmen und Dosimetrie); dabei auch Anleitung zum kritischen Hinterfragen von unterschiedlichen Quellen.</p> <p>Dazu auch Betrachtung von typischen Berufsfeldern aus Medizin, Industrie, Luftfahrt, ...</p> <p>Anhand der Regeln für den Strahlenschutz und der Wirkungen der Strahlung auf den Menschen u.a. zu thematisieren (Präsentation und Diskussion):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maßnahmen zum Erhalt der eigenen Gesundheit, • Abwägungen bezüglich medizinischer und technischer Anwendungen, • Diskussion von gesetzlichen Grenzwerten

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.kernfragen.de/	vielfältige Informationen / Statistiken/ ... (Informationskreis Kernenergie / Deutsches Atomforum)
2	http://mackspace.de/unterricht/simulationen_physik/kernphysik/sv/absorption.php	Simulation zur Absorption von Strahlung
3	https://www.planet-wissen.de/technik/atomkraft/das_reaktorunglueck_von_tschernobyl/strahlung-harmlos-oder-gefaehrlich-100.html	Videos zu Strahlenbelastung und Gefährlichkeit von ionisierender Strahlung.
4	https://www.umwelt-im-unterricht.de	Weitgehende Informationen zum Thema Radioaktivität, Dosimetrie, Gesundheit, Strahlenschutz (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit)
5	https://www.br.de/radio/bayern2/sendungen/radiowissen/atomkraft164.html	Alles zum Thema Geschichte der Atomkraft, ABs, Radiosendung
6	https://www.leifiphysik.de/kern-teilchenphysik/radioaktivitaet-einfuehrung/aufgabe/nachweis-von-ionisierender-strahlung-mit-dem-elektroskop	Simulation zur Entladung eines Elektroskops durch radioaktive Strahlung.
7	https://www.test.de/Wildpilze-sammeln-und-zubereiten-Tipps-fuer-den-sicheren-Genuss-1163075-1163675/	Stiftung Warentest – Belastete Lebensmittel
8	https://www.youtube.com/watch?v=3VUe-sqtsPo	Ionisation von Luft durch Alphastrahlung

10.3 Energie aus Atomkernen

Fragestellung	Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p>Ist die Kernenergie beherrschbar?</p>	<p>Kernenergie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kernspaltung, • Kernfusion, • Kernkraftwerke, • Endlagerung 	<p>Die Schülerinnen und Schüler können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • [K2: Informationsverarbeitung] ... selbstständig aus analogen und digitalen Medien Daten und Informationen gewinnen, sie in Bezug auf ihre Relevanz, ihre Qualität, ihren Nutzen und ihre Intention analysieren, sie aufbereiten und deren Quellen korrekt belegen. • [K4: Argumentation] ... auf der Grundlage physikalischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen faktenbasiert, rational und schlüssig argumentieren sowie zu Beiträgen anderer respektvolle, konstruktiv-kritische Rückmeldungen geben. • [B1: Fakten- und Situationsanalyse] ... in einer Bewertungssituation relevante physikalische und naturwissenschaftlich-technische Sachverhalte und Zusammenhänge identifizieren, fehlende Informationen beschaffen sowie ggf. gesellschaftliche Bezüge beschreiben. • [B3: Abwägung und Entscheidung] ... Handlungsoptionen durch Gewichten und Abwägen von Kriterien und nach Abschätzung der Folgen für die Natur, das Individuum und die Gesellschaft auswählen.
<p>Hinweise ...</p> <p>... zur Schwerpunktsetzung Meinungsbildung, Quellenbeurteilung, Entwicklung der Urteilsfähigkeit</p> <p>... zur Vernetzung: ← Zerfallsgleichung → Vergleich der unterschiedlichen Energieanlagen</p>		

