

## Schulinterner Lehrplan für die Jahrgangsstufe 10

Insg. ist in der Jahrgangsstufe 10 ein Umfang von **ca. 50 Unterrichtsstunden** (á 45 min.) vorgesehen.

### 10.1 Gefahren und Nutzen ionisierender Strahlung (~ 11 UStd.) – IF 10 (Ionisierende Strahlung + Kernenergie)

Fragestellung	Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><b>Ist ionisierende Strahlung gefährlich oder nützlich?</b></p>	<p><b>IF 10: Ionisierende Strahlung und Kernenergie</b></p> <p>Atomaufbau und ionisierende Strahlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alpha-, Beta-, Gamma Strahlung,</li> <li>• radioaktiver Zerfall,</li> <li>• Halbwertszeit,</li> <li>• Röntgenstrahlung</li> </ul> <p>Wechselwirkung von Strahlung mit Materie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachweismethoden,</li> <li>• Absorption,</li> <li>• biologische Wirkungen,</li> <li>• medizinische Anwendung,</li> <li>• Schutzmaßnahmen</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler können...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>[UF4: Übertragung und Vernetzung]</b> ... neu erworbene physikalische Konzepte in vorhandenes Wissen eingliedern und Alltagsvorstellungen hinterfragen.</li> <li>• <b>[E1: Problem und Fragestellung]</b> ... in einfachen Zusammenhängen Probleme erkennen und Fragen formulieren, die sich mit physikalischen Methoden klären lassen.</li> <li>• <b>[E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten]</b> ... anhand von Beispielen die Entstehung, Bedeutung und Weiterentwicklung physikalischer Erkenntnisse, insbesondere von Regeln, Gesetzen und Modellen beschreiben.</li> <li>• <b>[K2: Informationsverarbeitung]</b> ... nach Anleitung physik.-techn. Infor. aus analogen und digitalen Medien (Fachtexte, Filme, Tabellen, Diagramme, Abbildungen, Schemata) entnehmen sowie Kernaussagen wiedergeben und Quelle notieren.</li> </ul>
<p><b>Hinweise ...</b></p> <p>... zur <i>Schwerpunktsetzung</i>: Quellenkritische Recherche, Präsentation,</p> <p>... zur <i>Vernetzung</i>: Atommodelle ← Chemie (IF 5) Radioaktiver Zerfall ← Mathematik Exponentialfunktion (Funktionen zweite Stufe) → Biologie (SII, Mutationen, 14C)</p>		

## Vorschlag zur Sequenzierung der Unterrichtsstunden

Sequenzierung Fragestellungen inhaltliche Aspekte (Zeitungumfang)	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen  Schwerpunkte im Fettdruck
<p><b>Was ist ionisierende Strahlung und wie kann man sie nachweisen?</b></p> <p>Nachweismethoden</p> <p>(2 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Entwicklung und das Wirken von Forscherinnen und Forschern im Spannungsfeld von Individualität, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft darstellen (E7, K2, K3),</li> <li>• die Aktivität radioaktiver Stoffe messen (Einheit Bq) und dabei den Einfluss der natürlichen Radioaktivität berücksichtigen (E4),</li> <li>• verschiedene Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung beschreiben und erläutern (UF1, UF4, K2, K3).</li> </ul>	<p>Historischer Einstieg: Entdeckung der Strahlung durch M. Curie, H. Becquerel; dabei auch schon Thematisierung weiterer Forscher (Meitner, Hahn, Strassmann, ...) unter den Aspekten der Bedeutung für Forschung, Politik und Gesellschaft [5]</p> <p>Damit Strukturierung der Reihe (Zeitstrahl) über das Wirken / die Bedeutung der Wissenschaftler (Advance Organizer)</p> <p><b>Demoexperiment, Video bzw. Simulation zur Ionisation von Luft (Entladung eines Elektroskops, funktioniert nur mit starkem Strahler)</b></p> <p>Messung mit Hilfe des Zählrohrs und Thematisierung des Nulleffekts und der natürlichen Radioaktivität.</p> <p>Recherche in verschiedenen Quellen zu unterschiedlichen Nachweismethoden – <b>Aufbau und grundlegende Wirkungsweise des Zählrohrs, Nebelkammer, Fotofilm etc.</b></p>
<p><b>Welche Eigenschaften hat radioaktive bzw. Röntgenstrahlung?</b></p> <p>Alpha-, Beta-, Gamma Strahlung, Röntgenstrahlung Lorentzkraft</p> <p>(2 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften verschiedener Arten ionisierender Strahlung (Alpha-, Beta-, Gammastrahlung sowie Röntgenstrahlung) beschreiben (UF1, E4),</li> <li>• mit Wirkungen der Lorentzkraft Bewegungen geladener Teilchen in einem Magnetfeld qualitativ beschreiben (UF1).</li> </ul>	<p>Bild einer Röntgenaufnahme (Zahnarzt) bzw. Bild zur Materialprüfung: Weshalb sind die Sicherheitsvorkehrungen so unterschiedlich?</p> <p>Erarbeitung der <b>Abschirmbarkeit und Reichweite radioaktiver Strahlung anhand der typischen Versuche</b> (i.d.R. Demoexperiment, ggfs. SV).</p> <p><b>Ablenkung von <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-Strahlung im Magnetfeld</b> zur Identifizierung der Strahlungsarten erfolgt mit Hilfe der <b>Lorentzkraft</b>. Durchführung des Leiterschaukelversuchs zur Wirkung der Lorentzkraft (nur als Phänomen und qualitativ, keine Formel). <b>Bestimmung der Richtung der Lorentzkraft mit Hilfe der Drei-Finger-Regel</b></p> <p>Vorgabe der Identität der Strahlung (bzw. Schüler recherchieren lassen)</p> <p>Herausarbeitung von <b>Gemeinsamkeiten und Unterschiede von <math>\gamma</math>-Strahlung und Röntgenstrahlung</b></p>

