



ERZBISCHÖFLICHES  
IRMGARDIS-GYMNASIUM  
für Jungen und Mädchen

# Schulinternes Curriculum Physik

*Die Reihenfolge der Konkretisierungen innerhalb eines Schuljahres bleibt der Fachlehrerin/dem Fachlehrer aus methodischen und didaktischen Gründen vorbehalten.*

*Dies wird bei Lehrerwechsel berücksichtigt*

*Die Sicherheitsbelehrung wird zu Beginn eines jeden Halbjahres durchgeführt.*

<b>Inhaltsfeld: Grundlagen der Mechanik</b>			
<b>Inhaltsfeld</b>	<b>Inhaltliche Schwerpunkte</b>	<b>Beiträge zu den Basiskonzepten</b>	<b>Kompetenzen: Sachkompetenz (S), Erkenntnisgewinnung (E), Bewertung (B), Kommunikation (K)</b>
Kinematik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung</li> <li>- freier Fall</li> <li>- waagerechter Wurf</li> <li>- vektorielle Größen</li> </ul>	<p><b>Superposition und Komponenten:</b> Geschwindigkeit, Beschleunigung, Kraft und Impuls sind Beispiele für vektorielle Größen. Die Komponentenzerlegung dieser vektoriellen Größen erlaubt die Beschreibung komplexer Bewegungen.</p> <p><b>Mathematisieren und Vorhersagen:</b> Unterschiedliche mathematische Darstellungsformen mittels Tabellen, Diagrammen und Gesetzen ermöglichen eine formale Beschreibung von Bewegungen.</p> <p><b>Zufall und Determiniertheit:</b> Die statistische Messunsicherheit bei der Aufnahme realer Messwerte von Bewegungen ist ein Beispiel für den Umgang mit dem Zufall in der Physik.</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrunde liegende Ursachen auch am waagerechten Wurf. (S1, S3, S4, S7)</li> <li>- stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7)</li> <li>- planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Bewegungen (E5, S5)</li> <li>- bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7). (MKR 1.2)</li> <li>- begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4)</li> <li>- interpretieren die Messdatenauswertung von Bewegungen unter qualitativer Berücksichtigung von Messunsicherheiten (E7, S6, K9)</li> <li>- ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6)</li> <li>- beurteilen die Güte digitaler Messungen von Bewegungsvorgängen mithilfe geeigneter Kriterien (B4, B5, E7, K7), (MKR 1.2, 2.3)</li> <li>- bewerten die Darstellung bekannter, vorrangig mechanischer Phänomene in verschiedenen Medien bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (B1, B2, K2, K8). (MKR 2.2, 2.3)</li> </ul>
Dynamik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Newton'sche Gesetze</li> <li>- beschleunigende Kräfte</li> <li>- Kräftegleichgewicht</li> <li>- Reibungskräfte</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, S4, K7)</li> <li>- erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4)</li> <li>- modellieren mathematisch Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton'schen Kraftgesetzes (E4, K4)</li> <li>- erläutern qualitativ die Auswirkungen von Gleit- und Rollreibung sowie des Luftwiderstandes bei realen Bewegungen (S1, S2, K4)</li> </ul>
Erhaltungssätze	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impuls</li> <li>- Energie (Lage-, Bewegungs- und Spannenergie)</li> <li>- Energiebilanzen</li> <li>- Stoßvorgänge</li> </ul>	<p><b>Erhaltung und Gleichgewicht:</b> Impuls sowie mechanische Energie sind erste Beispiele für streng bilanzierbare Erhaltungsgrößen in der Physik.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Impuls und Energieübertragung. (S1, S2, K3)</li> <li>- modellieren mathematisch Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton'schen Kraftgesetzes (E4, K4)</li> <li>- bewerten Ansätze aktueller und zukünftiger Mobilitätsentwicklung unter den Aspekten Sicherheit und mechanischer Energiebilanz sowie Nachhaltigkeit (Gottes Schöpfung bewahren). (B3, B6, B7, E1, K5) (VB D Z 3) (Christl. Profil)</li> </ul>
<b>Medien</b>			
Darstellung und Auswertung von Daten in Tabellen und Diagrammen mit Hilfe von Tabellenkalkulationsprogrammen (Exc) Präsentation von Messergebnissen am Active-Board (PPT, Exc)			

Ergänzung Medien: An geeigneten Stellen können das Smartphone oder Cassy zur Erfassung und Auswertung von Messdaten eingesetzt werden.