Sequenzierung Fragestellungen inhaltliche Aspekte (Zeitungsumfang)	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Schwerpunkte im Fettdruck
<i>Kernenergie – Segen oder Fluch?</i> (1 Ustd.)		Einstieg über Debatte zur Kernenergie: Gegensatz Unfall in Fukushima & Ausstieg in Deutschland und Europa bzw. weltweite Neubauten von KKW [8] sowie Klimaschutz und Energieprobleme nach dem Ukraine-Krieg Hier finden sich zahlreiche Videos, z.B. [3] und Zeitungsartikel. Entwicklung von Fragestellungen
<i>Woher stammt die Energie bei der Spaltung von Atomkernen?</i> Kernspaltung (1 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • [...] die Kernspaltung [...] mit einem passenden Modell beschreiben (E6, UF1), • die Entwicklung und das Wirken von Forscherinnen und Forschern im Spannungsfeld von Individualität, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft darstellen (E7, K2, K3). 	<p style="text-align: center;">Thematisierung der freiwerdenden Energie bei der Spaltung anhand der Zerfallsgleichung von U-235 in Ba-144 und Kr-89.</p> Ggf. Auswertung des Diagramms „Massenzahl gegen Mittlere Bindungsenergie pro Nukleon“, dabei Hinweis auf Massendefekt
<i>Wie ist ein Kernkraftwerk aufgebaut und wie wird die Energieumwandlung kontrolliert?</i> Kernspaltung Kernkraftwerke (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • die kontrollierte Kettenreaktion in einem Kernreaktor erläutern sowie den Aufbau und die Sicherheitseinrichtungen von Reaktoren erklären (UF1, UF4, E1, K4). 	<p>Aufbau und Funktion eines KKW (Kreisläufe, Kettenreaktion, kritische Masse, Brennstäbe, Moderator, ...) ggf. anhand eines Films [2] und Infomaterial [1, 6] erarbeiten</p> <p>Erarbeitung der Reaktorsicherheit</p>

Sequenzierung Fragestellungen inhaltliche Aspekte (Zeitungsumfang)	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen und Schwerpunkte im Fettdruck
<p>Sollen Kernkraftwerke abgeschaltet werden?</p> <p>Kernkraftwerke Endlagerung</p> <p>(5 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen verschiedener Interessengruppen zur Kernenergienutzung aus digitalen und gedruckten Quellen beurteilen und eine eigene Position zur Nutzung der Kernenergie vertreten (B1, B2, B3, B4, K2, K4), MKR 2.2, 2.3, 5.2 • Daten zu Gefährdungen durch Radioaktivität anhand der effektiven Dosis (Einheit Sv) unter Berücksichtigung der Aussagekraft von Grenzwerten beurteilen (B2, B3, B4, E1, K2, K3). 	<p>Thematisierung der Unfälle in Tschernobyl und Fukushima sowie der Endlagerung.</p> <p>Recherche in unterschiedlichen Quellen [3, 5, 7] zu Nutzen/ Risiken.</p> <p>Hinterfragung der Intention/Seriosität der verwendeten Quellen und Bildung eines persönlichen Standpunktes zum Thema Kernenergie (Entwicklung der Urteilsfähigkeit).</p> <p>Dabei besonderer Fokus auf Auswirkungen auf Gesellschaft, Alltag, Umwelt, Nachhaltigkeit, ...</p> <p>Geeignete (medial unterstützte) Präsentationsform (ProContra-Diskussion, Podiumsdiskussion, o.Ä. möglich).</p> <p>Ggf. Ausblick auf Atombomben</p>
<p>Ist die Kernfusion eine Alternative?</p> <p>Kernfusion</p> <p>(1 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • [...] die Kernfusion mit einem passenden Modell beschreiben (E6, UF1). 	<p>Sonne als Beispiel für natürliche Kernfusion.</p> <p>Anknüpfung an die Kenntnisse über Kernspaltung aus vorherigem Abschnitt. Ggfs. Verwendung des Diagramms „Massenzahl gegen Mittlere Bindungsenergie pro Nukleon“.</p> <p>Problematik der Aufrechterhaltung der künstlichen Fusion.</p>