<p><b>Wie entsteht radioaktive Strahlung und was bedeutet radioaktiver Zerfall?</b></p> <p>radioaktiver Zerfall Halbwertszeit</p> <p>(3 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• den Aufbau von Atomen, Atomkernen und Isotopen [...] mit einem passenden Modell beschreiben (E6, UF1),</li> <li>• Quellen und die Entstehung von radioaktiver Strahlung beschreiben (UF1),</li> <li>• mit dem zufälligen Prozess des radioaktiven Zerfalls von Atomkernen das Zerfallsgesetz und die Bedeutung von Halbwertszeiten erklären (E5, E4, E6).</li> </ul>	<p>Bezug zur Verwendung von Strahlung in der Medizin: Welche Substanzen sind für die medizinische Verwendung geeignet? Geringe Verweildauer im Körper wichtig...</p> <p><b>Aufbau von Atomen und Atomkernen.</b> Klärung, dass radioaktive Strahlung aus <b>Kernumwandlungen</b> resultiert mit Hilfe des <b>Kern-Hülle-Modells</b> (aus Chemie bekannt / Verweis auf Rutherford-Versuch).</p> <p>Beschreibung von Nukliden über die Schreibweise <math>{}^A_Z X</math> sowie damit Einübung der Darstellung von Zerfallsgleichungen und Beschreibung von Isotopen.</p> <p>Betrachtung der Nuklidkarte und Zerfallsreihen möglich, aber nicht obligatorisch.</p> <p><b>Einführung und Klärung des Begriffs der Halbwertszeit;</b> dazu Durchführung von Modellexperimenten (Bierschaum oder Würfelwurf)</p> <p>Dabei auch Fokus auf die Anwendbarkeit und die Grenzen des Modells des radioaktiven Zerfalls. <b>Radioaktiver Zerfall als Zufallsprozess.</b></p> <p>Mathematisierung über die Exponentialfunktion sinnvoll.</p> <p>Betrachtung der C-14 Methode zur Altersbestimmung biologischer Systeme möglich (Absprache mit Biologie)</p>
--	---	--

<p><b>Was passiert, wenn radioaktive Strahlung bzw. Röntgenstrahlung auf Materie trifft?</b></p> <p>Absorption biologische Wirkungen Schutzmaßnahmen</p> <p>(2 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Materie erläutern sowie Gefährdungen und Schutzmaßnahmen erklären (UF1, UF2, E1),</li> <li>• Daten zu Gefährdungen durch Radioaktivität anhand der effektiven Dosis (Einheit Sv) unter Berücksichtigung der Aussagekraft von Grenzwerten beurteilen (B2, B3, B4, E1, K2, K3), <a href="#">VB B, Z3, Z4</a></li> <li>• Maßnahmen zum persönlichen Strahlenschutz begründen (B1, B4).</li> </ul>	<p>Einstieg: Verwendung von Bleischürzen o.Ä. bei Röntgenuntersuchungen</p> <p><b>Absorptionsversuch mit Bleiplatten. Falls keine Strahler vorhanden sind, Verwendung einer Simulation bzw. IBE.</b></p> <p>Auswertung über Exponentialfunktion</p> <p>Erarbeitung der biologischen Strahlenwirkung, der <b>Dosimetrie, des Strahlenschutzes und der Strahlenbelastung des Menschen</b> ggfs. arbeitsteilig durch die SuS.</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"> <li>• <b>Maßnahmen zum Erhalt der eigenen Gesundheit,</b></li> <li>• <b>Abwägungen bezüglich medizinischer und technischer Anwendungen,</b></li> <li>• <b>Diskussion von gesetzlichen Grenzwerten</b></li> <li>• <b>Dosimeter</b></li> </ul>
<p><b>Was sind die Nutzen und Risiken der radioaktiven Strahlung und Röntgenstrahlung?</b></p> <p>biologische Wirkungen medizinische Anwendung Schutzmaßnahmen</p> <p>(2 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• medizinische und technische Anwendungen ionisierender Strahlung sowie zugehörige Berufsfelder darstellen (UF4, E1, K2, K3).</li> <li>• Nutzen und Risiken radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung auf der Grundlage physikalischer und biologischer Erkenntnisse begründet abwägen (K4, B1, B2, B3), <a href="#">VB Ü, VB B, Z2, Z3, Z4, Z5</a> <a href="#">MKR 4.3</a></li> </ul>	<p>Einstieg: Radioaktiv belastete Pilze (Stiftung Warentest).</p> <p><b>Abwägung von Nutzen und Risiken der radioaktiven Strahlung in Recherchearbeit</b> (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>Mediengestützte Präsentation</p>