## Inhaltsfeld: Kreisbewegung. Gravitation und physikalische Weltbilder

Inhaltsfeld	Inhaltliche Schwerpunkte	Beiträge zu den Basiskonzepten	Kompetenzen: Sachkompetenz (S), Erkenntnisgewinnung (E), Bewertung (B), Kommunikation (K)
Kreisbewegung	gleichförmige Kreisbewegung, Zentripetalkraft	<b>Erhaltung und Gleichgewicht:</b> Der Drehimpuls ist ein weiteres Beispiel für eine Erhaltungsgröße in der Physik.	Die Schülerinnen und Schüler ... - erläutern auch quantitativ die kinematischen Größen der gleichförmigen Kreisbewegung Radius, Drehwinkel, Umlaufzeit, Umlauffrequenz, Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung sowie deren Beziehungen zueinander (S1, S7, K4)  - beschreiben quantitativ die bei einer gleichförmigen Kreisbewegung wirkende Zentripetalkraft in Abhängigkeit der Beschreibungsgrößen dieser Bewegung (S1, K3)  - interpretieren Messergebnisse aus Experimenten zur quantitativen Untersuchung der Zentripetalkraft (E4, E6, S6, K9)  - erläutern den Drehimpuls bei einer Kreisbewegung als eine zum Impuls analoge Erhaltungsgröße an einem einfachen Beispiel qualitativ (S1, K8)
Gravitation	Schwerkraft, Newton'sches Gravitationsgesetz, Kepler'sche Gesetze; Gravitationsfeld	<b>Mathematisieren und Vorhersagen:</b> Die Berechnung der Bahndaten von Satelliten und Planeten anhand des Newton'schen Gravitationsgesetzes sowie die Bestimmung astronomischer Größen auf Basis der Kepler'schen Gesetze zeigen die Vorhersagbarkeit dieser Vorgänge.	- deuten eine vereinfachte Darstellung des Cavendish-Experiments qualitativ als direkten Nachweis der allgemeinen Massenanziehung (E3, E6)  - erläutern die Abhängigkeiten der Massenanziehungskraft zweier Körper anhand des Newton'schen Gravitationsgesetzes im Rahmen des Feldkonzepts (S2, S3, K4),  - ermitteln mithilfe der Kepler'schen Gesetze und des Newton'schen Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E4, E8, E10)
Wandel physikalischer Weltbilder	geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation	<b>Zufall und Determiniertheit:</b> Die Regelmäßigkeit der Planetenbewegungen um die Sonne ist ein Beispiel für die Determiniertheit physikalischer Abläufe durch Naturgesetze.	- stellen Änderungen bei der Beschreibung von Bewegungen der Himmelskörper beim Übergang vom geozentrischen Weltbild zu modernen physikalischen Weltbildern auf der Basis zentraler astronomischer Beobachtungsergebnisse dar (S2, K1, K3, K10),  - ordnen die Bedeutung des Wandels vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild für die Emanzipation der Naturwissenschaften von der Religion ein (B8, K3),  - beurteilen Informationen zu verschiedenen Weltbildern und deren Darstellungen aus unterschiedlichen Quellen hinsichtlich ihrer Vertrauenswürdigkeit und Relevanz (B2, K9, K10), (MKR 5.2) (Christl. Profil)  - erläutern die Bedeutung von Bezugssystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4) (optional),  - erläutern die Bedeutung der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (S2, S3, K4),

**Medien**  
Darstellung und Auswertung von Daten in Tabellen und Diagrammen mit Hilfe von Tabellenkalkulationsprogrammen (Exc) Präsentation von Messergebnissen am Active-Board (PPT, Exc)

Ergänzung Medien: An geeigneten Stellen können das Smartphone oder Cassy zur Erfassung und Auswertung von Messdaten eingesetzt werden.



ERZBISCHÖFLICHES  
IRMGARDIS-GYMNASIUM  
für Jungen und Mädchen

# Schulinternes Curriculum Physik

*Die Reihenfolge der Konkretisierungen innerhalb eines Schuljahres bleibt der Fachlehrerin/dem Fachlehrer aus methodischen und didaktischen Gründen vorbehalten.*