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.planet-schule.de/sf/php/mmewin.php?id=146	Kraftwerkssimulator, in der u.a. die Drosselung eines Kernkraftwerks mithilfe der Steuerstäbe untersucht werden kann
2	https://www.planet-schule.de/wissenspool/total-phaenomenal/inhalt/sendungen/kernkraft.html	Film (14:30 min) zum Thema Kernkraft: Funktionsweise von Kernkraftwerken, Reaktorsicherheit und Störfälle, Druckwasserreaktor, radioaktiver Abfall
3	https://www1.wdr.de/mediathek/video/sendungen/quarks-und-co/video-tihange---wann-knallt-es-102.html	Video (43:31) „Tihange – Wann knallt es?“, weitere Sendungen zum Thema Kernenergie bei Quarks & Co
4	https://www.planet-wissen.de/sendungen/sendung-atomausstieg-100.html	Videos zu zahlreichen Aspekten des Themenbereichs Radioaktivität und Strahlung
5	https://www.kernenergie.de/kernenergie/Politik-und-Gesellschaft/04_index.php	Infos zum Thema Kernenergie und Politik / Gesellschaft (Informationskreis Kernenergie / Deutsches Atomforum)
6	https://www.kernenergie.de/kernenergie/	Weitreichende Informationen über Endlagerung, Rückbau, Rohstoffe, ... Bezugsquelle von Unterrichtsmaterial (https://www.kernenergie.de/kernenergie-wAssets/docs/006_SchulenUnis_Bestellschein.pdf).
7	https://www.gruene-bundestag.de/atomausstieg.html	Informationen zur Endlagerungsproblematik, Atomausstieg, Fukushima,... aus der Sicht von Bündnis 90. Bezugsquelle von Unterrichtsmaterial (https://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag_de/publikationen/bestellliste.pdf)
8	https://www.kernd.eu/kernd-wAssets/docs/service/056kernkraftwerke_europa.pdf	Europakarte der Kernenergie

10.4 Versorgung mit elektrischer Energie

Fragestellung	Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p>Wie erfolgt die Übertragung der elektrischen Energie vom Kraftwerk bis zum Haushalt?</p>	<p>Energieversorgung</p> <p>Induktion und Elektromagnetismus:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektromotor • Generator • Wechselspannung • Transformator <p>Bereitstellung und Nutzung von Energie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energieübertragung • Energieentwertung • Wirkungsgrad • Energie und Leistung 	<p>Die Schülerinnen und Schüler können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • [E4: Untersuchung und Experiment] ... Untersuchungen und Experimente systematisch unter Beachtung von Sicherheitsvorschriften planen, dabei zu verändernde bzw. konstant zu haltende Variablen identifizieren sowie die Untersuchungen und Experimente zielorientiert durchführen und protokollieren. • [B2: Bewertungskriterien und Handlungsoptionen] ... Bewertungskriterien und Handlungsoptionen benennen.
<p>Hinweise ...</p> <p><i>... zur Schwerpunktsetzung:</i> Verantwortlicher Umgang mit Energie</p> <p><i>... zur Vernetzung:</i> ← Lorentzkraft, Energiewandlung (IF 10) ← mechanische Leistung und Energie (IF 7), elektrische Leistung und Energie (IF 9)</p>		