## 10.2 Energie aus Atomkernen (~ 9 UStd.) – IF 10 (Ionisierende Strahlung + Kernenergie)

Fragestellung	Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><b>Ist die Kernenergie beherrschbar?</b></p>	<p><b>IF 10: Ionisierende Strahlung und Kernenergie</b></p> <p>Kernenergie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kernspaltung,</li> <li>• Kernfusion,</li> <li>• Kernkraftwerke,</li> <li>• Endlagerung</li> </ul> <p>MKR 4.3</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>[K2: Informationsverarbeitung]</b> ... 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.</li> <li>• <b>[K4: Argumentation]</b> ... auf der Grundlage physikalischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen faktenbasiert, rational und schlüssig argumentieren sowie zu Beiträgen anderer respektvolle, konstruktiv-kritische Rückmeldungen geben.</li> <li>• <b>[B1: Fakten- und Situationsanalyse]</b> ... in einer Bewertungssituation relevante physikalische und naturwissenschaftlich-technische Sachverhalte und Zusammenhänge identifizieren, fehlende Informationen beschaffen sowie ggf. gesellschaftliche Bezüge beschreiben.</li> <li>• <b>[B3: Abwägung und Entscheidung]</b> ... Handlungsoptionen durch Gewichten und Abwägen von Kriterien und nach Abschätzung der Folgen für die Natur, das Individuum und die Gesellschaft auswählen.</li> </ul>
<p><b>Hinweise ...</b></p> <p>... zur <i>Schwerpunktsetzung</i> Meinungsbildung, Quellenbeurteilung, Entwicklung der Urteilsfähigkeit</p> <p>... zur <i>Vernetzung</i>: ← Zerfallsgleichung aus IF 10.1 → Vergleich der unterschiedlichen Energieanlagen (IF 11)</p>		

## Vorschlag zur Sequenzierung der Unterrichtsstunden

Sequenzierung Fragestellungen inhaltliche Aspekte (Zeitungsumfang)	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Schwerpunkte im Fettdruck
<p><b><i>Kernenergie – Segen oder Fluch?</i></b></p> <p>(1 UStd.)</p>		<p>Einstieg über Debatte zur Kernenergie: Gegensatz Unfall in Fukushima &amp; Ausstieg in Deutschland und Europa bzw. weltweite Neubauten von KKW.</p> <p>Hier finden sich zahlreiche Videos, z.B. und Zeitungsartikel.</p> <p>Entwicklung von Fragestellungen, Advance Organizer für den Verlauf der Unterrichtsreihe; die Sequenzierung der nachfolgenden Abschnitte kann mit der Lerngruppe vereinbart werden, evtl. teilweise auch arbeitsteiliges Vorgehen</p>
<p><b><i>Woher stammt die Energie bei der Spaltung von Atomkernen?</i></b></p> <p>Kernspaltung</p> <p>(1 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>[...] die Kernspaltung [...] mit einem passenden Modell beschreiben (E6, UF1),</li> <li>die Entwicklung und das Wirken von Forscherinnen und Forschern im Spannungsfeld von Individualität, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft darstellen (E7, K2, K3).</li> </ul>	<p><b>Thematisierung der freiwerdenden Energie bei der Spaltung anhand der Zerfallsgleichung von U-235 in Ba-144 und Kr-89.</b></p> <p>Auswertung des Diagramms „Massenzahl gegen Mittlere Bindungsenergie pro Nukleon“ möglich, dabei ggfs. Hinweis auf Massendefekt</p>
<p><b><i>Wie ist ein Kernkraftwerk aufgebaut und wie wird die Energieumwandlung kontrolliert?</i></b></p> <p>Kernspaltung Kernkraftwerke</p> <p>(3 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>die kontrollierte Kettenreaktion in einem Kernreaktor erläutern sowie den Aufbau und die Sicherheitseinrichtungen von Reaktoren erklären (UF1, UF4, E1, K4).</li> </ul>	<p><b>Aufbau und Funktion eines KKW</b> (Kreisläufe, Kettenreaktion, kritische Masse, Brennstäbe, Moderator, ...) anhand eines Films und Infomaterial erarbeiten; dabei Druckwasserreaktor im Fokus, andere Reaktortypen optional.</p> <p>Erarbeitung der <b>Reaktorsicherheit</b> beispielsweise über ABs / Internetrecherche, ...</p> <p>Noch keine Bewertung der Kernenergie, hier nur Erarbeitung der physikalischen Fakten.</p>

