**10.2****Gefahren und Nutzen ionisierender Strahlung (15 Ustd.)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Fragestellung** | **Inhaltliche Schwerpunkte** | **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung** |
| **Ist ionisierende Strahlung gefährlich oder nützlich?** | **IF 10: Ionisierende Strahlung und Kernenergie**  Atomaufbau und ionisierende Strahlung:   * Alpha-, Beta-, Gamma Strahlung, * radioaktiver Zerfall, * Halbwertszeit, * Röntgenstrahlung   Wechselwirkung von Strahlung mit Materie:   * Nachweismethoden, * Absorption, * biologische Wirkungen, * medizinische Anwendung, * Schutzmaßnahmen | Die Schülerinnen und Schüler können…   * **[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. |
| **Hinweise …**  *… zur Schwerpunktsetzung:*  Quellenkritische Recherche, Präsentation,  *… zur Vernetzung:*  Atommodelle 🡨 Chemie (IF 5) Radioaktiver Zerfall 🡨 Mathematik Exponentialfunktion (Funktionen zweite Stufe) 🡪 Biologie (SII, Mutationen, 14C) | | |

| **Sequenzierung**  **Fragestellungen**  **inhaltliche Aspekte**  **(Zeitumfang)** | **Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**  **Die Schülerinnen und Schüler können…** | **Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen**  Schwerpunkte im Fettdruck |
| --- | --- | --- |
| ***Was ist ionisierende Strahlung und wie kann man sie nachweisen?***  Nachweismethoden  (3 Ustd.) | * die Entwicklung und das Wirken von Forscherinnen und Forschern im Spannungsfeld von Individualität, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft darstellen (E7, K2, K3), * 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). | 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]  Damit Strukturierung der Reihe (Zeitstrahl) über das Wirken / die Bedeutung der Wissenschaftler (Advance Organizer)  **Demoexperiment, Video [8] bzw. Simulation zur Ionisation von Luft (Entladung eines Elektroskops, funktioniert nur mit starkem Strahler) [6]**  Messung mit Hilfe des Zählrohrs und Thematisierung des Nulleffekts und der natürlichen Radioaktivität.  Recherche in verschiedenen Quellen zu unterschiedlichen Nachweismethoden – **Aufbau und grundlegende Wirkungsweise des Zählrohrs, Nebelkammer, Fotofilm etc**. |
| ***Welche Eigenschaften hat radioaktive bzw. Röntgenstrahlung?***  Alpha-, Beta-, Gamma Strahlung,  Röntgenstrahlung  Lorentzkraft  (3 Ustd.) | * Eigenschaften verschiedener Arten ionisierender Strahlung (Alpha-, Beta-, Gammastrahlung sowie Röntgenstrahlung) beschreiben (UF1, E4), * mit Wirkungen der Lorentzkraft Bewegungen geladener Teilchen in einem Magnetfeld qualitativ beschreiben (UF1). | Bild einer Röntgenaufnahme (Zahnarzt) bzw. Bild zur Materialprüfung: Weshalb sind die Sicherheitsvorkehrungen so unterschiedlich?  Erarbeitung der **Abschirmbarkeit und Reichweite radioaktiver Strahlung anhand der typischen Versuche** (i.d.R. Demoexperiment, ggfs. SV).  **Ablenkung von α-, β-Strahlung im Magnetfeld** zur Identifizierung der Strahlungsarten erfolgt mit Hilfe der **Lorentzkraft**. Durchführung des Leiterschaukelversuchs zur Wirkung der Lorentzkraft (nur als Phänomen und qualitativ, keine Formel). **Bestimmung der Richtung der Lorentzkraft mit Hilfe der Drei-Finger-Regel**  Vorgabe der Identität der Strahlung (bzw. Schüler recherchieren lassen)  Herausarbeitung von **Gemeinsamkeiten und Unterschiede von γ-Strahlung und Röntgenstrahlung** |

| **Sequenzierung**  **Fragestellungen**  **inhaltliche Aspekte**  **(Zeitumfang)** | **Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**  **Die Schülerinnen und Schüler können…** | **Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen**  **Verbindliche Absprachen und Schwerpunkte im Fettdruck** |
| --- | --- | --- |
| ***Wie entsteht radioaktive Strahlung und was bedeutet radioaktiver Zerfall?***  radioaktiver Zerfall  Halbwertszeit  (3 Ustd.) | * den Aufbau von Atomen, Atomkernen und Isotopen […] mit einem passenden Modell beschreiben (E6, UF1), * 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). | Bezug zur Verwendung von Strahlung in der Medizin: Welche Substanzen sind für die medizinische Verwendung geeignet? Geringe Verweildauer im Körper wichtig…  **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).  Beschreibung von Nukliden über die Schreibweise sowie damit Einübung der Darstellung von Zerfallsgleichungen und Beschreibung von Isotopen.  Betrachtung der Nuklidkarte und Zerfallsreihen möglich, aber nicht obligatorisch.  **Einführung und Klärung des Begriffs der Halbwertszeit;** dazu Durchführung von Modellexperimenten (Bierschaum oder Würfelwurf)  Dabei auch Fokus auf die Anwendbarkeit und die Grenzen des Modells des radioaktiven Zerfalls. **Radioaktiver Zerfall als Zufallsprozess**.  Mathematisierung über die Exponentialfunktion sinnvoll.  Betrachtung der C-14 Methode zur Altersbestimmung biologischer Systeme möglich (Absprache mit Biologie) |

| **Sequenzierung**  **Fragestellungen**  **inhaltliche Aspekte**  **(Zeitumfang)** | **Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**  **Die Schülerinnen und Schüler können…** | **Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen**  **Verbindliche Absprachen und Schwerpunkte im Fettdruck** |
| --- | --- | --- |
| ***Was passiert, wenn radioaktive Strahlung bzw. Röntgenstrahlung auf Materie trifft?***  Absorption  biologische Wirkungen  Schutzmaßnahmen  (3 Ustd.) | * 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 beurteilen (B2, B3, B4, E1, K2, K3), VB B,Z3, Z4 * Maßnahmen zum persönlichen Strahlenschutz begründen (B1, B4). | Einstieg: Verwendung von Bleischürzen o.Ä. bei Röntgenuntersuchungen  **Absorptionsversuch mit Bleiplatten. Falls keine Strahler vorhanden sind, Verwendung einer Simulation bzw. IBE [2]**.  Auswertung über Exponentialfunktion  Erarbeitung der biologischen Strahlenwirkung, der **Dosimetrie, des Strahlenschutzes und der Strahlenbelastung des Menschen** ggfs. arbeitsteilig durch die SuS [1,4].  Anhand der Regeln für den Strahlenschutz und der Wirkungen der Strahlung auf den Menschen u.a. zu thematisieren (Präsentation und Diskussion):   * **Maßnahmen zum Erhalt der eigenen Gesundheit,** * **Abwägungen bezüglich medizinischer und technischer Anwendungen,** * **Diskussion von gesetzlichen Grenzwerten**   **Dosimeter** |
| ***Was sind die Nutzen und Risiken der radioaktiven Strahlung und Röntgenstrahlung?***  biologische Wirkungen  medizinische Anwendung Schutzmaßnahmen  (3 Ustd.) | * 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), VB Ü, VB B, Z2, Z3, Z4, Z5 | Einstieg: Radioaktiv belastete Pilze (Stiftung Warentest) [7]  **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.  Dazu auch Betrachtung von typischen Berufsfeldern aus Medizin, Industrie, Luftfahrt, …  Mediengestützte Präsentation |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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 |