Sequenzierung Fragestellungen inhaltliche Aspekte (Zeitungsumfang)	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können ...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Schwerpunkte im Fettdruck
<p>Wie kommt die elektrische Energie ins Haus?</p> <p>(1 Ustd.)</p>		<p>Erstellung einer Bilderkette, anhand der beteiligte Energieformen und -umwandlungen thematisiert werden: Turbinenhalle im KKW – Hochspannungsmasten – beleuchtetes Haus mit Ventilator</p>
<p>Wie wird im Kraftwerk elektrische Energie erzeugt?</p> <p>Induktion Generator Elektromotor Wechselspannung</p> <p>(5 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erklären, dass ein Magnetfeld aufgrund von Stromfluss um einen Leiter herum entsteht (UF 1) • magnetische Felder stromdurchflossener Leiter mithilfe von Feldlinien darstellen und die Felder von Spulen mit deren Überlagerung erklären (E6, UF1), • den Aufbau und die Funktion von Generator [...] beschreiben und die Erzeugung und Wandlung von Wechselspannung mithilfe der elektromagnetischen Induktion erklären (UF1), • Einflussfaktoren für die Entstehung und Größe einer Induktionsspannung erläutern (UF1, UF3), 	<p>Zunächst Magnetfelder und magnetische Wirkungen (Bsp. Elektromagnet) wiederholen. Dann den Generator behandeln [1]. Dazu die elektromagnetische Induktion in Schülerversuchen erarbeiten lassen (Relativbewegung zwischen Magnet und Leiter, Stärke des Magneten, Anzahl der Windungen) sowie die Lorentzkraft qualitativ einführen</p> <p>Die Erzeugung von Wechselspannung durch Drehung einer Leiterschleife im Magnetfeld wird thematisiert (nur qualitative Beschreibung, keine mathematische Formulierung).</p> <p>Ggf. Behandlung des Elektromotors als Umkehrung des Generators: Aufbau des Elektromotors (nur einfache Darstellungen, Bausätze sind günstig zu erwerben) beschreiben und Funktion erarbeiten, dabei auch Energiewandlungen und magnetische Felder um stromdurchflossene Leiter (insb. Spule) betrachten [2].</p> <p>Ggf. als Anwendung: Gitarre</p> <p>Weitere technische Anwendungen der elektromagnetischen Induktion: elektrische Zahnbürste, kontaktloses Aufladen von Smartphones / E-Autos, Induktionskochfeld, Wirbelstrombremse, ...</p>
<p>Wie erfolgt der Transport der elektrischen Energie vom Kraftwerk zum Verbraucher?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Energieumwandlungen vom Kraftwerk bis zum Haushalt unter Berücksichtigung von Energieentwertungen beschreiben und dabei die Verwendung von Hochspannung zur Übertragung elektrischer Energie in Grundzügen begründen (UF1), 	<p>Erarbeitung der Trafogesetze (Spannungstransformation) nach Möglichkeit im SV (Hinweis auf besondere Vorsicht beim Experimentieren).</p>

Sequenzierung Fragestellungen inhaltliche Aspekte (Zeitumfang)	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können ...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Schwerpunkte im Fettdruck
Transformator Energieübertragung Energieentwertung (4 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • an Beispielen aus dem Alltag die technische Anwendung der elektromagnetischen Induktion beschreiben (UF1, UF4). 	Hier kann die physikalische Bedeutung von mathematischen Verhältnissen/Brüchen thematisiert werden. Transformatoren aus dem Alltag betrachten Die Übertragung von elektrischer Energie kann anhand eines Demoexperiment (Modellexperiment Freileitungen) verdeutlicht werden (siehe SII), allerdings ohne konkrete Rechnungen zur Verlustleistung etc. Auf das Verteilungsnetz in Deutschland und Europa kann ergänzend eingegangen werden.
Kraftwerke (2 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • Verbrennungskraftwerke beschreiben (UF1) 	Verbrennungskraftwerke (Aufbau, Ablauf) werden beschrieben sowie verschiedene Arten (GuD-Kraftwerke etc.) erklärt. Anschließend wird auf Brennstoffzellen sowie Wärmepumpen als Energie der Zukunft eingegangen (Ausblick auf nächsten Abschnitt „regenerative Energien“)
Wie kann die Effizienz eines Gerätes / einer Anlage beurteilt werden? Wirkungsgrad Energieentwertung (4 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • die Definitionsgleichungen für elektrische Energie und elektrische Leistung erläutern und auf ihrer Grundlage Berechnungen durchführen (UF1), • Energiebedarf und Leistung von elektrischen Haushaltsgeräten ermitteln und die entsprechenden Energiekosten berechnen (UF2, UF4), • den Wirkungsgrad eines Energiewandlers berechnen und damit die Qualität des Energiewandlers beurteilen (E4, E5, B1, B2, B4, UF1), • Daten zur eigenen Nutzung von Elektrogeräten (u.a. Stromrechnungen, Produktinformationen, Angaben zur Energieeffizienz) auswerten (E1, E4, E5, K2), VB Ü, VB D, Z3, Z6 	Einstieg über Bilder von Energielabel (C, A+, A++, ...). Daraus folgt durch Messung der Stromstärken der Zusammenhang zwischen P, U, I. Betrachtung der Stromrechnung und Berechnung von Kosten für z.B. Standby-Betrieb von elektrischen Geräten (Umrechnung von kWh in Joule). Wirkungsgrad als Maß für die Effektivität / Qualität eines elektrischen Geräts einführen und konkrete Bestimmung des