<p><b>Sollen Kernkraftwerke abgeschaltet werden?</b></p> <p>Kernkraftwerke Endlagerung</p> <p>(3 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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), <a href="#">MKR 2.2, 2.3, 4.3, 5.2</a></li> <li>• Daten zu Gefährdungen durch Radioaktivität anhand der effektiven Dosis (Einheit Sv) unter Berücksichtigung der Aussagekraft von Grenzwerten beurteilen (B2, B3, B4, E1, K2, K3).</li> </ul>	<p><b>Thematisierung der Unfälle in Tschernobyl und Fukushima sowie der Endlagerung.</b></p> <p>Recherche in unterschiedlichen Quellen 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>Simulationen für Kernkraftwerke nutzen!</p>
<p><b>Ist die Kernfusion eine Alternative?</b></p> <p>Kernfusion</p> <p>(1 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• [...] die Kernfusion mit einem passenden Modell beschreiben (E6, UF1).</li> </ul>	<p>Sonne als Beispiel für natürliche Kernfusion.</p> <p>Anknüpfung an die <b>Kenntnisse über Kernspaltung</b> aus vorherigem Abschnitt. Ggfs. Verwendung des Diagramms „Massenzahl gegen Mittlere Bindungsenergie pro Nukleon“.</p> <p>Problematik der Aufrechterhaltung der künstlichen Fusion.</p>

## 10.3 Objekte am Himmel (~ 6 UStd.) – IF 6 (Sterne und Weltall)

(Optionaler Inhalt – auch als erstes Thema in der Jahrgst. 8 möglich)

Fragestellung	Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p>Was kennzeichnet die verschiedenen Himmelsobjekte?</p>	<p><b>IF 6: Sterne und Weltall</b></p> <p>Sonnensystem:   Planeten</p> <p>Universum:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Himmelsobjekte</li> <li>• Sternentwicklung</li> </ul> </p>	<p><b>Schülerinnen und Schüler können ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>[UF3: Ordnung und Systematisierung]</b>            ... physikalische Sachverhalte nach fachlichen Strukturen systematisieren und zentralen physikalischen Konzepten zuordnen.</li> <li>• <b>[E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten]</b>            ... anhand von Beispielen die Entstehung, Bedeutung und Weiterentwicklung physikalischer Erkenntnisse, insbesondere von Regeln, Gesetzen und Modellen beschreiben.</li> <li>• <b>[B2: Bewertungskriterien und Handlungsoptionen]</b>            ... Bewertungskriterien festlegen und Handlungsoptionen erarbeiten.</li> </ul>
<p><b>Vereinbarungen und Hinweise ...</b></p> <p>... zur Vernetzung            ← Fernrohr (IF 5), Spektralzerlegung des Lichts (IF 5)</p>		