*Dies wird bei Lehrerwechsel berücksichtigt*

*Die Sicherheitsbelehrung wird zu Beginn eines jeden Halbjahres durchgeführt.*

Inhaltsfeld	Inhaltliche Schwerpunkte	Beiträge zu den Basiskonzepten	Kompetenzen: Sachkompetenz (S), Erkenntnisgewinnung (E), Bewertung (B), Kommunikation (K)
Klassische Wellen und Teilchen in Feldern	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Klassische Wellen:</b> mechanische harmonische Schwingungen und Wellen; Huygens'schen Prinzip; Reflexion; Brechung; Beugung; Superposition und Polarisation von Wellen</li> <li>- <b>Teilchen in Feldern:</b> Elektrische und magnetische Felder; elektrische Feldstärke; elektrische Spannung; magnetische Flussdichte; Bahnformen von geladenen Teilchen in homogenen Feldern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erhaltung und Gleichgewicht: Mithilfe der Energieerhaltung können periodische Zustandsänderungen bei mechanischen Schwingungen erläutert werden.</li> <li>- Superposition und Komponenten: Das Superpositionsprinzip kann die Überlagerung mechanischer Wellen beschreiben.</li> <li>- Mathematisieren und Vorhersagen: Im Rahmen der klassischen Betrachtung von Teilchen in Feldern lassen sich am Beispiel des Fadenstrahlrohrs exakte Vorhersagen über die Bahnen geladener Teilchen treffen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen, deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit sowie deren Zusammenhänge (S1, S3)</li> <li>- konzipieren Experimente zur Abhängigkeit der Periodendauer von Einflussgrößen bei harmonischen Schwingungen und werten diese unter Anwendung digitaler Werkzeuge aus (E6, S4, K6), (MKR 1.2)</li> <li>- Erläutern am Beispiel harmonischer Schwingungen Energieumwandlungen (S1, S2, K4)</li> <li>- Erläutern mit Hilfe der Wellenwanne qualitativ auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6),</li> <li>- erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3),</li> <li>- bewerten technische Maßnahmen zur Vermeidung von Erdbebenschäden an Bauwerken hinsichtlich deren Eignung z.B. im Kontext von Resonanzkatastrophe bei Brücken (B4, B6, K3, Verbraucherbildung),</li> <li>- beurteilen Maßnahmen zur Störgeräuschreduzierung hinsichtlich deren Eignung (B7, K1, K5, VB B Z1).</li> <li>- weisen anhand des Interferenzmusters bei Doppelspalt- und Gitterversuchen mit mono- und polychromatischem Licht die Wellennatur des Lichts nach und bestimmen daraus Wellenlängen (E7, E8, K4),</li> <li>- erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8),</li> <li>- stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radial- und Dipolfeldern sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1, K6),</li> <li>- entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzips elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6),</li> <li>- beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6),</li> <li>- erläutern am Beispiel des Plattenkondensators den Zusammenhang zwischen elektrischer Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen elektrischen Feld (S3),</li> <li>- berechnen Geschwindigkeitsänderungen von Ladungsträgern nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (S1, S3, K3),</li> <li>- schließen aus der statistischen Auswertung einer vereinfachten Version des Millikan-Versuchs auf die Existenz einer kleinsten Ladung (E3, E11, K8),</li> <li>- wenden eine Messmethode zur Bestimmung der magnetischen Flussdichte an (E3, K6),</li> <li>- erläutern am Fadenstrahlrohr die Erzeugung freier Elektronen durch den glühelektrischen Effekt, deren Beschleunigung beim Durchlaufen eines</li> </ul>

			<p>elektrischen Felds sowie deren Ablenkung im homogenen magnetischen Feld durch die Lorentzkraft (S4, S6, E6, K5)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- modellieren mathematisch die Beobachtungen am Fadenstrahlrohr und ermitteln aus den Messergebnissen die Elektronenmasse (E4, E9, K7),</li> <li>- erläutern Experimente zur Variation elektrischer Einflussgrößen und deren Auswirkungen auf die Bahnformen von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern (E2, K4),</li> <li>- erschließen sich die Funktionsweise des Zyklotrons auch mithilfe von Simulationen (E1, E10, S1, K1)</li> </ul>
Quantenobjekte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Teilchenaspekte von Photonen:</b> Energiequantelung von Licht, Photoeffekt</li> <li>- <b>Wellenaspekt von Elektronen:</b> De-Broglie-Wellenlänge, Interferenz von Elektronen am Doppelspalt</li> <li>- <b>Photon und Elektron als Quantenobjekte:</b> Wellen- und Teilchenmodell, Kopenhagener Deutung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erhaltung und Gleichgewicht: Die Deutung des Photoeffekts ist ein Beispiel für die Anwendung der Energieerhaltung.</li> <li>- Superposition und Komponenten: Die konstruktive und destruktive Interferenz beim Doppelspaltexperiment mit Quantenobjekten sind ein Beispiel für die Superposition quantenmechanischer Zustände zu einer Auftreffwahrscheinlichkeit.</li> <li>- Mathematisieren und Vorhersagen: Die Lichtquantenhypothese ermöglicht zusammen mit Energie- und Impulserhaltung die Mathematisierung von Wechselwirkungsprozessen von Licht mit Materie. Die De-Broglie-Hypothese ermöglicht zusammen mit dem Konzept der Materiewellen ermöglicht eine Mathematisierung der räumlichen Ausbreitung von Elektronen am Doppelspalt.</li> <li>- Zufall und Determiniertheit: Die Determiniertheit von Zufallsverteilungen ist</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern anhand eines Experiments zum Photoeffekt den Quantencharakter von Licht (S1, E9, K3),</li> <li>- leiten anhand eines Experiments zum Photoeffekt den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen sowie die Austrittsarbeit der Elektronen ab (E6, S6),</li> <li>- stellen die Lichtquanten- und De-Broglie-Hypothese sowie deren Unterschied zur klassischen Betrachtungsweise dar (S1, S2, E8, K4),</li> <li>- wenden die De-Broglie-Hypothese an, um das Beugungsbild beim Doppelspaltversuch mit Elektronen quantitativ zu erklären (S1, S5, E6, K9),</li> <li>- untersuchen mithilfe von Simulationen das Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt (E4, E8, K6, K7),</li> <li>- erläutern die Determiniertheit der Zufallsverteilung der diskreten Energieabgabe beim Doppelspaltexperiment mit stark intensitätsreduziertem Licht (S3, E6, K3),</li> <li>- berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quantenobjekte (S3),</li> <li>- erklären an geeigneten Darstellungen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte (S1, K3),</li> <li>- erläutern bei Quantenobjekten die „Welcher-Weg“-Information als Bedingung für das Auftreten oder Ausbleiben eines Interferenzmusters in einem Interferenzexperiment (S2, K4)</li> <li>- beurteilen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen (E9, E11, K8).</li> <li>- Erläutern die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8),</li> <li>- stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9),</li> <li>- beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der physikalischen Erkenntnisfähigkeit (B8, E11, K8).</li> </ul>