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://phet.colorado.edu/de/simulation/faradays-law	Simulation zur elektromagnetischen Induktion mit Feldliniendarstellung
2	https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/kraft-auf-stromleiter-e-motor/versuche/gleichstrom-elektromotor-simulation	Simulation Elektromotor
3	https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/transformator-fernuebertragung/downloads/idealer-transformator-simulation	Simulation zum Transformatorgesetz
4	https://www.wdr.de/tv/applications/fernsehen/wissen/quarks/pdf/Q_Strom.pdf	Schwankung von Energiebedarf, Fußballspiel - Halbzeit

10.5 Energieversorgung der Zukunft

Fragestellung	Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p>Wie können regenerative Energien zur Sicherung der Energieversorgung beitragen?</p>	<p>Energieversorgung</p> <p>Bereitstellung und Nutzung von Energie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kraftwerke • Regenerative Energieanlagen • Energieübertragung • Energieentwertung • Wirkungsgrad • Nachhaltigkeit 	<p>Die Schülerinnen und Schüler können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • [UF4: Übertragung und Vernetzung] ... naturwissenschaftliche Konzepte sachlogisch vernetzen und auf variable Problemsituationen übertragen. • [K2: Informationsverarbeitung] ... selbstständig physikalisch-technische Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten filtern, ... • [B3: Abwägung und Entscheidung] ... Handlungsoptionen durch Gewichten und Abwägen von Kriterien und nach Abschätzung der Folgen für die Natur, das Individuum und die Gesellschaft auswählen. • [B4: Stellungnahme und Reflexion] ... Bewertungen und Entscheidungen argumentativ vertreten und reflektieren.
<p>Hinweise ...</p> <p><i>... zur Schwerpunktsetzung:</i> Verantwortlicher Umgang mit Energie, Nachhaltigkeitsgedanke</p> <p><i>... zur Vernetzung:</i> ← Kernkraftwerk, Energiewandlung (IF 10)</p> <p><i>... zu Synergien:</i> Energie aus chemischen Reaktionen ← Chemie (IF 3, 10); Energiediskussion ← Erdkunde (IF 5), Wirtschaft-Politik (IF 3, 10)</p>		