## Vorschlag zur Sequenzierung der Unterrichtsstunden

Sequenzierung Fragestellungen inhaltliche Aspekte (Zeitungumfang)	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen  Schwerpunkte im Fettdruck
<p><b>Wie lassen sich Himmelskörper erforschen?</b></p> <p>Himmelsobjekte (3 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• an anschaulichen Beispielen qualitativ demonstrieren, wie Informationen über das Universum gewonnen werden können (Parallaxen; Spektren) (E5, E1, UF1, K3),</li> <li>• mithilfe von Beispielen Auswirkungen der Gravitation sowie das Phänomen der Schwerelosigkeit erläutern (UF1, UF4),</li> <li>• auf der Grundlage von Informationen zu aktuellen Projekten der Raumfahrt erste Urteile über die wissenschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung dieser Projekte formulieren (B1, B3, K2).</li> </ul>	<p>Verschiedene Aspekte zur Erkenntnisgewinnung lassen sich recht anschaulich aufbereiten, je nach Leistungsbild der Klasse bietet sich hier ein arbeitsteiliges Vorgehen an:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• täuschende Entfernungen, z.B. Wintersechseck Modell aus Schaschlikspießen, fotografiert aus unterschiedlichen Blickwinkeln; Tafel-Geodreieck im Bild, um Winkel und Entfernungen an den Bildern bestimmen zu können</li> <li>• Messung von Monddurchmesser u. -entfernung mit Daumensprung und Parallaxe; Bedeutung von Galileis Forschung</li> <li>• Auswertung von Satellitenaufnahmen</li> <li>• Analyse von Spektren; Zusammensetzung von Sternen Untersuchung von Emissionsspektren in Simulationsexperimenten, Analyse von Sternspektren durch Abgleich mit Emissionsspektren bekannter Stoffe</li> <li>• Farbtemperaturen Licht einer Glühlampe mit dem Handspektroskop betrachten, Variation der anliegenden Spannung</li> </ul> <p>Aktuelle Projekte auf der ISS; Schwerkraftexperimente von Alexander Gerst</p>
<p><b>Scheint die Sonne für immer?</b></p> <p>Sternentwicklung (3 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• typische Stadien der Sternentwicklung in Grundzügen darstellen (UF1, UF3, UF4, K3),</li> <li>• an anschaulichen Beispielen qualitativ demonstrieren, wie Informationen über das Universum gewonnen werden können ([...] Spektren) (E5, E1, UF1, K3).</li> </ul>	<p>nur Grundzüge der Sternentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Orionnebel als Region der Sternentstehung</li> <li>• Zusammensetzung und Entwicklung der Sonne</li> <li>• Supernova als Endstadium</li> <li>• Spektren liefern Informationen, Temperaturen im Laufe der Sternentwicklung</li> <li>• Brauner Zwerg, Neutronenstern, Schwarzes Loch (zur Differenzierung)</li> </ul>

## 10.4 100m in 10 Sekunden (~ 6 UStd.) – IF 7 (Bewegung, Kraft und Energie)

Fragestellung	Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><b>Wie schnell bin ich?</b></p>	<p><b>IF 7: Bewegung, Kraft und Energie</b></p> <p>Bewegungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschwindigkeit</li> <li>• Beschleunigung</li> </ul> <div style="border: 2px solid red; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><b>Teile dieses Inhaltsfelds wurden schon in der Jahrgangsstufe 8 behandelt. Die Aspekte, auf welche nun in der Jahrgangsstufe 10 vertieft eingegangen werden soll sind in blau markiert!</b></p> </div>	<p>Die Schülerinnen und Schüler können...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>[UF1: Wiedergabe und Erläuterung]</b> ... physikalisches Wissen strukturiert sowie bildungs- und fachsprachlich angemessen darstellen und Bezüge zu zentralen Konzepten und übergeordneten Regeln, Modellen und Prinzipien herstellen.</li> <li>• <b>[E4: Untersuchung und Experiment]</b> ... 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.</li> <li>• <b>[E5: Auswertung und Schlussfolgerung]</b> ... 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.</li> </ul>
<p><b>Vereinbarungen und Hinweise ...</b></p> <p>Einführung von Vektorpfeilen für Größen mit Betrag und Richtung, Darstellung von realen Messdaten in Diagrammen</p> <p><i>... zur Vernetzung</i> Vektorielle Größen → Kraft (IF 7)</p> <p><i>... zu Synergien</i> Mathematisierung physikalischer Gesetzmäßigkeiten in Form funktionaler Zusammenhänge ← Mathematik (IF Funktionen)</p>		

## Vorschlag zur Sequenzierung der Unterrichtsstunden

Sequenzierung Fragestellungen inhaltliche Aspekte (Zeitumfang)	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen  Schwerpunkte im Fettdruck
<p><b>Wie schnell bin ich?</b></p> <p>Geschwindigkeit Beschleunigung</p> <p>(6 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verschiedene Arten von Bewegungen mithilfe der Begriffe Geschwindigkeit und <b>Beschleunigung analysieren und beschreiben</b> (UF1, UF3),</li> <li>• <b>Messwertanalyse einführen!</b></li> <li>• <b>mittlere und momentane Geschwindigkeiten unterscheiden und Geschwindigkeiten bei gleichförmigen Bewegungen berechnen</b> (UF1, UF2),</li> <li>• <b>Kurvenverläufe in Orts-Zeit-Diagrammen interpretieren</b> (E5, K3),</li> <li>• Messdaten zu Bewegungen oder Kraftwirkungen in einer Tabellenkalkulation mit einer angemessenen Stellenzahl aufzeichnen, mithilfe von Formeln und Berechnungen auswerten sowie gewonnene Daten in sinnvollen, digital erstellten Diagrammformen darstellen (E4, E5, E6, K1).</li> </ul>	<p>Fahrradfahrt auf Schulhof. Bestimmung von <b>Geschwindigkeiten</b> (per Tacho; <b>Durchschnittsgeschwindigkeit</b> auch auf Teilstrecken; ggf. per Ultraschallsensoren).</p> <p>Vergleich der unterschiedlichen Ergebnisse führt zum Begriff der Geschwindigkeit bzw. <b>Momentangeschwindigkeit</b>.</p> <p>Ausführliche <b>Auswertung der Messergebnisse</b> (s(t)-Diagramm, Ausgleichsgerade, Interpretation der Steigung, v(t)-Diagramm, Messgenauigkeit, Mittelwert, Fehlerbetrachtung), vor allem computergestützt. <a href="#">MKR 1.2, 1.3, 6.2</a></p> <p><b>Beschleunigung</b> nicht formal, aber in verschiedenen Aspekten (Geschwindigkeitsänderung, Bremsvorgänge, Richtungsänderung usw.), anhand von Diagrammen argumentieren.</p>

## 10.5 Einfache Maschinen + Werkzeuge: Kleine Kräfte, lange Wege (~ 9 UStd.) – IF 7 (Bew., Kraft u. Energie)

Fragestellung	Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><b>Wie kann ich mit kleinen Kräften eine große Wirkung erzielen?</b></p>	<p><b>IF 7: Bewegung, Kraft und Energie</b></p> <p>Kraft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsänderung</li> <li>• Verformung</li> <li>• Gewichtskraft und Masse</li> <li>• Kräfteaddition und Kraftzerlegung</li> </ul> <p>Goldene Regel der Mechanik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfache Maschinen</li> </ul> <div style="border: 2px solid red; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><b>Teile dieses Inhaltsfelds wurden schon in der Jahrgangsstufe 8 behandelt. Die Aspekte, auf welche nun in der Jahrgangsstufe 10 vertieft eingegangen werden soll sind in blau markiert!</b></p> </div>	<p>Die Schülerinnen und Schüler können...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>[UF3: Ordnung und Systematisierung]</b> ... physikalische Sachverhalte nach fachlichen Strukturen systematisieren und zentralen physikalischen Konzepten zuordnen.</li> <li>• <b>[E4: Untersuchung und Experiment]</b> ... 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,</li> <li>• <b>[E5: Auswertung und Schlussfolgerung]</b> ... 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.</li> <li>• <b>[B1: Fakten- und Situationsanalyse]</b> ... in einer Bewertungssituation relevante physikalische und naturwissenschaftlich-technische Sachverhalte und Zusammenhänge identifizieren, fehlende Informationen beschaffen sowie ggf. gesellschaftliche Bezüge beschreiben</li> </ul>
<p><b>Vereinbarungen und Hinweise ...</b></p> <p>Experimentelles Arbeiten, Anforderungen an Messgeräte</p> <p><i>... zur Vernetzung:</i> Vektorielle Größen, Kraft <math>\leftarrow</math> Geschwindigkeit (IF 7)</p> <p><i>...zu Synergien:</i> Bewegungsapparat, Skelett, Muskeln <math>\leftarrow</math> Biologie (IF 2) Lineare und proportionale Funktionen <math>\leftarrow</math> Mathematik (IF Funktionen)</p>		

## Vorschlag zur Sequenzierung der Unterrichtsstunden

Sequenzierung Fragestellungen inhaltliche Aspekte (Zeitungumfang)	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen  Schwerpunkte im Fettdruck
<p><b>Was kann man mit Kraft alles erreichen?</b></p> <p>Bewegungsänderung Verformung Kraft als vektorielle Größe</p> <p>(1 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kräfte identifizieren, die zu einer Änderung des Bewegungszustands oder einer Verformung von Körpern führen (E2).</li> </ul> <p><b>Newton 1: Wenn ein Körper beschleunigt wird, seine Richtung ändert oder verformt wird, dann wirkt immer eine KRAFT!</b></p>	<p>Diskussion von <b>Bewegungsänderung</b> und <b>Verformung</b> als Wirkungen von Kräften anhand von Beispielen (Auto in der Kurve, Verformung von Knetmasse etc.; Kraftangriffspunkte thematisieren).</p> <p>Dabei Betrachtung der Kraft auch als <b>vektorielle Größe</b> mit Betrag und Richtung, allerdings nicht mit Komponentenschreibweise.</p> <p>Alternativ: Einführung der Kraft nach der vertieften, formalen Behandlung der Energie (Vorteil: Anknüpfung an bereits bekannte Themen der Stufe 6)</p> <p>Alternativ: Erarbeitung des gesamten Themenfeldes mittels des Mausefallenprojektes.</p>
<p><b>Wie misst man Kraft?</b></p> <p>Kraftmessung Gewichtskraft und Masse</p> <p>(2 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Massen und Kräfte messen sowie Gewichtskräfte berechnen (E4, E5, UF1, UF2),</li> <li>• Messdaten zu Bewegungen oder Kraftwirkungen in einer Tabellenkalkulation mit einer angemessenen Stellenzahl aufzeichnen, mithilfe von Formeln und Berechnungen auswerten sowie gewonnene Daten in sinnvollen, digital erstellten Diagrammformen darstellen (E4, E5, E6, K1).</li> </ul>	<p>Optional Überlegungen zu den Anforderungen an einen Kraftmesser, z.B. im Schülerversuch mit unterschiedlichen Federn und Gummiband.</p> <p>Einführung der <b>Kraftmessung</b> über die Auslenkung eines Federkraftmessers durch verschiedene <b>Massen</b>, Identifizierung der Proportionalitätskonstanten als <b>Erdbeschleunigung</b> (daraus folgend Einführung der <b>Gewichtskraft</b>). Vertiefung der Unterscheidung von Gewichtskraft und Masse z.B. durch Simulationen mit unterschiedlichen Schwerebeschleunigungen und/oder Videos von Mondspaziergängen.</p> <p>Optional Behandlung der Kraft anhand des <b>Hookeschen Gesetzes</b> zur Verdeutlichung der Proportionalität, z.B. im Schülerversuch mit Federn verschiedener Härte (auch Gummiband). Auswertung auch per Tabellenkalkulation (Ursprungsgerade und Quotientengleichheit). <a href="#">MKR 1.2, 1.3, 6.2</a></p>

<p><b>Wie wirken mehrere Kräfte zusammen?</b></p> <p>Addition von Kräften Kräftegleichgewicht Wechselwirkungsprinzip</p> <p>(3 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Kräfte als vektorielle Größen beschreiben und einfache Kräfteadditionen grafisch durchführen</b> (UF1, UF2),</li> <li>• <b>die Konzepte Kraft und Gegenkraft sowie Kräfte im Gleichgewicht unterscheiden und an Beispielen erläutern</b> (UF3, UF1).</li> </ul> <p><b>Konzept: Kräftegleichgewicht!</b></p>	<p>Einführung der <b>Addition von Kräften</b>, z.B. anhand von Tauziehen oder Schieben von Gegenständen (hier auch Kraftangriffspunkte thematisieren und damit auch Unterschiede zwischen <b>Wechselwirkungsprinzip</b> und <b>Kräftegleichgewicht</b>). <b>Nur zeichnerische Darstellung</b> der auftretenden Kräfte.</p>
<p><b>Wie wurden die Pyramiden gebaut?</b></p> <p>Hebel und Flaschenzug als Kraftwandler</p> <p>(3 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Goldene Regel anhand der Kraftwandlung an einfachen Maschinen erläutern (UF1, UF3, UF4),</li> <li>• das Drehmoment bei der Wirksamkeit von Hebeln einführen.</li> <li>• <b>die goldene Regel der Mechanik mit dem Energieerhaltungssatz begründen</b> (E1, E2, E7, K4),</li> <li>• Einsatzmöglichkeiten und den Nutzen von einfachen Maschinen und Werkzeugen zur Bewältigung von praktischen Problemen aus einer physikalischen Sichtweise bewerten (B1, B2, B3),</li> <li>• Zugänge zu Gebäuden unter dem Gesichtspunkt Barrierefreiheit beurteilen (B1, B4).</li> </ul> <p><b>Übergang zu Konzept Energieerhaltung! → 10.6</b></p>	<p>Einführung von <b>Hebelkräften</b>, z.B. über Werkzeuge und Maschinen beim Bau der Pyramiden, möglichst auch formale Berechnung (Einführung des Begriffs Drehmoment nur in leistungsstarken Lerngruppen).</p> <p>Diskussion der Funktionsweise von <b>Flaschenzügen</b> nur kurz anhand von Beispielen.</p> <p>Verallgemeinerung: <b>Goldene Regel der Mechanik</b>. Anwendung auch auf <b>barrierefreien Zugang zu Gebäuden</b>. <a href="#">VB Ü</a>, <a href="#">VB D</a>, <a href="#">Z2</a>, <a href="#">Z4</a>, <a href="#">Z6</a></p> <p>Übergang zum <b>Energiebegriff</b> (Arbeit als übertragene Energie) und <b>Energieerhaltung</b>. (nur knapp → Inhalt Jahrgst. 10)</p> <p>Animationen zu Hebel, Flaschenzug und zur Kräfteaddition nutzen.</p>

## 10.6 Energie treibt alles an (~ 9 UStd.) – IF 7 (Bewegung, Kraft u. Energie)

Fragestellung	Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><b>Was ist Energie?</b>  <b>Wie kann ich schwere Dinge heben?</b></p>	<p><b>IF 7: Bewegung, Kraft und Energie</b></p> <p>Energieformen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lageenergie</li> <li>• Bewegungsenergie</li> <li>• Spannenergie</li> </ul> <p>Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieerhaltung</li> <li>• Leistung</li> </ul>	<p><b>Schülerinnen und Schüler können ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>[UF1: Wiedergabe und Erläuterung]</b>  ... physikalisches Wissen strukturiert sowie bildungs- und fachsprachlich angemessen darstellen und Bezüge zu zentralen Konzepten und übergeordneten Regeln, Modellen und Prinzipien herstellen;</li> <li>• <b>[UF3: Ordnung und Systematisierung]</b>  ... physikalische Sachverhalte nach fachlichen Strukturen systematisieren und zentralen physikalischen Konzepten zuordnen.</li> </ul>
<p><b>Vereinbarungen und Hinweise ...</b></p> <p>Energieverluste durch Reibung thematisieren, Energieerhaltung erst hier, Energiebilanzierung</p> <p><i>... zur Vernetzung</i></p> <p>Energieumwandlungen, Energieerhaltung ← Goldene Regel (IF 7)  Energieumwandlungen, Energieerhaltung ← Energieentwertung (IF 1, IF 2)</p> <p><i>... zu Synergien</i></p> <p>Energieumwandlungen ← Biologie (IF 2)  Energieumwandlungen, Energieerhaltung ← Biologie (IF 4)  Energieumwandlungen, Energieerhaltung, Energieentwertung → Biologie (IF 7)  Energieumwandlungen, Energieerhaltung → Chemie (alle bis auf IF 1 und IF 9)</p>		

## Vorschlag zur Sequenzierung der Unterrichtsstunden

Sequenzierung Fragestellungen inhaltliche Aspekte (Zeitungumfang)	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Schwerpunkte im Fettdruck
<p><b>Wie viel muss ich essen, um einen Berg hinaufzulaufen zu können?</b></p> <p>Lageenergie Andere Energieformen Energieerhaltung Energieumwandlung Reibung</p> <p>(6 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mithilfe der Definitionsgleichung für Lageenergie einfache Energieumwandlungsvorgänge berechnen (UF1, UF3),</li> <li>• Spannenergie, Bewegungsenergie und Lageenergie sowie andere Energieformen bei physikalischen Vorgängen identifizieren (UF2, UF3),</li> <li>• <b>Messwertanalyse vertiefen!</b></li> <li>• Energieumwandlungsketten aufstellen und daran das Prinzip der Energieerhaltung erläutern (UF1, UF3),</li> <li>• Nahrungsmittel auf Grundlage ihres Energiegehalts bedarfsangemessen bewerten (B1, K2, K4).</li> </ul>	<p>Einführung der <b>Lageenergie</b>, z.B. über Handexperimente zu Fallbewegungen aus verschiedenen Höhen, dabei auftretenden Geräuschen etc.</p> <p>In dem Zusammenhang auch Einführung der <b>kinetischen und der Spannenergie</b> ohne Formalismen, sondern nur als Energieform.</p> <p>Formale Einführung der <b>Energieerhaltung</b> (auch hinsichtlich des Energiegehalt von Nahrung; Bilanzierung mit Lageenergie) und Wiederholung der <b>Energieentwertung in Energieumwandlungsketten</b> (Energieflussdiagramme). <b>VB B, Z1</b></p> <p>Dabei Diskussion von Energieverlusten durch <b>Abwärme</b> und <b>Reibung</b> anhand von Beispielen aus Natur und Technik, z.B. Körperwärme, Verbrennungsmotoren etc. <b>VB Ü, D</b></p> <p>Betrachtung von Umwandlungen von Energieformen an Anwendungsbeispielen, z.B. Rekuperation. <b>VB Ü, D</b></p>
<p><b>Wer bringt die höhere Leistung?</b></p> <p>Leistung</p> <p>(3 UStd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• den Zusammenhang zwischen Energie und Leistung erläutern und formal beschreiben (UF1, UF3),</li> <li>• an Beispielen Leistungen berechnen und Leistungswerte mit Werten der eigenen Körperleistung vergleichen (UF2, UF4).</li> </ul>	<p>Einführung der <b>Leistung</b> über Beispiele aus dem Sport, z.B. Klettern am Seil, schnellem Treppensteigen etc. <b>VB B, D</b></p>