		charakteristisch für die Aussagen der Quantenphysik.	
Elektrodynamik und Energieübertragung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Elektrodynamik:</b> magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator</li> <li>- <b>Energieübertragung:</b> Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Superposition und Komponenten:</b> Die Komponentenzerlegung erklärt Induktionsphänomene bei einer rotierenden Leiterschleife in einem Magnetfeld.</li> <li>- <b>Mathematisieren und Vorhersagen:</b> Das Induktionsgesetz ermöglicht quantitative Vorhersagen von Spannungssignalen</li> <li>- <b>Erhaltung und Gleichgewicht:</b> Die Energieerhaltung ist die Grundlage für die qualitative Erklärung der Prozesse bei ungedämpften elektromagnetischen Schwingungen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern am Beispiel der Leiterschleife das Auftreten von Induktionsspannungen durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (S3, S4, K4),</li> <li>- Interpretieren die mit einem Oszilloskop bzw. Messwerterfassungssystem aufgenommenen Daten bei elektromagnetischen Induktions- und Schwingungsversuchen unter Rückbezug auf die experimentellen Parameter (E6, E7, K9),</li> <li>- führen Induktionserscheinungen bei einer Leiterschleife auf die zeitliche Änderung der magnetischen Flussdichte oder die zeitliche Änderung der durchsetzten Fläche zurück (S1, S2, K4),</li> <li>- beschreiben das Induktionsgesetz mit der mittleren Änderungsrate und in differentieller Form des magnetischen Flusses (S7),</li> <li>- modellieren mathematisch das Entstehen von Induktionsspannungen für die Inhaltliche Schwerpunkte: - Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz; Wechselspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator - Energieübertragung: Generator, Transformator; elektromagnetische Schwingung 38 beiden Spezialfälle einer zeitlich konstanten Fläche und einer zeitlich konstanten magnetischen Flussdichte (E4, E6, K7),</li> <li>- bewerten das Potential der Energierückgewinnung auf der Basis von Induktionsphänomenen bei elektrischen Antriebssystemen (B7, K2)</li> <li>- erklären das Entstehen von sinusförmigen Wechselspannungen in Generatoren mithilfe des Induktionsgesetzes (E6, E10, K3, K4), • stellen Hypothesen zum Verhalten des Rings beim Thomson'schen Ringversuch bei Zunahme und Abnahme des magnetischen Flusses im Ring auf und erklären diese mithilfe des Induktionsgesetzes (E2, E9, S3, K4, K8),</li> <li>- untersuchen die gezielte Veränderung elektrischer Spannungen und Stromstärken durch Transformatoren mithilfe angeleiteter Experimente als Beispiel für die technische Anwendung der Induktion (S1, S4, E6, K8),</li> <li>- erklären am physikalischen Modellexperiment zu Freileitungen technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie (S1, S3, K8),</li> <li>- beschreiben die Kapazität als Kenngröße eines Kondensators und bestimmen diese für den Spezialfall des Plattenkondensators in Abhängigkeit seiner geometrischen Daten (S1, S3),</li> <li>- erläutern qualitativ die bei einer elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (S1, S4, E4),</li> <li>- untersuchen den Auf- und Entladevorgang bei Kondensatoren unter Anleitung experimentell (S4, S6, K6),</li> <li>- modellieren mathematisch den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren (E4, E6, S7),</li> <li>- interpretieren den Flächeninhalt zwischen Graph und Abszissenachse im Q-UDiagramm als Energiegehalt des Plattenkondensators (E6, K8).</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- beurteilen ausgewählte Beispiele zur Energiebereitstellung und -umwandlung unter technischen und ökologischen Aspekten (B3, B6, K8, K10), (VB ÜB Z2)</li> <li>- beurteilen den Einsatz des Kondensators als Energiespeicher in ausgewählten alltäglichen Situationen (B3, B4, K9),</li> </ul>
Strahlung und Materie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Strahlung:</b> Spektrum der elektromagnetischen Strahlung; ionisierende Strahlung, Geiger-Müller-Zählrohr, biologische Wirkungen</li> <li>- <b>Atomphysik:</b> Linienspektrum, Energieniveauschema, Kern-Hülle-Modell, Röntgenstrahlung</li> <li>- <b>Kernphysik:</b> Nukleonen; Zerfallsprozesse und Kernumwandlungen, Kernspaltung und -fusion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> <li>- <b>Mathematisieren und Vorhersagen:</b> Quantitative Atommodelle ermöglichen die Berechnung von Energieniveaus des Atoms.</li> <li>- <b>Zufall und Determiniertheit:</b> Der Zerfall eines einzelnen Atomkerns und die Beschreibung des zeitlichen Ablaufs des Zerfalls einer großen Menge radioaktiver Atomkerne anhand des Zerfallsgesetzes sind ein Beispiel für den Zusammenhang von Zufall und Determiniertheit physikalischer Vorgänge</li> <li>- <b>Erhaltung und Gleichgewicht:</b> Die Berücksichtigung des Massendefekts erweitert und verallgemeinert das Prinzip der Energieerhaltung in abgeschlossenen physikalischen Systemen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9),</li> <li>- vergleichen verschiedene Vorstellungen von der Materie mit den Konzepten der modernen Physik (B8, K9),</li> <li>- ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6),</li> <li>- erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs als Nachweisgerät für ionisierende Strahlung (S4, S5, K8),</li> <li>- begründen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, K3),</li> <li>- werten die Bedeutung hochenergetischer Strahlung hinsichtlich der Gesundheitsgefährdung sowie ihres Nutzens bei medizinischer Diagnose und Therapie (B5, B6, K1, K10). (VB B Z3).</li> <li>- erklären die Energie emittierter und absorbierter Photonen am Beispiel von Linienspektren leuchtender Gase und Fraunhofer'scher Linien mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S1, S3, E6, K4),</li> <li>- interpretieren die Bedeutung von Flammenfärbung und Linienspektren bzw. Spektralanalyse für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E6, E10),</li> <li>- interpretieren die Messergebnisse des Franck-Hertz-Versuchs (E6, E8, K8),</li> <li>- identifizieren vorhandene Stoffe in der Sonnen- und Erdatmosphäre anhand von Spektraltafeln des Sonnenspektrums (E3, E6, K1),</li> <li>- beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2),</li> <li>- interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8),</li> <li>- erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4),</li> <li>- erklären das charakteristische Röntgenspektrum mit den Energieniveaus der Atomhülle (E6),</li> <li>- unterscheiden <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>- Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1),</li> <li>- untersuchen experimentell anhand der Zählraten bei Absorptionsexperimenten unterschiedliche Arten ionisierender Strahlung (E3, E5, S4, S5), • ermitteln im Falle eines einstufigen radioaktiven Zerfalls anhand der gemessenen Zählraten die Halbwertszeit (E5, E8, S6)</li> <li>- erläutern den Begriff der Radioaktivität und zugehörige Kernumwandlungsprozesse auch mithilfe der Nuklidkarte (S1, S2),</li> <li>- wenden das zeitliche Zerfallsgesetz für den radioaktiven Zerfall an (S5, S6, K6),</li> </ul>



			<ul style="list-style-type: none"> <li>- quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2).</li> <li>- erläutern qualitativ den Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen, den Aufbau der Nukleonen aus Quarks sowie die Rolle der starken Wechselwirkung für die Stabilität des Kerns (S1, S2),</li> <li>- erläutern qualitativ am <math>\beta^-</math>-Zerfall die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2, K4),</li> <li>- erklären anhand des Zusammenhangs <math>E = \Delta m c^2</math> die Grundlagen der Energiefreisetzung bei Kernspaltung und -fusion über den Massendefekt (S1).</li> </ul>
--	--	--	--

## Bildung in der Digitalen Welt:

- Nach Möglichkeit werden Messwerte digital mit dem Smartphone (z.B. Phyphox) oder Cassy erhoben und digital ausgewertet (z.B. Tabellenkalkulationsprogrammen, GTR).
- Präsentationen erfolgen mittels digitaler Präsentationsprogrammen oder mithilfe der Dokumentenkamera.
- Nach Möglichkeit und Bedarf Einsatz von Applets, Videos, Simulation und Geogebra.



ERZBISCHÖFLICHES  
IRMGARDIS-GYMNASIUM  
für Jungen und Mädchen

# Schulinternes Curriculum Physik

*Die Reihenfolge der Konkretisierungen innerhalb eines Schuljahres bleibt der Fachlehrerin/dem Fachlehrer aus methodischen und didaktischen Gründen vorbehalten.*

*Dies wird bei Lehrerwechsel berücksichtigt*

*Die Sicherheitsbelehrung wird zu Beginn eines jeden Halbjahres durchgeführt.*

Inhaltsfeld	Inhaltliche Schwerpunkte	Beiträge zu den Basiskonzepten	Kompetenzen: Sachkompetenz (S), Erkenntnisgewinnung (E), Bewertung (B), Kommunikation (K)
<b>Ladungen, Felder und Induktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Elektrische Ladungen und Felder:</b> Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte</li> <li>- <b>Bewegungen in Feldern:</b> geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern</li> <li>- <b>Elektromagnetische Induktion:</b> magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Superposition und Komponenten:</b> Die Überlagerung zweier elektrischer Radialfelder zu einem Dipolfeld ist ein Beispiel für die Superposition von Feldern.</li> <li>- <b>Mathematisieren und Vorhersagen:</b> Auf- und Entladevorgänge bei Kondensatoren werden mathematisch exakt beschrieben.</li> <li>- <b>Erhaltung und Gleichgewicht:</b> Die Kompensation elektrischer und magnetischer Wirkungen auf bewegte geladene Teilchen bei speziell abgestimmten gekreuzten Feldern ist ein Beispiel für ein Kräftegleichgewicht.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erklären grundlegende elektrostatische Phänomene mithilfe der Eigenschaften elektrischer Ladungen (S1),</li> <li>- stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radial- und Dipolfeldern sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1, K6),</li> <li>- entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzips elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6, K5),</li> <li>- bestimmen mithilfe des Coulomb'schen Gesetzes Kräfte von punktförmigen Ladungen aufeinander sowie resultierende Beträge und Richtungen von Feldstärken (E8, E10, S1, S3),</li> <li>- prüfen Hypothesen zur Veränderung der Kapazität eines Kondensators durch ein Dielektrikum (E2, E3, S1),</li> <li>- beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6),</li> <li>- erläutern den Zusammenhang von elektrischer Feldstärke, elektrischer Spannung und Energie quantitativ im Plattenkondensator und qualitativ im Radialfeld unter Verwendung der Begriffe Potential und Potentialdifferenz (S1, S3, K4),</li> <li>- ermitteln anhand von Messkurven zu Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren sowie zu Ein- und Ausschaltvorgängen bei Spulen zugehörige Kenngrößen (E4, E6, S6),</li> <li>- beschreiben qualitativ und quantitativ die Zusammenhänge von Ladung, Spannung und Stromstärke unter Berücksichtigung der Parameter Kapazität und Widerstand bei Lade- und Entladevorgängen am Kondensator auch mithilfe von Differentialgleichungen und deren vorgegebenen Lösungsansätzen (S3, S6, S7, E4, K7),</li> <li>- erläutern anhand einer einfachen Version des Millikan-Versuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (S3, S5, E7, K9),</li> <li>- modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Querfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7),</li> <li>- ermitteln die Orientierung von Magnetfeldern mithilfe von Messungen der magnetischen Flussdichte (E3, E7, S1),</li> <li>- erläutern die Bestimmung der Elektronenmasse am Beispiel des Fadenstrahlrohrs mithilfe der Lorentzkraft sowie die Erzeugung und Beschleunigung freier Elektronen (S4, S5, S6, E6, K5),</li> <li>- stellen Hypothesen zum Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron auf (E2, E4, S1, K4),</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- bewerten Teilchenbeschleuniger in Großforschungseinrichtungen im Hinblick auf ihre Realisierbarkeit und ihren gesellschaftlichen Nutzen hin (B3, B4, K1, K7),</li> <li>- konzipieren Experimente zur Bestimmung der Abhängigkeit der magnetischen Flussdichte einer langgestreckten stromdurchflossenen Spule von ihren Einflussgrößen (E2, E5),</li> <li>- nutzen das Induktionsgesetz auch in differenzieller Form unter Verwendung des magnetischen Flusses (S2, S3, S7),</li> <li>- erklären Verzögerungen bei Einschaltvorgängen sowie das Auftreten von Spannungsstößen bei Ausschaltvorgängen mit der Kenngröße Induktivität einer Spule anhand der Selbstinduktion (S1, S7, E6),</li> <li>- geben die in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern gespeicherte Energie in Abhängigkeit der elektrischen Größen und der Kenngrößen der Bauelemente an (S1, S3, E2).</li> <li>- führen die Funktionsweise eines Generators auf das Induktionsgesetz zurück (E10, K4),</li> <li>- begründen qualitative Versuche zur Lenz'schen Regel sowohl mit dem Wechselwirkungs- als auch mit dem Energiekonzept (E2, E9, K3).</li> <li>- identifizieren und beurteilen Anwendungsbeispiele für die elektromagnetische Induktion im Alltag (B6, K8, VB D Z3).</li> <li>- Optional: Auswirkung elektromagnetischer Strahlung auf Lebewesen (Verbraucherbildung)</li> </ul>
<b>Schwingende Systeme und Wellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Schwingungen und Wellen:</b> harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer</li> <li>- <b>Schwingende Systeme:</b> Federpendel, Resonanz; Schwingkreis, Hertz'scher Dipol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Superposition und Komponenten:</b> Interferenzphänomene mit Licht sind ein Beispiel für die Superposition elektromagnetischer Wellen.</li> <li>- <b>Erhaltung und Gleichgewicht:</b> Die Energieerhaltung ist die Grundlage für die Erklärung der Prozesse bei mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen. Schwingende Systeme in der Physik oszillieren immer um einen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren Zusammenhänge (S1, S3, K4),</li> <li>- untersuchen experimentell die Abhängigkeit der Periodendauer und Amplitudenabnahme von Einflussgrößen bei mechanischen und elektromagnetischen harmonischen Schwingungen unter Anwendung digitaler Werkzeuge (E4, S4), (MKR 1.2)</li> <li>- erläutern mithilfe der Wellenwanne qualitativ auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6),</li> <li>- beschreiben mathematisch die räumliche und zeitliche Entwicklung einer harmonischen eindimensionalen Welle (S1, S2, S3, S7),</li> <li>- erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3),</li> <li>- erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8),</li> <li>- stellen für Einzel-, Doppelspalt und Gitter die Bedingungen für konstruktive und destruktive Interferenz und deren quantitative</li> </ul>

		<p>Gleichgewichtszustand.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Mathematisieren und Vorhersagen:</b> Mithilfe von Differentialgleichungen und deren Lösungen kann der zeitliche Verlauf von Schwingungen exakt vorhergesagt werden.</li> </ul>	<p>Bestätigung im Experiment für mono- und polychromatisches Licht dar (S1, S3, S6, E6),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- weisen anhand des Interferenzmusters bei Spalt- und Gitterversuchen die Welleneigenschaften des Lichts nach und bestimmen daraus die Wellenlänge des Lichts (E5, E6, E7, S6),</li> <li>- erläutern Aufbau und Funktionsweise des Michelson-Interferometers (E2, E3, S3, K3).</li> <li>- vergleichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Aspekten und hinsichtlich der jeweiligen Kenngrößen (S1, S3),</li> <li>- erläutern qualitativ die physikalischen Prozesse bei ungedämpften, gedämpften und erzwungenen mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen (S1, E1),</li> <li>- untersuchen experimentell am Beispiel des Federpendels das Phänomen der Resonanz auch unter Rückbezug auf Alltagssituationen (E5, E6, K1, Verbraucherbildung, z.B. Resonanzkatastrophe),</li> <li>- beurteilen Maßnahmen zur Vermeidung von Resonanzkatastrophen (B5, B6, K2),</li> <li>- leiten am Beispiel des Federpendels aus dem linearen Kraftgesetz die zugehörige Differentialgleichung her (S3, S7, E2),</li> <li>- ermitteln mithilfe der Differentialgleichungen und der Lösungsansätze für die ungedämpfte Federschwingung die Periodendauer und für den ungedämpften Schwingkreis die Thomson'sche Gleichung (S3, S7, E8),</li> <li>- beschreiben den Hertz'schen Dipol als (offenen) Schwingkreis (S1, S2, K8),</li> <li>- erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (S1, K4)</li> <li>- identifizieren das Sender-Empfänger-Prinzip mithilfe von Schwingkreisen in alltäglichen Beispielen (B1, B4, K1, <b>VB B Z 1</b>),</li> <li>- unterscheiden am Beispiel von Schwingungen deduktives und induktives Vorgehen als Grundmethoden der Erkenntnisgewinnung (B8, K4).</li> </ul>
<b>Quantenphysik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Teilchenaspekte von Photonen:</b> Energiequantelung von Licht, Photoeffekt,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> <li>- <b>Superposition und Komponenten:</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- interpretieren die experimentellen Befunde zum Photoeffekt hinsichtlich des Widerspruchs zur klassischen Physik (E3, E8, S2, K3),</li> </ul>

	<p>Bremsstrahlung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Photonen und Elektronen als Quantenobjekte:</b> Doppelspaltexperiment, Bragg-Reflexion, Elektronenbeugung; Wahrscheinlichkeitsinterpretation, DelayedChoice-Experiment; Kopenhagener Deutung</li> </ul>	<p>Die konstruktive und destruktive Interferenz beim Doppelspaltexperiment mit Quantenobjekten sind ein Beispiel für Superposition quantenmechanischer Zustände zu einer Auftreffwahrscheinlichkeit.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Mathematisieren und Vorhersagen:</b> Die mathematische Darstellung der Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdarstellung von Quantenobjekten in Form des Quadrats der Wellenfunktion ist ein Beispiel für die Mathematisierung in der Quantenphysik.</li> <li>- <b>Zufall und Determiniertheit:</b> Die Determiniertheit von Zufallsverteilungen ist charakteristisch für die Aussagen der Quantenphysik.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erklären den Photoeffekt mit der Einstein'schen Lichtquantenhypothese (S1, S2, E3),</li> <li>- bestimmen aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck'sche Wirkungsquantum (E6, S6),</li> <li>- beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise der Röntgenröhre (S1),</li> <li>- interpretieren das Auftreten der kurzwelligen Grenze des Bremsstrahlungsspektrums (E6, S1),</li> <li>- erklären experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E3, E6),</li> <li>- erläutern die Bragg-Reflexion an einem Einkristall und leiten die Bragg'sche Reflexionsbedingung her (S1, S3, E4, K4),</li> <li>- stellen anhand geeigneter Phänomene dar, dass Licht sowohl Wellen- als auch Teilchencharakter aufweisen kann (S2, S3, E6, K8),</li> <li>- erklären am Beispiel von Elektronen die De-Broglie-Hypothese (S1, S3),</li> <li>- berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quantenobjekte (S3),</li> <li>- deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Nachweiswahrscheinlichkeitsdichte von Elektronen (S3),</li> <li>- modellieren qualitativ das stochastische Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt bei gleichzeitiger Determiniertheit der Zufallsverteilung mithilfe der Eigenschaften der Wellenfunktion (E4, E6, K4).</li> <li>- erläutern die Heisenberg'sche Unbestimmtheitsrelation in der Version der Unmöglichkeit-Formulierung (S2, S3, E7, E11, K4)</li> <li>- erklären bei Quantenobjekten anhand des Delayed-Choice-Experiments unter Verwendung der Koinzidenzmethode das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (S1, S5, E3, K3),</li> <li>- beurteilen die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8),</li> <li>- stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9),</li> <li>- bewerten am Beispiel eines aktuellen Forschungsvorhabens die Bedeutung der Quantenphysik für die Weiterentwicklung des modernen physikalischen Weltbildes (B8, K1),</li> <li>- beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der exakten Vorhersagbarkeit von physikalischen Phänomenen (B8, K8, E11).</li> </ul>
--	---	---	--

<b>Atom- und Kernphysik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Atomaufbau:</b> Atommodelle, eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung</li> <li>- <b>Ionisierende Strahlung:</b> Strahlungsarten, Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung, Eigenschaften ionisierender Strahlung, Absorption ionisierender Strahlung</li> <li>- <b>Radioaktiver Zerfall:</b> Kernaufbau, Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung</li> <li>- <b>Kernspaltung und -fusion:</b> Bindungsenergien, Massendefekt; Kettenreaktion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Mathematisieren und Vorhersagen:</b> Quantitative Atommodelle ermöglichen die Berechnung von Energieniveaus des Atoms.</li> <li>-</li> <li>- <b>Zufall und Determiniertheit:</b> Der Zerfall eines einzelnen Atomkerns und die Beschreibung des zeitlichen Ablaufs des Zerfalls einer großen Menge radioaktiver Atomkerne anhand des Zerfallsgesetzes sind ein Beispiel für den Zusammenhang von Zufall und Determiniertheit physikalischer Vorgänge.</li> <li>- <b>Erhaltung und Gleichgewicht:</b> Die Berücksichtigung des Massendefekts erweitert und verallgemeinert das Prinzip der Energieerhaltung in physikalischen Systemen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geben wesentliche Beiträge in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis zum ersten Kern-Hülle-Modell (Dalton, Thomson, Rutherford) wieder (S2, K3),</li> <li>- stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9),</li> <li>- erklären die Energie absorbiert und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S3, E6, K4),</li> <li>- Interpretieren Linienspektren bei Emission und Absorption sowie die Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuchs mithilfe des Energieniveauschemas (E2, E10, S6),</li> <li>- beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom und wasserstoffähnliche Atome mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2),</li> <li>- erläutern das Modell des eindimensionalen Potentialtopfs und seine Grenzen (S2, K4),</li> <li>- beschreiben anhand des Modells des eindimensionalen Potentialtopfs die Verallgemeinerung eines quantenmechanischen Atommodells hin zu einem Ausblick auf Mehrelektronensysteme unter Verwendung des Pauli-Prinzips (S2, S3, E10),</li> <li>- interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8),</li> <li>- erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4),</li> <li>- ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6),</li> <li>- unterscheiden <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>- Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1),</li> <li>- wählen für die Planung von Experimenten mit ionisierender Strahlung zwischen dem Geiger-Müller-Zählrohr und einem energiesensiblen Detektor gezielt aus (E3, E5, S5, S6),</li> <li>- quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2).</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- erklären die Ablenkbarkeit in elektrischen und magnetischen Feldern sowie Durchdringungs- und Ionisierungsfähigkeit von ionisierender Strahlung mit ihren Eigenschaften (S1, S3),</li> <li>- erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs als Nachweisgerät ionisierender Strahlung (S4, S5, K8),</li> <li>- wägen die Chancen und Risiken bildgebender Verfahren in der Medizin unter Verwendung ionisierender Strahlung gegeneinander ab (B1, B4, K3, VB B Z 3),</li> <li>- erläutern qualitativ den Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen, den Aufbau der Nukleonen aus Quarks sowie die Rolle der starken Wechselwirkung für die Stabilität des Kerns (S1, S2, K3),</li> <li>- beschreiben natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse (Kernspaltung und -fusion, Neutroneneinfang) auch mithilfe der Nuklidkarte (S1),</li> <li>- konzipieren Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit kurzlebiger radioaktiver Substanzen (E2, E5, S5), • bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C14-Methode (E4, E7, S7, K1),</li> <li>- leiten auf der Basis der Definition der Aktivität das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (S7, E9),</li> <li>- erläutern qualitativ am <math>\beta</math>-Zerfall die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2, K4).</li> <li>- beschreiben qualitativ Kernspaltung und Kernfusion unter Berücksichtigung von Bindungsenergien quantitativ (Massendefekt) und starker Wechselwirkung zwischen den Nukleonen (S1, S2),</li> <li>- erläutern den Ablauf einer Kettenreaktion als zentrales Merkmal bei der Energiefreisetzung durch Kernspaltung (S1),</li> <li>- bewerten Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion hinsichtlich der globalen Energieversorgung (B5, B7, K3, K10, VB B Z 3),</li> <li>- diskutieren ausgewählte Aspekte der Endlagerung radioaktiver Abfälle unter Berücksichtigung verschiedener Quellen (B2, B4, K2, K10, MKR 2.1, 2.3, VB D Z3).</li> </ul>
--	--	--	--

## Bildung in der Digitalen Welt:

- Nach Möglichkeit werden Messwerte digital mit dem Smartphone (z.B. Phyphox) oder Cassy erhoben und digital ausgewertet (z.B. Tabellenkalkulationsprogrammen, GTR).
- Präsentationen erfolgen mittels digitaler Präsentationsprogrammen oder mithilfe der Dokumentenkamera.
- Nach Möglichkeit und Bedarf Einsatz von Applets, Videos, Simulation und Geogebra.