Sequenzierung Fragestellungen inhaltliche Aspekte (Zeitumfang)	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Schwerpunkte im Fettdruck
<p>Welche regenerativen Energieanlagen gibt es als Alternativen zu den konventionellen Kraftwerken?</p> <p>regenerative und konventionelle Energieanlagen</p> <p>(4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele für konventionelle und regenerative Energiequellen angeben [...] (UF4, UF1, K2, K3, B1, B2). 	<p>Einstieg über Bild [3], das starke/geringe Emission der Stromerzeugung aufzeigt (Windräder vor Kohlekraftwerk).</p> <p>Erarbeitung von Aufbau und Funktion regenerativer Energieanlagen (Geothermie, Solarthermie, Photovoltaik, Gezeitenkraftwerk, Aufwindkraftwerk, Windenergie, Wasserkraft, ...) in arbeitsteiliger Gruppenarbeit / Recherchearbeit [4]. Auch Beleuchtung weiterer Vor- und Nachteile.</p> <p>Zudem Eingehen auf den Treibhauseffekt</p> <p>Insbesondere Eingehen auf Wasserstoff als Zukunftsperspektive</p> <p>Anschließend erfolgt die Präsentation der Ergebnisse (hier noch ohne abschließende Wertung, Vorbereitung für anschließende Diskussion).</p>
<p>Wo liegen die Vor- und Nachteile dieser Anlagen im Vergleich zu konventionellen Kraftwerken?</p> <p>energetische Beschreibung komplexer Vorgänge Vergleich der unterschiedlichen Energieanlagen</p> <p>(3 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele für konventionelle und regenerative Energiequellen [...] unter verschiedenen Kriterien vergleichen (UF4, UF1, K2, K3, B1, B2), • die Notwendigkeit eines verantwortungsvollen Umgangs mit (elektrischer) Energie argumentativ beurteilen (K4, B3, B4), • Vor- und Nachteile erneuerbarer und nicht erneuerbarer Energiequellen mit Bezug zum Klimawandel begründet gegeneinander abwägen und bewerten (B3, B4, K2, K3), • Chancen und Grenzen physikalischer Sichtweisen bei Entscheidungen für die Nutzung von Energieträgern aufzeigen (B1, B2), • im Internet verfügbare Informationen und Daten zur Energieversorgung sowie ihre Quellen und dahinterliegende mögliche Strategien kritisch bewerten (B1, B2, B3, B4, K2), MKR 2.3, 5.2 	<p>Mit den Kenntnissen über Aufbau und Funktion über unterschiedliche regenerative Energieanlagen, erfolgt jetzt eine Bewertung der jeweiligen Anlagen, unter der Hauptfragestellung, wie und ob die Anlagen die Sicherheit der Versorgung mit elektrischer Energie zukünftig gewährleisten können und inwieweit ein Umdenken in der Energiepolitik überhaupt nötig ist [4].</p> <p>Dazu erfolgt eine Erarbeitung von Bewertungskriterien (Wirkungsgrad, Kosten, Eingriffe in die Umwelt, Standortabhängigkeit usw.).</p> <p>Dann z.B. Podiumsdiskussion. Dabei im Blick:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswirkungen auf Gesellschaft, Alltag, Umwelt, ... • Bedeutung für die zukünftige Versorgungssicherheit mit elektrischer Energie • Nachhaltigkeitsgedanke / Notwendigkeit des sparsamen Umgangs mit Energie • Hinterfragung der Intention / Seriosität der verwendeten Quellen • Diskussion der CO₂-Problematik und des Treibhauseffekts mit Blick auf den Klimawandel

Sequenzierung Fragestellungen inhaltliche Aspekte (Zeitumfang)	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Schwerpunkte im Fettdruck
		Hier sollte auch thematisiert werden, in welchen Bereichen jede einzelne Person Energie bzw. CO ₂ einsparen kann. Evtl. als Projektwoche mit den Fächern Wirtschaft-Politik/Erdkunde an!

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.planet-schule.de/sf/php/sendungen.php?sendung=8275	Film (30 min) zur Entwicklung des Elektroautos (Macher, Visionäre und Widerstände)
2	http://www.planet-schule.de/sf/php/sendungen.php?sendung=7976	Film (15 Minuten) zur Geothermie
3	https://www.welt.de/regionales/nrw/article152691174/Die-Stimmung-ist-aggressiv.html	Kohlekraftwerksemission neben Windrädern bildlich dargestellt.
4	https://www.umwelt-im-unterricht.de/medien/dateien/umweltfreundlich-energie-erzeugen-schuelerheftsek/	Umfangreiche Informationen zu erneuerbaren Energiequellen und deren Notwendigkeit uvm. (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit)